

ГАНЗЮК А. Я.

<https://orcid.org/0000-0002-4954-8355>e-mail: [alla.ganzyuk@gmail.com](mailto:alla.ganzyuk@gmail.com)

Хмельницький національний університет

МАСЛО Л. В.

Хмельницький торговельно-економічний коледж  
Київського національного торговельно-економічного університету

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ВІДГОНКИ ПАЛИВА НА ЙОГО ОСНОВНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

*Широке і неухильне збільшення масштабів застосування природних адсорбентів обумовлено тим, що володіючи розвинутою питомою поверхнею і хорошими (часто специфічними), відбілюючими властивостями, вони в десятки разів дешевше штучних адсорбентів. У зв'язку з цим спрощується технологія їх застосування: зі схеми часто виключають стадію регенерації. Хімічна та термічна стабільність сапонітів, а також іонообмінні властивості, відкривають можливості для створення пористих матеріалів на основі природних мінералів з контрольованими властивостями, що здатні замінити синтетичні аналоги, отримання яких пов'язане з високими технологічними витратами. Вивчено доцільність очищення вуглеводневих сумішей з використанням гранульованого сапоніту з метою отримання високооктанових палив. Досліджено вплив температури відгонки палива на його основні фізико-хімічні показники. Оцінено фракційний склад палива, на який впливають такі показники, як: швидкість прогріву двигуна, зношування циліндрично-поршневої групи.*

*Ключові слова: адсорбція, нафтопродукти, хроматографія, октанове число, сапоніт, тиск насиченої пари.*

ALLA GANZYUK

Khmelnitsky National University

LESYA MASLO

Khmelnitsky College of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics

## THE INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF FUEL DISTILLATION TEMPERATURE ON ITS MAIN PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS

*Widespread and indispensable growth of natural adsorbents use is caused by the fact that they, having developed specific surface and good (often specific) bleaching peculiarities, are dozens of times cheaper than artificial adsorbents. It leads to simplification of its usage technology – they often exclude the regeneration stage from the scheme. Chemical and thermal stability of saponite, as well as ion exchange properties, open opportunities for the creation of porous materials based on natural minerals with controlled properties that can replace synthetic analogues, the production of which is associated with high technological costs. The increase in the use of natural adsorbents is based on its specific surface area and good bleaching properties which are ten times cheaper than artificial adsorbents. In this regard, the technology of their application is simplified: the regeneration stage is often excluded from the scheme. Chemical and thermal stability of saponites, as well as ion exchange properties, open up new avenues for the creation of porous materials based on natural minerals with controlled properties that can replace synthetic analogues, the production of which is associated with high technological costs. The expediency of purification of hydrocarbon mixtures using granular saponite to obtain high-octane fuels has been studied. The influence of fuel distillation temperature on its main physicochemical parameters has been studied. The fractional composition of fuel, which is affected by such indicators as: engine warm-up speed, wear of the cylinder-piston group have been investigated. The obtained results of investigations of structural, physic and chemical properties of natural minerals allow to develop theoretical and practical bases of target change of the complex of specific properties that satisfy the basic requirements, which are put forward for sorption materials. The chemical and thermal stability of glauconites, as well as ion-exchange properties, provide opportunities for the production of porous materials based on natural minerals with controlled properties that can replace synthetic analogues associated with high technological costs.*

*Keywords: adsorption, petroleum products, chromatography, octane rating, saponite, vapor pressure.*

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Найбільша кількість забруднень антропогенного походження попадає в атмосферу в результаті спалювання різних видів палива, основу якого складають органічні речовини – нафта і нафтопродукти, кам'яне і буре вугілля, пальні сланці, газ, дрова, торф [1]. Великі промислові центри створюють надфонову концентрацію зважених часток, оксидів сірки, азоту, вуглецю на десятки та сотні кілометрів навколо себе. У великих містах і поблизу автомагістралей основне джерело забруднення приземних шарів повітря – автотранспорт. На нього приходить 90% чадного газу, що взагалі викидається в атмосферу. Вихлопні гази дають одну третю вуглекислого газу, що викидається в повітря, сприяють утворенню парникового ефекту, який викликає глобальне потепління. Летючі органічні речовини, такі як поліароматичні вуглеводні та бензен, викликають утворення смогів. Викиди вуглеводнів є наслідком не повного згорання палива. Це можуть бути гази чи тверді частинки. Бензен, що потрапляє у атмосферу з вихлопами та випарами з бензобаків та бензоколонок під час заправки автомобілів може викликати рак легень та респіраторні захворювання [2-3]. Серед методів, які успішно використовуються для очищення вуглеводневих сумішей, найбільш перспективним є сорбційна очистка на основі природних сорбентів [4]. Це пов'язано, по-перше, з дешевизною і доступністю природних мінералів, що дозволяє їх одноразово використовувати; по-друге, природні алюмосилікати, на відміну від смол, характеризуються підвищеною вибірковістю, як до катіонів металів, так і до органічних барвників, парафінів, ароматичних сполук. Але, незважаючи на вище наведені

переваги, природні алюмосилікати мають невисоку сорбційну ємність і недостатню механічну міцність, а тому їх фільтраційні характеристики низькі, і використання у динамічному режимі при високих навантаженнях є утрудненим.

**Об'єкт дослідження:** гранульований сорбційний матеріал на основі сапонітової глини Ташківського родовища Хмельницької області.

**Предмет дослідження:** сорбційні процеси очищення вуглеводневих сумішей з використанням сапонітового грануляту.

### Виклад основного матеріалу

Фізико-хімічні властивості автомобільних бензинів і регульовальні параметри двигунів повинні бути ретельно пов'язані один з одним. До основних характеристик автомобільних бензинів відносять: детонаційну стійкість, випаровуваність (фракційний склад і тиск насичених парів), хімічну стабільність, теплоту згорання, експлуатаційні властивості.

Детонаційна стійкість. Цей показник характеризує здатність автомобільних бензинів протистояти самозайманню при стисканні. Висока детонаційна стійкість палив забезпечує їх нормальне згорання на всіх режимах експлуатації двигуна. Процес горіння палива в двигуні носить радикальний характер. При стисканні робочої суміші температура і тиск підвищуються і починається окиснення вуглеводнів, яке інтенсифікується після займання суміші. Якщо вуглеводні незгорілої частини палива володіють недостатньою стійкістю до окиснення, починається інтенсивне накопичення пероксидних сполук, а потім їх вибуховий розпад. При високій їх концентрації відбувається тепловий вибух, який викликає самозаймання палива. Самозаймання частини робочої суміші перед фронтом полум'я призводить до вибухового горіння решти палива, до так званого детонаційного згорання. Детонація викликає перегрів, підвищений знос або навіть місцеві руйнування двигуна і супроводжується різким характерним звуком, падінням потужності, збільшенням димності вихлопу. На виникнення детонації впливає склад бензину, який застосовують і конструктивні особливості двигуна.

Показником детонаційної стійкості автомобільних бензинів є октанове число, що показує вміст ізооктану (в % об'ємних) в суміші з н-гептаном, яка по детонаційній стійкості еквівалентна паливу, випробуваному в стандартних умовах. У лабораторних умовах октанове число автомобільних бензинів та їх компонентів визначають на одноциліндрових моторних установках УП-85 або 9УП-65 [3]. Схильність досліджуваного палива до детонації оцінюється порівнянням його з еталонним паливом, детонаційна стійкість якого відома. Октанове число на установках визначається двома методами: моторним (по ГОСТ 511-82) і дослідним (по ГОСТ 8226-82). Методи відрізняються умовами проведення випробувань. Випробування по моторному методу проводять при більш напруженому режимі роботи одноциліндровою установки, ніж по дослідницькому. Тому октанове число, визначене моторним методом, зазвичай нижче октанового числа, визначеного дослідним методом. Октанове число, отримане моторним методом більшою мірою характеризує детонаційну стійкість палива при експлуатації автомобіля в умовах підвищеного теплового форсованого режиму, октанове число, отримане дослідним методом, більше характеризує бензин при роботі на часткових навантаженнях в умовах міської їзди. Різницю між октановими числами бензину, визначеними двома методами, називають чутливістю бензину. Найбільшою чутливістю (від 9 до 12 од.) Відрізняються бензини каталітичного крекінгу і каталітичного риформінгу, що містять ненасичені і ароматичні вуглеводні. Менш чутливі (від 1 до 2 од.) до режиму роботи двигуна алкілбензин і прямогонні бензини, що складаються з парафінових і ізопарафінових вуглеводнів. Для автомобільних бензинів, за винятком А-76, визначаються і нормуються октанові числа, винятково двома методами. Вимоги до детонаційної стійкості бензинів залежать від конструктивних особливостей двигуна, визначальним серед яких є ступінь стискання. Таким чином, прогрес в автомобілебудуванні призводить до постійного підвищення вимог до детонаційної стійкості застосовуваних бензинів. Детонаційна стійкість автомобільних бензинів визначається їх вуглеводневим складом. Найбільшою детонаційною стійкістю володіють ароматичні вуглеводні. Найнижча детонаційна стійкість у парафінових вуглеводнях, причому вона зменшується зі збільшенням їх молекулярної маси. Ізопарафіни і олефінові вуглеводні володіють більш високими антидетонаційними властивостями в порівнянні з нормальними парафінами [4]. Збільшення ступеню розгалуженості і зниження молекулярної маси підвищує їх детонаційну стійкість. За детонаційної стійкості нафти перевершують парафінові вуглеводні, але поступаються ароматичним. Найбільшу чутливість – різницю між октановими числами по дослідницькому і моторному методам – мають олефінові вуглеводні. Чутливість ароматичних вуглеводнів трохи нижче. Для парафінових вуглеводнів ця різниця дуже мала, а високомолекулярні низькооктанові парафінові вуглеводні мають негативну чутливість. Антидетонаційні властивості бензинів, одержуваних різними технологічними процесами, визначаються їх вуглеводневим складом. Найнижчу детонаційну стійкість мають бензини прямої перегонки, що складаються, в основному, з парафінових вуглеводнів нормальної будови, причому вона знижується з підвищенням температури кінця кипіння. Октанові числа, що визначаються моторним методом, відібраних фракцій, які википають до 180 °С, зазвичай складають від 40 до 50 од. Детонаційна стійкість фракцій з температурою початку кипіння 85 °С трохи вище – від 65 до 70 од. Винятком становлять прямовідгонні бензини, одержувані з нафтових основ. Їх октанові числа досягають від 71 до 73 од. Однак ресурси цих нафт вельми обмежені. Для підвищення октанових чисел прямовідгонних бензинів їх піддають каталітичного риформінгу. Октанові числа бензинів

каталітичного риформінгу залежать від жорсткості режиму процесу. При жорсткому режимі вони досягають ДОЧ=95-99 (дослідницький метод) і МОЧ=86-90 (моторний метод), при м'якому режимі відповідно від 83 до 85 і від 74 до 79. Бензини термічних процесів (крекінгу, коксування) містять до 60% олефінових вуглеводнів та по детонаційній стійкості перевершують прямогонні бензини: ДОЧ=68-75, МОЧ=62-69. Бензини каталітичного крекінгу крім олефінових вуглеводнів містять ароматичні і ізопарафінові вуглеводні. Їх детонаційна стійкість вище, ніж бензинів, одержуваних термічними процесами. Для підвищення октанових чисел товарних бензинів використовують також спеціальні антидетонаційні присадки і високооктанові компоненти. Найдешевшим і до недавнього часу найбільш поширеним способом підвищення детонаційної стійкості товарних бензинів було додавання до них алкіл свинцевих антидетонаторів, зокрема тетраетил- або тетраметил свинцю у вигляді етилової рідини. Алкіл свинцеві антидетонатори так само, як і продукти їх згоряння, високо токсичні. Окрім високої токсичності застосування етилованого бензину, перешкоджало широкому використанню на автомобілях каталізаторів допалювання відпрацьованих газів, так як продукти згоряння свинцю отруюють каталізатор. В якості альтернативи алкіл свинцевими антидетонаторами для підвищення детонаційної стійкості автомобільних бензинів допущені і використовуються при виробництві вуглеводневих сумішей, органічні сполуки мангану, заліза, ароматичних амінів [5].

Для забезпечення повного згоряння палива в двигуні необхідно перевести його в короткий проміжок часу з рідкого стану в пароподібний і змішати з повітрям у певному співвідношенні – 1:14, тобто створити робочу суміш. Залежно від конструкції двигуна можливі різні способи утворення робочої суміші. До фізико-хімічних показників, від яких залежить випаровування бензинів, відносять: тиск насичених парів, фракційний склад, приховану теплоту випаровування, коефіцієнт дифузії парів, в'язкість, поверхневий натяг, теплоємність, густину. З перерахованих показників найважливішими, визначальними випаровуваності бензинів, є тиск насичених парів і фракційний склад. За в'язкості, поверхневого натягу, прихованої теплоті випаровування, коефіцієнту дифузії парів, теплоємності бензини різного складу порівняно мало різняться між собою, незначні зміни лише в конструктивних особливостях двигунів. Пускові властивості бензину залежать від вмісту в ньому легких фракцій, які можуть бути визначені по тиску насичених парів і температурі перегонки 10% або обсягу легких фракцій, що википають при температурі до 70 °С. Чим нижче температура навколишнього повітря, тим більше легких фракцій потрібно для запуску двигуна. Пускові властивості бензинів погіршуються зі зниженням тиску їх насичених парів, причому при тиску 34 кПа концентрація парів бензину в робочій зоні настільки мала, що запуск двигуна стає неможливим. Тому ГОСТ Р 51105-97 на автомобільні бензини передбачає обмеження не тільки верхнього, а й нижнього рівня тиску насичених парів. Однак надмірний вміст низько киплячих фракцій у складі бензинів може викликати проблеми в роботі прогрітого двигуна, пов'язані з утворенням парових пробок в системі подачі палива. Причиною утворення парових пробок в автомобільному двигуні є інтенсивне випаровування палива внаслідок його перегріву [3-6]. В умовах жаркого клімату це явище може мати масовий характер. Утворення парових пробок залежить від випаровування бензину, температури і конструкції двигуна. Чим вище тиск насичених парів бензину, нижча температура початку кипіння і перегонки 10 % і більше обсяг фракції, які википають при температурі до 70 °С, тим більша його схильність до утворення парових пробок. Від фракційного складу залежать такі показники, як: швидкість прогріву двигуна, зношування циліндро-поршневої групи. Температура перегонки 50% впливає на швидкість прогріву двигуна. Температура википання 90% бензину також впливає на ці характеристики, але в меншому ступені. Швидкість прогріву двигуна залежить і від температури навколишнього повітря. Чим нижче температура повітря, тим нижче повинна бути температура перегонки 50% бензину для забезпечення швидкого прогрівання. При зниженні температури цей вплив посилюється. Тому норма на цей показник залежать також від температурних умов експлуатації і різняться за сезонами і кліматичними зонами.

Таблиця 1

**Показники октанового числа та вмісту ароматичних фракцій бензину марки А-92 неочищеного та очищеного після відгонки при різних температурах**

Зразок вуглеводневої суміші та спосіб очищення	Октанове число за дослідницьким методом	Октанове число за моторним методом	Вміст ароматичних фракцій, %
Неочищений, фракція бензину при $t^{\circ} < 70$	97,94	84,66	1,759
Неочищений, фракція бензину при $70 < t^{\circ} < 100$	93,07	77,65	5,688
Неочищений, фракція бензину при $100 < t^{\circ} < 150$	57,498	60,27	10,147
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $t^{\circ} < 70$	90,895	80,36	9,621
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $70 < t^{\circ} < 100$	88,17	76,42	26,979
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $100 < t^{\circ} < 150$	103,395	79,18	53,158

Для нормальної роботи двигуна велике значення має повнота випаровування палива, яка характеризується температурою перегонки 90% бензину і температурою кінця кипіння. При неповному

випаровуванні бензину у впускній системі, частина його може надходити в камеру згоряння в рідкому вигляді, змиваючи масло зі стінок циліндрів. Рідка плівка через зазори поршнів може проникати в картер, при цьому відбувається розрідження масла. Це призводить до підвищених зносу і негативно впливає на потужність і економічність роботи двигуна. Зниження температури кінця кипіння бензинів може підвищити їх експлуатаційні властивості, однак це знижує ресурс бензинів.

У дослідницькій роботі використано гранулят природного сапоніту Ташківського родовища (Славутський р-н, Хмельницької області) [12-15]. Так, як пускові характеристики моторів у автомобілях залежать від якості палива, то важливим є їх очищення від більш шкідливих компонентів [7]. Для експериментальних досліджень використано бензин неетильований А-92 (Укрнафта) [8-9]. Показники октанового числа та вмісту ароматичних фракцій бензину марки А-92 неочищеного, як контрольної проби, та і очищеної за допомогою сапонітового грануляту, після відгонки при різних температурах представлено в таблиці 1 та на рисунках 1-2.

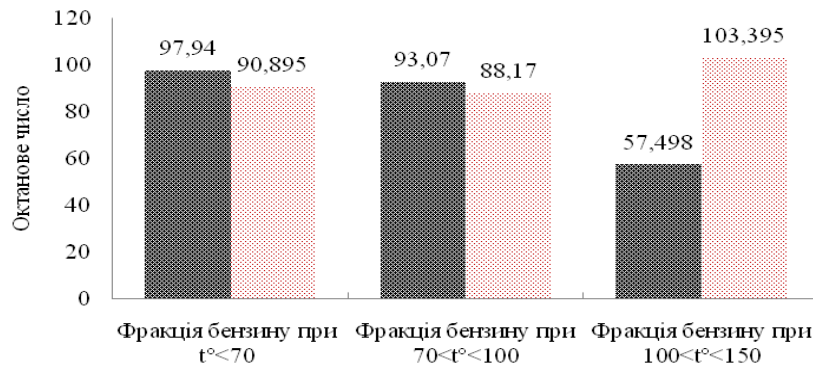


Рис. 1. Показники октанових чисел за дослідницьким методом бензину А-92 неочищеного та очищеного сапонітовим гранулятом після відгонки при різних температурах

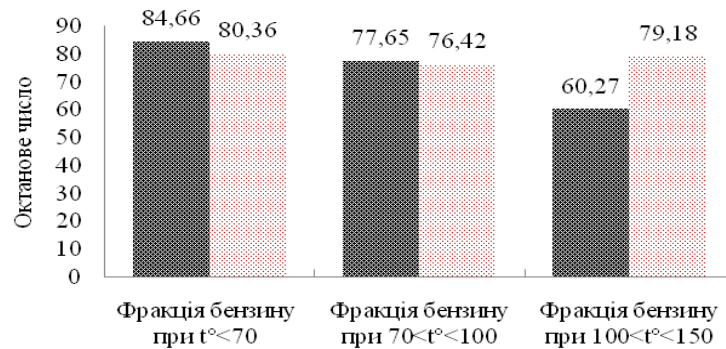


Рис. 2. Показники октанових чисел за моторним методом бензину А-92 неочищеного та з використанням сапонітового грануляту після відгонки при різних температурах

При збільшенні температури відгонки вуглеводневих сумішей, очищених за допомогою сапонітового грануляту, від 70 до 150° С вміст ароматичних фракцій збільшується від 9,621 до 53,158. При цьому октанове число зростає від 91 до 103.

На рисунках 3-8 наведено детальний вуглеводневий склад (у %) зразків вуглеводневих сумішей, досліджених хроматографічно.

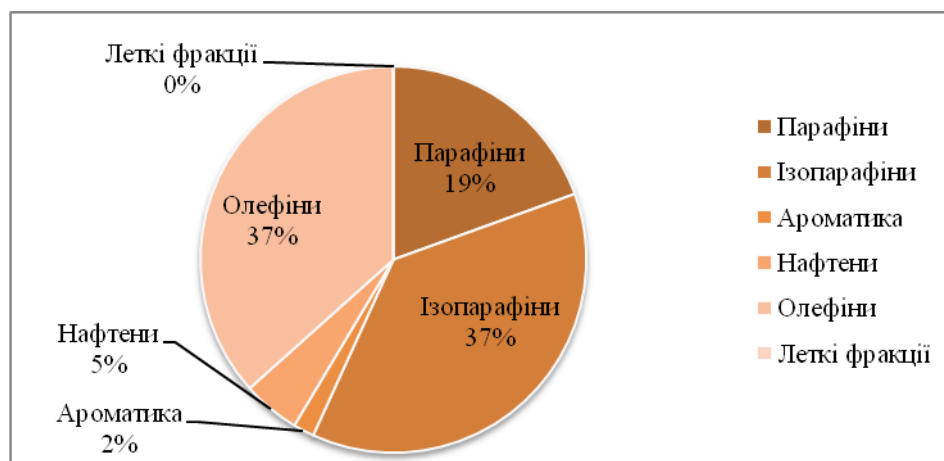


Рис. 3. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, неочищеного (фракція бензину при  $t^{\circ} < 70$ )

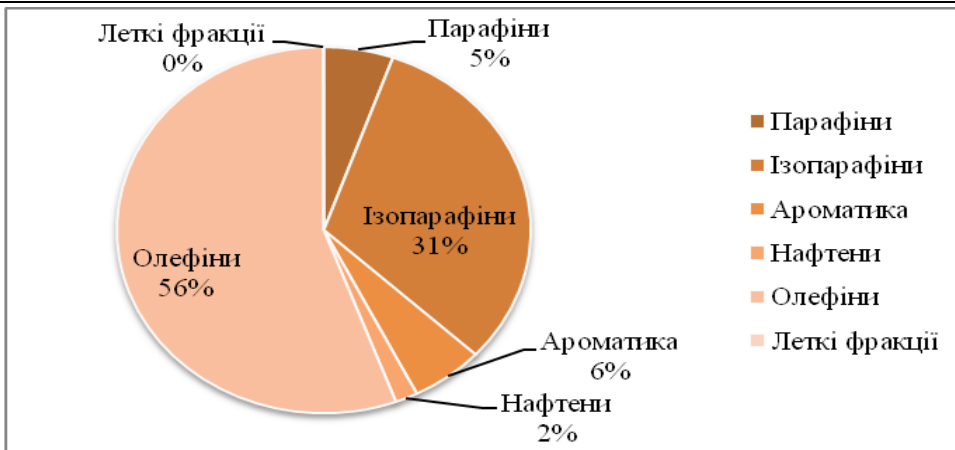


Рис.4. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, неочищеного (фракція бензину при  $70 < t^{\circ} < 100$ )

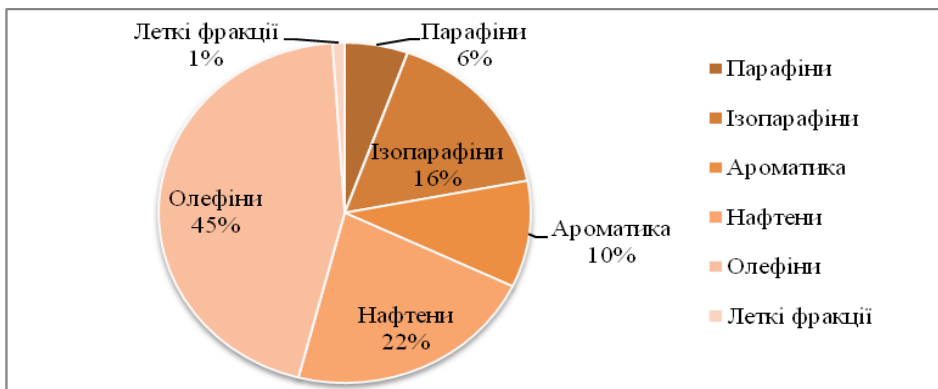


Рис.5. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, неочищеного (фракція бензину при  $100 < t^{\circ} < 150$ )

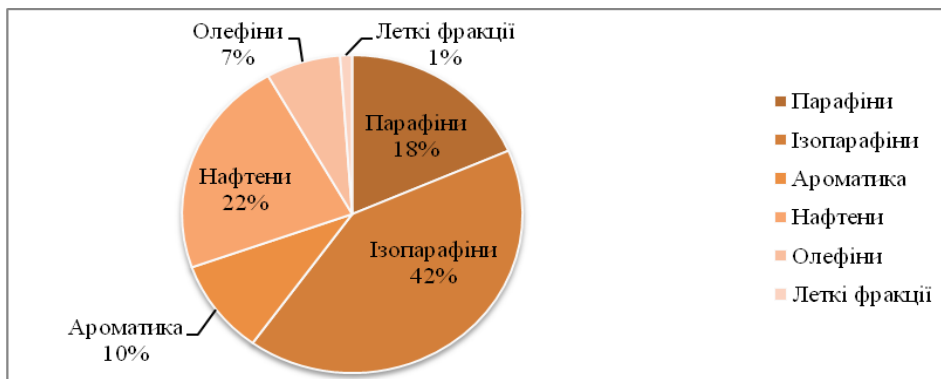


Рис.6. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, очищеного сапонітовим гранулятом (фракція бензину при  $t^{\circ} < 70$ )

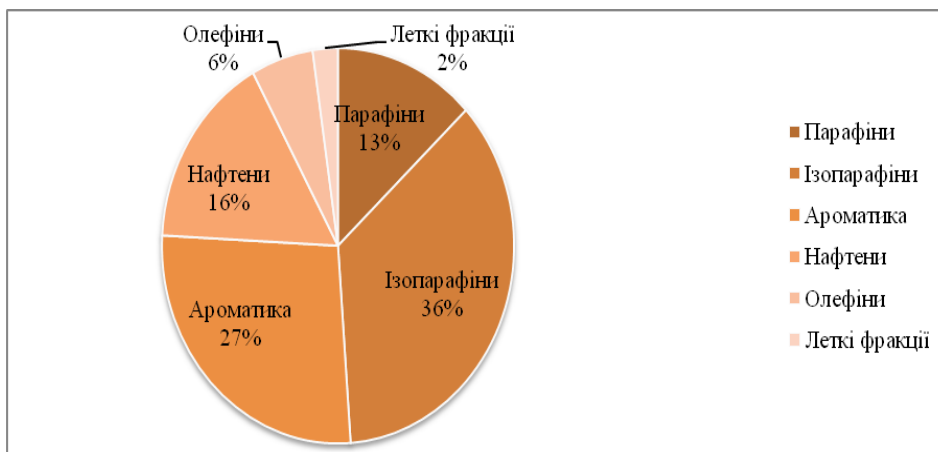


Рис.7. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, очищеного сапонітовим гранулятом (фракція бензину при  $70 < t^{\circ} < 100$ )

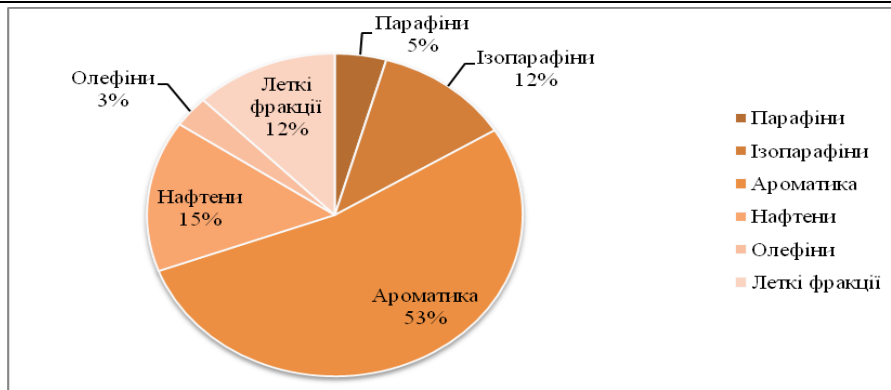


Рис.8. Ваговий вміст (у %) вуглеводнів у пробі бензину, очищеного сапонітовим гранулятом (фракція бензину при  $100 < t < 150$ )

Важливими показниками є середнє значення молекулярної маси та відносної густини досліджуваних нафтопродуктів (таблиця 2).

Таблиця 2

**Середні показники молекулярної маси та відносної густини бензину марки А-92 неочищеного та очищеного сапонітовим гранулятом після відгонки при різних температурах відгонки**

Зразок вуглеводневої суміші та спосіб очищення	Молекулярна маса, г/моль	Відносна густина
Неочищений, фракція бензину при $t < 70$	79,309	0,650
Неочищений, фракція бензину при $70 < t < 100$	89,059	0,692
Неочищений, фракція бензину при $100 < t < 150$	111,187	0,745
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $t < 70$	84,211	0,694
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $70 < t < 100$	94,878	0,735
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $100 < t < 150$	113,681	0,828

При збільшенні температури відгонки вуглеводневих сумішей, очищених за допомогою сапонітового грануляту, від 70 до 150°C молекулярна маса збільшується від 84,211 до 113,681, а показники відносної густини знаходяться в межах від 0,694 до 0,828.

Результати визначення фракційного складу (залежність відсотку перегонки від температури) представлено на рисунках 9–14.

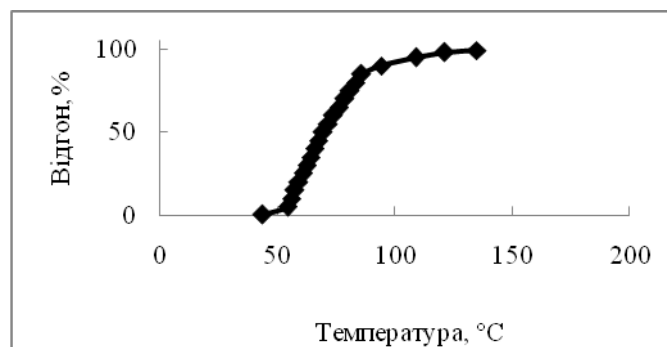


Рис.9. Залежність перегонки (у %) від температури у неочищеному бензині при  $t < 70$

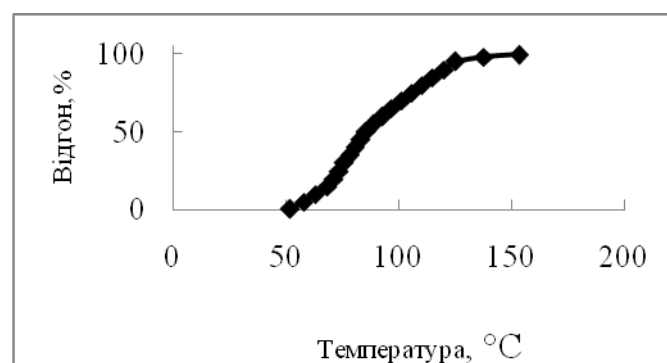


Рис.10. Залежність перегонки (у %) від температури у неочищеному бензині при  $70 < t < 100$

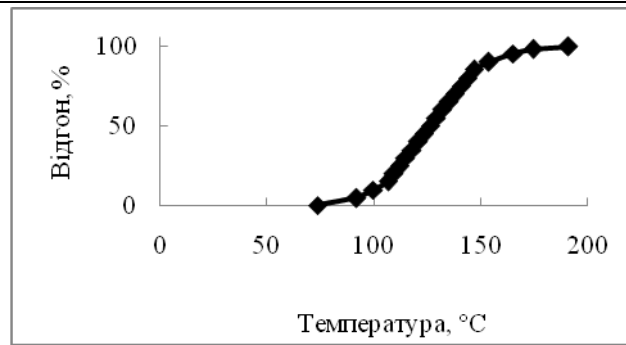


Рис.11. Залежність перегонки (у %) від температури у неочищеному бензині при  $100 < t^{\circ} < 150$

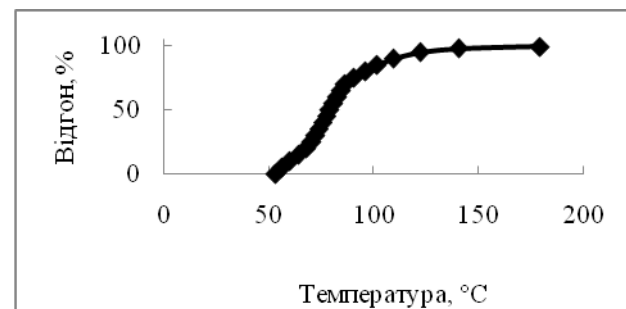


Рис.12. Залежність перегонки (у %) від температури у бензині, очищеному за допомогою сапонітового грануляту при  $t^{\circ} < 70$

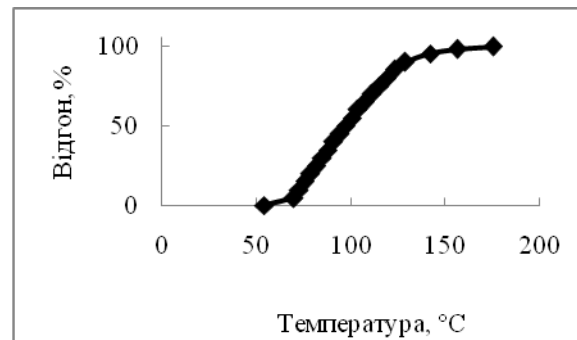


Рис. 13. Залежність перегонки (у %) від температури у бензині, очищеному за допомогою сапонітового грануляту при  $70 < t^{\circ} < 100$

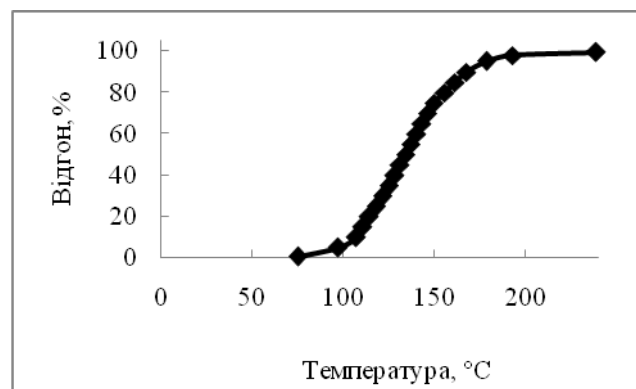


Рис.14. Залежність перегонки (у %) від температури у бензині, очищеному за допомогою сапонітового грануляту при  $100 < t^{\circ} < 150$

Тиск насичених парів і фракційний склад є функціями складу бензину, і ці показники можуть істотно відрізнятися для різних бензинів. Ці два параметри визначають пускові властивості бензинів, їх схильність до утворення парових пробок, фізичну стабільність. Тиск насичених парів залежить від температури і від співвідношення парової і рідкої фаз, що зменшується зі зменшенням температури і збільшенням відносно парової фази до рідкої. Вимоги до фракційного складу і тиску насичених парів бензинів визначаються конструкцією автомобільного двигуна і кліматичними умовами його експлуатації. З одного боку, необхідно забезпечити запуск двигуна при низьких температурах, з іншого боку - запобігти порушенням у роботі двигуна, пов'язаним з утворенням парових пробок при високих температурах. Досліджувані зразки вуглеводневих сумішей хроматографували і за допомогою програми «GAZOLIN» обробляли результати, які подані у таблиці 3.

**Результати визначення тиску насиченої пари у досліджуваних зразках вуглеводневих сумішей**

Зразок вуглеводневої суміші та спосіб очищення	Тиск насиченої пари, кПа
Неочищений, фракція бензину при $t^{\circ} < 70$	116,751
Неочищений, фракція бензину при $70 < t^{\circ} < 100$	60,767
Неочищений, фракція бензину при $100 < t^{\circ} < 150$	8,893
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $t^{\circ} < 70$	64,499
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $70 < t^{\circ} < 100$	29,899
Очищений сапонітовим гранулятом, фракція бензину при $100 < t^{\circ} < 150$	4,973

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі**

При збільшенні температури відгонки вуглеводневих сумішей, очищених за допомогою сапонітового грануляту, від 70 до 150° С констатовано зменшення тиску насичених парів від 64,499 до 4,973.

Таким чином, для нормальної роботи двигуна велике значення має повнота випаровування палива, яка характеризується температурою перегонки 90% бензину і температурою кінця кипіння. При неповному випаровуванні бензину у впускній системі, частина його може надходити в камеру згоряння в рідкому вигляді, змиваючи масло зі стінок циліндрів. Рідка плівка через зазори поршнів може проникати в картер, при цьому відбувається розрідження масла. Це призводить до підвищених зносу і негативно впливає на потужність і економічність роботи двигуна. Зниження температури кінця кипіння бензинів може підвищити їх експлуатаційні властивості, однак це знижує ресурс бензинів.

**Література**

1. Гуреев А. А. Автомобильные бензины. Свойства и применение / А. А. Гуреев, В. С. Азев. – М. : Нефть и газ, 1996. – 444 с.
2. Сафонов А. С. Автомобильные топлива : Химмотология. Эксплуатационные свойства. Ассортимент / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, И. В. Чечкенов. – СПб : Издательство «НПИКЦ», 2002. – 264 с.
3. Данилов А. М. Разработка и производство экологически улучшенных моторных топлив / А. М. Данилов, В. Е. Емельянов, Т. Н. Митусова. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1994. – 53 с.
4. Перспективные автомобильные топлива / под ред. Я. Б. Чертова ; пер. с англ. – М. : Транспорт, 1982. – 319 с.
5. Данилов А. М. Присадки и добавки : улучшение экол. характеристик нефт. топлив / А. М. Данилов. – Москва : Химия, 1996. – 231 с.
6. Что такое фильтр и какие они бывают? URL: <https://auto.today/bok/3179-что-такое-фильтр-и-какие-они-бывают.html> (Дата звернення: 07.05.2019).
7. Фильтр грубой очистки топлива. URL: <https://auto.today/bok/3174-фильтр-грубой-очистки-топлива-для-чего-он-нужен.html#h-id-2> (19.05.2019).
8. Рябцев Г. Л. Основні підходи до формування в Україні запасів нафти і нафтопродуктів відповідно до вимог Європейського енергетичного співтовариства / Г. Л. Рябцев // Вісник Національної академії державного управління при Президенті України. – 2015. – № 1. – С. 107-112.
9. Колпашников А. И. Гранулированные материалы / А. И. Колпашников, А. В. Ефремов. – Москва : Металлургия, 1977. – 239 с.
10. Классен П. В. Основы техники гранулирования / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. – М. : Химия, 1982. – 272 с.
11. Вилесов Н. Г. Процессы гранулирования в промышленности / Н. Г. Вилесов, В. Я. Скрипко, В. Л. Ломазов, И. М. Танченко. – К. : Техника, 1976. – 192 с.
12. Structural, Mineral and elemental composition features of iron-rich saponite clay from Tashkiv deposit (Ukraine) / Н. Sokol, М. Sprynskyu, А. Ganzuk // Colloids and Interfaces. – 2019. – № 3. – Р. 10.
13. Сокол Г. М. Отримання гідрофобних органіномінеральних сорбційних матеріалів на основі сапоніту / Г. М. Сокол, А. Я. Ганзюк // Наукові нотатки. – 2017. – Вип. 58. – С. 288-294.
14. Сокол Г. М. Структурна модифікація сапонітових глин кислотною обробкою / Г. М. Сокол // Наукові нотатки. – 2017. – Вип. 56. – С. 149-153.
15. Ганзюк А. Модифікація сапонітових глин поверхнево-активними речовинами / А. Ганзюк, С. Карван, Г. Дейчук, Х. Ганзюк // Вісник Львівського університету. Серія хімічна. – 2015. – Вип. 56(1). – С. 186-191.

**Referense**

1. Gureev A. A. Avtomobil'nye benziny. Svoystva i primeneniye / A. A. Gureev, V. S. Azev. – M. : Neft' i gaz, 1996. – 444 s.
2. Safonov A. S. Avtomobil'nye topliva : Himmotologiya. Jekspluatacionnye svoystva. Assortiment / A. S. Safonov, A. I. Ushakov, I. V. Chechkenov. – SPb : Izdatel'stvo «NPIKC», 2002. – 264 s.
3. Danilov A. M. Razrabotka i proizvodstvo jekologicheskii uluchshennyh motornyh topliv / A. M. Danilov, V. E. Emel'janov, T. N. Mitusova. – M. : CNIITJeneftehim, 1994. – 53 s.
4. Perspektivnye avtomobil'nye topliva / pod red. Ja. B. Chertkova ; per. s angl. – M. : Transport, 1982. – 319 s.



5. Danilov A. M. Prisdki i dobavki : uluchshenie jekol. karakteristik nef. topliv / A. M. Danilov. – Moskva : Himija, 1996. – 231 s.
6. Chto takoe fil'tr i kakie oni byvajut? URL: <https://auto.today/bok/3179-chto-takoe-filtr-i-kakie-oni-byvajut.html> (Data zvernennja: 07.05.2019).
7. Filtr hruboi ochystky palyva – Rezhym dostupu: <https://auto.today/bok/3174-filtr-gruboy-ochistki-topлива-dlya-chego-on-nuzhen.html#h-id-2> (Data zvernennja: 19.05.2019).
8. Riabtsev H. L. Osnovni pidkhody do formuvannia v Ukraini zapasiv nafty i naftoproduktiv vidpovidno do vymoh Yevropeiskoho enerhetychnoho spivtovarystva / H. L. Riabtsev // Visnyk Natsionalnoi akademii derzhavnogo upravlinnia pry Prezydentovi Ukrainy. – 2015. – № 1. – S. 107-112.
9. Kolpashnikov A. I. Granulirovannye materialy / A. I. Kolpashnikov, A. V. Efremov. – Moskva : Metallurgija, 1977. – 239 s.
10. Klassen P. V. Osnovy tehniki granulirovanija / P. V. Klassen, I. G. Grishaev. – M. : Himija, 1982. – 272 s.
11. Vilesov N. G. Processy granulirovanija v promyshlennosti / N.G. Vilesov, V. Ja. Skripko, V. L. Lomazov, I.M. Tanchenko. – K. : Tehnika, 1976. – 192 s.
12. Structural, Mineral and elemental composition features of iron-rich saponite clay from Tashkiv deposit (Ukraine) / H. Sokol, M. Sprynskyy, A. Ganzjuk ta in. // Colloids and Interfaces. – 2019. – №3. – R. 10.
13. Sokol H. M. Otrymannia hidrofobnykh orhanomineralnykh sorbtsiinykh materialiv na osnovi saponitu / H. M. Sokol, A. Ya. Hanzjuk // Naukovi notatky. – 2017. – Vyp. 58. – S. 288-294.
14. Sokol H. M. Strukturna modyfikatsiia saponitovykh hlyn kyslotnoiu obrobkoiu / H. M. Sokol // Naukovi notatky. – 2017. – Vyp. 56. – S. 149-153.
15. Hanzjuk A. Modyfikatsiia saponitovykh hlyn poverkhnevo-aktyvnymy rehovynamy / A. Hanzjuk, S. Karvan, H. Deichuk, Kh. Hanzjuk // Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii khimichna. – 2015. – Vyp. 56(1). – S. 186-191.

Рецензія/Peer review : 10.01.2022 р.

Надрукована/Printed : 27.02.2022 р.