

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2021.66.64>
УДК 343.98

Олег Альбертович Сич
кандидат хімічних наук, головний судовий експерт

ORCID 0000-0002-8100-4999
E-mail: o.sych@kndise.gov.ua

Андрій Юрійович Корнієнко
головний судовий експерт

ORCID 0000-0001-5951-6632
E-mail: andkornienko@gmail.com

Надія Володимирівна Євтушенко
старший судовий експерт

ORCID 0000-0002-5575-5051
E-mail: Nadegda.astra80@gmail.com

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

КРИМІНАЛІСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НАФТОВИХ КОМПОНЕНТІВ СУМІШЕВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ

Розглянуті особливості криміналістичного дослідження складу нафтових компонентів які використовуються при виготовленні автомобільних бензинів за сумішевою технологією. Для виготовлення сумішевих автомобільних бензинів використовують низькооктановий основу, в яку додають високооктанові компоненти. В якості високооктанових компонентів сумішевих автомобільних бензинів в багатьох випадках використовують риформат (бензин каталітичного риформінеу), ароматичні вуглеводні та ізопентан (ізопентанову фракцію). В якості низькооктанової бензинової основи сумішевих автомобільних бензинів часто використовують прямогонний бензин і бензин газовий стабільний. У статті розглянуті результати дослідження перерахованих нафтових компонентів сумішевих автомобільних бензинів методом газорідинної хроматографії.

Ключові слова: сумішеві бензини, високооктанові компоненти, низькооктанова бензинова основа, риформат, ізопентанова фракція.

Постановка проблеми. При недосконалій системі споживчого контролю якості промислової продукції широко розповсюджена її фальсифікація. За даними Комітету захисту споживачів, біля 30% всього бензину, який реалізується з автозаправних станцій в Україні, не відповідає стандартам якості [1] і

може бути віднесений до фальсифікованих автомобільних бензинів. Основними факторами, які обумовлюють поширеність випадків фальсифікації бензинів є економічні та технологічні чинники. Вартість автомобільних бензинів обумовлює економічну складову процесу фальсифікації, а доступність та відносно невисока ціна компонентів, з яких виробляються фальсифіковані бензини, обумовлює технологічну складову фальсифікації. З метою фальсифікації товарних бензинів найчастіше використовують компоненти, які здатні підвищувати детонаційну стійкість бензинів. Використання високооктанових компонентів дозволяє з дешевої низькооктанової сировини (прямогонного бензину, бензину газового стабільного чи газового конденсату) одержувати високооктанове паливо з значно вищою товарною ціною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до загальноприйнятої технології [2,3] товарні автомобільні бензини отримують змішуванням компонентів, які отримують в результаті первинних або вторинних процесів нафтопереробки та присадок. До середніх компонентів автомобільних бензинів відносяться наступні продукти нафтопереробки [3]: алкіл бензин, бензин каталітичного крекінгу, бензин каталітичного риформінгу (риформат), бензин прямогонний, ізомерізат, газовий бензин, кисневмісні домішки та д.і. Перелічені компоненти змішують в певних пропорціях для отримання товарного автомобільного бензину конкретної марки [3]. Пропорції компонентів залежать від їх фізико – хімічних властивостей, головною з яких є октанове число або октановий індекс компонентів (октановий індекс це середнє арифметичне між октановим числом за моторним методом (ОЧМ) та октановим числом за дослідницьким методом (ОЧД)).

Октанові числа перерахованих компонентів наведені в спеціальній літературі [3] та в Таблиці 1.

Таблиця 1

| Компонент | ОЧМ |
|--|-----------|
| Бензин каталітичного крекінгу | 72,0-80,0 |
| Бензин каталітичного риформінгу (риформат) | 74,2-87,0 |
| Бензин прямогонний | 47,0-72,3 |
| Ізопентан | 86,4-90,3 |
| Газовий бензин | 65,5-70,6 |
| Ароматичні вуглеводні | 99,9-108 |

Мета дослідження. Мета даної роботи полягає в дослідженні основних нафтових компонентів, які використовуються для виготовлення та фальсифікації автомобільних бензинів за сумішевою технологією.

Основні результати дослідження. Нижче будуть розглянуті особливості виробництва, хімічного складу та фізико-хімічних властивостей основних нафтових компонентів сумішевих автомобільних бензинів.

Риформат

Відповідно даних довідкової літератури [6,7] риформат це рідка суміш переважно ароматичних і насичених вуглеводнів, яка використовується в якості високооктанового компонента автомобільних і авіаційних бензинів

(містять риформату до 60-70% по масі) та (або) сировини у виробництві ароматичних вуглеводнів (аренів) C_6-C_8 .

Риформат отримують каталітичним риформінгом прямогонних бензинових фракцій, головним чином вуглеводнів C_6-C_{10} (вихід 78-84% по масі). Як сировину для риформінгу можуть бути також включені після глибокого очищення бензини термічного і каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу, коксування, бензини-відгони з установок гідроочищення газу і дизельного палива; бензини гідрогенізації вугілля і сланців та бензини, що виробляються з синтез-газу.

Згідно даних довідкової літератури [7] риформат має наступні фізико-хімічні характеристики: межі википання 30-190°C; вміст вуглеводнів (%) – ароматичних 40-65, парафінових і нафтових 34-60, ненасичених 0,5-1,0; октанове число 80-85 (моторний метод), 90-95 (дослідницький метод); вміст сірки (S) від 10^{-4} до 10^{-3} % мас.

Для використання риформату в якості товарного продукту відбирають наступні види риформінгу: фракції 62-85 °C (бензольний риформат), 85-105°C (толуольний риформат), 105-140°C (ксилольний риформат). Для отримання компонентів товарних бензинів застосовують фракції з межами википання 85-180, 105-180, 140-180°C.

Для встановлення видової приналежності риформату та інших нафтових компонентів необхідно використовувати метод газорідинної хроматографії (ГРХ), що надає можливість встановлювати відсотковий вміст нафтових вуглеводнів у досліджуваних зразках палив та їх компонентів. Нижче будуть наведені результати газохроматографічного дослідження нафтових компонентів сумішевих автомобільних бензинів які досліджувались у Київському НДІСЕ.

Досліджувані зразки нафтових компонентів сумішевих автомобільних бензинів були прохроматографовані за наступних умов:

- Капілярна колонка НР-5, $l = 30m$, $d = 0,25mm$, товщина фази – 0,25 мкм;
- Температура інжектора – 280 °C;
- Температура детектора (ПІД) – 300 °C;
- Газ носій – гелій;
- Потік газу носія – програмований 0,8 мл/хв. (5 хв) → 0,5 мл/хв. → 1,5 мл/хв;
- Температура термостату: 40 °C (5,5 хв) → 15°C/min → 280°C;
- Об'єм проби – 0,5 мкл, автоінжектор, поділ потоку 1:100.

На рисунку 1 наведено хроматограму зразка бензольного риформату.

В досліджених зразках бензольного риформату виявлені вуглеводні, характерні для нафтопродуктів. За вуглеводневим складом досліджені зразки бензольного риформату відрізняються від автомобільних бензинів та дизельного пального. За своїм складом надані на дослідження рідини є сумішшю ароматичних вуглеводнів: бензолу (основний компонент), толуолу, етилбензолу, ксилолів та третбутилбензолу з домішками інших нафтових вуглеводнів.

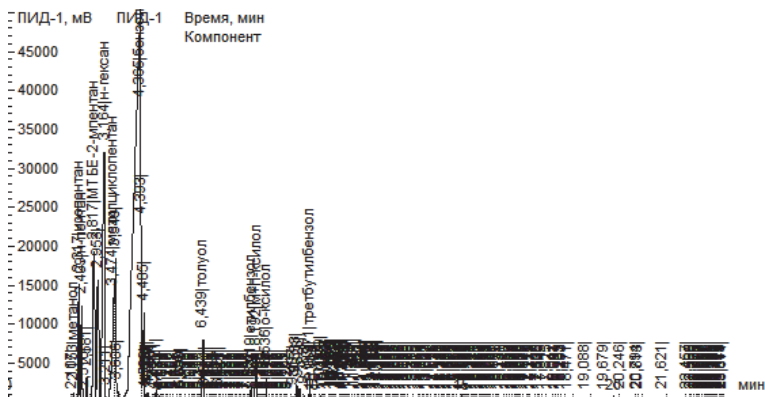


Рис. 1

Відсотковий вміст основних компонентів досліджуваного зразка бензольного риформату наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

| Компонент | Група | Концентрація, % |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| ізопентан | Ізомерні вуглеводні | 2.119 |
| н-пентан | Насичені вуглеводні | 1.949 |
| 2-метилпентан | Ізомерні вуглеводні | 5.871 |
| н-гексан | Насичені вуглеводні | 10.758 |
| метилциклопентан | Циклічні вуглеводні | 4.233 |
| бензол | Ароматичні вуглеводні | 53.034 |
| толуол | Ароматичні вуглеводні | 1.488 |
| етилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.217 |
| м+п-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 1.080 |
| о-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.362 |
| третбутилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.365 |

За результатами дослідження бензольного риформату методом ГРХ було встановлено, що за хімічним складом та вмістом ароматичних вуглеводнів та бензолу досліджені зразки бензольного риформату не відповідають вимогам нормативної документації на автомобільні бензини [4]. Досліджені рідини містять велику кількість бензолу 54 – 56% об., що значно перевищує допустимий вміст бензолу в автомобільних бензинах (вміст бензолу не повинен перевищувати 1% об'ємних).

На рисунку 2 наведено хроматограму зразка толуольного риформату.

За результатами газохроматографічного дослідження риформатів можливо зробити наступні узагальнення.

Бензольний риформат містить велику кількість бензолу (54 – 56% об.). Бензольний риформат має обмежене застосування при легальному виробництві автомобільних бензинів в зв'язку з тим, що для досягнення бажаного результату – підвищення октанового числа сумішевого бензину доводиться вводити значну кількість бензольного риформату і в результаті у бензиновій суміші значно підвищується вміст бензолу (в автомобільних бензинах вміст бензолу не повинен перевищувати 1% об.). Найчастіше бензольний риформат використовується для грубої фальсифікації автомобільних бензинів в кустарних умовах. Встановлення використання бензольного риформату для фальсифікації автомобільних бензинів здійснюється методом газорідинної хроматографії. При цьому встановлюється відсотковий вміст бензолу, який перевищує допустимий вміст бензолу в автомобільних бензинах (не більше 1% об.).

Толуольний риформат містить значну кількість ароматичних вуглеводнів (57-58% об.), складається переважно з толуолу (20-25% об.) та ксилолів (15-18% об.) і містить бензол в незначній кількості (не більше 0,4 % об.). При цьому толуольний риформат має октанове число 80-85 (моторний метод) і широко використовується як високооктановий компонент для виробництва автомобільних бензинів за сумішевою технологією.

Ізопентан

Ізопентан (2-метилбутан ($\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$) безбарвна легкозаймиста рідина. Технічний продукт являє собою суміш ізомерних пентанів і википає в межах 24 – 34° С. Ізопентан можна виділяти з газового бензину, з бензину прямої перегонки нафти і бензину каталітичного крекінгу. Головним джерелом ізопентанів служить відповідна фракція продуктів крекінгу і піролізу нафтової сировини. Ізопентан володіє високим тиском пари і високим октановим числом, є цінним компонентом моторних палив [8].

На рисунку 3 наведено хроматограма зразка ізепентанової суміші яка досліджувалась у кримінальному провадженні.

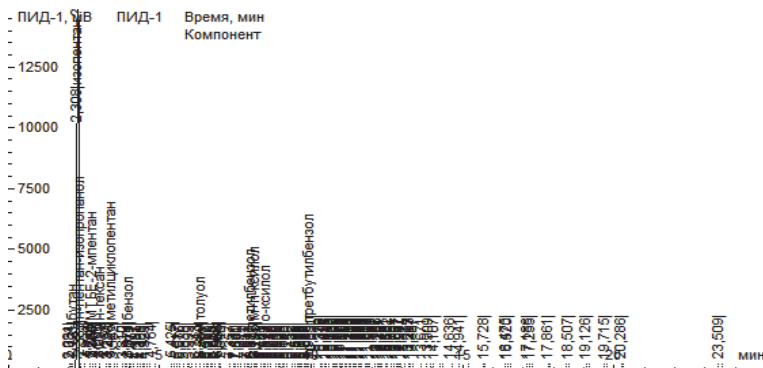


Рис. 3

Відсотковий вміст основних компонентів досліджуваного зразка ізопентанової суміші наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

| Компонент | Група | Концентрація, % |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| Бутан | Насичені вуглеводні | 0.066 |
| Ізопентан | Ізомерні вуглеводні | 96.399 |
| н-пентан | Насичені вуглеводні | 0.244 |
| н-гексан | Насичені вуглеводні | 0.191 |
| Метилциклопентан | Циклічні вуглеводні | 0.178 |
| Бензол | Ароматичні вуглеводні | 0.262 |
| Толуол | Ароматичні вуглеводні | 0.228 |
| етилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.028 |
| м+п-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.113 |
| о-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.039 |
| Третбутилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.029 |

При дослідженні методом ГРХ було встановлено, що основним компонентом дослідженої суміші є ізопентан, вміст якого становив 96,4%. Ізопентанова суміш має октанове число 86-90 (моторний метод) і широко використовується як високооктановий компонент для виробництва автомобільних бензинів за сумішевою технологією.

Бензин прямогонний

Прямогонний бензин (нефрас) отримують в результаті переробки сирової нафти або газового конденсату, горючих сланців або вугілля, природного газу або нафтогазу. Прямогонним бензином є легкі бензинові фракції прямої перегонки нафти з межами кипіння 35–80 °С [9].

На рисунку 4 наведено хроматограму прямогонного бензину.

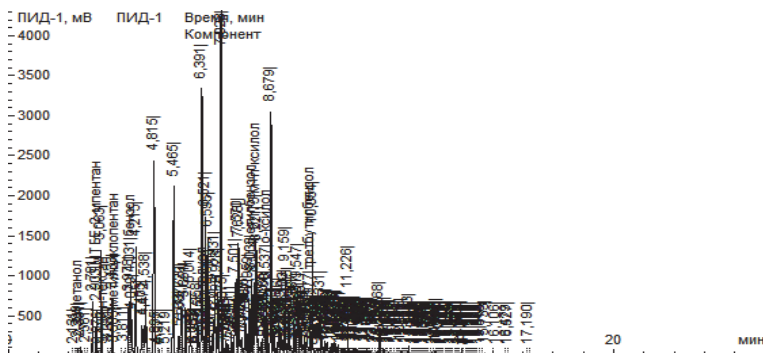


Рис. 4

Відсотковий вміст основних компонентів досліджуваного зразка прямогонного бензину наведено у таблиці 5.

Відсотковий вміст основних компонентів досліджуваного зразка бензину газового стабільного наведено у таблиці 6.

Таблиця 6

| Компонент | Група | Концентрація, % |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| Бутан | Насичені вуглеводні | 6.486 |
| ізопентан | Ізомерні вуглеводні | 14.273 |
| н-пентан | Насичені вуглеводні | 16.618 |
| 2-метилпентан | Ізомерні вуглеводні | 2.991 |
| н-гексан | Насичені вуглеводні | 0.006 |
| метилциклопентан | Циклічні вуглеводні | 0.059 |
| Бензол | Ароматичні вуглеводні | 1.555 |
| Толуол | Ароматичні вуглеводні | 4.940 |
| етилбензол | Ароматичні вуглеводні | 1.284 |
| м+п-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.185 |
| о-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.333 |
| третбутилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.153 |

Розрахунок по групах

| Група | Концентрація, % |
|-------------------------|-----------------|
| Ароматичні вуглеводні | 8.450 |
| Неароматичні вуглеводні | 91.550 |

За результатами газохроматографічного аналізу було встановлено, що досліджені зразки бензину газового стабільного містять невелику кількість ароматичних вуглеводнів (4-9% об.). Бензин газовий стабільний має октанове число за моторним методом 66-71 од. і може використовуватись як низькооктановий компонент при виготовленні автомобільних бензинів.

Товарні автомобільні бензини отримують змішуванням компонентів, які отримуються первинними або вторинними процесами нафтопереробки та присадок. Перелічені компоненти змішують в певних пропорціях для отримання товарного автомобільного бензину конкретної марки. При проведенні змішування необхідно дотримуватись технологічних умов виробництва автомобільних бензинів та відповідності компонентів вимогам, які регламентуються ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови». В процесі змішування необхідно контролювати детонаційну стійкість та інші експлуатаційні характеристики компонентів для змішування та утвореної бензинової суміші. Зазначені процеси реалізуються в умовах легального виробництва автомобільних бензинів на сертифікованих підприємствах з нафтопереробки та виробництва автомобільних палив.

Основною характеристикою автомобільних бензинів, яка визначає їх експлуатаційні характеристики та відповідну товарну ціну, є детонаційна стійкість. Детонаційна стійкість товарних бензинів залежить від їх хімічного складу, який визначається умовами виробництва палива та вмістом компонентів в бензині, які здатні підвищувати октанове число.

Відповідно до ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови» для покращення експлуатаційних показників якості бензинів дозволене уведення добавок (присадок), які не впливають негативно на екологічні, енергетичні та економічні показники двигуна, що підтверджено результатами випробувань, та допущених до застосування в установленому порядку. Заборонено використовувати в бензинах добавки (присадки), що мають в своєму складі фосфор, свинець, залізо, ароматичні аміни (монометиланіліни, моноетиланіліни тощо).

Октанове число (ОЧ) для сумішевих бензинів розраховується за пропорційними формулами [11]:

$$\text{ОЧ сумішевого бензину} = V_b \cdot \text{ОЧ}_{\text{основа бензину}} + V_d \cdot \text{ОЧ}_{\text{компонентів}}$$

де V – вміст бензину та компонентів, ОЧ – октанове число.

Наприклад, якщо до 9 часток (90%) низькооктанового компонента з октановим числом за моторним методом ОЧМ=76 додати 1 частку (10%) високооктанового компонента з ОЧМ=100, октанове число суміші буде становити: $0,9 \cdot 76 + 0,1 \cdot 100 = 78,4$. Використання перелічених компонентів має обмеження, пов'язані з екологією (ароматичні вуглеводні) та сумісністю з матеріалами (спирти та ефіри).

Нижче будуть розглянуті окремі випадки криміналістичного дослідження складу фальсифікованих зразків автомобільних бензинів, які проводились у Київському НДІСЕ. В кустарних (напівпромислових) умовах для підвищення октанового числа бензинів в деяких випадках використовують ароматичні вуглеводні, які доступні та широко пропонуються на споживчому ринку. В якості високооктанових домішок можливо використовувати товарні бензол (бензолний риформат), толуол (толуольний риформат), а також сирий бензол та КМПА (компонент моторного палива ароматичний). На рисунку 6 наведено хроматограму бензинової суміші, яка досліджувалась у кримінальному провадженні, пов'язаному з незаконним виробництвом автомобільних палив.

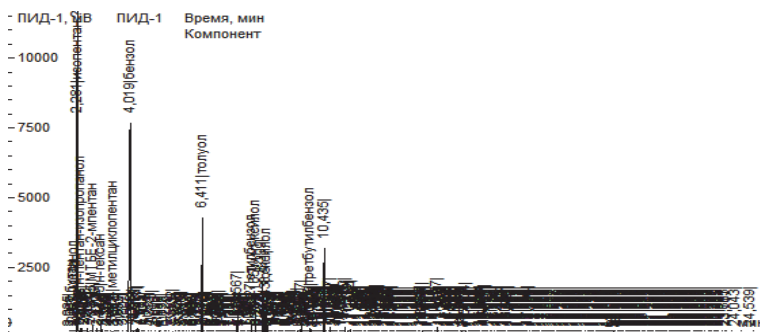


Рис. 6

Відсотковий вміст основних компонентів досліджуваного зразка бензинової суміші наведено у таблиці 7.

Таблиця 7

| Компонент | Група | Концентрація, % |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| бутан | Насичені вуглеводні | 0.019 |
| ізопентан | Ізомерні вуглеводні | 31.435 |
| н-пентан | Насичені вуглеводні | 0.392 |
| н-гексан | Насичені вуглеводні | 0.582 |
| метилциклопентан | Циклічні вуглеводні | 0.429 |
| бензол | Ароматичні вуглеводні | 23.450 |
| толуол | Ароматичні вуглеводні | 9.004 |
| етилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.597 |
| м+п-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 1.271 |
| о-ксилол | Ароматичні вуглеводні | 0.546 |
| третбутилбензол | Ароматичні вуглеводні | 0.244 |

Розрахунок по групах

| Група | Концентрація, % |
|-------------------------|-----------------|
| Ароматичні вуглеводні | 35.113 |
| Неароматичні вуглеводні | 64.387 |

З наведених даних видно, що досліджений зразок сумішевого бензину містить ароматичні вуглеводні у кількості 35 %, що не перевищує нормативний показник об'ємного вмісту ароматичних вуглеводнів за ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови» (не більше 35%). Разом з тим за результатами газохроматографічного дослідження встановлено, що основними компонентами досліджуваного зразка сумішевого бензину є ізопентан (31,44%), бензол (23,45%) та толуол (9%), за вмістом бензолу зразок бензину не відповідає вимогам ДСТУ 7687:2015 (не більше 1% об.). Загальний вміст високооктанових компонентів у дослідженій бензиновій суміші становив 63,9% при цьому вміст низькооктанових компонентів, можливо бензину газового стабільного, становив 36,1%. Виходячи з наведеного відсоткового вмісту компонентів сумішевого бензину при використанні середніх значень ОЧМ компонентів (ізопентанової фракції ОЧМ=90, бензину газового стабільного ОЧМ=70, бензолу ОЧМ=104 та толуолу ОЧМ=102) за вищенаведеною пропорційною розрахунковою формулою досліджувана бензинова суміш буде мати ОЧМ=87,15. Наведене значення октанового числа досліджуваної суміші відповідає октановому числу автомобільного бензину А-95-Євро за ДСТУ 7687:2015.

З наведеного прикладу видно, що з широко розповсюджених та доступних нафтових компонентів (ізопентанова фракція, ароматичні вуглеводні та бензин газовий стабільний) без використання складного технологічного обладнання методом змішування одержується бензинова суміш з високою детонаційною стійкістю, яка за складом є сфальсифікованим автомобільним бензином.

Висновки. Виробництво автомобільних бензинів може здійснюватися за сумішевою технологією, яка не передбачає використання складного технологічного обладнання. При змішуванні у певних пропорціях риформату, ізопентанової фракції та бензину газового стабільного, які мають відповідні експлуатаційні характеристики, можливо отримувати товарний бензин, який буде відповідати вимогам нормативної документації (ДСТУ) на автомобільні бензини.

Розглянута технологія також дозволяє при змішуванні в розрахованих пропорціях товарних бензинів А-92 (А-95) з риформатом, ізопентановою фракцією та бензином газовим стабільним покращити експлуатаційні характеристики (детонаційну стійкість) отриманої бензинової суміші або збільшити об'єм одержуваної бензинової суміші без покращення її експлуатаційних характеристик.

Умисне або випадкове порушення технології та рецептури виготовлення сумішевого автомобільного бензину призводить до виробництва фальсифікованого за складом автомобільного бензину.

Перелік посилань

1. Підробка автомобільних бензинів. URL: https://www.autocentre.ua/ua/avtopravo/avto_biznes/tret-benzina-v-ukraine-poddelka-opasnaya-dlya-avtomobiley-72674.html
2. Папок К. К., Рагозин Н. А. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным гиджостям. Москва «Химия» 1975. 392 с.
3. Караулов А. К., Худолій Н. Н. Автомобильные топлива. Бензины и дизельные: справочник. Киев, 1999. 214 с.
4. ДСТУ 687:2015. Бензини автомобільні Євро. Технічні умови. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=62187
5. Октановое число. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/октановое_число.
6. Риформат. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/pererabotka-nefti-i-gaza/449052-rifomat/>
7. Риформат. URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3909.html>
8. Изопентан. URL: <https://www.ngpedia.ru/id54775p4.html>

References

1. Counterfeiting of motor gasoline. Retrieved from: <https://www.autocentre.ua/ua/avtopravo/avtobiznes/tret-benzina-v-ukraine-poddelka-opasnaya-dlya-avtomobiley-72674.html> (in Ukrainian).
2. Papok, K. K., Ragozin, N. A. (1975). Dictionary of fuels, oils, lubricants, additives and special fluids. Moscow "Chimii". 392 p. (in Russian)
3. Karaulov, A. K., Khudolii, N. N. (1999). Automotive fuels. Gasolines and Diesel: a Handbook. Kiev. 214 p. (in Russian).
4. DSTU 7687: 2015. Petrol automobiles Euro. Specifications. Retrieved from: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=62187 (in Ukrainian).
5. Octane number. Retrieved from: https://ru.wikipedia.org/wiki/октановое_число. (in Russian).
6. Reformate. Retrieved from: <https://neftegaz.ru/tech-library/pererabotka-nefti-i-gaza/449052-rifomat/> (in Russian).
7. Reformate. Retrieved from: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3909.html> (in Russian).
8. Isopentane. Retrieved from: <https://www.ngpedia.ru/id54775p4.html> (in Ukrainian).

9. Прямогонний бензин. URL: <http://toplivotrade.ru/catalog/pryamogonnyu-benzin/>

10. Газовий бензин. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/wiki/Бензин>
Різновиди_бензину

11. Сич О. А., Стальмахович С. І. Встановлення ознак фальсифікації автомобільних бензинів. *Криміналістика і судебна експертиза*: межвед. науч.-метод. сб. Киев, 2011. Вып. 56. С. 82-92.

9. Straight-run gasoline. Retrieved from: <http://toplivotrade.ru/catalog/pryamogonnyu-benzin/> (in Ukrainian).

10. Natural gasoline. Retrieved from: <https://uk.wikipedia.org/wiki/wiki/Бензин>
Різновиди_бензину (in Ukrainian).

11. Sych, O. A., Stalmakhovych, S. I. (2011). Establishment of signs of falsification of motor gasolines. *Criminalistics and Forensics: interdisciplinary scientific collection*. Kiev. Issue. 56. P. 82-92. (in Ukrainian).

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

О. А. Сыч
А. Ю. Корниенко
Н. В. Евтушенко

Рассмотрены основные виды нефтяных компонентов, которые используются при изготовлении смесевых автомобильных бензинов. Для изготовления смесевых автомобильных бензинов используют низкооктановую основу, в которую добавляют высокооктановые компоненты. В качестве высокооктановых компонентов смесевых автомобильных бензинов во многих случаях используют риформат (бензин каталитического риформинга) и изопентан (изопентановая фракция). В качестве бензиновой низкооктановой основы смесевых автомобильных бензинов часто используют прямогонный бензин и бензин газовой стабильный.

Риформат – это жидкая смесь ароматических и насыщенных углеводородов, используемая в качестве высокооктанового компонента автомобильных (авиационных) бензинов и сырья в производстве ароматических углеводородов (аренов). Риформат получают каталитическим риформингом прямогонных бензиновых фракций.

Изопентан (2-метилбутан $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$) бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость. Технический продукт представляет собой смесь изомерных пентанов и выкипает в пределах 24 – 34°C. Изопентановую фракцию можно выделять из газового бензина, из бензина прямой перегонки нефти и бензина каталитического крекинга.

Прямогонный бензин (нефрас) получают в результате переработки сырой нефти или газового конденсата, горючих сланцев или угля, природного газа или нефтегаза. Прямогонный бензин содержит легкие бензиновые фракции прямой перегонки нефти с интервалом кипения 35 – 180°C.

Газовый бензин (бензин газовой стабильный) получают из природных и нефтяных газов, содержащих пары бензиновых углеводородов. Чтобы отделить их, газы сжимают и охлаждают (компрессионный метод) или впитывают маслом или активированным углем. Газовый бензин по химическому составу похож на прямогонный бензин, но содержит больше легких фракций углеводородов.

В статье рассмотрены результаты исследования перечисленных нефтяных компонентов смесевых автомобильных бензинов методом газожидкостной хроматографии. Данный метод позволяет устанавливать качественный и количественный состав смесевых автомобильных бензинов и их компонентов.

Показано, что из легкодоступных нефтяных компонентов (изопентановая фракция, ароматические углеводороды и бензин газовый стабильный) без использования сложного технологического оборудования методом смешивания можно получать бензиновую смесь с высокой детонационной стойкостью которая по составу является сфальсифицированным автомобильным бензином.

При смешивании в определенных пропорциях риформата, изопентановой фракции и бензина газового стабильного возможно получать товарный бензин, который будет отвечать требованиям нормативной документации на автомобильные бензины.

Рассмотренная технология позволяет при смешивании в рассчитанных пропорциях товарных бензинов А-92 (А-95) с риформатом, изопентановой фракцией и бензином газовым стабильным улучшить эксплуатационные характеристики (детонационную стойкость) полученной бензиновой смеси или увеличить объем получаемой бензиновой смеси без улучшения ее эксплуатационных характеристик.

FORENSIC INVESTIGATION OF PETROLEUM COMPONENTS OF MIXED MOTOR GASOLINES

**O. Sych
A. Korniienko
N. Yevtushenko**

The main types of petroleum components that are used in the manufacture of mixed motor gasolines are considered. For the manufacture of mixed motor gasolines, a low-octane base is used, to which high-octane components are added. In many cases, reformat (catalytic reforming gasoline) and isopentane (isopentane fraction) are used as high-octane components of mixed motor gasolines. Straight-run gasoline and stable gasoline are often used as the low-octane gasoline base of blended automobile gasolines.

Reformat is a liquid mixture of aromatic and saturated hydrocarbons used as a high-octane component of automobile (aviation) gasolines and raw materials in the production of aromatic hydrocarbons (arenas). The reformat is obtained by catalytic reforming of straight-run gasoline fractions.

Isopentane (2-methylbutane ($\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$) is a colorless, flammable liquid. The technical product is a mixture of isomeric pentanes and boils within 24 – 34°C. The isopentane fraction can be isolated from gas gasoline, from gasoline direct distillation of oil and gasoline catalytic cracking.

Straight-run gasoline (nefras) is obtained from the processing of crude oil or gas condensate, oil shale or coal, natural gas or oil and gas. Straight run gasoline contains light gasoline fractions of direct distillation of oil with a boiling range of 35 – 180°C.

Gas gasoline (gas stable gasoline) is obtained from natural and petroleum gases containing vapors of gasoline hydrocarbons. To separate them, the gases

are compressed and cooled (compression method) or absorbed with oil or activated carbon. Gas gasoline is similar in chemical composition to straight-run gasoline, but contains lighter hydrocarbon fractions.

The article discusses the results of a study of the listed petroleum components of mixed gasoline by gas-liquid chromatography. This method allows you to establish the qualitative and quantitative composition of mixed motor gasolines and their components.

It is shown that from readily available petroleum components (isopentane fraction, aromatic hydrocarbons and gas stable gasoline) without the use of sophisticated technological equipment, a gasoline mixture with high detonation resistance, which is falsified automobile gasoline, can be obtained by mixing method.

When mixed in certain proportions of reformat, isopentane fraction and gas stable gasoline, it is possible to obtain marketable gasoline that will meet the requirements of regulatory documents for gasoline.

The considered technology allows, when mixing commodity gasolines A-92 (A-95) with reformat, isopentane fraction and gasoline gas stable in the calculated proportions, to improve the operational characteristics (detonation resistance) of the obtained gasoline mixture or to increase the volume of the obtained gasoline mixture without improving its performance.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2021.66.65>

УДК 343.98

Ігор Миколайович Самойленко
головний експерт
відділу балістичних, трасологічних, вибухотехнічних досліджень
та досліджень зброї
лабораторії криміналістичних видів досліджень

ORCID 0000-0001-6345-1456

E-mail: ihor.samoilenko@kndise.gov.ua

Віктор Петрович Колонюк
кандидат юридичних наук, доцент
учений секретар

ORCID 0000-0001-7714-5732

E-mail: viktor.koloniuk@kndise.gov.ua

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

**ПІДГОТОВКА МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ТА
СИТУАЦІЙНИХ ЕКСПЕРТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗБРОЇ,
ПАТРОНІВ І СЛІДІВ ЇХ ДІЙ**

У статті розглядається питання щодо підготовки матеріалів до подання для виконання діагностичних та ситуаційних експертних досліджень