

УДК 665.73

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.1.80

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНИХ ПАЛИВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ВИМОГАМ БЕЗПЕКИ

Крайнюк О.В.¹, Буц Ю.В.², Барбашин В.В.³

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

²Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

³Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Анотація. Вивчено якісні характеристики різних видів бензинів і дизельного палива; проведено порівняння якості вітчизняних моторних палив і міжнародних норм; зроблено вибір методів визначення показників якості моторного палива; проведення випробування якості моторних палив різних зразків і аналіз отриманих результатів.

Ключові слова: бензин, дизельне паливо, стандарт якості, сертифікація, техногенна безпека.

Вступ

Щорічно автомобілями України використовується близько 9–10 млн т моторного палива. За даними державної служби статистики в Україні 2018 р. всього було використано 1,7 млн т бензину і 5,4 млн т дизельного палива [1]. Приріст споживання моторного палива порівняно з 2017 р. збільшився більш, ніж на 7 % насамперед за рахунок зростання споживання дизельного палива (ДП) (близько 10,1 %). Одночасно є тенденція до зменшення споживання автомобільних бензинів порівняно з минулим роком майже на 4 %.

Для задоволення потреб України в бензинах та ДП і прогнозованого незначного зростання рівня споживання у короткочасній перспективі щороку необхідно переробляти близько 15...16 млн т нафти [2].

З прийняттям Україною курсу на євроінтеграцію, що закріплено у Конституції в лютому 2019 р., у формулюванні «європейської ідентичності українського народу і незворотності європейського та євроатлантичного курсу України» було визначено пріоритетні напрями роботи і в паливній промисловості, і в автомобільній, які спрямовані на досягнення європейських норм за якістю до бензинів і автомобілів. Однак використані сьогодні технології отримання бензинів дещо відрізняються від закордонних аналогів і не завжди дозволяють отримати бензини заданої якості, які б задовольняли експлуатаційним та екологічним нормам.

Автомобільні бензини повинні бути хімічно нейтральними й не мають викликати корозію ємностей, у яких вони зберігаються, транспортуються, а продукти їх згоряння не повинні сприяти корозії деталей двигуна [3]. Корозійна активність палива пов'язана з вмістом загального та меркаптанового сульфур-

у, кислотності, вмісту водорозчинних кислот і лугів, присутності води.

У разі потрапляння вологи в бензин корозія металів набуває електрохімічного характеру і швидкість її різко зростає. Однак вода бензину може потрапляти в паливні ємності та накопичуватися. Кількість води залежить від умов транспортування і зберігання.

Актуальність обраної теми пов'язана з необхідністю проведення ретельного контролю якості бензину, оскільки відпрацьовані гази транспортних засобів, що використовують неякісне паливо, забруднюють атмосферне повітря, а також ґрунт і водні об'єкти. Крім того, використання фальсифікованого палива позначається на експлуатаційних характеристиках двигуна та призводить до виходу з ладу паливної системи.

Аналіз публікацій

Обсяги використовуваного палива щорічно збільшуються (рис. 1) [1].

Почався перехід з бензину на дизель близько 25 років тому, що призвело до значного зниження попиту на бензин, а також нестачі дизельного виробництва в ЄС. Попит на бензин продовжує знижуватися, у той час як попит на дизельне паливо знаходиться на підйомі, досягнувши співвідношення попиту 1:2,5 протягом 2017 р. (рис. 1) [2].

Перед розробленням головних принципів до встановлення екологічних нормативів щодо автомобільних викидів необхідно сформулювати відповідні вимоги до якості палива, на які виробники могли б опиратися, і забезпечити роботу засобів контролю викидів з гарантією відповідності встановленим нормам [5].

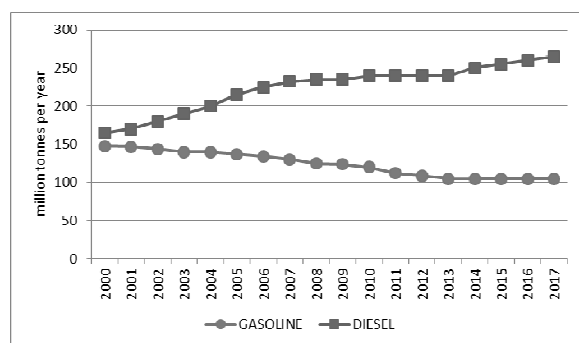


Рис. 1. Попит на автомобільне паливо в ЄС 2017 р. (за даними дослідницької групи Wood Mackenzie [5])

Таким чином, стандарти якості палива [6–8] повинні бути визначено перед установленням екологічних стандартів, оскільки дорожні системи нейтралізації не зможуть забезпечити необхідну очистку, і легко можуть вийти з ладу. З посиленням екологічних норм щодо зменшення токсичних викидів у виробництві автомобілів удосконалювалися конструкції двигунів, системи управління й системи нейтралізації небезпечних викидів. Усе це сприяє зменшенню витрат на бензин, поліпшенню технічних характеристик і ресурсу експлуатації двигуна.

Відповідно до раніше введених європейських норм розрізняють кілька типів стандарту «Євро» [9]. Вони обмежують концентрацію у вихлопних газах автомобіля вуглеводнів, оксидів нітрогену і карбону та твердих частинок.

Екологічні норми прийняті на переважній території Європи з 1988 р. Євронорми мають на увазі екологічний стандарт, який регулює кількість шкідливих компонентів у вихлопних газах (табл. 1) [9].

Таблиця 1 – Уведення стандартів «Євро» в ЄС та Україні

| Стандарт | Уведений у ЄС | Уведений в Україні |
|----------|---------------|--------------------|
| Євро-0 | 1988 | - |
| Євро-1 | 1992 | - |
| Євро-2 | 1995 | 2006 |
| Євро-3 | 1999 | 2013 |
| Євро-4 | 2005 | 2014 |
| Євро-5 | 2009 | 2016 |
| Євро-6 | 2015 | 2020 |

Низка історичних даних, представлених державами-членами ЄС в Європейське агентство з навколишнього середовища, свідчить про істотне скорочення викидів основних забруднювальних речовин від

транспорту, таких як оксиди сульфуру (SO_x), свинець (Pb), оксиди нітрогену (NO_x), тверді частинки і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) [10].

Уведення стандартів євро в Україні відстає від європейських темпів, але починаючи з 2013 р. введено вже п'ять стандартів і розрив у строках введення з Європою суттєво скорочений (табл. 1).

Мета і постановка завдання

Метою роботи стало комплексне оцінювання основних показників якості моторного палива. Оскільки контроль якості бензину є гарантією безпеки як для авто, так і навколишнього середовища, для досягнення мети були вирішені такі завдання: вивчення якісних характеристик різних видів бензинів і дизельного палива; порівняння якості вітчизняних моторних палив і міжнародних норм; вибір методів визначення показників якості моторного палива; проведення випробувань якості моторних палив різних зразків і аналіз отриманих результатів.

Сучасні вимоги до якості моторного палива

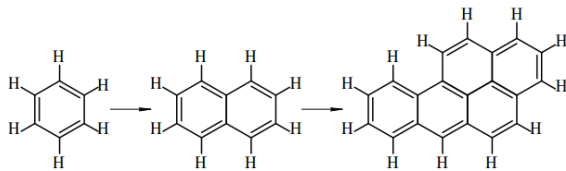
Якість моторного палива визначається багатьма характеристиками, наприклад [3]: вмістом сульфуру; концентрацією ароматичних вуглеводнів; наявністю фактичних смол у бензинах, додаванням миючих присадок, що не допускають забруднення й осмолення деталей двигуна.

Автомобільні бензини в Україні випускають відповідно до ДСТУ 7687:2015 [6] та технічного регламенту (ТР) [7], дизельне паливо – згідно з ДСТУ 7688:2015 [8].

Розглянемо, на що можуть впливати показники стандарту якості бензину на практиці.

За умови згоряння бензол утворює канцерогени. За вимогами «Євро-2» кількість бензолу в бензині не повинна перевищувати 5 %, а норми «Євро-3», «Євро-4» і «Євро-5» суворіші – максимум 1 %. Окрім того, під час згоряння бензолу утворюється вугільний нагар на свічках запалювання, що значно зменшує їх ресурс. Визначити вміст бензолу можна за допомогою газорідинної хроматографії (ДСТУ EN 12177:2009) або інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії (ДСТУ EN 238:2008).

Небажана присутність бензолу в пальному пояснюється можливістю утворення в процесі його згоряння надзвичайно токсичного компонента бенз(а)пірену:



Одним з найважливіших показників для екологічної ситуації і для справної роботи двигуна вважається вміст сульфуру, його висока концентрація може призвести до утворення нагару, закоксування паливних форсунок і послаблює ефективність системи нейтралізації вихлопних газів, взаємодіючи з металами нейтралізатора. Вміст сульфуру визначають за ГОСТ 19121-73 «Нафтопродукти. Метод визначення вмісту сірки спалюванням у лампі».

Ароматичні вуглеводні, також як і бензол, сприяють утворенню нагару, що важко видається, і скороченню життя каталізатора. За умови збільшення їх концентрації зростає токсичність вихлопних газів.

Важливий вплив на показники двигуна має наявність у бензині миючих присадок [10]. На першому етапі використання бензину з миючими присадками можна спостерігати збільшення параметрів роботи двигуна й за потужністю, і за токсичністю вихлопних газів. Це пов'язано з тим, що збільшення частки механічних домішок викликано потраплянням у паливо забруднювачів зі стінок елементів системи живлення двигуна. Зі збільшенням часу роботи двигуна на бензині з миючими присадками спостерігається стабілізація параметрів, відзначається підвищення потужності й економічності, зменшується токсичність відпрацьованих газів.

На жаль, нерідко зустрічаються факти фальсифікації моторного палива. Наприклад, за даними інституту споживчих експертиз [11, 12] наведено результати перевірки деяких АЗС. Зафіксовано випадки перевищення норми вмісту бензолу, етанолу, сульфуру. У процесі згоряння сульфур окислюється і взаємодіє з водою з утворенням сірчистої та сірчаної кислоти. За рахунок дії сірчаної кислоти ресурс деталей двигуна скорочується у декілька разів. У деяких зразках бензину октанове число (ОЧ) нижче за встановлену норму.

Основною причиною неякісного пального на АЗС можна вважати ставлення її власника до ведення бізнесу. У процесі зберігання пального резервуари потребують періодичної очистки через скупчення всередині резервуарів біологічних організмів, піщинок, листя, відкладень. Це передбачає економічні витра-

ти, на чому деякі власники АЗС намагаються заощадити. За умови охолодження об'єм палива зменшується до 10 %. Для покриття нестачі в бензин додають дешеві присадки, у дизпаливо – відпрацьоване масло [13].

Державний контроль за якістю моторного палива неефективний. У цій ситуації відзначимо, що можливість проведення незалежної експертизи дозволить забезпечити якість бензину та конкурентоспроможність АЗС.

Законопроект № 9620 про внесення змін до Податкового Кодексу України, що затверджений у грудні 2018 р. вводить обов'язкове ліцензування діяльності з виробництва, зберігання, розливу, оптової та роздрібною торгівлі паливом з 01 липня 2019 р. Планований термін ліцензії встановлено п'ять років, а список підприємств, які отримують ліцензію, буде у вільному доступі на сайті ДФС. Залишається сподіватися, що ця міра зменшить кількість фальсифікованого бензину, чому сприятиме величезний штраф за відсутність ліцензії у розмірі 250 тис. ...1 млн грн.

Залишається актуальним питання застосування експрес-аналізаторів як можливості попередньої перевірки реалізованого пального безпосередньо на АЗС (з подальшою перевіркою в акредитованій лабораторії у разі невідповідного результату під час тестування).

Відповідність якості вітчизняних моторних палив вимогам європейських стандартів

Екологічні вимоги до палива встановлено Директивою Європейського Парламенту та Ради Європи № 98/70/ЄС [9], Директиви 2303/17/ЄС. Ця директива відрізняється від набутих чинності в Європі стандартів ЕМ 228 «Бензини автомобільні» і EN 590 «Палива дизельні», які мають рекомендаційний характер, тим, що законодавчо вводить обов'язкові до виконання вимоги до моторних палив, які забезпечують склад відпрацьованих газів (Євро-2, Євро-3, Євро-4).

Контроль за якістю нафтопродуктів був регламентований «Правилами проведення сертифікації нафтопродуктів». Але Наказ державного комітету України зі стандартизації, метрології та сертифікації від 16.01.1997 № 19 «Про затвердження Правил обов'язкової сертифікації нафти та нафтопродуктів» втратив чинність з березня 2018 р. Причому й Декрет, затверджений КМУ від 10.05.1993 № 46-93 «Про стандартизацію і сертифікацію», втратив чинність з 01.01.2018.

Відповідно до ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні євро. ТУ» сертифікаційні випробування проводяться в порядку, установленому в ДСТУ 3413. Але сам ДСТУ 3413 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції» скасовано з 2018 р., тобто органами сертифікації продукція не сертифікується.

Раніше бензин підлягав сертифікації відповідно до Наказу державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики № 28 від 01.02.2005 № 28 «Про затвердження Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні», але наказ втратив чинність з березня 2018 р.

Залишається чинним ДСТУ EN 14274:2014 «Паливо автомобільне. Оцінювання якості бензину і дизельного палива. Система потокового контролювання якості палива».

Міністерство економічного розвитку й торгівлі України планує до 2020 р. створити та впровадити адаптовану до вимог Євросоюзу систему технічного регулювання.

Частина виробництва палива з низькою якістю пов'язана з нафтопереробними заводами (НПЗ), які змушені використовувати застаріле обладнання. Серед шести великих НПЗ на даний момент функціонує тільки Кременчуцький. Лисичанський, Дрогобицький, Херсонський, Одеський, Надвірнянський заводи призупинили свою роботу.

Кременчуцький НПЗ на сьогоднішній день переробляє 7 тис. т нафти на добу, що в декілька разів нижче за його проектну потужність. Устаткування НПЗ зношене, завод введений в експлуатацію понад 50 років тому, зокрема великих планів з удосконалення технологій майже не було. Застаріле устаткування не сприяє застосуванню сучасних технологій забезпечення якісної продукції, що відповідає світовим стандартам, головним чином – екологічним вимогам. Рішення пов'язане з великими інвестиціями. Нафтопереробна промисловість України суттєво відстає від рівня країн ЄС, що не може не позначитися на якості нафтопродуктів. Відсутність мотивації до впровадження сучасних технологій і брак інвестиційних ресурсів сприяли тому, що відмічається, головним чином, просте відтворення основного капіталу НПЗ, заміна зношеного устаткування на нове тієї ж конструкції, це у кращому випадку.

У країнах Європи якість палива гарантує сертифікація підприємства-виробника зі стандартів системи управління якістю (ISO 9001-2000) і системи управління охороною навколишнього середовища (ISO 14004-2004). Добровільний характер їх застосування забезпечує конкуренцію товару на ринку.

У Європейських країнах, відповідно до стандарту EN 228, для забезпечення норм на автомобільні викиди встановлені норми на неетильовані бензини. У цих країнах велика увага приділяється питанням екологічної безпеки.

Вимоги щодо вмісту сульфуру в паливі становлять не більше ніж 10 мг/кг. Сульфур – компонент нафти, тому в процесі отримання нафтопродуктів його видаляють. Вимоги за вмістом бензолу й ароматичних вуглеводнів збігаються. Об'ємна частка олефінів за європейськими нормами не повинна перевищувати 14 %, починаючи з класу Євро-4, що відрізняється від вимог технічного регламенту [7], що потребує їх частку до 18 % (табл. 2). Європейськими нормами встановлена обов'язковість миючих присадок у бензині, у державних документах вказано тільки про можливість використання присадок, що покращують властивості пального. Порівняння вимог до якості бензинів показує приблизно однакові норми до високооктанових бензинів в Україні і Європейських країнах за октановим числом, але екологічні норми до бензинів європейських країн дещо відрізняються (табл. 2).

Деяка частка неетильованих бензинів виробляється з використанням марганцевих і залізовмісних зольних антидетонаторів з установленням вимог до вмісту в бензині Mn і Fe. У західних країнах такі антидетонатори не мають попиту, оскільки їх використання порушує роботу систем нейтралізації вихлопних газів, що широко застосовуються в імпортних автомобілях. Цього виду присадки не рекомендує і Всесвітня хартія виробників палива.

В Україні є чинним ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне євро. ТУ». Цей стандарт відповідає європейським нормам EN 590 (табл. 3).

2007 р. ЄС схвалено застосування стандартів Євро-5 і Євро-6 для автомобілів з дизельним двигуном.

Таблиця 2 – Основні екологічні вимоги до характеристик автомобільного бензину

| Характеристики автомобільного бензину | ДСТУ 7687:2015 (клас 5) [6] | ТР (клас 5) [7] | EN 228 | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| | | | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 | Клас 6 |
| Вміст сірки, не більше, мг/кг | 10 | 10 | 500 | 150 | 50 | 10 | 10 |
| Об'ємна доля бензолу, не більше, % | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0,8 |
| Об'ємна доля вуглеводнів, не більше, %: | | | | | | | |
| ароматичних | 35 | 35 | - | 42 | 35 | 35 | 24 |
| олефінових | 18 | 18 | - | 18 | 14 | 14 | 11 |
| Кисень, % | 2,7 | - | - | 2,3 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Pb, мг/дм ³ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Використання миючих присадок | - | - | - | Обов'язково | | | |

Таблиця 3 – Вимоги до якості ДП за EN 590 і ДСТУ 7688:2015 [8]

| Показники | ДСТУ 7688:2015 [6] | EN 590 | | | |
|---|----------------------------|----------|----------|---------|---------|
| | | Євро-2 | Євро-3 | Євро-4 | Євро-5 |
| Вміст сульфуру, мг/кг | 10 | 500 | 350 | 50 | 10 |
| Цетанове число, не менше | 51 (Л); 49 (З) | 45 | 49 | 51 | 51 |
| Густина, якщо 15 °С, кг/м ³ | 820–845 (Л) 800–845 (З) | 820–860 | 820–860 | 820–845 | 820–845 |
| Кінематична в'язкість, якщо 40 °С, мм ² /с | 2–4,5 (Л) 1,5–4,0 (З) | 2,0–4,5 | 2,0–4,5 | 2,0–4,0 | 2,0–4,0 |
| Фракційний склад: 95 % переганяється до, °С | 360 | 370 | 370 | 360 | 360 |
| Поліциклічні ароматичні вуглеводні, %, не більше | 8 | Не норм. | Не норм. | 11 | 3 |
| Змашувальна здатність, мкм, не більше | 460 | Не норм. | Не норм. | 460 | 460 |
| Окиснювальна стабільність, г/м ³ , не більше | 25 | Не норм. | Не норм. | 25 | 25 |

Відповідно до норм Євро-5 викиди NO_x повинні становити не більше ніж 180 мг/км, а твердих частинок знижені до 5 мг/км. Стандарт Євро-6, що набув чинності з 2014 р., вимагає знизити вміст NO_x до 80 мг/км.

Вимоги до автомобільних бензинів у світі і в Україні дещо відрізняються. Провідні виробники автомобілів Європи, Японії та США прийняли Всесвітню Паливну Хартію (ВПХ), у якій визначається якість оптимального сучасного бензину. Вимогою ВПХ є чистота паливної системи, що відсутнє в Україні. Хартія рекомендує широке застосування миючих присадок, в Україні це не обов'язково.

Істотна відмінність між ВПХ і ТР [7] спостерігається щодо частки олефінів у паливі. У Хартії рекомендовано не більше ніж 10 %, в Україні допускається 18 %. Щодо вмісту важких металів у бензині, слід зазна-

чити, що застосування металовмісних присадок більш ефективно, ніж використання монометиланіліну (ММА). ВПХ заборонено додавання цих присадок у паливо, в Україні припис сформульовано неоднозначно: «Заборонено використовувати в бензинах домішки, що мають у своєму складі Pb, Fe». Таким чином, заборона стосується до двох важких металів, інші – дозволені.

Конкуренцію поширеним присадкам МТБЕ (метил-трет-бутиловий етер) і ТАМЕ (метил-трет-аміловий етер) може скласти біоетанол, який надзвичайно популярний у США. Його впровадження на ринку забезпечить певні переваги: створення робочих місць з виробництва на біоетанолового палива; витіснення фальсифікованого бензину; поліпшення якості повітря за рахунок використання екологічних переваг біоетанолу.

Поліпшення якості палива – актуальне завдання на цей момент. У стандартах на паливо перелічено вимоги за низкою показників якості. Звичайно, стандарт повинен мати максимальну кількість показників, які характеризують експлуатаційні властивості палива та його якість. Але перевантажувати нормативи та лабораторії НПЗ, нафтобаз, складів величезною кількістю аналізів економічно недоцільно. Таким чином, стандарт містить вимоги щодо складу та фізико-хімічних властивостей палив і найважливіші експлуатаційні характеристики.

За останні два десятиліття в ЄС реалізовані програми із затвердженням нормативів для викидів автомобільним транспортом, наприклад, Європейська програма щодо викидів, палива й технологій двигунів (ЕРЕФЕ) і «Чисте повітря для Європи» (SAFE). Їх упровадження стало підґрунтям підготовки графіка введення нових стандартів якості палива. Це нововведення забезпечило виключення викидів Pb в ЄС з 2002 р., а використання палива з дуже низьким вмістом сульфур (10 ppm) відбулося з 2009 р.

На цей момент головним документом, який на законодавчому рівні встановлює вимоги до якості палива на рівні ЄС, є Директива 98/70/ЄС [9]. Вона містить вимоги до основних параметрів моторного палива. Одним з останніх доповнень до неї стало впровадження норм на застосування бензину з 10 % вмістом етанолу, що стимулює країни ЄС більш інтенсивно використовувати біопаливо. Також є стандарти, які розроблено Європейським комітетом зі стандартизації (CEN). Вони набули чинності в Європі з 1993 р. і постійно оновлювалися до моменту введення більш високих екологічних класів на автотранспорті. Метою паливних стандартів CEN є не лише зниження негативного впливу транспорту на навколишнє середовище, але й підтримка довговічності та високої продуктивності двигунів та інших елементів сучасних автомобілів. Дотримання цих стандартів країнами – членами ЄС – не є обов'язковим, хоча в більшості випадків вони все ж закріплені законодавчо на національному рівні. Крім того, стандарти CEN поширено не лише у країнах ЄС, в основі українських стандартів до моторного палива також лежать стандарти CEN.

Організація контролю якості палив

Показники якості та методи їх оцінки, які містяться в стандарті на пальне, повинні да-

вати можливість оперативно визначити вид палива і марку. У стандарті, звичайно ж, повинні бути вказані ті властивості, які можуть змінюватися під час транспортування та зберігання.

Якість палив постійно контролюється як у процесі виробництва, так і за умови отримання споживачем. Аналізи забезпечують лабораторії НПЗ, нафтозбутові організації, оптові споживачі.

Аналіз палива виконують за тими показниками, які містить стандарт на паливо. Але число параметрів, що підлягають контролю, може відрізнятись. Наприклад, у процесі оцінювання зміни якості бензину в період зберігання, головним чином, оцінюють такі показники, як фракційний склад, вміст фактичних смол і кислотність. Для арбітражного аналізу визначають, як правило, тільки ті показники, за якими виникли розбіжності.

Обсяги досліджень і терміни їх виконання на різних етапах системи контролю якості палив регламентують відповідні інструкції та розпорядження. НПЗ зобов'язаний видавати паспорт якості з розгорнутими характеристиками якості.

Авторами проведено детальний аналіз відповідності вітчизняних норм якості моторного палива європейським і світовим стандартам. Спробуємо тепер оцінити, наскільки відповідає прийнятим в Україні стандартам реалізована продукція.

Перевірку палива на наявність або відсутність активного середовища виконували за допомогою випробування на мідній пластині. Перевірка на мідній пластинці бензинів проводили відповідно до ДСТУ EN ISO 2160:2012 «Нафтопродукти. Метод визначення корозійної дії на мідну пластинку». Поява на пластинці темних плям, потемніння вказує на вміст у паливі корозійних агентів, а саме: меркаптанової сірки, спиртів, органічних кислот та інших кисневмісних кислот, які додаються для штучного збільшення октанового числа і потребують подальшого дослідження. Два з розглянутих зразків бензину А-95 не пройшли випробування на мідній пластині. Відзначається потемніння і збільшення маси пластини (рис. 2).

Визначення меркаптанової сірки проводили відповідно до ДСТУ ISO 3012:2018 «Нафтопродукти. Визначення тіолової (меркаптанової) сірки у легких та середніх дистильованих паливах. Потенціометричний метод».

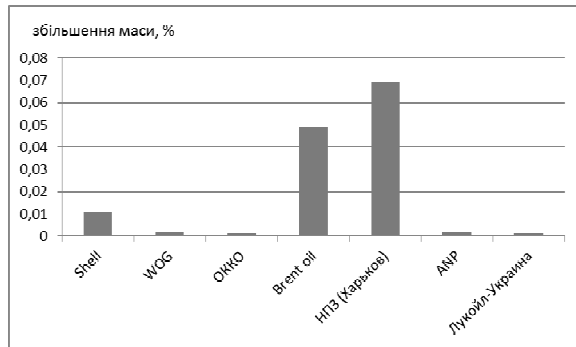


Рис. 2. Збільшення маси мідної пластини, %

Масова частка меркаптанової сірки для різних сортів палива не повинна перевищувати: для ДП 0,01 %, для бензинів 0,001 %. Отримані результати представлено на рис. 4.

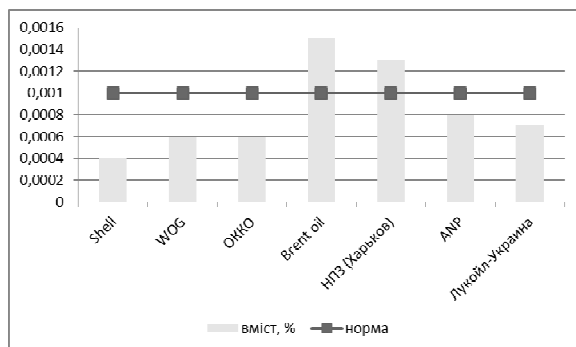


Рис. 3. Вміст меркаптанової сірки, %

Дослідження палива на вміст загальної сірки проводили згідно з ДСТУ ISO 20847:2009 «Нафтопродукти. Визначення вмісту сірки в автомобільному пальному методом рентгено-флуоресцентної спектрометрії з дисперсією за енергіями». Результати наведено на рис. 3.

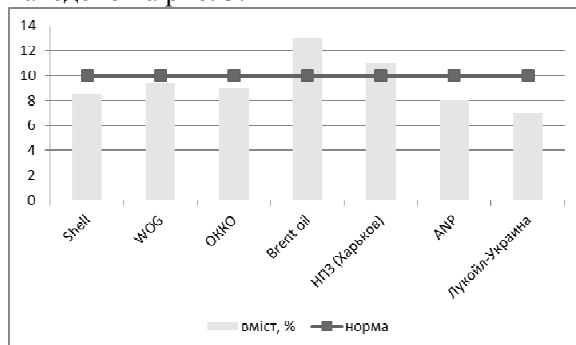


Рис. 4. Вміст загальної сірки, %

Визначення октанового числа проведено відповідно до ГОСТ 511-82 «Паливо для двигунів. Моторний метод визначення октанового числа». Мінімальне октанове число повинно становити 85. Усі зразки палива відповідають нормі (рис. 5).

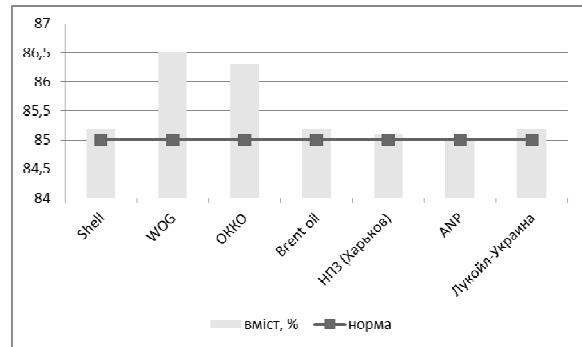


Рис. 5. Октанове число (моторний метод)

Визначення вмісту бензолу виконували відповідно до ДСТУ EN 12177:2009 «Нафтопродукти. Бензин неетилований. Визначення вмісту бензолу методом газової хроматографії». Суть методу полягає в тому, що фракцію, яка містить бензол, виділяють з дослідженого зразка бензину в капілярній колонці, далі у другій колонці проводили виділення і визначення бензолу полум'яно-іонізаційним детектором.

Уводили зразки палива в газовий хроматограф за допомогою спеціального пристрою. Досліджували газову хроматограму та ідентифікували бензол і внутрішній стандарт за їх часом утримування. Вміст бензолу у всіх розглянутих зразках нижчий за максимально допустиме значення 1 %, крім одного зразка, де спостерігається перевищення норми на 10 % (рис. 6).

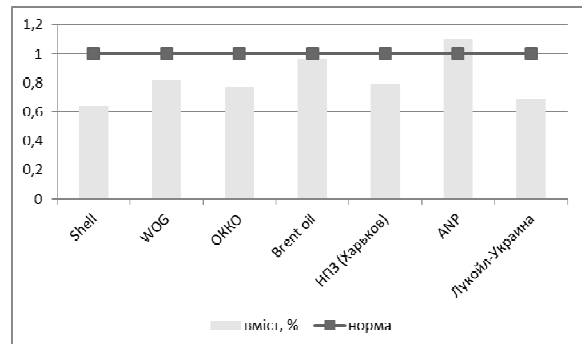


Рис. 6. Вміст бензолу, %

Висновки

Таким чином, на основі проведених аналітичних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Проведений аналіз низки зразків бензину виявив, що є відхилення від норми за вмістом меркаптанової та загальної сірки, бензолу, октанового числа.

2. Оцінку якості товарного бензину на НПЗ проводять відповідні лабораторії за основними фізико-хімічними характеристиками.

ми відповідно до нормативних документів. Важливим показником якості для оцінки експлуатаційних властивостей є октанове число, яке визначається за моторним і дослідницьким методам (MON, RON), щільність, фракційний склад, наявність свинцю, ароматичних вуглеводнів.

3. Аналіз палива – досить витратний процес, його вартість близько 2 тис. грн. Стандартні лабораторні методи аналізу палива дозволяють отримати результат ОЧ не менше ніж через 2...3 год.

Рішенням, яке може знизить собівартість аналізів і скоротити час аналізу до декількох хвилин, може бути широке проведення експрес-аналізу. Тестування зразків з їх допомогою здійснюється в десятки разів швидше, за робочий день можна виконати до 80...90 експрес-аналізів.

Застосування експрес-аналізаторів можливе як на НПЗ, так на АЗС у процесі реалізації бензинів. Швидкість аналізу дозволяє здійснювати оперативний контроль і управління технологічним процесом на НПЗ. Техніко-економічний ефект від використання експрес-аналізаторів полягає:

– у поліпшенні контролю якості товарної продукції і запобіганні відпуску не кондиції споживачеві;

– у зменшенні витрат на аналітичний контроль у лабораторії;

– в оперативному отриманні інформації про якість бензину в реальному часі й можливості використовувати інформацію в автоматизованих системах управління.

Експрес-методи основані на застосуванні спектральних характеристик і методів аналізу, зокрема спектральний аналіз в ІЧ ділянці. ІЧ-спектр палива – його унікальна характеристика, за яким визначають октанове число, фракційний склад та ін.

Література

1. Використання та запаси палива (річна інформація). Державна служба статистики України. Київ, 2019. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 19.06.2019).
2. Ващенко В.В. Аналіз ринку нафти та нафтопродуктів в Україні. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018. № 3. С. 86–93.
3. Корнеев С.В., Пашукевич С.В., Рыбальский Д.С., Бакулина В.Д., Буравкин Р.В., Мачехин Н.Ю., Ширлин И.И. Влияние качества дизельного топлива на работу двигателя. *Омский научовой вестник*. 2017. № 2 (152). С. 13–16.

4. Трифонов В.Н., Болтовский С.Н., Прокопов С.П. Качество бензина. *Проблемы эффективного использования научного потенциала общества: Междунар. научно-практ. конф.* (12 января 2018). Новосибирск, 2018. С. 215–217.
5. Cooper John Urban Air Quality and Diesel Cars Director General Insights for meeting EU standards in our cities, Strasbourg, 6th February, 2018. Fuels Europe. Refining for our everyday life. 21 p. URL: https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/2018/02/J.Cooper_FuelsEurope_EEF.pdf (дата звернення: 11.06.2019).
6. ДСТУ 7687:2015 Бензини автомобільні євро. Технічні умови На заміну ДСТУ 4839:2007. Дата набуття чинності: 01.01.2016. Київ: УкрНДНЦ, 2015. – 20 с.
7. Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив. Постанова КМУ від 01.09.2013. № 927 (ост. ред. 23.12.2016). URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 20.06.2019).
8. ДСТУ 7688:2015 Паливо дизельне євро. Технічні умови. На заміну ДСТУ 4840:2007. Дата набуття чинності: 01.01.2016. Київ: УкрНДНЦ, 2015. 18 с. (дата звернення: 20.06.2019).
9. Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN> (дата звернення: 10.05.2019).
10. By Jeff S. Bartlett Study Shows Top Tier Gasoline Worth the Extra Price AAA analysis reveals that gas with detergent additives can keep an engine running smoothly / CR Consumer Reports, April 03, 2019. URL: <https://www.consumerreports.org/car-maintenance/study-shows-top-tier-gasoline-worth-extra-price/> (дата звернення: 01.06.2019).
11. Кривенко В. На ринке много некондиционного топлива: эксперты проверили качество бензина А-92. Дані інституту споживчих експертів. Autogeek, 29.10.2018. URL: expertise.in.ua (дата звернення: 15.05.2019).
12. Кривенко В. Бензин А-95 в Україні: дані інституту споживчих експертів. КРАЇНА Auto.Ria.–03.05.2019. URL: <https://auto.ria.com> (дата звернення: 15.05.2019).
13. Бойко О.А., Панов С.Л., Ревягин А.В.оборот контрафактного и поддельного моторного топлива: детерминанты и меры противодействия. *Научный вестник Омской академии МВД России*. 2019. № 1(72). С. 22–27.

Reference

1. Vykorystannia ta zapasy palyva (richna informatsiia) (2019) [Uses and fuel stocks (annual information)] Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Available at: www.trans.-form.ru:

- <http://www.ukrstat.gov.ua>. (accessed: 19 June 2019).
- Vashchenko V.V. Analiz rynku nafty ta naftoproduktiv v Ukraini [Analysis of the Oil and Petroleum Market in Ukraine]. *Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel*. 2018. № 3. С. 86–93.
 - Korneev S.V., Pashukevych S.V., Rybalsky D.S., Bakulyna V.D., Buravkyn R.V., Machekhyn N.Iu., Shyrlin Y.Y. Vlyianyie kachestva dyzelnoho toplyva na rabotu dvyhatelia [Impact of diesel fuel quality on engine operation]. *Omsky Scientific Journal*. 2017. № 2 (152). P. 13–16.
 - Tryfonov V.N., Boltovskiy S.N., Prokopov S.P. Kachestvo benzyna [Gasoline quality] Problems of effective use of scientific potential of a society: International scientific practice. conf: Int. Sci-Pract. Conf. Novosibirsk 2018. P. 215–217.
 - Cooper John Urban Air Quality and Diesel Cars Director General Insights for meeting EU standards in our cities, Strasbourg, 6th February, 2018. *Fuels Europe. Refining for our everyday life*. 21 p. Available at: https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/2018/02/J.Cooper_FuelsEurope_EEF.pdf (accessed: 11 June 2019).
 - DSTU 7687:2015 Benzyny avtomobilni yevro. Tekhnichni umovy [the state standard of Ukraine DSTU 7687:2015 Gasoline cars Euro]. Kyiv. 2015. 20 p.
 - Tekhnichni rehlyament shchodo vymoh do avtomobilnykh benzyniv, dyzelnoho, sudnovykh ta kotelnykh palyv [Technical regulations concerning requirements for automotive gasoline, diesel, marine and boiler fuels] Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine 1.09.13 p. № 927 (latest revision 23.12.2016). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua>. (accessed: 20 June 2019).
 - DSTU 7688:2015 Palyvo dyzelne yevro. Tekhnichni umovy. [the state standard of Ukraine DSTU 7688:2015 Fuel diesel Euro. Specifications]. Kyiv. 2015. 20 p.
 - Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN> (accessed: 10 May 2019).
 - By Jeff S. Bartlett Study Shows Top Tier Gasoline Worth the Extra Price AAA analysis reveals that gas with detergent additives can keep an engine running smoothly. *CR Consumer Reports*, April 03, 2019. Available at: <https://www.consumerreports.org/car-maintenance/study-shows-top-tier-gasoline-worth-extra-price>. (accessed: 1 June 2019).
 - Kryvenko V. Na rynku mnoho nekonvencyonnoho toplyva: eksperty proveryly kachestvo benzyna A-92. Dani instytutu spozhyvchykh ekspertyz [The market has a lot of nonconventional fuel: experts have checked the quality of gasoline A-92. Data from the institute of expert assessments]. *Autogeek*, 29.10.2018. Available at: expertize.in.ua (accessed: 15 May 2019).
 - Kryvenko V. Benzyn A-95 v Ukraini: dani instytutu spozhyvchykh ekspertyz [Gasoline A-95 in Ukraine: data of the Institute of Consumer Expertise]// *KRAINA Auto.Ria*. – 03.05.2019. Available at: <https://auto.ria.com> (accessed: 15 May 2019).
 - Boiko O.A., Panov S.L., Reviahyn A.V. Oborot kontra-faktnoho u poddelnoho motornoho toplyva: determynanty u mery protyvodeistviya [Turnover of counter-fake and false motor fuel: determinants and countermeasures] *Scientific newswire of the Omsk Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. № 1(72). 2019. С. 22–27.
- Крайнюк Олена Володимирівна**, к.т.н., доц. кафедри метрології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна, +38-050-4042673
alenuvarova@ukr.com
- Буц Юрій Васильович**, к. геогр. н., доц., завідувач кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця
просп. Науки, 9 А, м. Харків, 61000, +38-050-6830899
yurii.buts@hneu.net
- Барбашин Віталій Валерійович**, к.т.н., доц. каф. охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна, +38-099-7867315
barbachyn@rambler.ru
- Контроль качества характеристик моторных топлив с целью обеспечения соответствия требованиям безопасности**
Аннотация. Проанализированы стандарты качества моторных топлив в странах ЕС и Украины. Сравнение требований к качеству бензинов показывает приблизительно одинаковые нормы к высокооктановым бензинам в Украине и в других странах по октановым числам, но экологические нормы к бензинам европейских стран немного выше.
Подготовлены рекомендации по улучшению контроля качества топлива. Все современные лабораторные методы анализа качества моторного топлива достаточно дорогостоящие, требуют определённого времени и подготовленных специалистов. Рекомендуется использование мобильных экспресс-анализаторов для внедрения в практику как перспективное направление разработки средств оперативного контроля качества топлива.
Ключевые слова: бензин, дизельное топливо, стандарт качества, сертификация, техногенная безопасность.

Крайнюк Елена Владимировна, к.т.н., доц. кафедри метрології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ул. Ярослава Мудрого, 25, г. Харків, 61002, Україна, + 38-050-4042673
alenuvarova@ukr.com

Буц Юрій Васильевич, к. геогр. н., доц., заведуючий кафедрою природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця
просп. Науки, 9 А, г. Харків, 61000, + 38-050-6830899
yurii.buts@hneu.net

Барбашин Віталій Валерьевич, к.т.н., доц. каф. охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А.М. Бекетова
ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харків, 61002, Україна, + 38-099-7867315
barbachyn@rambler.ru

Quality control of the characteristics of motor fuels to ensure compliance with safety requirements

Annotation. Problem. With Ukraine's adoption of the course on European integration, priority directions of work were identified both in the fuel industry and in the automotive industry, which are aimed at achieving European quality standards for gasoline and cars. **Goal.** The goal of the work was a comprehensive assessment of the main indicators of the quality of motor fuel. **Methodology.** Requirements for the quality of motor fuel in Ukraine are analyzed and compared with European standards. The results of the analysis of gasoline samples are given. A comparison of quality of motor fuels in Ukraine and international norms is conducted. The quality of motor fuels is determined by a number of characteristics: the content of sulfur in fuel, the concentration of aromatic hydrocarbons, the presence of the physical gums in gasoline, the addition of detergents, which do not allow contamination and refilling of engine parts, etc. The content of sulfur is considered, its high concentration can lead to the formation of carbon and practically neutralize the efficiency of the system of neutrons alignment of exhaust gases, interacting with metals of a neutralizer. The content of sulfur oxides in exhaust gases contributes to a number of environmental problems, for example, the formation of acid rain. **Results.** The quality standards of gasoline in the states of the EU and Ukraine are analyzed. Comparison of gasoline quality requirements shows roughly the same standards for high-octane gasoline in Ukraine and other countries by octane numbers, but environmental norms for gasoline in

European countries are slightly higher. Special and physicochemical methods of fuel quality assessment are analyzed. Because full-length motor tests require a lot of time, are associated with high fuel consumption, engineering analysis, require economical costs, the qualification methods for assessing the quality of motor fuel have been used more widely. The indicators for assessing the quality of fuel, such as the mass fraction of sulfur, the test on the copper plate, the content of water-soluble acids and alkalis, the content of benzene, saturated vapor pressure, fractional composition, flash point, the octane number are determined. Recommendations for improving fuel quality control is prepared. All modern laboratory methods for analyzing the quality of motor fuel are sufficiently expensive, requiring a certain amount of time and trained specialists. It is possible to recommend mobile express analyzers for implementation in practice as a promising direction of developing the means of operational quality control of fuel. Such devices are much cheaper, more affordable, economical, more expedient, mobile, it takes from a few seconds to several minutes to conduct the analysis. They are promising and will be widely used. **Originality.** A detailed comparative analysis of domestic standards, technical regulations and current EU directives at the level of specific requirements for motor fuels is conducted. The quality of automotive fuels was monitored and the conformity of the quality of automotive fuels sold to consumers through gas stations to current national and international standards was evaluated. **Practical value.** The quality of gasoline at a number of well-known gas stations was assessed. On this gasoline the quantity and quality of harmful emissions that pollute the atmosphere, thereby creating a threat to the health of residents depend.

Keywords: gasoline, diesel fuel, quality standard, certification, technogenic safety

Krainiuk Olena, Ph.D., Assoc. Prof, Department of Metrology and Vital Safety, Kharkov National Automobile and Highway University
st. Y. Mudryi st., 25 Kharkiv, Kharkiv region, 61002, Ukraine, + 38-050-4042673
alenuvarova@ukr.com

Buts Yury, Ph.D., Assoc. Prof, Head of the Department of Environmental Technologies, Ecology and Vital Safety, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
Nauki Ave., 9A, Kharkiv, 61000, + 38-050-6830899
yurii.buts@hneu.net

Barbachin Vitaly, Ph.D., Assoc. Prof. Department of Labor Protection and Vital Safety, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
Marshala Bazhanova st., 17 Kharkiv, 61002, + 38-099-7867315
barbachyn@rambler.ru