

УДК 53.082.36:531.755

DOI 10.36910/775.24153966.2021.72.30

Ганзюк А.Я.¹, Стремецький О.І.¹, Шелестюк О.П.², Міщук О.М.²*Хмельницький національний університет¹,**Хмельницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України²***ОТРИМАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ГЛУКОНІТОВОГО ГРАНУЛЯТУ**

Досліджено структурні особливості та хімічний склад глауконітової глини за допомогою скануючого електронного мікроскопа та рентгенофлуорисцентного аналізу (РФА). Отримано гранулят на основі глауконітової глини з різним часом та температурою спікання та досліджено вплив процесу гранулювання на сорбційні властивості гранульованих алюмосилікатів. Хімічна та термічна стабільність глауконітів, 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.

Ключові слова: гранулят, вуглеводнева суміш, глауконіт, термічна активація, октанове число за дослідницьким та моторним методами.

Ганзюк А.Я., Стремецький А.И., Шелестюк А.П., Мищук А.Н.**ПОЛУЧЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ГЛАУКОНИТОВОГО ГРАНУЛЯТА**

Исследованы структурные особенности и химический состав глауконитовой глины с помощью сканирующего электронного микроскопа и рентгенофлуорисцентного анализа (РФА). Получено гранулят на основе глауконитовых глин с разным временем и температурой спекания и исследовано влияние процесса гранулирования на сорбционные свойства гранулированных алюмосиликатов. Химическая и термическая стабильность глауконита, а также ионообменные свойства, открывают возможности для создания пористых материалов на основе природных минералов с контролируемыми свойствами, способными заменить синтетические аналоги, получение которых связано с высокими технологическими затратами.

Ключевые слова: гранулят, углеводородная смесь, глауконит, термическая активация, октановое число за исследовательским и моторным методами.

A. Hanzjuk, O. Stremetskyi, O. Shelestiuk, O. Mishchuk**GLAUCONITE GRANULATE OBTAINING AND TESTING**

The structural features and chemical composition of glauconite clay were studied using a scanning electron microscope and X-ray fluorescence analysis (X-ray diffraction). A granulate based on glauconite clay with different sintering time and temperature was obtained and the effect of the granulation process on the sorption properties of granular aluminosilicates was studied. Chemical and thermal stability of glauconite, 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.

Keywords: granulate, hydrocarbon mixture, glauconite, thermal activation, octane number by research and motor methods.

Постановка проблеми. За останні роки питання якості і використання автомобільних бензинів набули нового значення і стали в ряд з важливими проблемами, від вирішення яких залежить технічний прогрес і розвиток економіки. В наш час вимоги до якості автомобільних бензинів досить високі, а для сучасних двигунів приходиться розробляти нові види палив з покращеними експлуатаційними характеристиками. Розробка нових сортів бензинів і покращення існуючих повинна здійснюватись з урахуванням та співпрацею з автомобільною і нафтопереробною галузями. Від того, наскільки вдало підібраний бензин, залежить довговічність двигуна, його надійність і екологічність експлуатації. З іншої сторони, вибір бензину визначає напрям розвитку нафтопереробної галузі. Завищення вимог до якості бензинів ведуть до невиправданих витрат на освоєння нових процесів отримання таких палив, а відповідно, до підвищення їх вартості. Зниження вимог зменшує термін служби двигуна, довговічність і надійність його роботи, ускладнює обслуговування.

Використання природних глин у промисловості і у заходах по охороні навколишнього середовища обумовлене їх мінеральним складом і фізико-хімічними властивостями, які, в свою чергу, визначаються будовою глинистої частини та її розмірами. Це доцільно з точки зору екології, оскільки глинисті мінерали практично не містять речовин, які забруднюють акваторії і є природним компонентом даних відкладів. Дослідницьких робіт, в яких розглядаються питання поглинання неполярних вуглеводнів глинами є недостатньо. Вивчення механізму їх поглинання має як теоретичне, так і прикладне значення. Все вище сказане спонукало нас провести дослідження у цьому напрямку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 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 бензену,

© Ганзюк А.Я., Стремецький О.І., Шелестюк О.П., Міщук О.М.

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 [1-3].

Серед методів, які успішно використовуються для очищення вуглеводневих сумішей, найбільш перспективним є сорбційна очистка на основі природних сорбентів. 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 складним.

Постановка завдання. Серед методів, які успішно використовуються для очищення вуглеводневих сумішей, найбільш перспективним є сорбційна очистка на основі природних сорбентів. 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.

Мета роботи: провести теоретичний аналіз перспектив використання глауконіту для очищення вуглеводневих сумішей; оцінити фізико-хімічні показники вуглеводневих сумішей, очищених глауконітом, провести детальний вуглеводневий аналіз нафтопродуктів; дослідити ефективність застосування природних, термоактивованих та збагачених глауконітових глин для адсорбції нафтопродуктів; дослідити структуру глауконіту за допомогою скануючої електронної мікроскопії; дослідити сорбційну здатність отриманого грануляту в статичному та динамічному режимах.

Предмет дослідження: глауконіт природний, збагачений та термічно активований.

Об'єкт дослідження: процеси очищення вуглеводневих сумішей за допомогою глауконітової глини.

Матеріали та методи. Глауконіт (англ. Glaucosite) - складний калієвмісний водний алюмосилікат, мінерал з групи гідролітів підкласу шаруватих силікатів непостійної і складної будови, що виражається усередненою формулою, яка має склад $(K, Ca, Na) < 1(Al, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mn)_2[(OH)_2 | A_{10}, 35Si_3, 65O_{10}]$. Містить (%): SiO_2 - 44-56; Al_2O_3 - 3-22; Fe_2O_3 - 0-27; FeO - 0-8; MgO - 0-10; K_2O до 10%, H_2O - 4-10%. Відомі також домішки Li і B [5-6].

Як самостійний мінеральний вид відомий з 1828 р. у роботі Керферштейна, що дав йому назву (від грец. *Glaucos* - блакитно-зелений). Різновид з переважанням у складі калію носить назву селадон. Характерний для всіх геологічних систем у пісках, пісковиках, глинах, мергелях та вапняках усіх геологічних систем, забарвлюючи ці породи в зеленуватий колір (рисунок 1.) [7].

Є одним з основних мінералів, що використовуються для визначення віку осадових гірських порід (K-Ag-методом). Застосовується для виготовлення мінеральних масел та фарб, відбілювачів, як сорбент, а також для виробництва декоративного бетону, цементу та добрива. В Україні є на Поділлі та на Волині [8-9]. Широко поширений в осадових породах, мілководного морського походження і в сучасних морських покладах. Глауконіт містять: батіальний зелений мул, глауконітовий піщаник, зеленуватий глауконітовий ордовіський вапняк і багато інших порід [10]. Але не утворює в природі великих мономінеральних скупчень, а зустрічається виключно у вигляді суміші з іншими мінералами глинистих або піщаних товщ, його вміст в породі рідко перевищує 50%.

Для розвитку промисловості та сільського господарства мають велике значення розповсюджені на території Хмельниччини поклади карбонатних порід (для потреб цукрової та цементної промисловості, вапнування кислих ґрунтів), каоліну, мінеральних і прісних підземних вод тощо [9-10].

В області є родовища глауконіту, графіту, кременю, оніксу, бромних та радонових вод. В перспективі області – розробка Варварівського родовища сапонітових глин, що знаходиться у

Славутському районі та торфу в Ізяславському районі. Видобування торфу та використання його як альтернативного виду місцевого палива є актуальним і перспективним. Це сприятиме забезпеченню торфом жителів північно-західної частини області, газифікація населених пунктів якої економічно не вигідна. З метою розширення сировинної бази Хмельницькою областю передбачається проведення пошукових та розвідувальних робіт із вивчення покладів апатитових руд, зернистих фосфоритів, золота, радонових вод, тощо.

Глауконіти сформовані в помірно глибоких морях приблизно сотні мільйонів років тому. Узбережжя Pas de Calais регіону Франції, поблизу міста Wissant.



Емпірична формула глауконіту:
 $K_{0.6}Na_{0.02}Fe^{+2}_{1.3}Mg_{0.4}Fe^{+3}_{0.2}Al_{0.3}Si_{1.8}O_{10}(OH)_2$

Source: <http://throughthesandglass.typepad.com>

Рис. 1. Глауконіти узбережжя Pas de Calais (Франція)

З метою освоєння мінерально-сировинних ресурсів області розробляються інвестиційні проекти та ведеться пошуки потенційних інвесторів. Нещодавно прийнято Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально – сировинної бази України на період до 2030 року». Важливим природним адсорбентом серед інших є звичайний глауконіт як супутній компонент фосфоритових руд, а також у родовищах глауконіту. Кварц-глауконітові піски є комплексною агрономічною рудою. Іншим напрямом застосування глауконіту, значним за обсягом, може бути екологічний – рекультивация забруднених радіонуклідами ґрунтів. Розвіданих родовищ глауконіту в Україні немає, але в ряді регіонів поширені кварц-глауконітові піски із вмістом глауконіту до 40 – 60%. Основним завданням цього напряму є проведення геологорозвідувальних робіт щодо глауконіту у межах Середнього та Лівобережного Придністров'я, Криму та Луганської області. Глауконіт – глинистий мінерал групи алюмосилікатів з пошаровою структурою, характеризується чудовими сорбційними властивостями, переважанням окислювальних процесів, багатий мікрокомпонентним складом. Цілющий ефект глини визначається високим вмістом кремнію. На півдні області на території Віньковецького району знайдені і попередньо розвідані Адамівське і Карачієвецьке комплексні родовища глауконіт-кварцових пісків запаси яких складають 12,6 млн. т. Мінеральний сорбент глауконіт Адамівської групи родовищ Хмельницької області - це природні піски, що містять 50-70% мінералу глауконіту. Глауконітові мікроконкреції мають ефективну питому поверхню, високу ємкість катіонного обміну та ємкість моношару [8-9].

Фізико-хімічні характеристики глауконіту Адамівської групи родовищ Хмельницької області такі: твердість – 1.7÷1.8; густина – 2200 ÷ 2900 кг/м³; ефективна питома поверхня природного глауконіту – 112 мг/г; ємкість катіонного обміну природного глауконіту – 15 мг-екв; ємкість моношару глауконіту природного – 1,73 ммоль/1г. Глауконіт є перспективною корисною копалиною багатопрофільного застосування. Виявлено чотири форми знаходження його в палеогенових відкладеннях п'ять тіпоморфних і три генетичні різновиди. Завдяки особливостям кристалічної структури, які зумовлюють його здатність до катіонного обміну, глауконіт здавна використовувався для пом'якшення води, а пізніше і для її очищення. Встановлено високу ефективність глауконіту при очищенні води від солей важких металів, ряду органічних і неорганічних сполук, радіонуклідів. Активованій глауконіт при фільтрації через нього забруднених вод практично повністю затримує залізо і аміак, майже на порядок знижує вміст у воді нафтопродуктів, в 25-50 разів знижує вміст радіоактивних ізотопів цезію-137 і стронцію-90 [10-12]. Високі адсорбційні і катіонообмінні властивості глауконіту можуть використовуватися не тільки в якості адсорбенту важких металів, нафтошламів, що забруднюють водні об'єкти і ґрунт, а також для ліквідації забруднень, що знаходяться в опадах очисних споруд і промислових стоків, в ґрунтах і водних об'єктах, за допомогою майданного внесення і створення геохімічних бар'єрів [12-13]. Глауконіт застосовується при реабілітації територій, уражених радіонуклідами, що мають

високе техногенне навантаження в результаті діяльності промислових підприємств. Завдяки досить високому вмісту двоокису калію (6-7%), і фосфор(V) оксиду (до 3%), глауконіт може використовуватися для отримання калійних добрив, або як природне добриво без переробки. Зокрема, внесення в ґрунт глауконітового борошна підвищує врожайність ряду зернових культур і картоплі на 10-20%, суттєво підвищує врожайність плодкових дерев. Ведуться роботи по створенню нового природного органо-калійно-фосфорного добрива на основі глауконіту. Виявлено стимулюючий вплив глауконіту на розвиток корисної мікрофлори ґрунтів, що визначають їх родючість. Причиною цього перш за все є високий вміст в глауконіті оксиду калію (від 5,0 до 9,5%), здатність його швидко руйнуватися в ґрунті з вивільненням калію у вигляді легко засвоюваних сполук. Реакційну здатність глауконіту можна істотно підвищити за допомогою термоактивації (нагрівання до температури 450°C і вище). Важливою обставиною є те, що в глауконітах нерідко в значних кількостях присутні мікроелементи (Mn, Cu, Co, Ni, B та ін.), А багато покладів глауконітових порід містять домішки P_2O_5 . Все це дає підставу розглядати глауконіти як природне мінеральне добриво, що дозволяє не тільки збагачувати ґрунт калієм, а й покращувати його структуру, зберігати вологу, стимулювати зростання і знижувати захворюваність рослин. Доведено високу здатність глауконіту до поглинання (сорбції) стронцію, цезію, плутонію, важких металів при очищенні ґрунтів і водойм. Висока поглинальна здатність глауконіту може бути використана для вирішення завдань інженерної геоecології щодо захисту навколишнього середовища від впливу різних екотоксикантів, здатних інтенсивно мігрувати в гідро- і геосфері і тим самим порушувати нормальний хід біохімічних процесів. Завдяки насиченому і стійкому зеленому забарвленню глауконіт використовується як природний пігмент (в станкового та олійного живопису і для виробництва зелених фарб в промислових цілях). Розроблено технологію отримання сухих фасадних фарб з глауконіту. Встановлено ефективність використання глауконіту в якості мінеральної підгодівлі в птахівництві і тваринництві. При вирощуванні біомаси хлорели, вирощуванні екологічно чистої продукції на забруднених, в тому числі радіонуклідами, ґрунтах і для ряду інших цілей. На рис. 2 зображено галузі застосування природного адсорбенту.



Рис. 2. Застосування глауконіту

Дослідження, проведені Українською академією сільськогосподарських наук показують, що використання добрив на базі глауконіту дозволяє збільшити урожайність зернових культур на 24 – 44%, овочів – на 25 – 40%. При цьому вирощується екологічно чиста продукція високої якості, зменшується захворюваність рослин, поліпшується стан ґрунтів.

Відповідно до сформульованих завдань, була розроблена програма досліджень (рис. 3.), яка складається з послідовних етапів, що спрямовані на реалізацію сформульованої задачі. Кожен етап включає ряд ключових заходів та методів аналізу, здійснення яких забезпечить ефективність реалізації програми та вирішення ключових завдань дослідження.

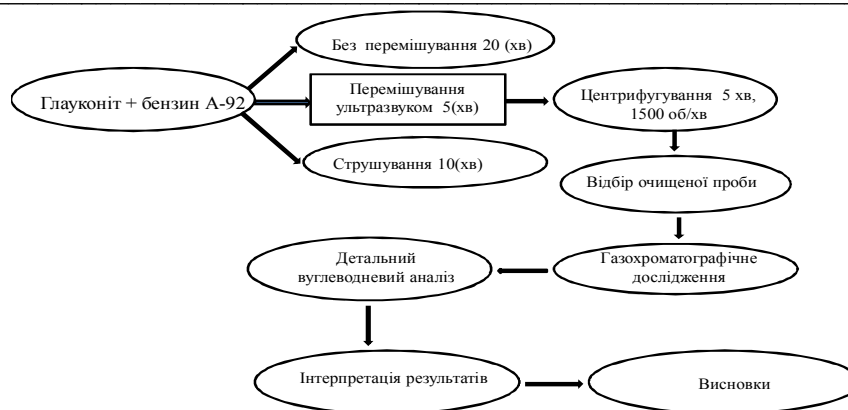


Рис. 3. Схема очищення вуглеводневих сумішей за допомогою природних сорбційних матеріалів на основі глауконіту

РФА (рентгенофлуоресцентний аналіз) - метод фізичного аналізу, який безпосередньо визначає практично всі хімічні елементи в порошкоподібних, рідких і твердих матеріалах. Метод дозволяє визначати дуже малі концентрації, на рівні ppm. Великі, до 100% проби, також піддаються дослідженням. У таблиці 1 наведено відсотковий вміст оксидів у глауконітовій породі, а в таблиці 2 - вміст мікроелементів

Табл. 1.

Відсотковий вміст оксидів у глауконітовій породі

Вид оксидів	Вміст у %
SiO ₂	80,68
TiO ₂	0,300
Al ₂ O ₃	4,78
Fe ₂ O ₃	2,79
FeO	1,30
MnO	<0,02
MgO	1,10
CaO	0,67
Na ₂ O	0,32
K ₂ O	2,99
P ₂ O ₅	0,07
H ₂ O	1,55
Сума	99,57

На електронно-мікроскопічних знімках (Рис.4) зображено характерну морфологію для даного глинистого мінералу, яка представлена шаруватою структурою у вигляді ізометричних тонко дисперсних плитчастих частинок. Для зразка природного глауконіту характерна структура більш аморфно-желеподібної маси. На СЕМ мікрофотографіях представлена характерна морфологія зразків глауконіту у вигляді безформених купчастих агрегатів, складених із дрібно дисперсних лускоподібних глинистих частинок [9]. Розміри глинистих агрегатів становлять від 2 до 10 мкм. В менших агрегатах глинисті кристаліти глауконіту проявляють еластичність.

Табл. 2.

Вміст мікроелементів у пробах глауконіту

Елемент	Au	Ag	As	Ba	Be	Bi	Br	Cd	Co	Cr
Вміст елемента, мкг/кг	<5	1,5	17	24	7	2	<1	0,9	19	206
Елемент	Sb	Sc	Se	Sr	Ta	Th	U	V	W	Y
Вміст елемента, мкг/кг	1,9	7,9	<3	23	<1	1,8	<0.5	148	<3	4
Елемент	Cs	Cu	Hf	Hg	Mo	Ni	Pb	Rb	S	Zn
Вміст елемента, мкг/кг	4	17	1,5	<1	<5	55	19	250	0,005	79
Елемент	Zr	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	-
Вміст елемента, мкг/кг	55	1,7	6	<5	0,5	<0,1	<0,5	0,4	0,07	-

Для очищення нафтопродуктів у промисловості застосовують хімічні, фізико-хімічні і каталітичні методи [19-20]. У роботі використано природний, збагачений і термічно активований глауконіти Карачівецького родовища (Віньковецький р-н, Хмельницької області). Так, як пускові характеристики моторів у автомобілях залежать від якості палива, то важливим є їх очищення від небажаних компонентів [22-24]. Для експериментальних досліджень використано бензин неетильований А-92 (Україна) [20].

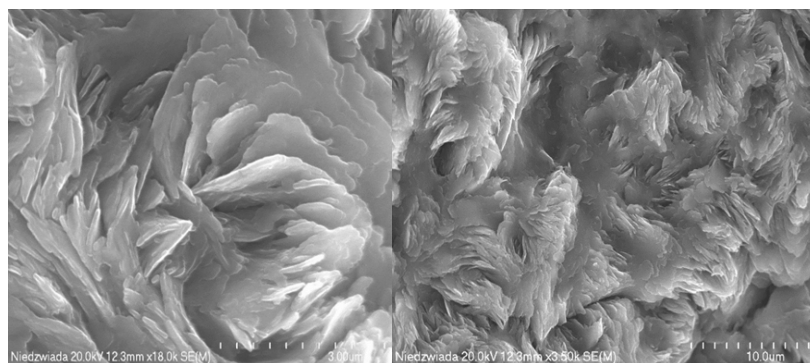


Рис. 4. Мікрофотографії СЕМ зразка природного глауконіту (збільшення у 100000 разів)

Згідно ДСТУ 4839.2007, взято до уваги технічні умови, які полягають в наступному:

- 1) октанове число за дослідницьким методом (RON) -92,5
- 2) октанове число за моторним методом (MON)– 80,6
- 3) густина при 15°C – 0,743 кг/м³
- 4) тиск насичених парів: а) в літній період від 45,0 до 60,0 кПа; б) в зимовий період від 65,0 до 95,0 кПа.

Досліджуваний неетильований бензин марки А-92 досліджували з використанням газової хроматографії високого ступеня роздільності («Кристал 5000.2»), де у якості газу-носія використовували азот. Отримані результати обробляли у програмі «GAZOLIN». Результати хроматографічного дослідження бензину марки А-92 наведено на рисунку 5 у вигляді стовпчикової діаграми

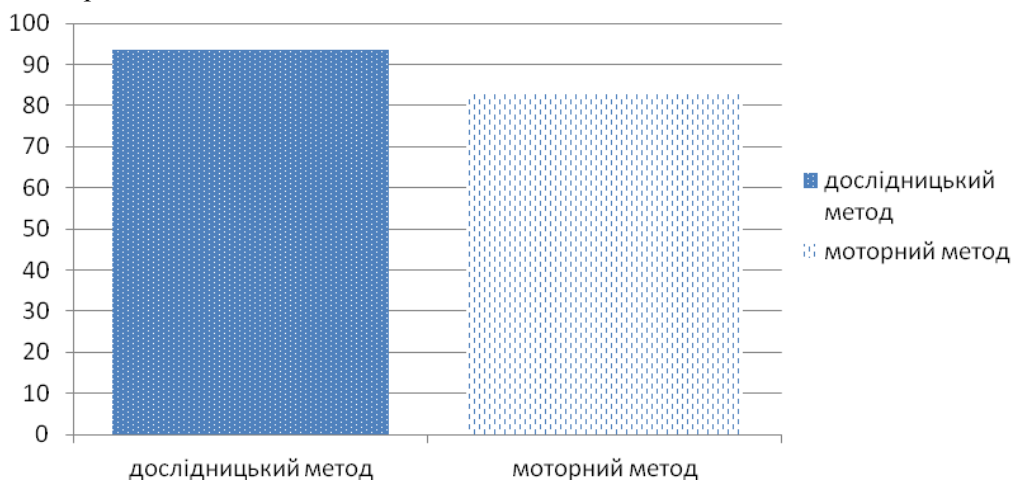


Рис. 5. Показники октанового числа за дослідницьким та моторним методами бензину марки А-92

Детальний вуглеводневий склад (у %) зразка бензину, що досліджений хроматографічно наведено на круговій діаграмі рисунку 6 :

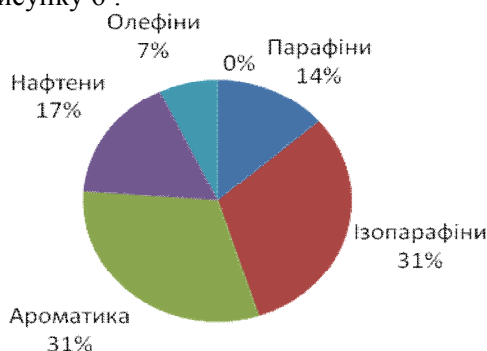


Рис. 6. Мольний вміст вуглеводнів у пробі досліджуваної вуглеводневої суміші

Середні показники молекулярної маси, відносної густини та тиску насиченої пари становлять відповідно 102,821 г/моль, 0,761 та 65,114 кПа. Залежність відгонки (у %) від температури представлена графічною залежністю на рисунку 6

Схема отримання мінерального сорбційного матеріалу на основі глауконітової породи включає такі послідовні операції: попередня сушіння матеріалу та подрібнення до порошкоподібного стану, фракціонування, термічна активація або збагачення за допомогою магнітної сепарації, сепарація твердої фази від розчину, промивання у декілька етапів теплою водою, охолодження обробленого матеріалу до кімнатної температури, термообробка протягом однієї або двох годин, гранулювання на грануляторі, спікання гранул, охолодження при кімнатній температурі.

Оптимальна температура термообробки складає 100 °С, оскільки за даними термогравіметричного аналізу, при цій температурі відбувається процес дегідратації глинистого матеріалу, під час якого видаляється фізично зв'язана вода. Оптимальна температура спікання становить 600 °С протягом двох годин. Цієї температури та часу обробки глинистого матеріалу достатньо, щоб спечені гранули тривалий час тримали форму у розчинах без руйнування, при менших температурах гранули розпадаються при тривалому контакті з рочином. За даними термогравіметричного аналізу, при температурі вище 600 °С починається процес дегідроксилації та руйнування структури глинистого мінералу. Сорбційні властивості гранульованого глауконіту вивчали в динамічних умовах у режимі твердофазової екстракції. За допомогою перистальтичного

насоса НП-1М вуглеводневу суміш пропустили з певною швидкістю через концентрувальний патрон, наповнений отриманим гранульованим сорбційним матеріалом. Відібрали гранули природного глауконіту діаметром від 0,200 до 0,400 мм, та масою наважки в межах від 1,0 до 1,5 г, які після цього помістили в концентрувальний патрон. Далі через нього пропустили вуглеводневу суміш з різною швидкістю від 5 до 8 мл/хв. Проскок нафтопродуктів визначали газохроматографічно. При цьому фіксували максимальне значення октанового числа за дослідницьким та моторним методами, що упродовж наступних змін швидкості подачі досліджуваного зразка нафтопродукту через концентрувальний патрон, не змінювалось.

Табл. 3.

Мольний вміст вуглеводнів у пробі досліджуваного бензину марки А-92

№ групи	Парафіни	Ізопарафіни	Ароматика	Нафтени	Олефіни	Всього
3	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044
4	3,733	0,000	0,000	0,000	1,815	5,548
5	6,918	11,714	0,000	6,544	1,699	26,876
6	1,454	6,903	0,989	1,542	1,676	12,564
7	1,381	4,548	10,043	0,495	0,715	17,182
8	0,744	2,567	8,152	2,180	1,214	14,856
9	0,313	0,770	4,244	2,932	0,085	8,345
10	0,040	0,904	1,021	0,812	0,050	2,828
11	0,000	1,095	0,278	0,061	0,000	1,433
12	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013
Всього	14,641	28,501	24,726	14,567	7,254	89,689

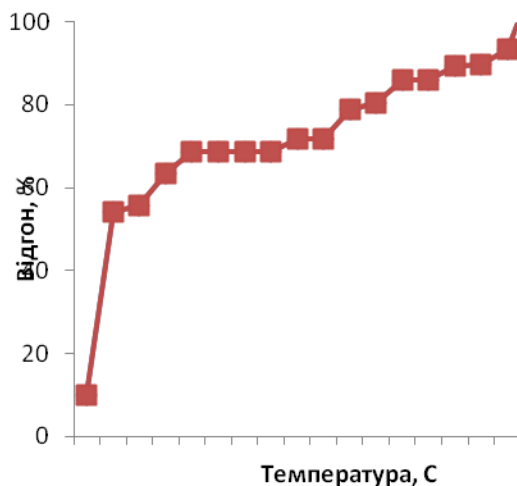


Рис. 7. Залежність відгонки (у %) від температури

Для дослідження стійкості глауконітового грануляту у зразках вуглеводневих сумішей використано два види зразків гранульованого природного глауконіту з різним часом та температурою спікання, а саме: гранульований природний глауконіт ($\tau=2$ год, $T=500$ °С), та ($\tau=1$ год, $T=400$ °С). Пробу гранульованого сорбційного матеріалу масою 1 г, помістили у вуглеводневу суміш. Далі органолептично спостерігали за зміною гранул сорбенту. Дослідження проводили в різному проміжку часу: перший протягом 10 діб та другий протягом 6 місяців.

Проаналізувавши результати хроматографічного дослідження бензину А-92 та порівнявши їх з ДСТУ 4839.2007 можна констатувати, що основні показники вуглеводневої суміші знаходяться в межах норми, що свідчить про добросовісність виробника нафтопродукту «Укрнафта».

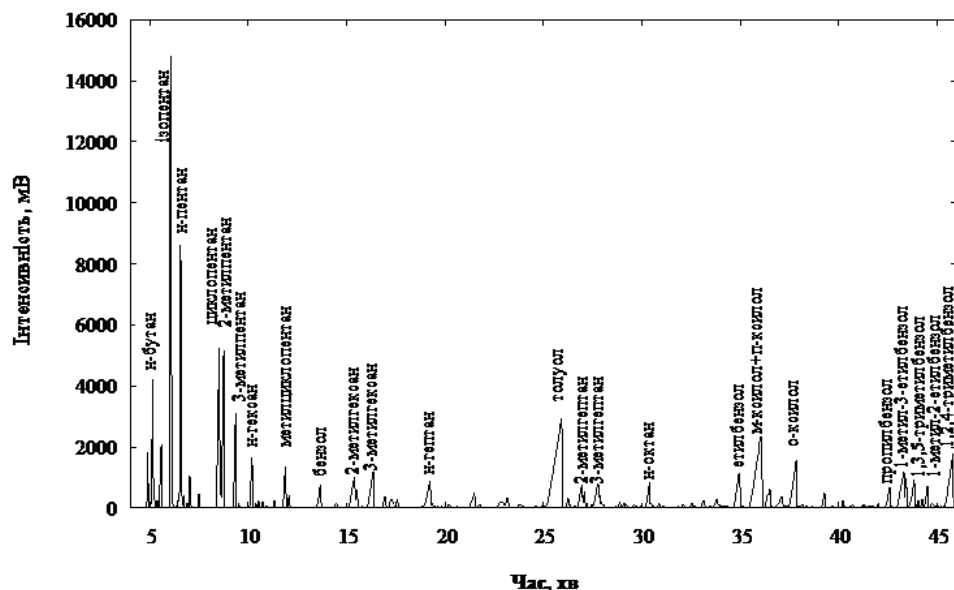


Рис.8. Фрагмент хроматограми бензину марки А-92

Висновки. За результатами, отриманими при проведенні досліджень, встановлено фракційний та елементарний склад мінеральної сировини. Морфологія вихідних зразків глауконіту, представлена шаруватою структурою у вигляді ізометричних дрібно дисперсних плитчастих частинок. Зразки термічно активованого глауконіту відрізняються диспергованістю глинистих агрегатів та істотним збільшенням дрібних еластичних агрегатів кристалітів. При термічній активації глауконіту спостерігається зворотно-пропорційна залежність впливу температури на ефективність очищення вуглеводневих сумішей, а відповідно, як на показники ОЧ за дослідницьким та моторним методами, так і на тиск насиченої пари. Оптимальна температура обробки природного глауконіту становить 400°C, час обробки - 1 год. Доведено, що мінеральний сорбційний матеріал на основі глауконітової глини не змінює основних експлуатаційних характеристик палива, а використання бензинів, очищених за допомогою глин вирішить проблему зниження токсичних викидів автотранспорту в атмосферу. Отримані результати досліджень структурних, фізико-хімічних властивостей природних мінералів дозволяють розробити теоретичні та практичні основи цільової зміни комплексу специфічних властивостей, що задовольняють основні вимоги, які висуваються до сорбційних матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Тарасевич Ю. И. Структура и химия поверхности слоистых силикатов / Ю. И. Тарасевич - К.: Наукова думка, 1988.- 248 с.
2. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Ю. И. Тарасевич. – Киев : Наукова думка, 1981. – 208 с.
3. Сивий М. Я. Географія мінеральних ресурсів України : монографія / М. Я. Сивий, І. С. Паранько, Є. А. Іванов. – Львів : Простір М, 2013. – 683 с.
4. Грим Р. Э. Минералогия глин. / Р. Э. Грим // М.: Мир, 1977. – 358 с.
5. Грим Р. Э. Минералогия и практическое использование глин. / Р. Э. Грим // – М.: Мир, 1978. – 423 с.
6. Быков В. Т. Изменение структуры природных сорбентов под влиянием температурных и химических факторов. / В.Т. Быков, В. К. Матюхина // В сб. "Природные сорбенты Дальнего Востока". – М.: АН СССР, 1970. – 340 с.
7. Кулик М. Традиційні та нетрадиційні мінерали у тваринництві / М. Кулик, І. Величко, Т. Засуха. – Київ : Сільгоспосвіта, 1995. – 248 с.
8. Андронов С.А. Глауконит – минерал будущего / С.А. Андронов, В.И. Быков // Мат. первой Международ. конф. "Значение промышленных минералов в мировой экономике: месторождения, технология, экономическая оценка". – М.: ГЕОС, 2006, с. 79-83.
9. Дистанов У. Г. Глаукониты / Природные сорбенты СССР. – М., 1990, с. 132-146.
10. Канцельсон Ю. Я. Глауконит содержащие микроконкреции как поглотители

- радионуклідів / Ю. Я. Канцельсон, О. М. Алексаньян, А. М. Волошина // *Минералогия и геохимия глауконита*. – Новосибирск, 1981, с. 80-89.
11. Левченко М.Л. Глаукониты Центрального месторождения: типоморфные особенности, результаты минералого-технологических исследований / 12. М.Л. Левченко, Н. Г. Патык-Кара, Е. А. Андрианова. – М.: МИСиС: Сб. тезисов VI конгресса обогатителей стран СНГ. – 2007, т. 2, с. 77-79.
 12. Миловский А.В. *Минералогия и петрография*. / М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1958, с. 83-88.
 13. Сухарев И. Ю., Черногорова А. Е., Кувыкина Е. А. Особенности структуры и сорбционно-обменные свойства глауконита Багарякского месторождения. / *Известия Челябинского научного центра УрО РАН*, 1999, №3, с. 64-69
 14. Ахназарова С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – Москва : Высшая школа, 1978. – 319 с.
 15. Пилипенко А. Ионнообменное концентрирование и атомно-абсорбционное определение микроэлементов / А. Пилипенко // *Украинский химический журнал*. – 1979. – № 45. – С. 995.
 16. Дриц В. А. Проблемы определения реальной структуры глауконитов и родственных тонкодисперсных силикатов. - М.: "Наука", 1993
 17. Градус Л. Я. *Руководство по дисперсионному анализу методом микроскопии* / Л. Я. Градус. – Москва : Химия, 1979. – 232 с.
 18. Степова К.В. Хемосорбція гідрогенсульфіду модифікованими природними сорбентами: автореф. на здобуття наук.ступеня канд. 300 техн. наук : спец. 05.17.08 – «Процеси та обладнання хімічної технології» / К.В. Степова. - Львів.: 2011.– 20с.
 19. Пат. 2055637 Российская Федерация, МПК В 01 J 20/16, С 02 F 1/28. Способ получения гидрофобного адсорбента для извлечения нефтепродуктов из водных сред / Ю. И. Тарасевич, С. В. Бондаренко, А. В. Назаренко, Л. К. Патюк, К. А. Забела ; заявитель и патентообладатель Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского АН Украины. – № 4919467/26 ; заявл. 18.03.91 ; опубл. 10.03.96.
 20. Пат. № 2247935 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/28, В 01 J 20/30. Способ получения гидрофобного адсорбента для очистки природных и сточных вод от нефтепродуктов / Л. А. Николаева, М. А. Голубчиков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет». – № 2010144232/05 ; заявл. 28.10.2010 ; опубл. 20.04.12.
 21. Structural, Mineral and elemental composition features of iron-rich saponite clay from Tashkiv deposit (Ukraine) / H. Sokol, M. Sprynskyy, A. Ganzjuk та ін. // *Colloids and Interfaces*. – 2019. – №3. – P. 10.
 22. Сокол Г. М. Отримання гідрофобних органомінеральних сорбційних матеріалів на основі сапоніту / Г. М. Сокол, А. Я. Ганзюк // *Наукові нотатки*. – 2017. – Вип. 58. – С. 288-294.
 23. Сокол Г. М. Структурна модифікація сапонітових глин кислотною обробкою / Г. М. Сокол // *Наукові нотатки*. – 2017. – Вип. 56. – С. 149-153.
 24. 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. 1
Deichuk (Sokol) G. Organic-mineral sorption materials on the basis of saponite clay / G. Deichuk (Sokol), A. Ganzjuk, Ch. Ganzjuk // *Abstracts: Workshop with Nobel Prize Winner Professor Erwin Neher. Progress in biomedicine and neuromedicine. Poland, Cracow, 21–23 June*. – 2015. – P. 115-116.86-191.