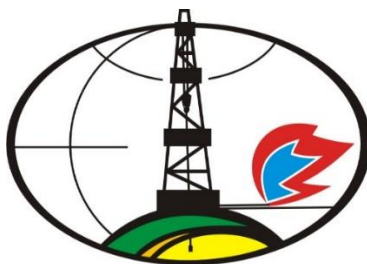


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ,
ГЕОЕКОЛОГІЇ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ»
ДОЧІРНЄ ПІДПРИЄМСТВО ПРАТ «НАК «НАДРА УКРАЇНИ»
«УКРАЇНСЬКИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР»
ГО СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ**



V МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ ТА
ГЕОЕКОЛОГІЇ»**

**«MODERN PROBLEMS OF MINING GEOLOGY AND
GEOECOLOGY»**

Київ 2024

УДК 622+55+502/504(100)

Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології: збірник матеріалів V Міжнародної наукової конференції (Київ, 26 – 27 листопада 2024 р.). ДУ НЦ ГГГРІ НАН України: Київ, 2024. 235 с.

Modern problems of mining geology and geoecology: collection of materials of the V International Scientific Conference (Kyiv, 26 - 27 November 2024). SI SCMGGID of National Academy of Sciences of Ukraine: Kyiv, 2024. 235 p.

ISBN 978-617-8324-34-6

У збірнику матеріалів конференції висвітлюють актуальні питання сучасних проблем гірничої геології та геоecології. Публікації відображають роботу конференції, що проходила 26 – 27 листопада у форматі тематичних секцій «Гірнича геологія та геомеханіка», «Сучасні методи досліджень», «Напрямки дослідження Землі» та «Екологічні та правові проблеми техногенно-навантажених регіонів». Матеріали конференції будуть цікаві як для спеціалістів, так і широкого загалу.

The conference proceedings cover topical issues of modern problems of mining geology and geoecology. The publications reflect the work of the of the conference, which was held on 26 – 27 November in the format of thematic sections «Mining geology and geomechanics», «Modern research methods», «Directions of research of the Earth» and «Environmental and legal problems of of technogenically loaded regions». The conference materials will be of interest to both for both specialists and the general public.

Електронне видання.

Electronic edition.

Матеріали подаються в авторській редакції.

The materials are submitted in the author's edition.

Думки авторів можуть не збігатися з позицією оргкомітету конференції. Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей, а також за порушення авторських прав несуть виключно автори публікацій.

Редакційна колегія: Скопиченко І.М., Грибенко Р.Ю., Загороднюк П.О., Бучинська І.В., Вергельська Н.В., Георгієв Н., Голуб О.Г., Дедеянова К., Ковальчук М.С., Лазарова А., Лівенцева Г.А., Мельник В.В., Наков Р., Наумко І.М., Оїдов М., Оюунтугс М., Охоліна Т.В., Пимоненко Л.І., Примушко С.І., Сіра Н.В., Удалов І.В., Чернієнко Н.М.

Технічний редактор: Вергельська В.В.

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України»
(Протокол № 5 від 13.11.2024)

© ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України»
© ГО «Спілка геологів України»

MINING GEOLOGY AND GEOMECHANICS

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

НОВІ ПОКАЗНИКИ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ГАЗОНОСНОСТІ ВУГІЛЛЯ

К. А. Безручко

доктор геологічних наук

Л. І. Пимоненко

доктор геологічних наук

О. В. Бурчак

доктор технічних наук

О. К. Балалаєв

кандидат біологічних наук

А. А. Каргаполов

кандидат технічних наук,

В. В. Челкан

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,
49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2А

Запропоновано нові показники – відносний градієнт сорбційної здатності вугільної речовини та відносний градієнт метаноносності вугільних пластів, що дозволяють порівнювати ці характеристики, виміряні в абсолютних величинах ($\text{см}^3/\text{г}$, $\text{м}^3/\text{т}$), для окремих вугільних пластів різного ступеня метаморфізму, на різних глибинах та в різних геологічних умовах.

Ключові слова: вугілля, сорбційна здатність, метаноносність.

NEW INDICATORS OF SORPTION BEARING CAPACITY AND GAS CONTENT OF COAL

K. A. Bezruchko

Doctor of Geological Sciences

L. I. Pymonenko

Doctor of Geological Sciences

O. V. Burchak

Doctor of Technical Sciences

O. K. Balalaiev

Doctor PhD (of Biological sciences)

A. A. Karhapolov

Doctor PhD (of Technical sciences)

V. V. Chelkan

M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Simferopolska, 2a, Dnipro, 49005, Ukraine

New indicators have been proposed – the relative gradient of sorption methane-bearing capacity of coal substance and the relative gradient of coal beds methane content, which allow comparison of these characteristics measured in absolute values for individual coal beds of different grades of metamorphism, at different depths and lying in different geological conditions.

Key words: coal, methane-bearing capacity, methane content.

Метан – основний компонент газів вугільних родовищ, і оскільки майже уся вугленосна товща гірських порід насичена метаном, видобуток вугілля на вугільних шахтах, в процесі їх експлуатації і після завершення проведення очисних робіт, постійно супроводжується виділенням метану. Незалежно від того в яких масштабах буде працювати у майбутньому вуглевидобувна галузь, чи взагалі буде працювати, емісія метану з вугленосної товщі буде тривати ще десятки років. З огляду на це проблема метану вуглегазових родовищ у майбутньому не втратить своєї актуальності.

Численні результати, отримані раніше різними дослідниками, свідчать про нерівномірність розподілу газів у вугленосній товщі та велику кількість відхилень газоносності і газонасиченості вугленосного масиву від загальних регіональних закономірностей, а також вплив на це багатьох локальних геологічних чинників. Вміст та склад газів вугленосної формації визначають такі фактори як ступінь метаморфізму вугільних пластів та постдіагенетичних перетворень вміщуючих порід, тектоніка, вугленосність, літологічний склад порід, товщина покривних відкладів, гідрогеологічні умови, глибина занурення та сучасна глибина залягання. Ступінь впливу кожного з чинників, за винятком метаморфізму, у різних газових зонах є різним, тому є різноманітним і розподіл газів у вугленосній товщі, як результат взаємного впливу та взаємодії наведених чинників.

Вплив великої кількості чинників на природну газоносність вугільних пластів обумовлює складність порівняння газоносності вимірної в абсолютних величинах для окремих вугільних пластів, які відрізняються ступенем метаморфізму, глибиною залягання та різноманітними геологічними умовами. Окремо належить зауважити, що на тлі загальних трендів, які формують природну регіональну фонову газоносність, накладаються різного роду відхилення, викликані різноманітними аномаліями. Це можуть бути позитивні аномалії (збільшення газоносності), що сприяють підвищенню газоносності і формують газові скупчення, та навіть спричиняють газодинамічні явища у вугільних шахтах. Так і негативні аномалії, що обумовлюють зменшення газоносності шляхом латеральної міграції або дегазації вгору за піднесенням порід, і згодом з поверхні Землі в атмосферу.

Дослідження критеріїв, що дозволяють достовірно описати процеси сорбції метану вугілля, а також кількісно оцінювати газоносність вугільних пластів, надасть можливість вирішити ряд актуальних завдань, пов'язаних з прогнозом гірничо-геологічних умов та процесів у вуглепородному масиві. Для вирішення цього завдання, а саме, визначення загальних закономірностей формування величин сорбційної здатності та природної метаноносності вугілля,

шляхом порівняння окремих вугільних пластів, пластів різних марок метаморфізму та на різних глибинах, і залягаючих у різноманітних геологічних умовах, пропонується застосування показників – відносного градієнта сорбційної здатності та відносного градієнта газоносності.

Відносним градієнтом сорбційної метаноемності вугілля є відношення наступного (для більш високого тиску) значення сорбційної метаноемності до попереднього (для більш низького тиску) з кроком 1 МПа. Аналогічно, відносним градієнтом газоносності вугільних пластів є відношення наступного значення газоносності до попереднього з таким самим кроком (1 МПа). Відносний градієнт сорбційної метаноемності (газоносності) за своєю сутністю це коефіцієнт зменшення сорбційної здатності (газоносності) з глибиною, та відповідно, зі збільшенням тиску, і є безрозмірною величиною.

Природна газоносність вугільних пластів залежить головним чином від сорбційної здатності вугільної речовини. Газ у вугільних пластах знаходиться переважно у зв'язаному, сорбованому стані, що обумовлене великою сорбційною здатністю вугілля. Якщо вважати, що природна газоносність вугілля переважно визначається його сорбційною ємністю, а сорбційна ємність досягає максимуму і стабілізується при тисках 6 МПа, то ґрунтуючись на висновку щодо граничної величини сорбційної здатності вугілля, яка досягається за цими тисками (понад 6 МПа), належить очікувати зміну фонові регіональної природної газоносності за гіперболічною залежністю, з виходом на асимптоту. А виходячи з того, що як відомо газовий тиск вуглепородного масиву складає 0,8 – 0,9 гідростатичного, це має відбуватися на глибинах порядку 660 – 750 м. Це добре збігається з численними даними щодо практичного вимірювання природної газоносності – стабілізацію метанозносності відносять до інтервалу глибин 800 – 900 м.

З використанням нових показників, за експериментальними даними, щодо сорбційної метаноемності та природної газоносності вугільних пластів Донбасу, проведено аналіз, статистичну обробку та узагальнення отриманих результатів.

Як і належить очікувати, судячи за формою ізотерм сорбційної метаноемності, які мають вигляд гіперболи, градієнти сорбційної метаноемності вугілля закономірно зменшуються зі збільшенням тиску. Значення відносного градієнту метанозносності (табл. 1) для вугільних пластів різних марок закономірно зменшуються зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшуються в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Г) вугілля до високометаморфізованого (марка НА).

Таблиця 1

Відносні градієнти метанованосності вугільних пластів кам'яного вугілля (марки Г-НА) на різних глибинах

Ступінь метаморфізму	Відносний градієнт метанованосності вугільних пластів різних марок для окремих інтервалів глибин, б/р				
	100-200 м	200-300 м	300-400 м	400-500 м	500-600 м
Г	2,53	1,40	1,12	1,07	1,06
Ж	1,85	1,24	1,09	1,07	1,04
К	1,51	1,22	1,10	1,06	1,04
ПС	1,52	1,22	1,10	1,05	1,04
П	1,49	1,15	1,07	1,04	1,02
НА	1,45	1,20	1,10	1,06	1,04
Середній	1,73	1,24	1,10	1,06	1,04

Таблиця 2

Рівняння залежності відносних градієнтів метанованосності для вугільних пластів різного ступеню метаморфізму

Марка вугілля	Рівняння	Коефіцієнт детермінації, R ²
Г	$y = -7 \cdot 10^{-8} x^3 + 8,992 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,03813125x + 6,47970536$	0,9983
Ж	$y = -4 \cdot 10^{-8} x^3 + 5,08 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,02130208x + 4,04015179$	0,9988
К	$y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,68 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00836875x + 2,41211607$	0,9999
ПС	$y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,61 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00827083x + 2,43776786$	0,9994
П	$y = -2 \cdot 10^{-8} x^3 + 2,637 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,01144792x + 2,67199107$	0,9983
НА	$y = -1 \cdot 10^{-8} x^3 + 1,464 \cdot 10^{-5} x^2 - 0,00717292x + 2,2222679$	0,9996

Звертає на себе увагу той факт, що на більших глибинах значення відносних градієнтів для вугільних пластів всіх марок вирівнюються (див. табл. 1). І на глибинах 300 – 400 м складають 1,07 – 1,12, на глибинах 400 – 500 м – 1,04 – 1,07, на глибинах 500 – 600 м – 1,02 – 1,06. Тобто можливий приріст газонасності, за підвищенням глибини, і відповідно тиску, може потенційно скласти 2 – 6%, якщо значення відносного градієнту дорівнюватиме 1. Що цілком співпадає з відомими даними, коли приріст сорбції в інтервалі тиску 5 – 10 МПа не перевищує 5 – 10%.

У табл. 2 наведені рівняння залежності відносних градієнтів метанованосності для вугільних пластів різного ступеню метаморфізму за результатами апроксимації з відповідними коефіцієнтами достовірності. Отримані залежності доцільно використати для прогнозу фонові природної регіональної газонасності вугільних пластів.

Висновки. Запропоновано нові показники – відносний градієнт сорбційної метаноемності вугілля та відносний градієнт метанованосності, які дозволяють

співставлення цих характеристик, виміряних в абсолютних величинах ($\text{см}^3/\text{г}$, $\text{м}^3/\text{т}$) для окремих вугільних пластів різних марок метаморфізму, на різних глибинах та залягаючих у різноманітних геологічних умовах.

Значення відносних градієнтів для вугілля Донбасу закономірно зменшуються зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшуються в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Д) вугілля до високометаморфізованого (марка НА). Це доводить, що сорбційна здатність вугільної речовини визначає природну регіональну (фонову) метаноносність пластів кам'яного вугілля, і закономірно, за гіперболічною залежністю, зменшується зі збільшенням глибини залягання та також закономірно зменшується в кожному з інтервалів глибин від низькометаморфізованого (марка Д) вугілля до високометаморфізованого (марка НА), з відносним градієнтом, який асимптотично наближається до 1 за тисками понад 6 МПа.

Отримані залежності відносного градієнту газоносності від глибини та газового тиску для різних марок метаморфізму можуть бути використані для прогнозування природної регіональної (фонові) газоносності вугільних пластів шляхом визначення граничної сорбційної здатності та розрахунку на шукану глибину або тиск.

БУРЕ ВУГІЛЛЯ ДНІПРОВСЬКОГО БАСЕЙНУ: ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУВАННЯ

І. В. Васильєва

Молодший науковий співробітник

Інститут геологічних наук НАН України, 01601,
м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

Буре вугілля — тверда горюча корисна копалина, нижчий член вуглефікаційного ряду вугілля викопного. Буре вугілля за якісними характеристиками придатне для спалення на ТЕС, в якості побутового палива, а також для брикетування, газифікації, виробництва вуглелужних реагентів та гірничого воску.

Ключові слова: буре вугілля, Дніпровський басейн.

BROWN COAL OF THE DNIPROV BASIN: QUALITATIVE CHARACTERISTICS AND PROSPECTS OF MINING

I. V. Vasylieva

Junior researcher

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,
01601, Kyiv, str. O. Honchara 55-b

Brown coal (lignite) is a solid combustible mineral, the lowest member of the coalification series of fossil coal. According to its qualitative characteristics, brown coal is suitable for burning at thermal power plants, as household fuel, as well as for briquetting, gasification, production of coal-alkaline reagents and mining wax.

Key words: brown coal, Dnipro basin.

Вступ. Тверді горючі корисні копалини – найбільш поширений вид мінеральної сировини в межах Дніпровського басейну. Представлені вони покладами кам'яного та бурого вугілля [1].

Буре вугілля — тверда горюча корисна копалина, нижчий член вуглефікаційного ряду вугілля викопного, перехідна форма від торфу до вугілля кам'яного. Колір від світло-бурого до чорного. Теплота згоряння горючої маси 5700-7400 Ккал/кг. Має малу твердість, значну гігроскопічність. За речовинним складом належить до гуматів. Сапропеліти і перехідні гумусово-сапропелеві види мають підлегле значення і зустрічаються у вигляді прошарків у пластах, складених гумітами. Більшість різновидів бурого вугілля складається з мікрокомпонентів групи вітриніту (80-98 %). Для нижньокарбонового бурого вугілля характерний високий вміст лейптиніту [2].

Історія району досліджень. Дніпровський вугільний басейн розташований на території Житомирської, Вінницької, Київської, Черкаської,

Кіровоградської, Запорізької і Дніпропетровської, частково Полтавської, Миколаївської та Херсонської областей.

У басейні виявлено близько 200 родовищ і вуглепроявів бурого вугілля. Розвідані запаси бурого вугілля до 3 млрд т, з них придатні для відкритої розробки 0,5 млрд т.

Промисловий центр видобутку — м. Олександрія, Кіровоградська область.

Першу спробу промислового видобутку вугілля було здійснено на початку 20 ст., проте вона закінчилася невдало. Розвиток буровугільного комплексу розпочався за радянської влади.

Найбільше підприємство басейну — державна холдингова компанія «Олександріявугілля» — створена в 1976 в м. Олександрія. На великому комплексі підприємств буровугільної галузі працювало близько 15 тис. осіб. Розквіт припав на кінець 1980-х — початок 1990-х років. Тоді вугілля видобували на семи вугільних розрізах (Балахівський, Бандурівський, Ведмежоярський, Верболозівський (Семенівсько-Головківський), Костянтинівський, Морозівський, Протопопівський) і трьох шахтах (Верболозівська, Ведмежоярська, Світлопільська).

Шахтні поля розкриті вертикальними і похилими стовбурами. Для видобутку застосовували стовпову систему розробки. Очисну виїмку проводили механізованими комплексами.

На середину 2000-х кількість робітників скоротилася приблизно до 6 тис. У складі колишнього ДХК «Олександріявугілля» перебувало 12 структурних підрозділів та 6 дочірніх підприємств. Видобуток вугілля в середньому за рік становив 900 тис. т і його вели лише найбільш маловитратним відкритим способом — вугільними розрізами (Костянтинівський та Морозівський, розріз Протопопівський практично не працював). У 2003 було видобуто 637 тис. т вугілля, зокрема, на Морозівському розрізі — 266 тис. т, Костянтинівському — 332 тис. т, Протопопівському — 39 тис. т.

Переробку вугілля здійснювали брикетні фабрики «Димитрівська» та «Байдаківська». У 2009 практично всі підприємства припинили свою діяльність [3].

Основні дослідження. Досліджувана площа розташована в північно-східній частині Дніпропетровського буровугільного басейну і охоплює східний фланг Верхньодніпровського вугленосного району.

Промислова вугленосність пов'язана з континентальними відкладами бучацької серії еоценового відділу палеогенової системи кайнозою, які виповнюють древні річкові палеодолини. Тут відомі Придніпровська (Синельниківська), Ново-Олександрівська та Воскресенівська палеодолини.

У межах найбільш значної за вугленосністю і розмірами Придніпровської палеодолини, яка простягається в субмеридіальному напрямку вздовж Дніпра, на лівобережжі, на 51-52 км майже через всю площу досліджень, розвідано або оцінено: Синельниківське і Первозванівське родовища, Ганно-Трепівська ділянка та південна частина Придніпровської вугленосної площі [3].

Синельниківське родовище розташоване в 20 км на схід від м. Дніпро, в пригірловій частині Придніпровської палеодолини. Воно представлене практично одним безперервним покладом, що простягається з півночі на південь на 30 км і в контурі метрової потужності має площу 81,8 км². Родовище розділено на 6 ділянок: Благодатненську, Лозоватську, Північну, Петрівську, Південну і Революціонер.

Промислова вугленосність пов'язана з верхньою частиною покладів бучацької серії. Пласт бурого вугілля характеризується мінливою потужністю від 0,2 до 15,0 м при ширині 1-5 км. Будова пласта проста: місцями пласт розщеплюється на два чи три шари – перешаровується глинами, пісками і каолінами потужністю від 0,5 до 7 м. Глибина залягання покладу змінюється від 10,6 м до 132,6 м, переважно 65-75 м.

За якістю вугілля відноситься до технологічної групи Б1. За генетичними ознаками відноситься до гумітів та гуміто-ліптобіолітів. Зольність – 19,4 %, вологість – 55,8 %, вміст сірки – 4,2 %, теплота згорання: сухої маси – 6700 Ккал/кг, робочого палива – 1810 Ккал/кг.

При напівкоксуванні вугілля можливо отримання первинної смоли в кількості 13-16 % і вихід полукоксу – 56-61 %. Вихід бітумів на суху масу при екстрагуванні з проб вугілля склав 7,3-8,7 %. Збагачуваність важка.

Первозванівське родовище має складну конфігурацію і складається з окремих буровугільних покладів у верхів'ї Синельниківської дипресії загальною площею 12,9 км². На родовищі детально розвідано і повністю оконтурено три ділянки покладів (шахтні поля №№ 1, 2, 3). Вугільні пласти мають просту будову. Їх середня потужність складає 3,6 м, а середня глибина залягання – 32,3 м. Вугілля може використовуватись як енергетична сировина.

Вугілля за якістю аналогічне вугіллю інших родовищ Дніпровського буровугільного басейну. Воно добре брикетується без зв'язуючих добавок. Використовується переважно для спалення на ТЕС, як побутове паливо, а також для брикетування, газифікації, виробництва вуглелужних реагентів та монтанвоску (гірничого воску). Перспективним є зрідження бурого вугілля, а також його комплексна переробка.

Висновки. Буре вугілля Дніпровського вугільного басейну має досить високі технологічні характеристики, придатне для використання на теплоелектростанціях, в хімічній промисловості, для побутових вимог та ін.

Щодо перспективи, то в Олександрійському районі за рахунок реконструкції Морозівського і введення в експлуатацію Костянтинівського розрізів можливо довести видобуток бурого вугілля до 4,0 млн. т на рік [3].

Значні запаси (1040 млн т), що поки не розробляються, зосереджено переважно у Верхньодніпровському районі.

На Верхньодніпровському родовищі запаси під відкриті роботи складають понад 150 млн т зі сприятливими гірничо-геологічними умовами (потужність шару 10,6 м, вологість 51 %, зольність 18,7 %, вміст бітуму 8,3 %, теплота згорання вугілля 2290 ккал/кг). Воно детально розвідане, знаходиться в центрі промислового району.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильєва І. В. Застосування геофізичних досліджень свердловин під час визначення якісних характеристик вугілля та фізико-механічних властивостей вуглевмісних порід. *Мінеральні ресурси України*. № 2. 2020. С. 32-35.
2. Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Неметалічні корисні копалини. Т 2. Київ: Центр Європи. 2006. 551 с.
3. Радзивіл А. Я., Гуридов С. А., Самарін М. А. та ін. Дніпровський буровугільний басейн. Київ: Наукова думка. 1987. 328 с.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ГАЗОВИХ ПОКЛАДІВ В УМОВАХ НЕОДНОРІДНИХ КОЛЕКТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

Н. В. Дубей

кандидат геолого-мінералогічних наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

М. Р. Дубей

Компанія «Infineon Technologies»,
79000, м. Львів, вул. Луганська, 20

В статті викладено спосіб впровадження розрахункового методу визначення усталеного пластового тиску шляхом відповідної математичної обробки кривої відновлення вибійного тиску після зупинки свердловини. Метод був апробований на газових родовищах України. У більшості випадків абсолютна похибка при визначенні пластового тиску не перевищувала 0,05-0,10 МПа. Впровадження описаної методики визначення пластового тиску у газових свердловинах в умовах низькопроникних колекторів дає можливість одержати об'єктивні дані для підрахунку запасів газу за методом падіння пластового тиску і для якісного аналізу розробки газового покладу.

Ключові слова: розробка, газовий поклад, свердловина.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT PROCESS OF GAS RESERVOIRS UNDER THE CONDITIONS OF HETEROGENEOUS COLLECTORS USING MATHEMATICAL METHODS

N. V. Dubei

PhD (geology)

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
76019, st. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, Ukraine

M. R. Dubei

«Infineon Technologies» company,
79000, st. Luhanska, 20, Lviv, Ukraine

The article describes the method of implementing the calculation method for determining the stable formation pressure by means of the appropriate mathematical treatment of the recovery curve of the wellbore pressure after the well stop. The method was tested on the gas fields of Ukraine. In most cases, the absolute error in determining reservoir pressure did not exceed 0.05-0.10 MPa. The implementation of the described method of determining formation pressure in gas wells in conditions of low-permeability reservoirs makes it possible to obtain objective data for calculating gas reserves by the method of formation pressure drop and for qualitative analysis of the development of a gas deposit.

Key words: development, gas deposit, well.

Головним напрямом збільшення рівнів видобутку вуглеводнів та досягнення високих значень кінцевих коефіцієнтів їх вилучення є масштабне вдосконалення існуючих систем розробки родовищ нафти і газу з використанням сучасних наукоємних технологій. На сьогоднішній день добре вивчена методика розробки газових покладів, розташованих в однорідних колекторах. Разом із тим неврахування складної геологічної будови, великої фільтраційної неоднорідності, розчленованості і переривчастості колекторів при проєктуванні розробки газових покладів є причиною відхилення фактичних показників розробки від проєктних.

Розробка газових родовищ з низькопроникними колекторами має ряд специфічних особливостей, зокрема, великий термін відновлення пластових тисків у свердловинах після їх зупинки.

Досвід розробки газових родовищ показує, що при низькій проникності продуктивних пластів ($0,010 - 0,001 \text{ мкм}^2$) час стабілізації пластового тиску після зупинки свердловини складає 5-20 діб і більше.

На практиці, з метою забезпечення максимального видобутку газу, крива відновлення пластового тиску часто знімається на протязі всього 6 – 48 годин. В даному випадку визначені пластові тиски в значній мірі занижені, що не дає можливості провести якісний аналіз розробки газового покладу та достовірний підрахунок запасів газу за методом падіння пластового тиску.

Метою даної статті є впровадження розрахункового методу визначення усталеного пластового тиску шляхом відповідної математичної обробки кривої відновлення вибійного тиску (КВТ) після зупинки свердловини.

Суть методики полягає в наступному [1, 2, 3].

Відновлення вибійного тиску до пластового в закритій свердловині описується рівнянням:

$$P_{виб.i}^2 = P_{виб.0}^2 + \frac{Q \cdot \mu T_{пл} Z_{пл} P_{ам}}{2\pi \cdot K h T_{ст}} \ln \frac{2,25xt}{R_{с.пр}^2} + bQ^2 \quad (1)$$

де $P_{виб.0}$ - вибійний тиск перед зупинкою свердловини, МПа; $P_{виб.i}$ - поточний вибійний тиск після зупинки свердловини в момент t , МПа; Q - дебіт свердловини перед зупинкою, $\text{см}^3 / \text{с}$; μ - в'язкість газу в пластових умовах, МПа·с; $T_{пл}$ - пластова температура, К; $T_{ст}$ - стандартна температура, 293 К; $Z_{пл}$ - коефіцієнт надстисливості газу в пластових умовах; $P_{ам}$ - атмосферний тиск, МПа; K - коефіцієнт проникності пласта, мкм^2 ; h - ефективна товщина пласта, см; α - коефіцієнт п'єзопровідності пласта, $\text{см}^2 / \text{с}$; t - поточний час відновлення тиску, с; $R_{с.пр}$ - приведений радіус свердловини з врахуванням її гідродинамічної недосконалості, см; b - коефіцієнт рівняння припливу газу до вибою свердловин, $\left(\frac{\text{МПа}}{\text{см}^3 / \text{с}} \right)^2$

Теоретично процес відновлення вибійного тиску до статичного пластового є безкінечним. Однак в практиці газодинамічних досліджень вважається, що пластовий (статичний) тиск стабілізувався, якщо в момент t_1 манометри протягом певного відрізка часу Δt (наприклад однієї доби) не фіксують його зміни, тобто, якщо зміна тиску за період Δt менша чутливості манометрів ΔP [4, 5].

В даному випадку умову стабілізації пластового тиску можна виразити через параметр «С»:

$$\frac{d[P_{nl}^2 - (P_{nl} - \Delta P)^2]}{dt} = \frac{d(P_{nl}^2 - P_{виб.і}^2)}{dt} = C \quad (2)$$

Диференціюючи рівняння (1) по t , одержимо:

$$\frac{d(P_{іє}^2 - P_{дд.з}^2)}{dt} = \frac{Q \cdot \mu T_{іє} Z_{іє} P_{дд}}{2\pi \cdot Kh T_{нò} t} \quad (3)$$

Прирівнявши праві частини формул(2) і (3) і вважаючи, що час t відповідає часу умовної стабілізації пластового тиску в свердловині $t_{нò}$ одержимо:

$$\frac{Q \cdot \mu T_{nl} Z_{nl} P_{am}}{2\pi \cdot Kh T_{cm} t_{cm}} = C \quad (4)$$

Звідки:

$$t_{cm} = \frac{Q \cdot \mu T_{nl} Z_{nl} P_{am}}{2\pi \cdot Kh T_{cm} C} \quad (5)$$

Якщо величина Δt приймається в добах, то і час стабілізації t_{cm} також буде визначатись в добах.

Для визначення пластового тиску за даною методикою крива відновлення пластового тиску обробляється в координатах $P_{виб}^2 = f(\lg t)$.

По прямолінійній ділянці графіка визначається кутовий коефіцієнт β , який дорівнює:

$$\beta = \frac{2,3Q \cdot \mu T_{nl} Z_{nl} P_{am}}{2\pi \cdot Kh T_{cm}} \quad (6)$$

Із рівнянь (5) і (6) одержимо час стабілізації пластового тиску в добах:

$$t_{cm} = \frac{\beta}{2,3C} \quad (7)$$

Дана методика була апробована на таких газових родовищах як Шебелинське, Городоцьке, Макунівське та інших. У більшості випадків абсолютна похибка при визначенні пластового тиску не перевищувала 0,05-0,10 МПа. Таким чином, впровадження описаної вище методики визначення пластового тиску у газових свердловинах в умовах низькопроникних колекторів

дає можливість одержати об'єктивні дані для підрахунку запасів газу за методом падіння пластового тиску і для якісного аналізу розробки газового покладу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко В.С., Бойко Р.В. Підземна гідрогазомеханіка: підручник 2-ге вид. Львів: Апріорі, 2007. 452 с.
2. Кондрат Р.М., Кондрат О.Р., Дремлюх Н.С. Розробка та експлуатація газових і газоконденсатних родовищ: навч. посіб. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. 288 с.
3. Кондрат Р.М. Технологія розробки газових і газоконденсатних родовищ: підручник. Івано-Франківськ: Фоліант, 2021. 456 с.
4. Наукові та методичні засади дослідження пластових вуглеводневих систем для підрахунку запасів нафти і газу. В.О. Федішин, М.М. Бачник, В.Я. Сініцин та ін. Укр ДГРІ, Г.І. Рудько, В.І. Ловинюков – ДКЗ України. Київ – Львів – Черкаси. 2008. 168 с.
5. Технологія видобування, зберігання і транспортування нафти і газу: навч. посіб. /О.І. Акульшин, О.О. Акульшин, В.С. Бойко та ін. Івано-Франківськ: Факел, 2003. 434 с.

ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТОВИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Н. В. Дубей

кандидат геолого-мінералогічних наук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

О. В. Тарас

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

В статті викладені результати досліджень характеристик ґрунтових вод с. Високе. Описані основні фізичні і хімічні властивості підземних вод, їх хімічний склад. Представлені результати хімічних аналізів вод. Виконана оцінка антропогенного забруднення ґрунтових вод нітратами. Зроблені висновки щодо якості питної води, причин забруднення її сполуками азоту та способів його запобігання.

Ключові слова: підземні води, хімічні і фізичні властивості, хімічний склад.

STUDY OF PROPERTIES SOIL GROUNDWATER

N. V. Dubei

PhD (geology)

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 76019,
st. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, Ukraine

O. V. Taras

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 76019,
st. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The article presents the results of research into the characteristics of groundwater in the village. high The main physical and chemical properties of underground waters, their chemical composition are described. The results of chemical analyzes of water are presented. Assessment of anthropogenic contamination of ground water with nitrates was carried out. Conclusions were made regarding the quality of drinking water, the causes of its contamination with nitrogen compounds and ways to prevent it.

Key words: underground water, chemical and physical properties, chemical composition.

Фізичні і хімічні характеристики підземних вод, відповідність їх санітарним нормам, придатність до пиття мають дуже важливе значення для здоров'я людей.

Критерії якості питної води повинні відповідати гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості і нешкідливий хімічний склад. Слід віддавати перевагу воді з підземних джерел питного водопостачання, які ефективно захищені від біологічного, хімічного та радіаційного забруднення.

Мета роботи – дослідження характеристик і якості ґрунтових підземних вод з криниць с. Високе (Чортківський район Тернопільська область).

Для визначення хімічного складу вод, виявлення та оцінки їх корисних та шкідливих властивостей проводять хімічні аналізи підземних вод. У залежності від задач досліджень повнота і характер аналізу можуть бути різними.

З метою визначення загальної характеристики води, достатньої для висновку про її іонно-сольовий склад і для класифікації, проводять загальний аналіз води. Результати такого аналізу можуть бути використані досить широко. Загальний аналіз включає визначення шести основних компонентів води (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), густини і рН води і називається ще стандартним або шестикомпонентним [2].

У процесі проведення досліджень були відібрані проби ґрунтових підземних вод із п'яти криниць с. Високе Чортківського району Тернопільської області.

Визначення фізичних і хімічних властивостей вод, їх хімічного складу виконувалось у гідрогеологічній лабораторії Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Досліджуючи фізичні властивості підземних вод, можна зробити висновок, що води з усіх п'яти криниць є прозорими, без кольору, без запаху, без смаку. Густина вод визначені за допомогою ареометра і становлять від 995 кг/м^3 до 996 кг/м^3 , температура визначалась термометром і становила $11^\circ - 12^\circ \text{C}$.

Щодо хімічних властивостей, то показники рН, Eh були визначені за допомогою приладу «рН-метр мілівольтметр РН-121».

Реакція середовища, тобто лужно-кислотні властивості води визначаються концентрацією водневих іонів. Показник рН у досліджуваних водах змінювався в межах від 5,2 до 6, отже, середовище кисле у всіх пробах.

Окислювально-відновний потенціал Eh – є мірою окисно-відновної здатності системи. Оскільки значення $Eh = +210 \text{ mV}$ (у всіх пробах), отже геохімічна обстановка окисна.

Сумарний вміст розчинених у воді іонів солей і колоїдів характеризує ступінь мінералізації води. Вона виражається у грамах на 1 літр (дм^3) розчину.

Мінералізація або сухий залишок був визначений після випаровування відповідного об'єму досліджуваної води. Величина сухого залишку становить $0,8 - 0,9 \text{ г/дм}^3$, отже, згідно класифікації Вернадського, це води прісні.

У процесі досліджень вивчався хімічний склад ґрунтових підземних вод с. Високе. Зокрема, у лабораторних умовах визначені показники вмісту хлор-іонів, іонів магнію і кальцію, загальної лужності, сульфат-іонів. Вміст іонів натрію обчислювався аналітичним шляхом.

Визначення хлор-іонів проводилося методом титрування $0,1 \text{ н}$ розчином аргентум нітрату в присутності індикатора калій хромату. Провівши відповідні

розрахунки, ми отримали вміст іонів хлору в одиницях вимірювання мг-екв/л і мг/л. Оскільки даний показник знаходиться в межах гранично-допустимої концентрації (до 350 мг/л) по всіх пробах води (від 74,46 до 108,9 мг/л), то за вмістом іонів хлору вода придатна до вживання у всіх криницях [1].

Сумарний вміст іонів кальцію і магнію (загальна твердість води) визначався методом титрування 0,1 н розчину трилону Б у присутності індикатора хромогену чорного. Вміст іонів кальцію і магнію у п'яти пробах становить відповідно: 1-7,4; 2 - 6; 3 - 8,8; 4 - 7,4; 5 - 5,9 мг-екв/л. Згідно гранично-допустимої концентрації загальна твердість ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) має становити 3-7 мг-екв/л, інколи дозволяється до 10 мг-екв/л. Хоча даний показник досягає верхньої межі норми, вода є придатною для вживання. Вміст іонів кальцію також визначався методом титрування 0,1 н розчином трилону Б в присутності індикатора мурексиду. Вміст магній-іону розраховуємо аналітичним шляхом, як різницю між сумарним вмістом кальцію і магнію та вмістом кальцію.

Визначення загальної лужності підземних вод проводиться методом титрування проби води 0,1 н розчином соляної кислоти. У результаті проведених аналізів карбонатів у водах не виявлено. Вміст гідрогенкарбонатів становить для проб води: 1-5,5; 2-6; 3-6,5; 4-6,5; 5-5 мг-екв/л, що є в межах норми (для питної води загальна лужність повинна складати 0,5-6,5 мг-екв/л).

Для визначення сульфатів у підземних водах проводять фотометричне титрування 0,05 н розчином солі Мора. У результаті досліджень встановлено, що вміст сульфатів у досліджуваних водах змінюється від 7,68 до 58,59 мг/л, що є в межах норми.

Вміст натрію розрахований аналітичним шляхом. Відповідно вказаний процентний вміст катіонів і аніонів.

Для наочного зображення хімічного складу вод застосовують формулу Курлова [2].

У досліджуваних водах визначався вміст нітратів та вміст азоту нітратів і зроблено висновок про якість вод за даними показниками.

Щоб визначити забрудненість води сполуками азоту, у першу чергу, визначають вміст нітратного азоту (вміст нітратів). Цей параметр регулюється Державними санітарними нормами [1]. Згідно з гігієнічними вимогами до якості питної води, вміст в ній нітратів не повинен перевищувати 50 мг/л, азоту нітратів – 11 мг/л. Нітрати - це солі азотної кислоти, які можуть спричиняти токсичну дію на організм. Якщо вміст нітратів у питній воді перевищений, то її вживання може мати досить серйозні наслідки для здоров'я.

Визначення вмісту нітратів у досліджуваній воді проводилось на фотоелектричному колориметрі-нефелометрі при фіолетовому світлофільтрі.

Таблиця 1

Формула Курлова і тип води для досліджуваних вод

№ води	Формула Курлова	Тип води
№ 1	$M_{0,9} \frac{(HCO_3)_{35}(Cl)_{13}(SO_4)_2}{(Ca)_{42}(Mg)_5(Na)_3} pH5,2; Eh+210; T+11$	гідрокарбонатна кальцієва
№ 2	$M_{0,8} \frac{(HCO_3)_{36}(Cl)_{13}(SO_4)_1}{(Ca)_{31}(Na)_{14}(Mg)_5} pH5,4; Eh+210; T+11$	гідрокарбонатна кальцієва
№ 3	$M_{0,9} \frac{(HCO_3)_{35}(Cl)_{12}(SO_4)_1}{(Ca)_{38}(Mg)_9(Na)_1} pH5,3; Eh+210; T+11$	гідрокарбонатна кальцієва
№ 4	$M_{0,8} \frac{(HCO_3)_{38}(Cl)_{12}(SO_4)_1}{(Ca)_{23}(Mg)_{16}(Na)_{10}} pH6; Eh+210; T+12$	гідрокарбонатна кальцієва
№ 5	$M_{0,9} \frac{(HCO_3)_{27}(Cl)_{17}(SO_4)_4}{(Ca)_{27}(Na)_{18}(Mg)_4} pH5,5; Eh+210; T+11$	гідрокарбонатна кальцієва

У всіх пробах води вміст нітратів значно перевищує санітарні норми [1]. Про це можна вже було здогадатися ще на етапі підготовки розчину, забарвлення його було насичено жовтим. Для контролю було проведено також визначення вмісту нітратів у водопровідній воді. Забарвлення підготовленого розчину майже не було видно.

Висновки. В роботі викладені результати досліджень характеристик і якості ґрунтових підземних вод, взятих з криниць с. Високе Тернопільської області. Всі дослідження проводились в гідрогеологічній лабораторії ІФНТУНГ. Визначені фізичні і хімічні властивості вод, їх хімічний склад, вміст нітратів. Аналіз результатів досліджень дозволив зробити такі висновки.

1. Всі досліджувані води характеризуються нормальними фізичними властивостями. Вони є прозорі, без кольору, без запаху і без смаку. Густина складає 995 - 996 кг/м³, температура - 11° - 12°С.

2. За величиною мінералізації води є прісні. За рН - середовище кисле. За Eh –геохімічна обстановка окисна.

3. Визначено вміст макрокомпонентів, головних іонів у водах. Вміст хлор-іонів, іонів магнію і кальцію, загальної лужності, сульфат-іонів у всіх відібраних пробах є в межах гранично допустимих концентрацій.

4. За формулою Курлова встановлена назва підземних вод. Вода у криницях – гідрокарбонатна кальцієва.

5. Виконано оцінку забруднення підземних вод нітратами. Встановлено, що ґрунтові підземні води в значній мірі забруднені сполуками азоту. Зазвичай причина цього полягає, у першу чергу, у використанні великої кількості азотовмісних добрив і нерозумної господарської діяльності (наприклад, коли

колодязь знаходиться недалеко від місця стоків з полів). Нітрати потрапляють у ґрунт, звідти – в ґрунтові води, а з них – в свердловини і колодязі. У даній ситуації такий чинник впливу також слід розглядати, оскільки неподалік села є поля, де вирощують сільськогосподарські культури.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні санітарні норми і правила СанПіН 2.2.4-171-10.
2. Дубей Н.В. Гідрогеологія та інженерна геологія: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2010. 262 с.
3. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. Київ: Вища школа, 1972. 176 с.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ГЕРМАНІЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С₅ ПОЛЯ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА»

В. В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є. С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600,
м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, Україна

О. С. Дрешпак

кандидат технічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

П. С. Пащенко

кандидат геологічних наук

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,
49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2-а

У статті представлені результати досліджень германію у вугільному пласті на прикладі пласта с₅ поля шахти Павлоградська. У межах поля шахти «Павлоградська» концентрація германію по пласту с₅ в 6,08 рази перевищує кларк германію для кам'яного вугілля світу. Це свідчить про суттєве збагачення вугілля пласта германію і дозволяє розглядати його як цінне потенційне джерело отримання цієї стратегічної сировини. Встановлено невідповідність вибірки германію нормальному або логнормальному закону розподілу.

Ключові слова: вугільний пласт, германій, поле шахти, нормований вміст, полімодальність розподілу.

FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF GERMANIUM IN THE C₅ COAL SEAM OF PAVLOHRADSKA MINE FIELD

V. V. Ishkov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

Ye. S. Kozii

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19
Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

O. S. Dreshpak

Candidate of Technical Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

P. S. Pashchenko

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of
Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2A

The article presents the results of studies of germanium in the coal seam on the example of c₅ seam of the Pavlohradskа mine field. Within the boundaries of the Pavlohradskа mine field, the concentration of germanium in the c₅ seam is 6.08 times higher than the germanium clark for coal in the world. This indicates a significant enrichment of coal in the germanium seam and allows it to be considered as a valuable potential source of obtaining this strategic raw material. The non-compliance of the germanium sample with the normal or lognormal distribution law was established

Key words: coal seam, germanium, mine field, normalized content, polymodality of distribution.

Вступ. Актуальність вивчення германію у вугільних пластах обумовлена його потенціалом для промислового використання і, отже, його важливістю як стратегічної сировини. Найбільш важливими в промисловому застосуванні є напівпровідникові властивості германію, одного з найбільш поширених природних напівпровідникових матеріалів, що визначає його широке застосування в електроніці та електротехніці. Германій входить до числа 12 хімічних елементів, що відносяться до так званих елементарних або простих напівпровідників. Основним джерелом германію у багатьох країнах, включаючи Україну, Китай, Узбекистан, Канаду та США є вугілля [1]. Водночас стратегічне значення германійвмісних руд для сталого розвитку та оборони країни зазначено у рішенні Ради національної безпеки і оборони України від 16 липня 2021 року та Указі Президента України №306/2021 «Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави».

Останні досягнення. Попередні дослідження авторів були сфокусовані на аналізі розподілу «потенційно токсичних» та «токсичних» елементів у вугільних пластах Донбасу [2-3] й аналізі розподілу германію в деяких вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського району Донбасу [4-5].

Мета роботи полягає у встановленні особливостей просторового розподілу германію у вугільному пласті c₅ поля шахти «Павлоградська».

Результати роботи. У межах поля шахти «Павлоградська» концентрація германію по пласту c₅ змінюється від 8,8 г/т до 24,7 г/т, при середньому значенні $17,62 \pm 0,47$ г/т. Це в 6,08 рази перевищує кларк германію для кам'яного вугілля світу, який наведено у [6]. Медіанне і модальне значення вмісту Ge відповідно складає 18,05 г/т і 20,6 г/т. Стандартне відхилення, дисперсія вибірки, її ексцес і асиметричність відповідно дорівнюють 4,02 г/т, 16,18 г/т, -0,61 та -0,42. Для наочності та візуального аналізу характеру вибірки вмістів германію і встановлення особливостей їх розподілу була побудована гістограма (рис. 1).

Візуальний аналіз наведеної гістограми свідчить про: 1) невідповідність вибірки нормальному закону розподілу; 2) фіксується полімодальність розподілу нормованого вмісту германію; 3) спостерігається зсув ядра щільності розподілу вправо, у бік більш високих значень. Додатково було виконано

аналітичні розрахунки відповідності емпіричного розподілу досліджуваного параметру розподілу Гауса. С цією метою були розраховані критерії Колмогорова – Смірнова, Шапіро-Уїлка, Ліллієфорса та згоди хі-квадрат Пірсона. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність досліджуваної вибірки нормальному або логнормальному закону розподілу.

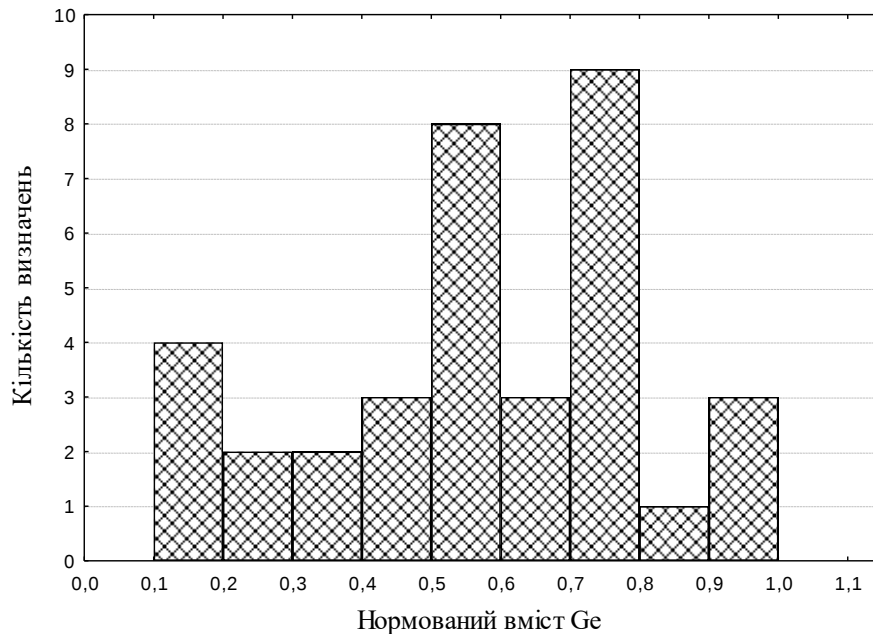


Рис. 1 Гістограма розподілу нормованого вмісту германію по пласту c₅ поля шахти «Павлоградська»

Для перевірки гіпотези про зв'язок змістів германію у вугільному пласті з його потужністю було виконано кореляційний та регресійний аналізи (рис. 2).

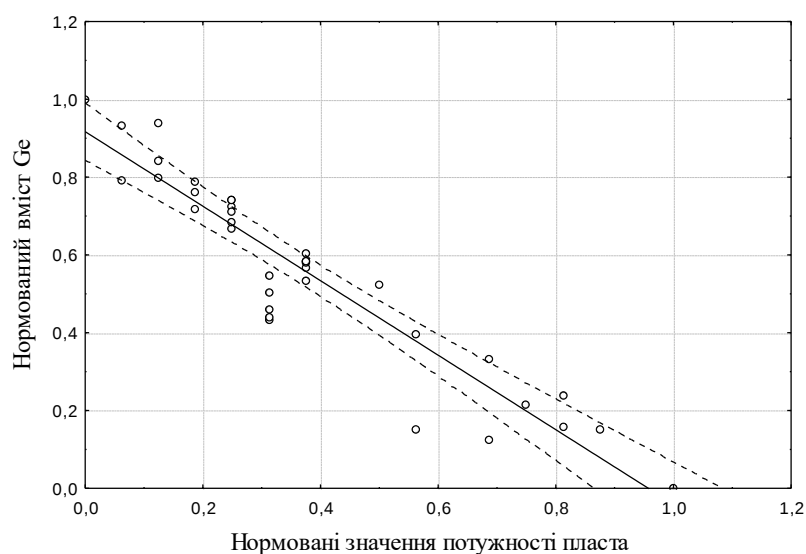


Рис. 2. Графік лінійного рівняння регресії між вмістом германію та потужністю вугільного пласта c₅ поля шахти «Павлоградська»

За результатами кореляційного аналізу встановлено зворотній та дуже тісний за шкалою Чеддока зв'язок між концентраціями германію та потужністю (m), при цьому коефіцієнт кореляції Пірсона дорівнює -0,94. За результатами регресійного аналізу було розраховане лінійне рівняння регресії:

$$Ge = 0,917 - 0,9577 \cdot m.$$

Висновки. Виконані дослідження дозволяють сформулювати наступні основні висновки: 1). У межах поля шахти «Павлоградська» концентрація германію по пласту с₅ змінюється від 8,8 г/т до 24,7 г/т, при середньому значенні 17,62±0,47 г/т, що в 6,08 рази перевищує кларк германію для кам'яного вугілля світу. Це свідчить про суттєве збагачення вугілля пласта германію і дозволяє розглядати його як цінне потенційне джерело отримання цієї стратегічної сировини. 2). Встановлено невідповідність вибірки германію нормальному закону розподілу, при цьому фіксується полімодальність розподілу нормованого вмісту германію що в свою чергу свідчить з одного боку про наявність у досліджуваному пласті різних форм його концентрації, які були реалізовані у конкретних геологічних умовах пласта с₅ шахти «Павлоградська», а з іншого – про загальний полігенний характер його накопичення у цьому пласті. Невідповідність вибірки германію закону розподілу Гауса свідчить що для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати його медіане значення. При цьому оцінка його ресурсів у пласті дещо зростає, що ще більше підвищує значення даного вугільного шару як комплексної мінеральної сировини. Доведена наявність зворотнього та дуже тісного кореляційного зв'язку між концентраціями германію та потужністю вугільного пласту с₅ поля шахти «Павлоградська» та розраховане рівняння регресії між цими параметрами дозволяє прогнозувати вміст германію без проведення нових випробувань та аналітичних досліджень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Method of clusterization of c₆ coal seam zones of different thickness in the Dniprovsk mine field by germanium concentration. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 163. pp. 5-15. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.163.005>
2. Kozii Ye.S. Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the c₁ coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Western Donbas. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2021. No.159. pp. 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
3. Ішков В.В., Козій Є.С. Розподіл арсену та ртуті у вугільному пласті k₅ шахти "Капітальна", Донбас. *Мінералогічний журнал*. 2021. №43(4). С. 73-86. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.073>

4. Ішков В.В., Козій Є.С., Козар, М.А., Чернобук, О.І. [Розподіл германію у вугільному пласті с₄ шахти «Самарська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268761). *Вісник Одеського національного університету. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2022. №2(41). С. 190-206. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268761](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268761)
5. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Pashchenko P.S. The relationship of germanium concentrations and the thickness of the c₈ⁿ coal seam of the Dniprovsk coal mine. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 162, pp. 164-176. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.162.164>
6. Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Germanium in coals. Syktyvkar. 2004. 216 p.

ЗВ'ЯЗОК МІЖ БЕРИЛІЄМ ТА ЗОЛЬНІСТЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ C₅ ПОЛЯ ШАХТИ ПАВЛОГРАДСЬКА

В. В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є. С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, Україна

О. С. Дрешпак

кандидат технічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

П. С. Пащенко

кандидат геологічних наук

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,

49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2-а

В ході проведеного дослідження встановлено невідповідність емпіричних вибірок розглянутих характеристик нормальному або логнормальному закону розподілу, фіксувалась полімодальність розподілу берилію та зольності. Встановлено високий та зворотний зв'язок між концентраціями берилію та зольності. Розраховане рівняння регресії дозволяє прогнозувати зміни концентрацій берилію у вугільному пласті c₅ поля шахти «Павлоградська».

Ключові слова: германій, вугільний пласт, рівняння регресії, коефіцієнт кореляції, нормований вміст.

THE RELATIONSHIP BETWEEN BERYLLIUM AND ASH IN THE C₅ COAL SEAM OF THE PAVLOHRADSKA MINE FIELD

V

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

V. Ishkov

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

S. Kozii

Candidate of Technical Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

S. Dreshpak

Candidate of Geological Sciences

S. Pashchenko

During the conducted research, it was established that the empirical samples of the considered characteristics did not conform to the normal or lognormal law of distribution, and the polymodality

26

Сучасні проблеми гірничої геології та геоєкології, 26.11 – 27.11.2024

u

t

e

of the distribution of beryllium and ash content was recorded. A high and inverse relationship between beryllium concentrations and ash content was established. The calculated regression equation makes it possible to predict changes in beryllium concentrations in the c₅ coal seam of the Pavlohradskа mine field.

Key words: germanium, coal seam, regression equation, correlation coefficient, normalized content.

Вступ. Актуальність вивчення особливостей вмісту берилію у вугільному пласті згідно з нормативними документами полягає у його приналежності до так званих «потенційно токсичних» елементів, які мають бути обов'язково досліджені у вугіллі.

Останні досягнення. Раніше у вугіллі багатьох пластів різних геолого-промислових районів Донбасу переважно досліджувалися токсичні та потенційно токсичні елементи [1-12]. У той же час, дослідження зв'язку між вмістами берилію та значеннями зольності (A^d) у вугільному пласті c₅ поля шахти «Павлоградська» раніше не виконувалися.

Мета роботи: полягає у дослідженні зв'язку концентрацій берилію та значень A^d у вугільному пласті c₅ поля шахти «Павлоградська».

Методика досліджень. Фактологічною основою роботи були результати 83 кількісних спектральних аналізів берилію та визначень A^d виконаних після 1981р. в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій України з матеріалу пластових проб отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями та особисто авторами.

Результати досліджень. Було виконано аналітичні розрахунки відповідності емпіричних розподілів досліджуваних компонентів розподілу Гауса. Для цього були розраховані критерії Ліллієфорса, Шапіро-Уїлка, Колмогорова – Смірнова та згоди хі-квадрат Пірсона. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність досліджуваних вибірок нормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмістів берилію та значень A^d замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанні значення. За результатами кореляційного аналізу встановлено зворотний тісний зв'язок між концентраціями берилію та визначеннями A^d , при цьому коефіцієнт кореляції Пірсона дорівнює -0,84. За результатами регресійного аналізу розраховане лінійне рівняння регресії:

$$Be = 0,9088 - 0,8963 \cdot A^d$$

Графік рівняння регресії наведено на рис. 1.

Автори інтерпретують результати досліджень у геологічному сенсі як типовий прояв накопичення суттєво переважної частини окремих хімічних елементів органічної складовою вугільного пласту.

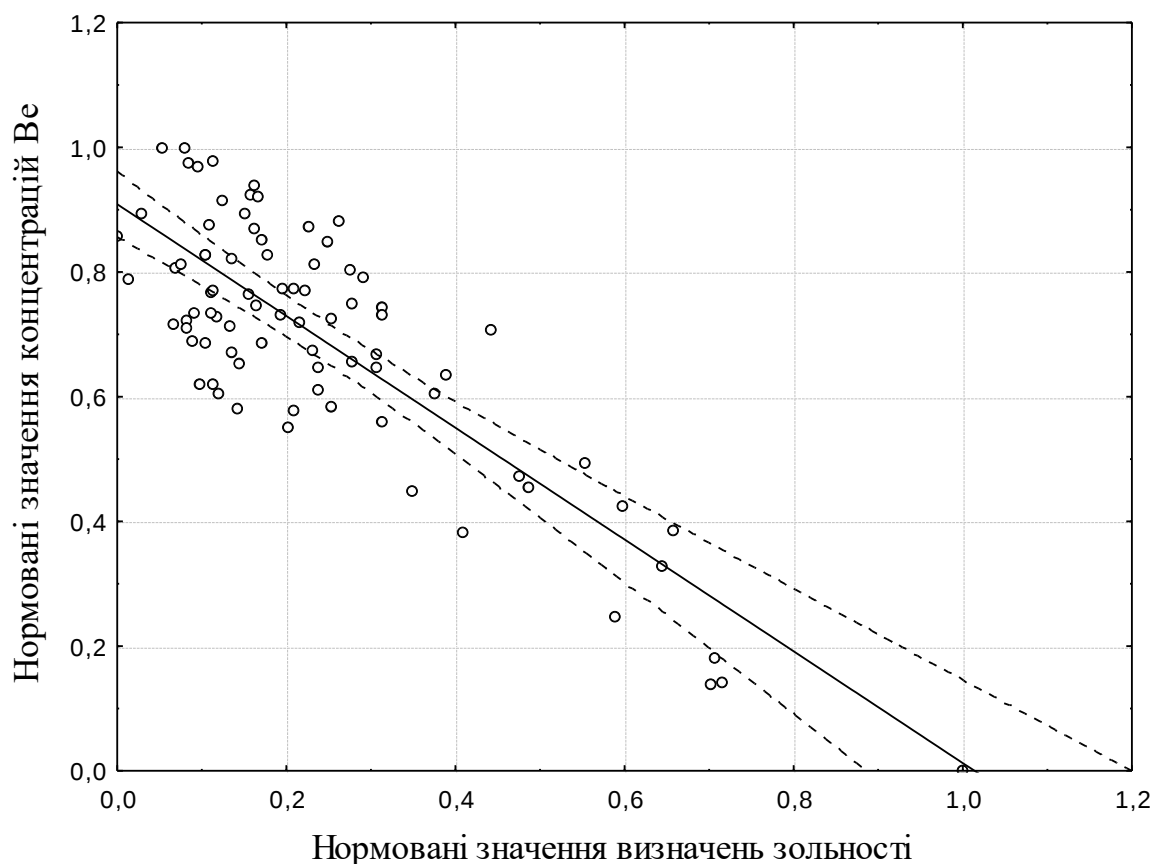


Рис. 1. Графік лінійної регресії між нормованими значеннями концентрацій берилію та визначеннями A^d у вугільному пласті c_5 шахти «Павлоградська»

Висновки. Аналіз виконаних досліджень свідчить про:

- 1) невідповідність емпіричних вибірок розглянутих характеристик нормальному закону розподілу та наявність полімодальності у розподілі Be та A^d ;
- 2) встановлено тісний та зворотний зв'язок між концентраціями Be та A^d ;
- 3) розраховане рівняння регресії дозволяє досить точно прогнозувати зміни концентрацій берилію у вугільному пласті c_5 поля шахти «Павлоградська» за значеннями його зольності.
- 4) Для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмістів берилію та значень A^d замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати їх медіанні значення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно

- токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. №136. С. 74-86.
2. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I. Geochemical peculiarities of germanium, arsenic, mercury, beryllium, fluorine and total sulfur in the c₈^H coal seam of the Dniprovsk mine field. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2023. №164. pp. 21-36. <https://doi.org/10.15407/geotm2023.164.021>
 3. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Method of clusterization of c₆ coal seam zones of different thickness in the Dniprovsk mine field by germanium concentration. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. №163. С. 5-15. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.163.005>
 4. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Pashchenko P.S. The relationship of germanium concentrations and the thickness of the c₈^H coal seam of the Dniprovsk coal mine. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. №162. С. 164-176. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.162.164>
 5. Чернобук О.І., Ішков В.В., Козій Є.С., Козар М.А., Дрешпак О.С. Особливості зв'язку концентрацій германію із вмістом токсичних елементів й сірки загальної у вугільному пласті c₅ в шахті «Тернівська». Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». 2023. №1(29). С. 14-23. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2023-1\(29\)-14-23](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2023-1(29)-14-23)
 6. Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І., Хоменко В.Л. Результати кластеризації ділянок різної потужності вугільного пласта c₁₀^B шахти «Дніпровська» за вмістом германію. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна»*. 2022. №1(27)-2(28). С. 107-115. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1\(27\)-2\(28\)-107-115](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-107-115)
 7. Kozii Ye.S. Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the c₁ coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Western Donbas. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2021. No. 159. pp. 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
 8. Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І. Аналіз впливу потужності вугільного пласта c₈^H шахти Дніпровська на вміст германію. *Збірник наукових праць НГУ*. 2022. № 70. С. 76-90. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/70.076>
 9. Ішков В.В., Козій Є.С., Козар М.А., Чернобук О.І. Розподіл германію у вугільному пласті c₄ шахти «Самарська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Вісник Одеського національного університету. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2022. Т. 27, вип. 2(41), С. 190-206. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268761](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268761)
 10. Kozii Ye.S. Toxic elements in the c₁ coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Donbas. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2021. No. 158. pp. 103-116. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.158.103>
 11. Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І., Козар М.О., Дрешпак О.С. Про зв'язок між концентрацією германію і вмістом токсичних елементів та сірки загальної у вугільному пласті c₈^H шахти «Дніпровська». *Збірник наукових праць НГУ*. 2022. № 71. С. 145-159. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/71.145>
 12. Ішков В.В., Козій Є.С. Розподіл арсену та ртуті у вугільному пласті k₅ шахти "Капітальна", Донбас. *Мінералогічний журнал*. 2021. Т. 43, № 4. С. 73-86. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.073>

ПРО МЕРКУРІЙ У НАФТАХ ДЕЯКИХ РОДОВИЩ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

В. В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є. С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, Україна

О. С. Дрешпак

кандидат технічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

П. С. Пащенко

кандидат геологічних наук

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,

49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2-а

Представлені результати розробки природної класифікації родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини за вмістом концентрацій меркурію на основі кластерного аналізу. Приведена класифікація дозволить встановлювати першочерговість до розробки родовищ нафти з метою подальшої реалізації цього металу, як супутньої сировини, а також можливість визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива.

Ключові слова: меркурій, нафта, кластерний аналіз, екологічні ризики.

ABOUT MERCURY IN THE OILS OF SOME DEPOSITS OF THE DNIPRO-DONETSK DEPRESSION

V

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

V. Ishkov

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

S. Kozii

Candidate of Technical Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

S. Dreshpak

P. S. Pashchenko

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2A

The results of the development of a natural classification of oil deposits of the Dnipro-Donetsk basin according to the content of mercury concentrations based on cluster analysis are presented. The given

classification will make it possible to establish priority for the development of oil fields with the aim of further sale of this metal as an accompanying raw material, as well as the opportunity to determine the environmental risks of using these oils as raw materials for the production of petroleum products and, first of all, gasoline and diesel fuel.

Key words: mercury, oil, cluster analysis, environmental risks.

Вступ. Дослідження вмісту ртуті у сирій нафті є надзвичайно важливим процесом для безпеки та збереження довкілля і здоров'я. Як відомо, ртуть є токсичним хімічним елементом, що може негативно впливати на людей, тварин та навколишнє середовище. У сирій нафті ртуть може бути присутній у невеликих кількостях через його природне походження або внаслідок контакту з ртутью під час видобутку, транспортування та переробки нафти. Крім того, ртуть може використовуватись у процесі видобування нафти для підвищення ефективності свердловин. Визначення вмісту ртуті у сирій нафті дозволяє контролювати рівень забруднення та вживати необхідні заходи для його усунення, що є важливим для запобігання забрудненню повітря, водних ресурсів та ґрунту під час переробки нафти. До того ж, контроль рівня ртуті у нафті сприяє забезпеченню безпеки працівників, які займаються видобуванням та переробкою нафти.

Останні досягнення. Раніше автори досліджували геохімічні особливості окремих металів у нафтах з деяких родовищ Дніпровсько-Донецької западини та обґрунтували створення природної класифікації цих нафтових родовищ за допомогою методів кластеризації, залежно від вмісту металів [1-7]. Вивчення металів, особливо ртуті, у нафті з різних родовищ України, дає змогу визначити їхні генетичні особливості та екологічні наслідки використання. Це є актуальним завданням, вирішення якого сприятиме розробці комплексу прогностичних критеріїв для виявлення скупчень вуглеводнів, а також науково обґрунтованої геолого-економічної та екологічної оцінки їх використання.

Мета роботи. За результатами кластерного аналізу значень концентрацій ртуті розробити природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за його вмістом.

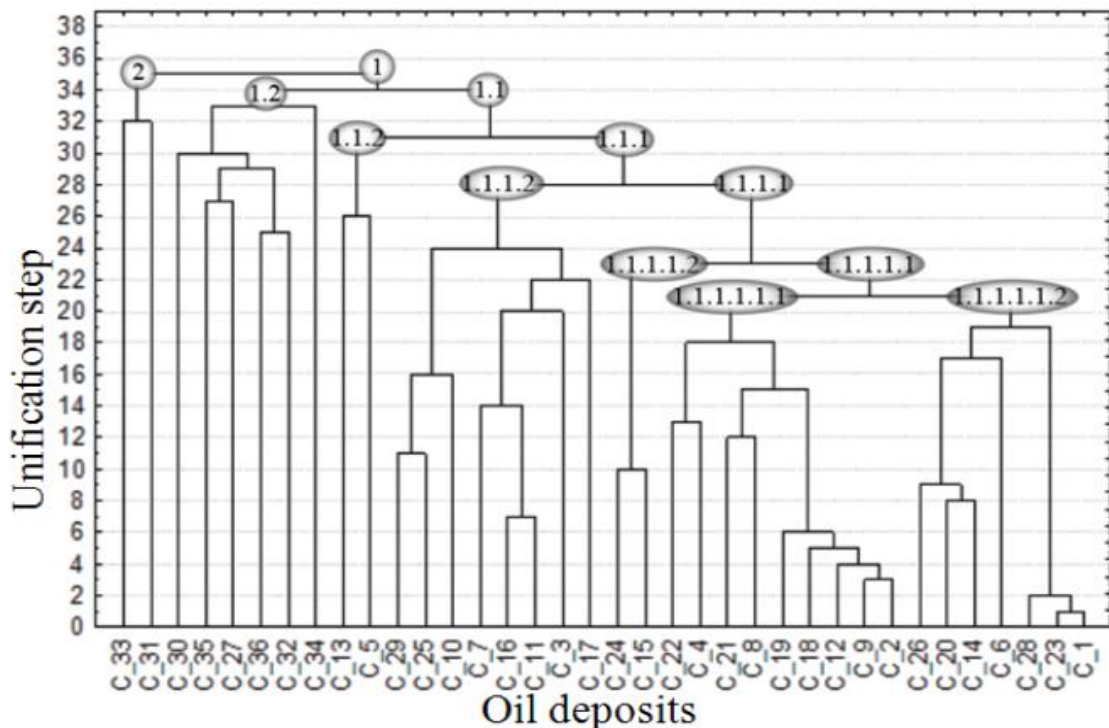
Результати роботи. Фактологічною основою роботи були результати аналізів вмісту ртуті і інших металів у нафтах з 36 родовищ. На основі застосування методу зваженого центроїдного кластерного аналізу, як найбільш оптимального для розробки класифікації родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини за вмістом металів, авторами роботи була побудована дендрограма (рис. 1), яка відбиває взаємну природну ієрархію аналізованих родовищ за концентрацією ртуті.

Аналіз дендрограми кластеризації родовищ за вмістом ртуті дозволяє візуально виділити сім груп кластерів: 1.1.1.1.1, 1.1.1.1.2, 1.1.1.2, 1.1.2, 1.2 і 2. Кластер 1.1.1.1.1 сформований Талалаївським, Качалівським, Солохівським, Куличихінським, Прилуцьким, Ліповодолинським, Малосорочинським, Софіївським і Суходолівським родовищами з аномально низькими значеннями вмісту ртуті у нафтах від 0,0007 ppm (Талалаївське родовище) до 0,01 ppm (Суходолівське, Софіївське, Малосорочинське, Ліповодолинське та Прилуцьке родовища), при середньому вмісту по кластеру 0,007. Низькі значення вмісту від 0,02 ppm (Бахмачське родовище) до 0,035 ppm (Щуринське родовище) у нафтах пов'язані з родовищами Бахмачським, Тростянецьким, Ярошівським, Перекопівським, Солонцівським, Щуринським та Карайкозовським кластера 1.1.1.1.2, з середнім вмістом цього елемента по кластеру 0,026 ppm. Кластер 1.1.1.2 складений родовищами Прокопенківським і Турутинським із вмістом ртуті нижче середнього – 0,05 ppm. Кластер 1.1.2 представлений родовищами Распашновським, Краснозаярським, Матлаховським, Радченковським, Коробочкинським, Монастиріщенським, Західно-Харьковцівським та Хухрянським з вмістами ртуті у нафтах від 0,14 ppm (Распашновське родовище) до 0,2 (Західно-Харьковцівське і Хухрянське родовища), із середнім значенням вмісту по кластеру – 0,18 ppm. Кластер 1.1.2 представлений родовищами Кременівським та Ново-Миколаєвським з відповідними вмістами ртуті у нафтах 0,323 ppm – 0,39 ppm, із середніми концентраціями по кластеру вище середнього по загальній вибірці родовищ – 0,36 ppm. Кластер 1.2 сформований родовищами Кибицівським №52, Сагайдацьким №1, Кибицівським №56, Юр'ївським, Кибицівським №5 і Кибицівським №1 у яких вміст ртуті у нафтах коливається з 0,7 ppm (родовище Кибицівське №52) до 1,4 ppm (родовище Кибицівське №1) та загальним високим середнім вмістом по кластеру – 1,14 ppm. Два родовища Сагайдацьке №13 і Кибицівське №51 з аномально високим вмістом ртуті у нафтах відповідно від 3,0 ppm до 3,4 ppm формують кластер 2 із середнім значенням 3,2 ppm.

За результатами кластерного аналізу вибіркові середні значення концентрацій ртуті, що значимо відрізняються між окремими родовищами чи групами родовищ в установлених рядах можна інтерпретувати в термінології якісної оцінки, як: аномально низькі; низькі; нижче середніх; середні; вище середніх; високі; аномально високі. Реалізація такого підходу, у свою чергу, дає можливість запропонувати природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за вмістом ртуті, яку наведено у таблиці 1.

Приведена класифікація дозволить встановлювати першочерговість до розробки родовищ нафти з метою подальшої реалізації ртуті, як супутньої

сировини, а також можливість визначати екологічні ризики використання цих нафт як сировини для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, дизельного палива та бензину.



Умовні позначення: 1, 2, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3 – кластери; перелік родовищ: С_1 – Бахмачське, С_2 – Прилуцьке, С_3 – Краснозаярське, С_4 – Качалівське, С_5 – Кременівське, С_6 – Карайкозівське, С_7 – Коробочкинське, С_8 – Куличихінське, С_9 – Липоводолінське, С_10 – Монастирищенське, С_11 – Матлаховське, С_12 – Малосорочинське, С_13 – Ново-Миколаївське, С_14 – Перекопівське, С_15 – Прокопенківське, С_16 – Радченковське, С_17 – Распашнівське, С_18 – Софіївське, С_19 – Суходолівське, С_20 – Солонцівське, С_21 – Солохівське, С_22 – Талалаївське, С_23 – Тростянецьке, С_24 – Турутинське, С_25 – Харківцівське, С_26 – Щуринське, С_27 – Юр'ївське, С_28 – Ярошівське, С_29 – Хухрянське, С_30 – Сагайдацьке №1, С_31 – Сагайдацьке №13, С_32 – Кибицівське №5, С_33 – Кибицівське №51, С_34 – Кибицівське №52, С_35 – Кибицівське №56, С_36 – Кибицівське №1

Рис. 1. Дендрограма результатів кластеризації зваженим центроїдним методом родовищ по вмісту меркурію у нафтах

Висновки. Вміст меркурію в пробах нафти з 36 родовищ найбільш значущої нафтогазової провінції України - Дніпровсько-Донецької западини, мають істотні варіації (відмінність значних середніх концентрацій за вибірками із проаналізованих родовищ складає більше трьох порядків) при середньому значенні в $0,437 \pm 0,133$ ppm. Враховуючи значення концентрації меркурію для фундаментальних наукових розробок в області походження нафти, отримані результати можуть опосередковано свідчити про реалізацію кількох генетичних моделей її формування в даному регіоні.

**Природна класифікація родовищ нафти Дніпровсько-Донецької западини
за вмістом ртуті**

№ п.п.	Вміст ртуті (якісна оцінка вмісту; вміст від/до у ppm; середній вміст у ppm)	Назва родовища
1	2	3
1	аномально низькі значення; 0,0007/0,01; 0,0074	Талалаївське, Качалівське, Солохівське, Куличихінське, Прилуцьке, Ліповодолинське, Малосорочинське, Софіївське, Суходолівське
2	низькі значення; 0,02/0,035; 0,026	Бахмачське, Тростянецьке, Ярошівське, Перекопівське, Солонцівське, Щуринське, Карайкозовське
3	значення нижче середніх; 0,05/0,05; 0,05	Прокопенківське, Турутинське
4	середнє значення; 0,144/0,2; 0,177	Распашновське, Краснозаярське, Матлаховське, Радченковське, Коробочкинське, Монастиріщенське, Західно-Харьковцівське, Хухрянське
5	значення вище за середнє; 0,323/0,39; 0,356	Кременівське, Ново-Миколаївське
6	високе значення; 0,7/1,4; 0,141	Кибицівське №52, Сагайдацьке №1, Кибицівське №56, Юр'ївське, Кибицівське №5
7	аномально високі значення; 3,0/3,40; 3,20	Сагайдацьке №13, Кибицівське №51

За результатами кластерного аналізу вибіркові середні значення концентрацій ртуті, що значимо відрізняються між окремими родовищами чи групами родовищ в установлених рядах можна інтерпретувати в термінології якісної оцінки, як: аномально низькі; низькі; нижче середніх; середні; вище середніх; високі; аномально високі. Реалізація такого підходу, у свою чергу, дає можливість запропонувати природну класифікацію родовищ Дніпровсько-Донецької западини за вмістом ртуті.

На основі проведених досліджень розроблено першу природну класифікацію родовищ Східного нафтогазоносного регіону України за вмістом ртуті.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Bartashevskiy S.Ye. Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). *Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology*. 2021. No. 1(25)-2(26). pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)

2. Ishkov V.V., Kozii, Ye.S., Kozar, M.A. Development of classifications of oil deposits by the content of metals (on the example of the Dnipro-Donetsk depression). *Mineral resources of Ukraine*. 2023. No. 1. pp. 23-34. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.1.23-34>
3. Ishkov V.V., Kozii, Ye.S., Kozar, M.A. Geochemistry features of aluminum in oils and classification of the deposits of the Dnipro-Donetsk depth according to its content. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*. 2023. No. 1(42). pp. 131-147. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1\(42\).282244](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1(42).282244)

ПРОСТОРОВЕ ПОШИРЕННЯ ІЛЬМЕНІТУ І ЦИРКОНУ В КОРІ ВИВІТРЮВАННЯ МИХАЙЛІВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ

М. С. Ковальчук

доктор геологічних наук

Т. М. Сокур

кандидат геолого-мінералогічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

Представлено результати дослідження просторової мінливості вмісту ільменіту і циркону в корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту в межах Михайлівської ділянки, яка розташована в межах Воронівського масиву. Результати досліджень представлено у вигляді відповідних картографічних побудов. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між вмістом ільменіту і циркону.

Ключові слова: Воронівський масив габро-норитів, Михайлівська ділянка, кора вивітрювання, ільменіт, циркон, вміст, просторове поширення.

SPATIAL DISTRIBUTION OF ILMENITE AND ZIRCON IN THE WEATHERING CRUST OF THE MIKHAILIVSKA SITE

M. S. Kovalcuk

Doctor of Geological Sciences

T. M. Sokur

Candidate of geological-mineralogical Sciences

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 01601, Kyiv, str. O. Honchara 55-b

The results of the study of the spatial variability of the ilmenite and zircon content in the crust of the weathering of the crystalline rocks of the basement within the boundaries of the Mykhailivsk site, which is located within the Voroniv massif, are presented. The research results are presented in the form of corresponding cartographic constructions. The direction and strength of correlations between the content of ilmenite and zircon were studied.

Key words: Voroniv massif of gabbro-norites, Mykhailivska site, weathering crust, ilmenite, zircon, content, spatial distribution.

Михайлівська ділянка знаходиться в межах площі території поширення габроїдів Воронівського масиву габро-норитів, який прориває трахітоїдні порфіробластичні граніти і структурно приурочений Захарівському регіональному розлому [1]. В геологічній будові беруть участь породи кристалічного фундаменту, їх кора вивітрювання та осадові утворення палеогену, неогену і четвертинної системи. Кристалічні породи представлені габро-норитами і норитами в яких поширена апатит-титанова мінералізація [1]. Габро-норити і норити зазнали вивітрювання внаслідок якого утворилася каолінова кора вивітрювання площового типу.

У габро-норитах, поширених у південній частині вміст TiO_2 коливається від 0,8 до 4,2%, P_2O_5 – від 0,5 до 2,1% [1]. Кора вивітрювання збереглася від розмиву в північно-західній частині тіла габро-норитів. Глибина залягання кори вивітрювання – 231 м, товщина – 56 м, вміст ільменіту – 886 $\text{кг}/\text{м}^3$ [1]. У норитах, поширених у північній частині вміст TiO_2 від 1,5% до 2,5, P_2O_5 до 1,6% [1]. Кора вивітрювання поширена повсюдно, однак вміст ільменіту низький – 35 $\text{кг}/\text{м}^3$ при середній товщині елювію 4,1 м і глибині залягання 22,6 м [1]. Породи осадового чохла представлені пісками та глинами нижнього-середнього еоцену, пісками харківської та полтавської світ, четвертинними суглинками. Підвищених концентрацій ільменіту в цих осадових утвореннях не виявлено.

На основі координат свердловин, їх опису і результатів опробування нами досліджено латеральне поширення середнього вмісту ільменіту і циркону у межах Михайлівської ділянки (рис. 1).

Підвищений середній вміст ільменіту в елювії поширений у вигляді смуги у близькому до широтного напрямку з ореолом найбільшого його вмісту в центральній частині ділянки, натомість підвищений середній вміст циркону поширений у вигляді смуги північно-східного – південно-західного простягання з окремими локальними ділянками максимального середнього вмісту.

Загалом середній вміст ільменіту в корі вивітрювання Михайлівської ділянки становить 2,0-124,71 $\text{кг}/\text{м}^3$; циркону 0,03-2,67 $\text{кг}/\text{м}^3$. Кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту і циркону прямий, слабкий (+0,26).

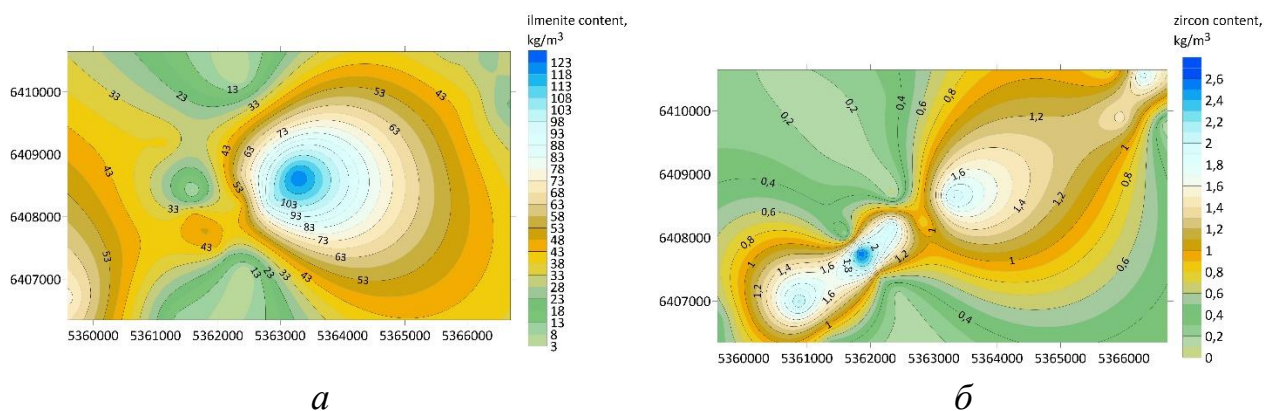
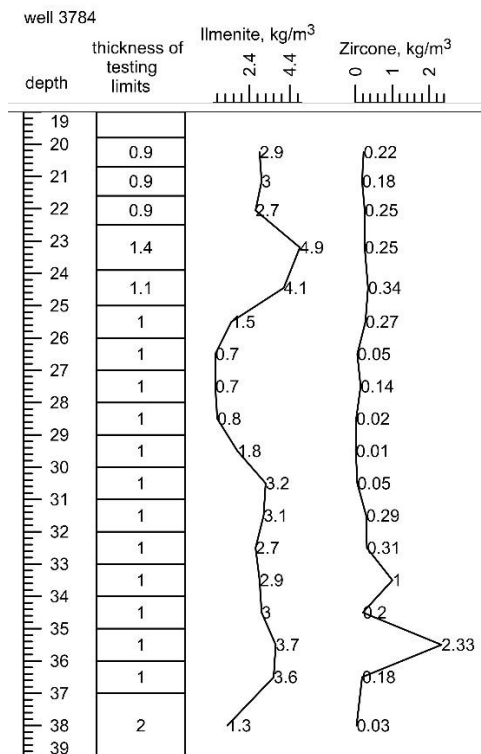
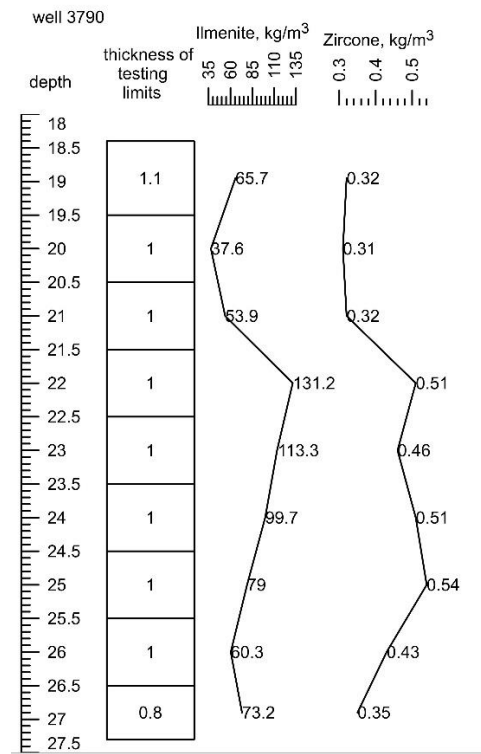


Рис. 1. Латеральне поширення середнього вмісту ($\text{кг}/\text{м}^3$) ільменіту (а) і циркону (б) в корі вивітрювання Михайлівської ділянки

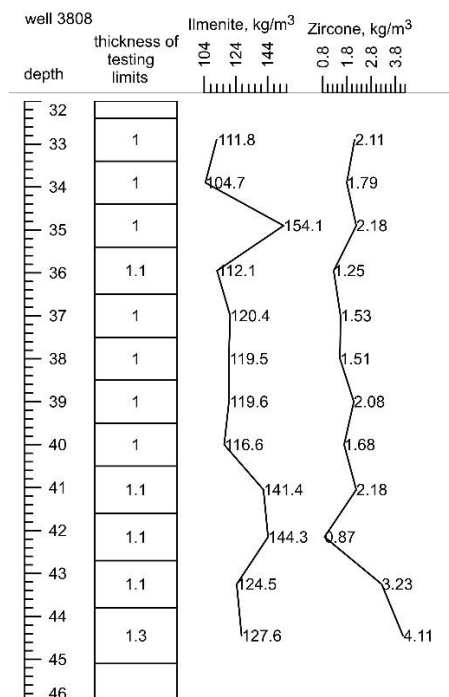
Нами також досліджено розподіл вмісту ільменіту і циркону у вертикальному перетині кори вивітрювання (рис. 2). Розподіл мінералів у вертикальному перетині свердловин здебільшого рівномірний з одним або двома рівнями збільшення їх вмісту, приурочених до нижньої і верхньої частин розрізу елювію. Напрямок і сила кореляційних зв'язків між ільменітом і цирконом у сверд-



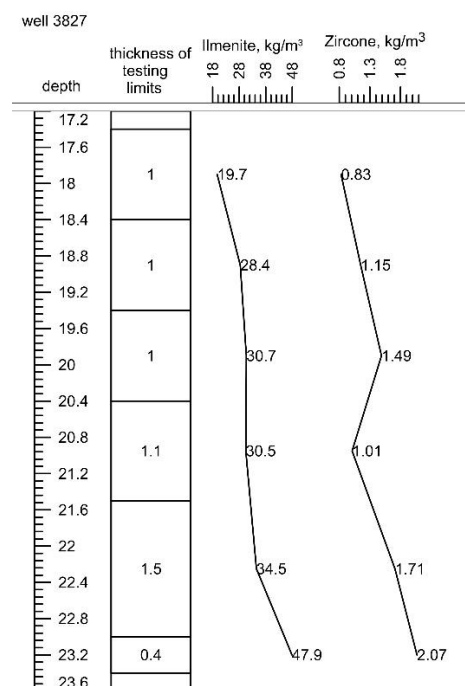
a



б



в



г

Рис. 2. Розподіл вмісту (кг/м³) ільменіту і циркону у вертикальному перетині свердловин, що розкрили кору вивітрювання. Свердловини 3774 (а), 3790 (б), 3808 (в), 3827 (г)

ловинах різний: відсутній (рис. 2 в); прямий помірний (+0,34) – рис. 2 а; прямий сильний (+0,74, +0,93) – рис. 2, б і 2, в відповідно.

Висновки. Латеральний і вертикальний розподіл вмісту ільменіту і циркону в корі вивітрювання Михайлівської ділянки обумовлений геологічною її будовою і розподілом цих мінералів у різних петротипах порід кристалічного фундаменту.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скоробач В.І. Звіт про результати пошуків нових розсіпних та залишкових родовищ ільменіту в межах площі розповсюдження основних порід Новомиргородського та Вороновського масивів за 1977–1979 рр. Черкаси. 1979.

FEATURES OF THE STATISTICAL RELATIONSHIP OF GERMANIUM WITH ASH CONTENT OF THE COAL SEAM C₄ «SAMARSKA» MINE OF WESTERN DONBAS

Ye. S. Kozii

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19
Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

The relationship between the germanium content and the ash content of coal seam c₄ of the Samarska mine in the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Western Donbas was studied and analyzed. The correlation coefficient between the germanium content and the ash content of the coal formally indicates the presence of a weak direct correlation. The analysis of the constructed graph of the regression equation between coal ash content and germanium concentration shows the complex character of this relationship, which is due to the mineral features of the phase composition of the inorganic component of coal.

Key words: germanium, coal seam, ash content of coal, regression equation, mine field.

ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ІЗ ЗОЛЬНІСТЮ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА C₄ ШАХТИ «САМАРСЬКА» ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Є. С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19
Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25

Досліджено та проаналізовано зв'язок між вмістом германію і зольністю вугілля пласта c₄ шахти Самарська Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Західного Донбасу. Коефіцієнт кореляції між вмістом германію та зольністю вугілля пласта вказує формально на наявність слабого прямого кореляційного зв'язку. Аналіз побудованого графіку рівняння регресії між зольністю вугілля та концентрацією германію свідчить про складний характер цього зв'язку, що обумовлений мінеральними особливостями фазового складу неорганічної складової вугілля.

Ключові слова: германій, вугільний пласт, зольність вугілля, рівняння регресії, поле шахти.

Coal is the most important source of germanium in Ukraine. For an objective geological and economic assessment of the possibility of simultaneous extraction of germanium from coal, waste and products of its processing and planning of the most effective organizational and technical measures in this regard, first of all it is necessary to have information about the character of the distribution and the level of concentration of this element in coal and coal-bearing rocks. In order to obtain such

information, detailed studies of the distribution of germanium over the area and in the cross-section of the coal seam c_4 of the Samarska mine field were performed.

The research relevance of the germanium content in coal seams is due to the possibility of its industrial extraction and use as a valuable accompanying component [1].

The special relevance of the conducted research is given by the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated July 16, 2021 "About stimulating the search, extraction and enrichment of minerals that have strategic importance for the sustainable development and defense capability of the state" and the Decree of the President of Ukraine No. 306/2021, which implements this decision in effect. In these documents, Ge ores are included in the list of strategic importance for the sustainable development and defense capability of the state.

Analysis of previous studies. Previously, the peculiarities of the distribution of "small elements" that belong to the group of "toxic and potentially toxic elements" in the coal seams of some mines and geological and industrial areas of Donbas were investigated [2]. In work [3], the main regularities of the distribution of germanium over the area and in the cross-section of some coal seams of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Donbas were considered.

The purpose of the research. This work is devoted to the establishment and analysis of the relationship between germanium concentrations and the ash content of coal seam c_4 of the "Samarska" mine.

Research methods. An important feature of geochemical research is the impossibility of directly observing the processes of migration of chemical compounds, their dispersion and concentration in geological objects at different hierarchical levels. In such cases, consideration of the dynamics of geochemical processes is traditionally performed by comparing statistical data and analyzing cartographic materials regarding the distribution of chemical elements and their compounds in the objects under consideration. Further, the obtained results are interpreted taking into account physico-chemical and geological features. That is, obtaining information about the distribution of chemical elements in geological objects is the first stage of research, which goes from the generalization of the actual material, through its theoretical understanding to the verification of the revealed regularities by research. Germanium content was determined by quantitative emission spectral analysis. With the help of Excel and Statistica 16.0 programs, at the initial stage of processing primary geochemical information, the values of the main descriptive statistical indicators were calculated, frequency histograms of the content were constructed and the germanium distribution law was established. The number of statistical "windows" was calculated according to the Sturges' formula. During the construction of graphs and calculation of correlation

coefficients, all values of germanium concentrations and coal ash content were normalized according to the formula:

$$X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}}),$$

where, X_i is the result of a single determination of the concentration of the element, X_{max} - is the result of the maximum determination of the concentration of the element;

X_{min} - is the result of the minimum determination of the concentration of the element;

Rationing was carried out to bring the samples to one scale.

Research results and discussion. Within the field of the Samarska mine, the concentration of germanium in coal seam c_4 varies from 1.3 g/t to 23.5 g/t. The average arithmetic value of the germanium content in the seam is 7.3 g/t.

The correlation coefficient between the germanium and ash content of the seam is 0.22, which indicates the existence of a weak direct correlation between them according to the Chedok scale. It should be noted that despite its small value, this correlation coefficient, as in the previous case, is statistically significant at a confidence interval of 0.95. Linear regression equation that characterizes the relationship between these parameters: $Ge = 0.2082 + 0.2293 \times Ad$ (the graph of the equation is shown in Fig. 1). At the same time, we believe that the relationship between these indicators is more realistically characterized by the polynomial cubic regression model: $Ge = 2226 + 0.5887 \times Ad - 2.6995 \times Ad^2 + 2.8339 \times Ad^3$ (the graph of the equation is shown in Fig. 2).

When considering in detail the features of the distribution of germanium in coal seams, it is obvious that it is necessary to take into account the probable forms of this element.

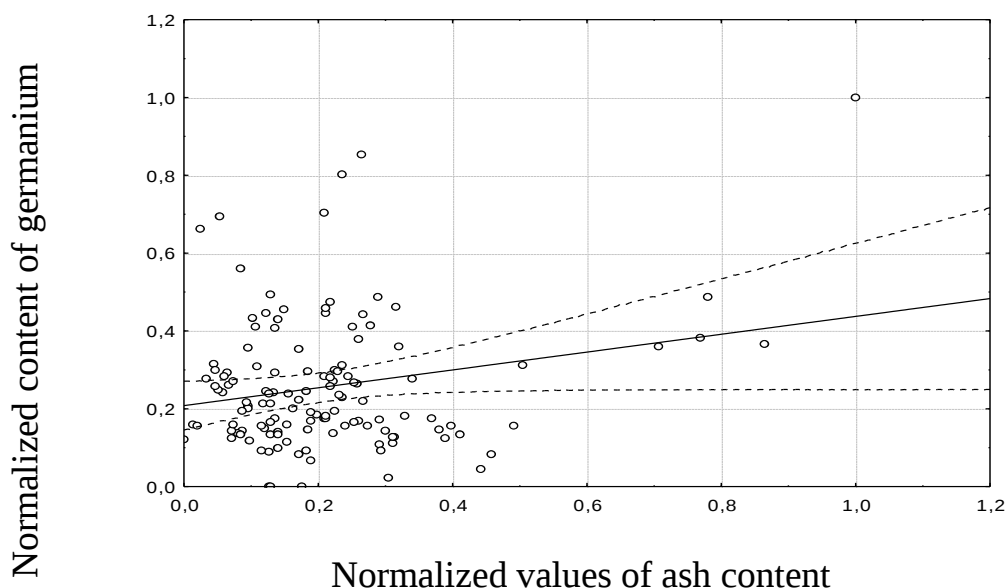


Fig. 1 Graph of the regression equation between the normalized concentrations of germanium and the normalized values of ash content of coal seam c_4 of the Samarska mine field (linear model)

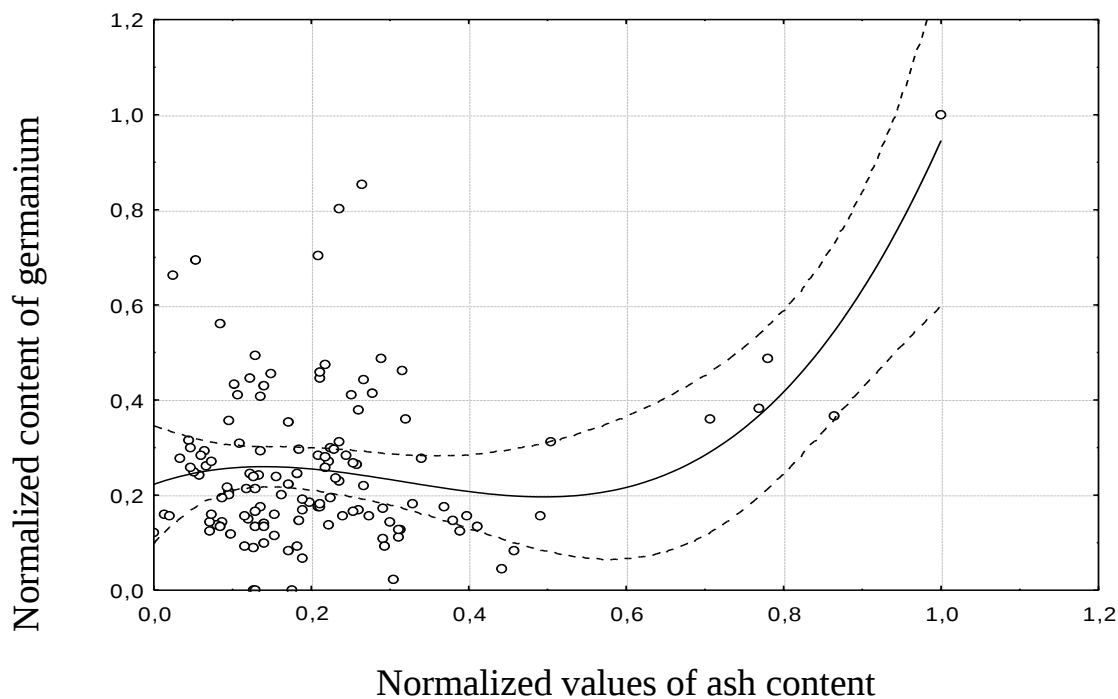


Fig. 2 Graph of the regression equation between the normalized concentrations of germanium and the normalized values of ash content of coal seam c_4 of the Samarska mine field (polynomial model)

Conclusions. The correlation coefficient between the germanium and coal ash content of the seam is equal to 0.22, which formally indicates the presence of a weak direct correlation between them. The analysis of the constructed graph of the regression equation between coal ash content and germanium concentration shows the complex character of this relationship, which is due to the mineral features of the phase composition of the inorganic component of coal. The calculated regression equations between the germanium content, thickness of the coal seam and the ash content of the coal will allow to predict its concentration in the coal seam. These equations can be used for short-term and medium-term forecasting of germanium content in mining mass extracted by mines.

REFERENCES

1. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Method of clusterization of c_6 coal seam zones of different thickness in the Dniprovsk mine field by germanium concentration. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 163. pp. 5-15. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.163.005>
2. Kozii Ye.S. Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the c_1 coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Western Donbas. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2021. No. 159. pp. 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
3. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I. Analysis of the influence of the c_8^H coal seam thickness of Dniprovsk mine on the content of germanium. *Collection of Research Papers of the National Mining University*. 2022. No. 70. pp.76-90. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/70.076>

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES FOR STUDYING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE QUALITY PARAMETERS OF KAOLINS ON THE EXAMPLE OF THE VERBIVSKE DEPOSIT

Yu. V. Kroshko
PhD (Geology)

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,
55b, Olesia Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601

Based on the analysis and generalization of the material of the production reports, a database was created for cartographic constructions and the study of the spatial distribution in kaolin's of the average content of TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and the whiteness index, which determine the quality of raw materials. It was found that the content of titanium oxide and trivalent iron in kaolins is insignificant. The whiteness index of kaolin's is determined by the content of titanium oxide in them and, only in some areas, by the content of trivalent iron oxide. The highest-quality kaolin's occur in the form of a southeast-northwest trending band.

Key words: Mykolaiv region, Verbivske deposit, primary kaolin's, spatial distribution of the average TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 content and whiteness index.

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ КАОЛІНУ НА ПРИКЛАДІ ВЕРБІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Ю. В. Крошко

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601 м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б, Україна

На основі аналізу та узагальнення матеріалу виробничих звітів створено базу даних для картографічних побудов та дослідження просторового розподілу в каолінах середнього вмісту TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 та показника білизни, які визначають якість сировини. З'ясовано, що вміст в каолінах оксиду титану і тривалентного заліза незначний. Показник білизни каолінів визначаються вмістом в них оксиду титану і лише на окремих ділянках – вмістом оксиду тривалентного заліза. Найбільш якісні каоліни залягають у вигляді смуги південно-східного – північно-західного простягання.

Ключові слова: Миколаївська область, Вербівське родовище, первинні каоліни, просторове поширення середнього вмісту TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 та показника білизни.

Entry. Kaolins are included in the list of minerals of national importance. Ukraine ranks first in the world in terms of the number of explored and pre-estimated kaolin reserves. The identified prospective resources amount to 4.5 billion cubic meters. tons, forecast up to 40 billion tons. tons, while in Western Europe it is 3.5 billion. tons. The province of primary kaolin of the Ukrainian Shield stretches for 950 km from Polissya to the Sea of Azov with a width of 350 km [2]. According to the conditions of formation, the depth of occurrence of primary kaolin and

the preservation of deposits, the province of kaolin of the Ukrainian Shield is divided into five subprovinces: Volyn, Podolsk, Central, Dnieper and Azov [2]. According to the genesis, kaolin deposits are divided into eluvial and alluvial. Eluvial kaolins often have high purity, whiteness, and few harmful impurities. Sometimes, due to the significant content of iron hydroxides, kaolin has a yellow color, which forces them to be bleached. In this regard, the study of the spatial distribution of kaolin's with different content of TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and the whiteness index are of great importance.

History of the study of the Verbivske deposit of eluvial kaolin's. Systematic work on the study of the geology of the Middle Pobuzhye region began in 1950 with a complex geological and hydrogeological survey at a scale of 1:200000 sheets M-36-XXXI (Pervomaisk). In 1951, the Black Sea expedition carried out prospecting and exploration for kaolin in the area of the city of Pervomaisk, Odessa (now Mykolaiv) region. At the Verbivske field during this period there were samples 8 wells with a maximum drilling depth of 15 m were drilled. In 1963-1967. On the territory of the district, the Pobuzhsky expedition carried out (Vinogradov G.G. and others) a geological survey at a scale of 1:50000. Kaolin, which was discovered by wells, was investigated for the possibility of their use in the paper and ceramic industries. In this regard, the quality of kaolin was determined, promising areas were allocated, on one of which the Verbivske deposit of primary kaolin is located. In 1970, the Kyiv expedition (Luzhanska L.L., Bondarchuk M.M.) carried out revision and search work to check the occurrence of high-quality kaolin on the territory of sheet L-36-1. One of the objects of the study was the Myhia kaolin occurrence, which, according to the results of the work, was recognized as unpromising, due to the insignificant thickness of kaolin's, their low quality, and significant thickness of overburden. In the period 1984-1990 yrs within the "Pervomaisk" sheet, SGM-200 was carried out. As a result, new data on the geological structure and minerals, 51 occurrences and 47 points of mineralization of various minerals were revealed. In 1991-1992. The Kirovgeologiya expedition carried out exploration work at the Verbynske field by drilling wells [1].

Geological structure of the Verbivske deposit. The Verbivske deposit of primary kaolin is located in the Pervomaisk district of the Mykolaiv region, 4 km north of the village of Myhiya, on the right slope of the Malo-Tashlytska ravine. The area of the deposit is 20.3 hectares. Geomorphological, the area where the deposit is located is a plateau with a general slope in the south-western direction. Orographically, it is a hilly plain dissected by a network of river valleys belonging to the basin of the Southern Bug River. The deposit is confined to the southern axial part of the Pidhorodnyanska syncline, composed of granites, gneisses and migmatites. Accordingly, the kaolin deposit is characterized by inconsistency,

thickness and quality of raw materials. The field is linearly elongated from northwest to southeast. A layer-like deposit of kaolin up to 900 m long is wedged in the eastern, southeastern and southwestern directions. The maximum width of the kaolin deposit is 320 m; minimum is 160 meters. The thickness of the kaolin deposit is heterogeneous, which is associated with uplifts and depressions in the roof of the crystalline basement, which create sharp (up to 10-25 m) fluctuations in the thickness of kaolin. The minimum thickness of primary kaolin (zone of complete kaolinization) is present in wells 30174 – 2.6 m, 30226 – 4.8 m, 30172 – 3.9 m. The maximum thickness of the kaolin deposit is available in wells 30152 – 24.4 m, 30143 – 35.4 m, 30148 – 22.5 m. The average thickness of the kaolin deposit is 10.7 m. Kaolins are represented by two varieties: normal and alkaline.

The main useful minerals of kaolin are kaolinite, feldspars, mica. Feldspars are represented by kalispar, the proportion of which in the sandy residues of alkaline kaolins is much higher than in normal ones. In the sandy residues of normal kaolin, the content of kaolinite ranges from signs to 0.5%, in alkaline – from 3 to 6.74%. Mica is represented mainly by muscovite, in the amount of up to 0.68%. Accessory minerals are represented by rutile, zircon, anatase, distene, pyrite, ilmenite, tourmaline, monazite, xenotime, garnet. Of these, anatase (from signs to 0.18%), monazite (from signs to 0.17%), zircon (from signs to 0.01%) are quantitatively significant. Kaolins with medium and high mechanical strength are concentrated in the central part of the deposit.

To study the spatial distribution in kaolins of the average content of TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and the whiteness index, a database was created, which contains the coordinates of wells and the results of the study of the whiteness of kaolin and the content of these oxides in them. With the help of Golden Surfer constructed maps of the lateral distribution of kaolins with different average content of TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and whiteness, as well as maps of the roof, sole, and thickness of overlying kaolin of Neogene sediments.

We present some of these constructions, which determine the qualitative indicators of kaolin (Figs. 1, 2). The average content (in %) of oxides in kaolins is as follows: TiO_2 – 0.21-0.97; Al_2O_3 – 18,22-26,8; Fe_2O_3 – 0.2 to 1.43. The whiteness index of kaolin has a wide range of fluctuations from 26.2% to 90.2%. About 65% of the samples are conditioned in terms of linen values.

Analysis of cartographic constructions showed that kaolins with a minimum content of TiO_2 are distributed in the form of a strip of south-eastern – north-western strike, and the maximum content of titanium oxide is inherent in the northern and southwestern parts of the site (see Fig. 1, a). The peculiarity of the chemical composition is the low content of titanium oxide, the fine forms of which are almost

completely concentrated in the clay fraction. Distribution of kaolin with minimum Al_2O_3 content partially repeats the distribution of kaolins with a low content of titanium oxide (see Fig. 1, b). Within the study area, kaolin is characterized by a low content of Fe_2O_3 . Kaolin's with a Fe_2O_3 content of more than 1.0% are common in the northern part of the site (see Fig. 2, a). Kaolins with a high whiteness index are distributed in the form of a strip of south-eastern – north-western strike with separate areas of a low index within its boundaries (Fig. 2 b). Thus, the whiteness index of kaolin's is determined mainly by the content of titanium oxide in them and only partially (in the northeastern part) by the content of ferric oxide.

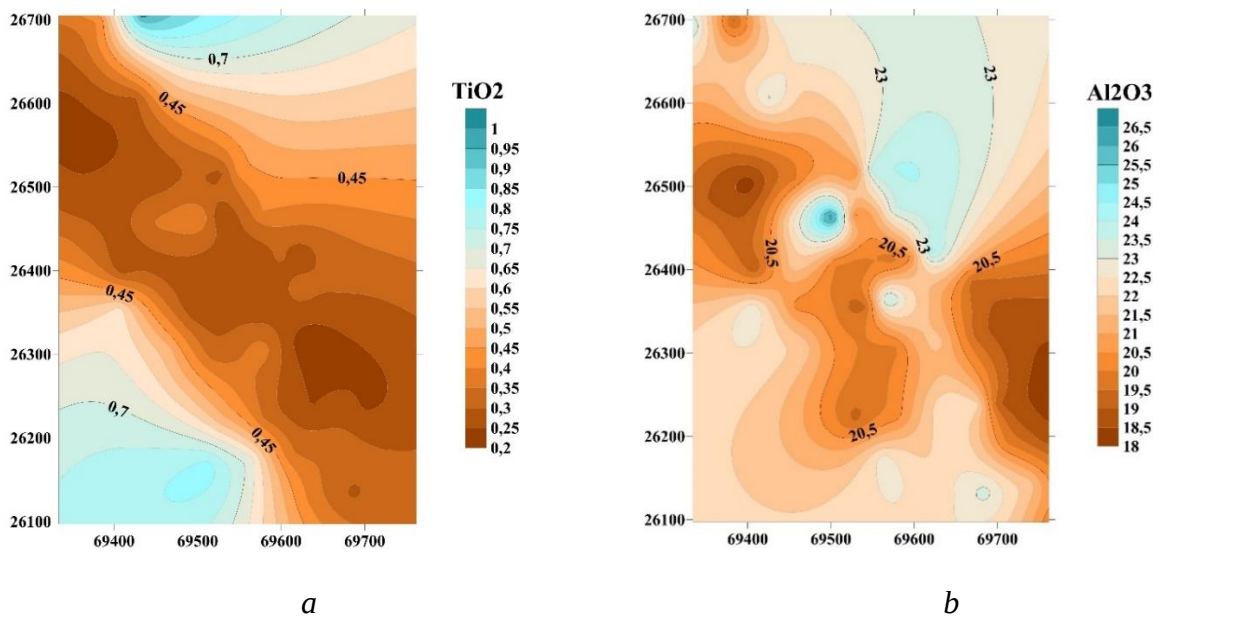


Fig. 1. Maps of lateral distribution of the mean content of TiO_2 (a) and Al_2O_3 (b) in kaolin's

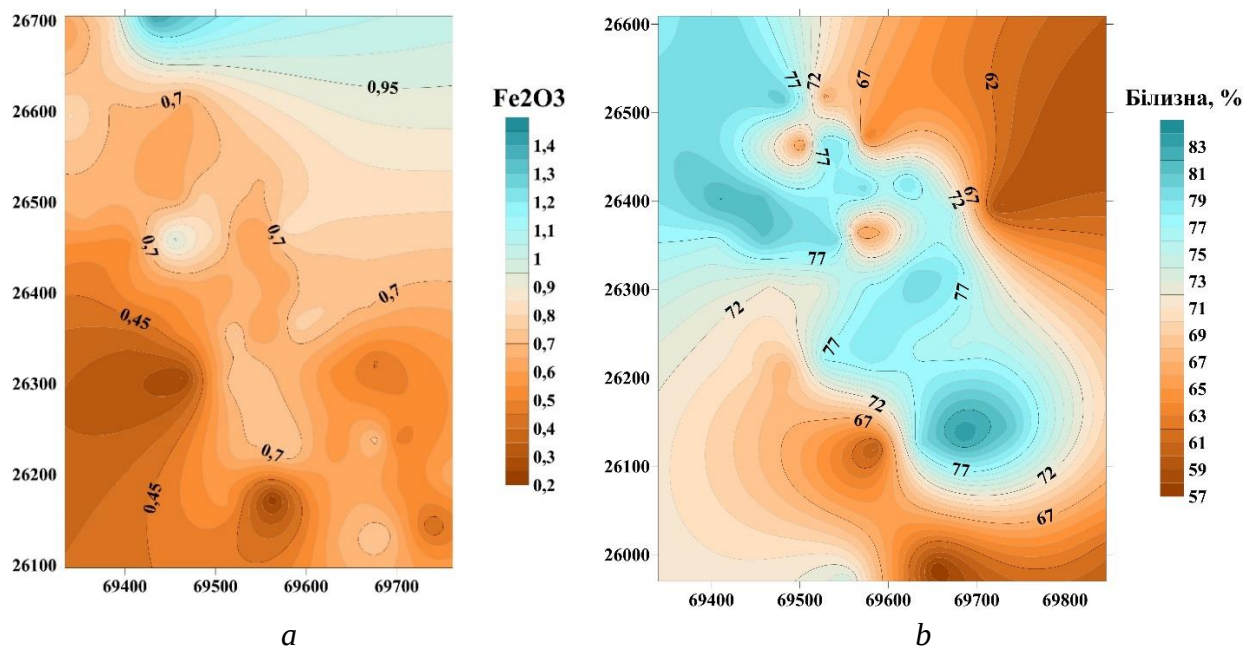


Fig. 2. Maps of lateral distribution of the mean content of Fe_2O_3 (a) in kaolins and indicators of whiteness (b)

Conclusions. The highest quality kaolins occur in the form of a strip of south-eastern – north-western strike.

REFERENCES

1. Ozerko V. Exploration of the Verbivske deposit of primary kaolin in the Pervomaisk district of the Mykolaiv region. "Northgeologia". 2005
2. Paranko I.S., Yarkov S.V. Minerals of Ukraine. training manual. Kryvyi Rih: Publishing House, 2011. 364 p.

A COMPARATIVE STUDY OF METHANE GAS COMPOSITION IN SOME COAL DEPOSITS OF MONGOLIA

B. Narantsetseg

Dr (PhD)

Associate Professor of the Oil and Drilling department, School of Geology and Mining at MUST

M. Oyuntugs*

Dr (PhD), Associate Professor

Head of the Oil and Drilling department, School of Geology and Mining at MUST

Email: moyuntugs@must.edu.mn*

A. Bolormaa

Dr (PhD), Associate Professor

Vice Dean of the School of Foreign Languages at MUST

This study selected 14 samples from the Tavan Tolgoi coal deposit and 19 samples from the Naryin Suhait coal deposit, totaling 33 samples, and the amount of gas composition was determined. In 33 samples taken for research, gas chromatography determined gas composition in the "Green Crown" LLC laboratory. This study aimed to determine the correlation between the methane gas composition of the coal seams of Tavan Tolgoi and Naryn Sukhait deposits, the coal seams' depth and thickness, the coal's chemical and physical properties, and the cracks in the rocks. For the above 2 deposits, the findings revealed that the composition of coalbed methane gas (Methane) contains up to 95% of methane gas, the gas composition varies depending on the physical and chemical properties of the rocks containing the deposit, coal structure, age, pressure of the layer, hydrogeological and geological conditions, and gas sampling. Shortly, it is believed that the standard methodology needs to be improved.

Key words: coal seam methane gas, gas composition, physical and chemical properties

PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE STUDY

Purpose of the study

The composition of methane gas in the Tavan Tolgoi and Naryn Suhait coal deposits of Mongolia was studied and the influence of geological and other factors affecting their composition was determined.

Objectives of the study

To achieve the purpose of the research, the following objectives were proposed.

- Analyze the composition of coal samples taken from coal deposits by gas chromatography;
- Process the results of laboratory analysis and observe the pattern of physical and chemical properties and geological parameters;
- Determine the factors affecting the composition of methane gas in coal seams.

Significance of the study

The Naryn Suhait coal mine is located in the southwestern part of Mongolia, in the Gurvantes sum, Umnugovi province, 57 km north of the Mongolian-Chinese border (Figure 2).



Figure 2. Location of the Naryn Suhait coal deposit

Coal in Naryn Sukhait and accompanying sedimentary sediments were deposited in promontory basins. Promontory basins are characteristically formed at continental extremities, on stable foundations. In such cases, the basin formed on the margin of a nascent basin during the Early Mesozoic, and during subsequent stages of widespread deformation, the basin was filled with sediments until it became highly rifted and disrupted. The sedimentary rock basin is filled with coal seams and branched layers of thick and fine-grained clustered rocks. Deformation of the basin-filling sediments occurred at least twice, the first during the Late Jurassic basin rifting and damage. The second deformation occurred in the late Cenozoic period, in connection with the distortion, rifting, and damage of the India-Asian sub-continent. The geological formations containing the mineable coal reserves of the Naryn Sukhait mine went from the Early Jurassic to the Middle Jurassic.

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

Empirical data collection, observation, comparison, and experimental research methods have been used in this research work.

The sampling is primarily measured with the amount of methane gas in the coal drill bit sample – Q, and this method mostly follows the Australian standard AS 3980:2016 to determine gas content in coal and other carbon-bearing minerals. Methane gas is separated from the coal sample by pushing with helium and other inert gases.

RESEARCH RESULTS

19 Naryn Sukhait samples and 14 Tavan Tolgoi samples totaling 33 samples were analyzed for CBM gas composition. The samples were made at the customers' expense and have not been disclosed to the public, so at the customer's request, the

details of the customer and the geographic location of the samples taken from the deposits have been kept confidential.

Correlation between methane gas content and the depth of the borehole

When selecting the methane gas samples, the samples were randomly taken in steps of 4-5 meters. Figure 3 depicts that the methane composition of the samples has a linear correlation to the deposit depth. As for nitrogen, a decreasing phenomenon was also observed depending on the depth (Figure 4). This is because the air rate in the gas composition decreases as the coal layer gets deeper. However, there is a very weak correlation between carbon dioxide and deposit depth (Figure 5).

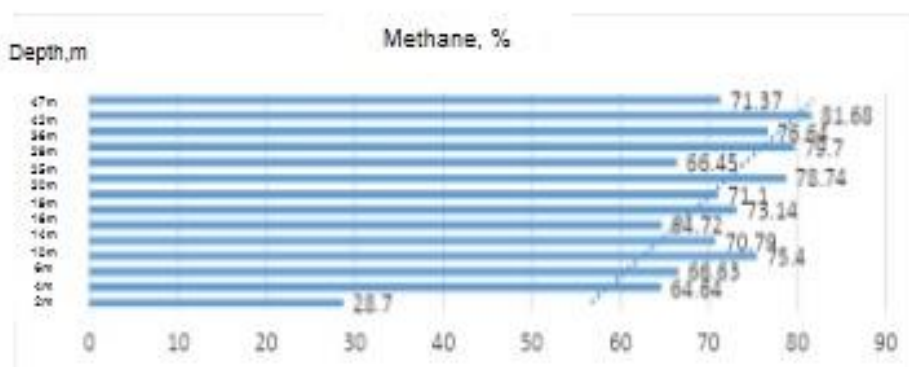


Figure 3. Correlation between methane content and borehole depth

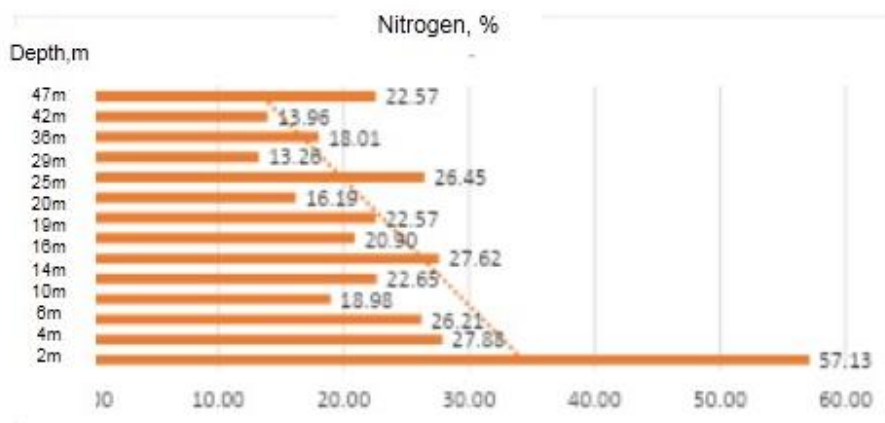


Figure 4. Correlation nitrogen gas content and borehole depth

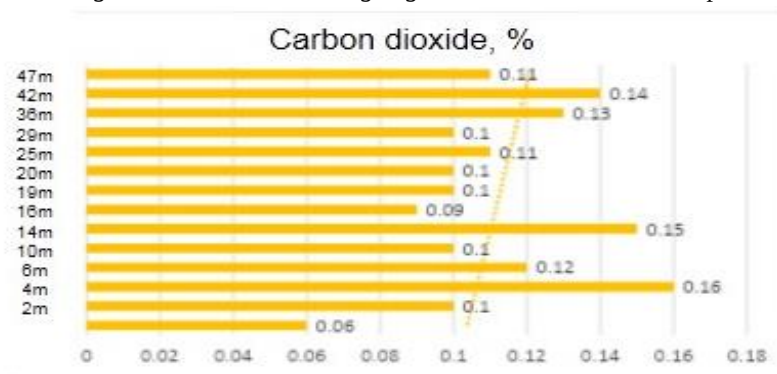


Figure 5. Correlation between carbon dioxide content and borehole depth

The gas composition of the samples taken from a depth of 10-180 meters at the borehole of the Naryn Sukhait coal deposit contains methane gas between 62.2-95.49% which constitutes the majority of gas composition, nitrogen 1.21-27.57%, oxygen 0.78-7.16%, carbon dioxide 0.01-3.31%, carbon monoxide 1.29- 4.54%, propane between 0.02 and 1.13% (Table 1), according to the estimation.

Table 1.

The gas composition of samples taken from Naryn Sukhait coal deposit

#	Sample depth in meters	O ₂	N ₂	CO	CH ₄	CO ₂	C ₃ H ₈
1	10	3.93	14.28	2.33	77.20	2.22	0.05
2	16	2.82	9.85	2.22	81.47	3.17	0.46
3	25	1.98	7.65	4.45	85.38	0.10	0.45
4	30	2.42	8.71	2.47	83.76	2.62	0.02
5	47	4.85	18.00	2.38	73.74	0.22	0.82
6	58	2.14	8.33	2.31	85.85	0.27	1.10
7	75	-	8.88	2.29	86.44	2.12	0.27
8	85	7.16	27.57	1.65	62.20	0.83	0.59
9	95	0.78	6.53	2.28	86.80	3.19	0.43
10	105	3.30	12.53	4.54	78.35	0.32	0.96
11	113	-	2.59	2.55	91.37	3.03	0.46
12	120	2.92	10.77	2.41	82.79	0.27	0.84
13	128	-	1.85	1.29	95.49	0.38	0.99
14	136	2.46	8.37	2.18	84.44	2.50	0.04
15	144	-	1.21	2.60	93.41	2.76	0.03
16	150	3.06	11.16	2.37	81.81	0.24	1.36
17	156	3.05	11.31	2.25	81.99	0.27	1.13
18	163	-	9.83	2.44	84.07	3.31	0.34
19	180	-	7.83	2.69	86.57	2.53	0.39

Figures 6, 7, and 8 show how methane gas content, nitrogen gas content, and carbon dioxide content depend on the depth of the fine coal deposit.

When comparing the composition of methane gas at the same depth in the Tavan Tolgoi and Naryn Sukhait coal deposits, the Naryn Sukhait deposit has a relatively high methane gas content of 62.2-95.49%, low nitrogen content of 1.21-27.57%, low oxygen content of 0.78-7.16%, carbon dioxide of 0.01-3.31%, propane of 0.02-1.13% that is called the residue, a relatively heavy gas, due to estimates (Figure 9).

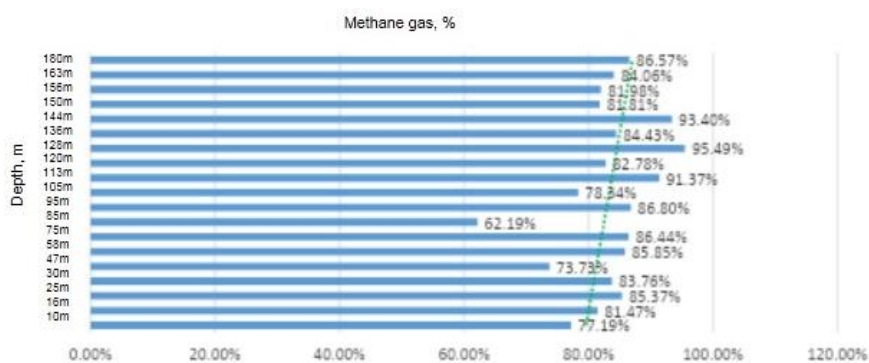


Figure 6. Correlation between methane content and borehole depth

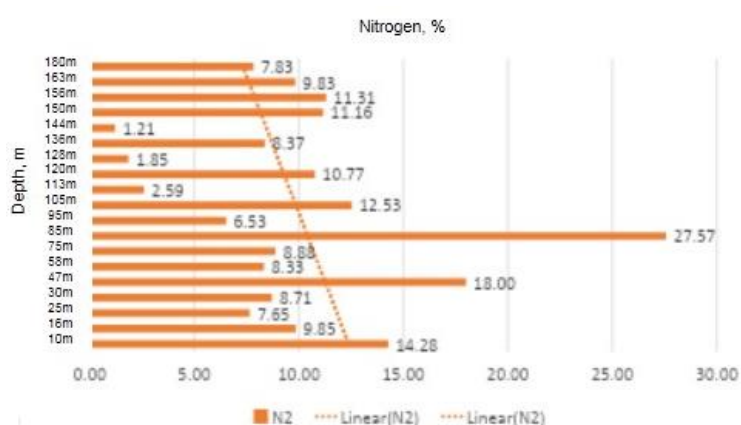


Figure 7. Correlation between nitrogen gas content and borehole depth

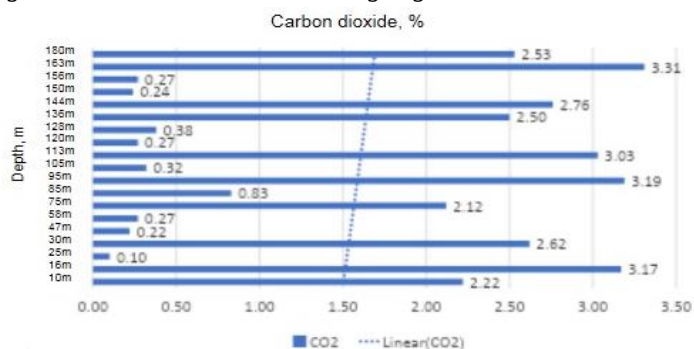


Figure 8. Correlation between carbon dioxide content and borehole depth

A comparative study of gas composition at the Tavan Tolgoi and Narij Sukhait coal deposits

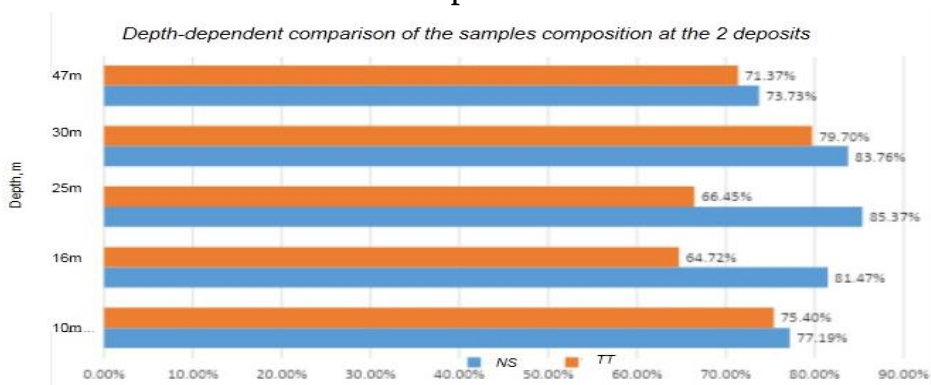


Figure 9. Depth-dependent comparison of the samples composition at the 2 deposits
TT – Tavan Tolgoi coal deposit gas; NS-Naryn Sukhait coal deposit gas

As shown in Table 2, it is obvious that the Naryn Sukhait deposit has a higher amount of ash but a relatively lower amount of moisture and sulfur compared to the Tavan Tolgoi deposit.

As moisture and sulfur content at the Naryn Sukhait deposit is relatively low, it is possible to use a relatively simple technology to purify its coal seam gas. Findings reveal that the relatively different content of chemical properties of the 2 deposits' coal depends on certain factors such as the geological parameters, age, and properties of the coal. Moreover, the gas composition is affected by external factors: gas sampling and transportation methods, etc.

Table 2.

Chemical characteristics of coal at the Tavan Tolgoi and Naryn Sukhait coal deposits

#	Indicators	Tavan Tolgoi deposit	Naryn Sukhait deposit
1	Ash content, (%)	14.9%	5-30%
2	Moisture content, %	6.9%	5%
3	Moist and air-dried	0.1-2.5%	1.0-2.8%
4	Volatility Daf, %	32.8	20-40
5	Age	P2	P2
6	Classification	HV(C)-LV	HV(C)-A
7	Sulphur, %	0.8%	0.4%

CONCLUSIONS

The laboratory analysis of methane gas samples at the Tavan Tolgoi and Naryn Sukhait deposits by gas chromatography revealed that the variation of methane gas content is medium to high, from 60 to 96%, which means that CBM does not require deep purification technology, as well as gas can be served for energy, automobiles, and domestic use [1].

The pattern of changes in the composition of methane gas in the coal seam depending on the depth was observed for both deposits, and the content of methane gas increases with the depth of the coal seam, according to previous geological exploration reports.

REFERENCES

1. Bayarsaikhan B, Avid B. "Coalbed Methane Research" News of the Academy of Sciences. 2010. №03 (197).
2. Zolzaya D. "The Possibility Study of Recharging Vehicles with Methane Gas from the Tavan Tolgoi Coal Deposit". 2016. 69 pages.
3. A Summary Report of Resource Assessment of Licensed Areas MV-011953, MV-011954, MV-011955, MV-011956 Belonged to A Group of Tavan Tolgoi Mines in Tsanhi, Borteeg (South), Oortsog (West-South), Onchharaat (East), in the West of Bor tolgoi, Ukhaa khudag Located in Tsogt tsetsiy Sum, South Gobi Province.

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МІНЕРАЛІВ В МЕЖАХ КРАСНОРІЧЕНСЬКОГО РОЗСИПУ ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД

Т. В. Охоліна

кандидат геологічних наук

Г. О. Кузьманенко

кандидат геологічних наук

М. Д. Мережко

аспірант

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б, Україна

На підставі даних координат та опису свердловин, а також результатів опробування створено базу даних, яка стала основою для картографічних побудов Красноріченського розсипу ільменітових руд. У програмному забезпеченні ArcGIS створено візуалізацію структури покладу (карту товщини продуктивної товщі) та візуалізацію якісних показників розсипу (карту розподілу ільменіту в межах рудоносною товщі).

Ключові слова: ільменіт, Красноріченський розсип, Іршанська група розсипів

DISTRIBUTION OF HEAVY MINERALS WITHIN OF THE KRASNORICHYNSKYI PLASTER OF ILMENITE ORES

T. V. Okholina

Candidate of Geological Sciences

H. O. Kuzmanenko

Candidate of Geological Sciences

M. D. Marezhko

postgraduate

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine, 55-b, O. Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601

On the basis of the coordinates and description of the wells, as well as the test results, a database was created, which became the basis for cartographic constructions of the Krasnorichenskyi placer of ilmenite ores. In the ArcGIS software, a visualization of the deposit structure (a map of the thickness of the productive layer) and a visualization of the qualitative parameters of the placer (a map of the distribution of ilmenite within the ore-bearing layer) were created.

Key words: ilmenite, Krasnorichenskyi placer, Irshansk group of placers.

Красноріченський розсип ільменітових руд розташований в Житомирському районі Житомирської області, між селом Небіж та залізничною станцією Південно-Західної залізниці.

Розсип відкритий в результаті проведених рекогносциувальних пошукових робіт в 1962-1967 роках, попередня розвідка проведена в 1971-1972 роках. На сьогоднішній день в межах розсипу детальна розвідка не проводилась.

У геолого-структурному відношенні родовище приурочено до Володарськ-Волинського масиву основних порід Коростенського плутону. В геологічній будові розсипу беруть участь кристалічні породи фундаменту – габро, габро-анортозити, анортозити; кора вивітрювання мезозой-кайнозойського віку, а також осадові відклади мезозою і кайнозою.

Продуктивною товщею є каолінова кора вивітрювання та продукти її розмиву і перевідкладення – алювіальні відклади, що представлені пісками, вторинними каолінами нижньої крейди й каолінами полтавської світи.

Вміст ільменіту в корі вивітрювання в середньому не перевищує 70 кг/м^3 . Крім ільменіту, у шліхах в невеликих кількостях встановлені: лейкоксен (до $0,28 \text{ кг/м}^3$), сидерит (до $4,41 \text{ кг/м}^3$), апатит (до $8,75 \text{ кг/м}^3$), піроксен (до $3,59 \text{ кг/м}^3$), пірит (до $1,85 \text{ кг/м}^3$) та циркон (до $0,02 \text{ кг/м}^3$), а також незначні вмісти лимоніту, слюди та рутилу.

Сумарна товщина нижньокрейдових відкладів на родовищі складає від 1 до 8 метрів, збільшуючись з глибиною докрейдового рельєфу до 10-16 м. Вміст ільменіту (як основного рудного мінералу) за пробами в середньому складає $60\text{--}100 \text{ кг/м}^3$, інколи сягає 250 і навіть до $707,6 \text{ кг/м}^3$. Спостерігається чітка тенденція до збільшення вмісту рудного мінералу вниз по розрізу, а найбільш контрастні його концентрації приурочені до грубозернистих пісків.

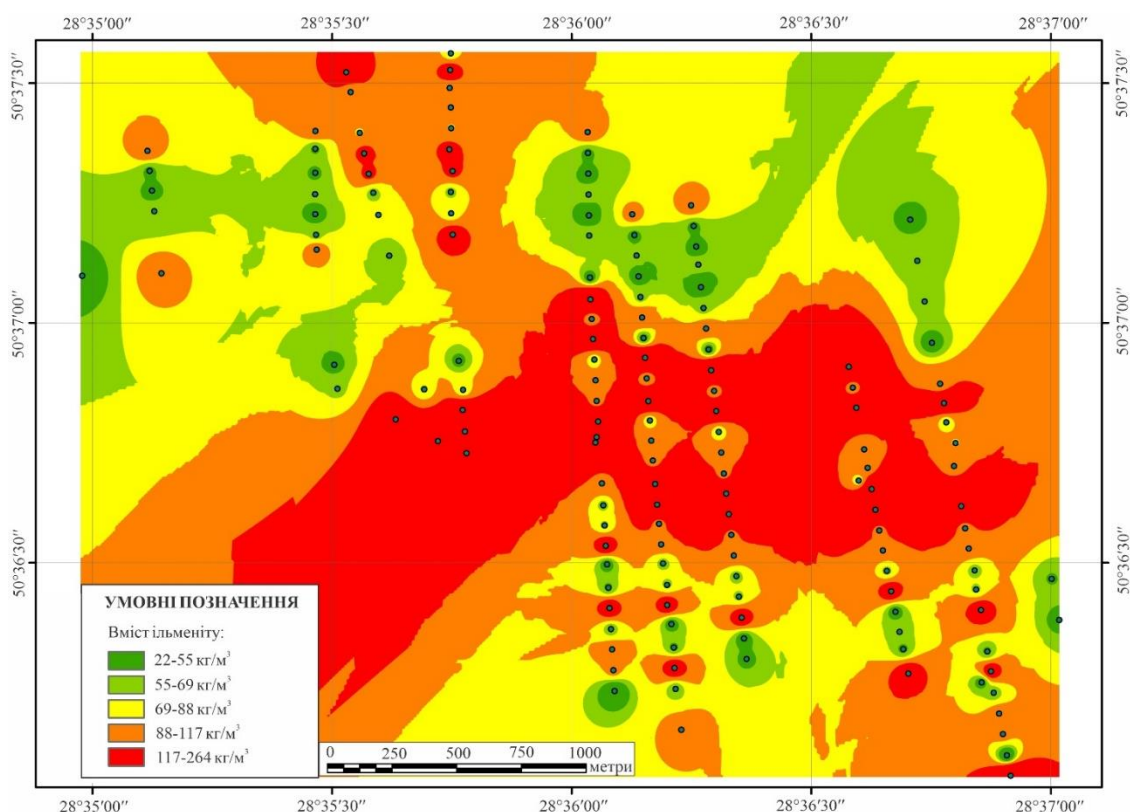


Рисунок 1. Розподіл вмісту ільменіту в межах Красноріченського розсипного родовища ільменіту (кг/м^3)

Таким чином, нижньокрейдові відклади містять не менше 70% усіх запасів ільменіту в алювіальній частині родовища. Вміст ільменіту дуже варіабельний за розрізом. Середня товщина пласта – 9,1 м, розкриву – 11,4 м

З метою встановлення першочергових для відпрацювання ділянок проведено візуалізацію масиву даних у програмному забезпеченні ArcGIS. В результаті з'ясовані закономірності розподілу ільменіту в межах об'єкта. Отримано ряд похідних, а саме: карта розподілу вмісту ільменіту в межах розсипу (рис. 1) та карта товщини рудного пласта (рис. 2).

В межах Красноріченського розсипу спостерігається висока концентрація ільменіту в центральній частині родовища (див. рис. 1), яка становить 117-

Але судячи із візуалізації даних спостерігається недобуріння свердловин у західному та східному напрямку.

В північному та південному напрямках простежується зменшення концентрації ільменіту до діапазонів 88-117 кг/м³ (помаранчевий колір) та 69-88 кг/м³ (жовтий колір). В північно-західному напрямку виділяється смуга підвищеного вмісту ільменіту до 88-117 кг/м³ (помаранчевий колір), на схід і захід цієї смуги вміст ільменіту зменшується до 50 кг/м³ та нижче.

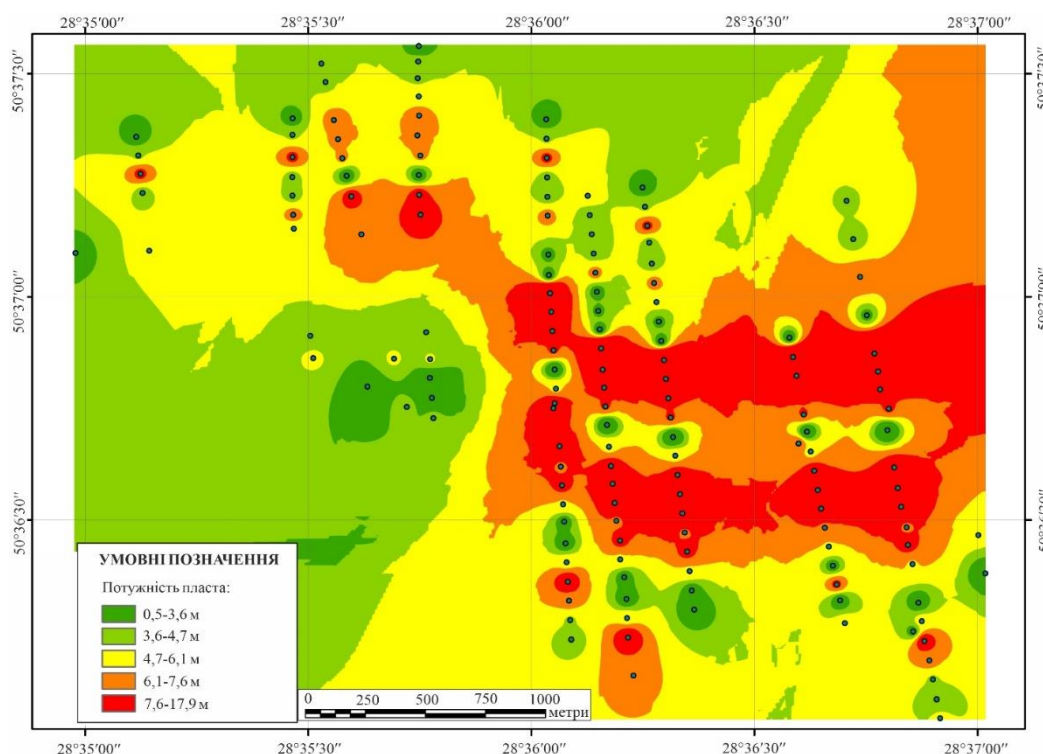


Рисунок 2. Розподіл товщини продуктивного пласта (м)

Аналіз карти товщини продуктивного пласта (див. рис. 2) показує, що в межах Красноріченського родовища рудна товща нерівномірна. В центральній частині розсипу спостерігається дві лінзи з підвищеною потужністю рудної

товщі (на рисунку зображена червоним кольором), яка коливається від 7 до 17 м. Але в поодиноких свердловинах серед двох лінз спостерігається зменшення потужності рудної товщі від 3 до 6 м (світло зелений та жовтий кольори відповідно), але суттєвого впливу на розподіл потужності в межах Красноріченського родовища вони не мають.

Північніше та південніше центра родовища, потужність рудної товщі складає 4-7,5 м та зображена жовтим кольором.

Найменша потужність спостерігається в західній частині розсипу та коливається в межах від 0,5 до 4,0 м. Це найменш перспективна ділянка в межах родовища. На рис. 2 вона позначена зеленим та світло зеленим кольорами.

Таким чином, аналізуючи дані візуалізацій розподілу потужності рудної товщі та розподілу ільменіту, робимо висновки, що найбільш перспективна частина для відпрацювання знаходиться в центральній частині родовища. Де коефіцієнт розкриву не перевищує 0,75. Такі значення цього показника вважаються дуже сприятливими для розробки родовищ у Волинському титаноносному районі.

В північній та південній частині родовища коефіцієнт розкриву складає 2,5. Для Іршанської групи розсипів це надто високий показник, що значно ускладнює розробку родовища, оскільки вартість видобувних робіт зросте в десятки разів. В нинішніх економічних умовах розробка такого родовища є малоімовірною. Однак при середньому коефіцієнті розкриву 1,7 родовище залишається перспективним для освоєння.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Галецький Л.С., Ремезова О.О. Стратегія розвитку мінерально-сировинної бази титану України. *Геологічний журнал*. 2011. № 3. С. 66-72.
2. Мінеральні ресурси України. URL: https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2021/11/m_r_2021.pdf (дата звернення: 04.10.2024).
3. Проскурин Г.П., Швайберов С.К. Отчет о результатах предварительной разведки группы Верхне-Иршинской месторождений титана, проведенной Житомирской экспедицией в Житомирской обл. СССР в 1971-1973гг. ДНВП «Геоінформ України».

СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПОКЛАДУ ВОГНЕТРИВКИХ ГЛИН ДІЛЯНКИ КЛАЧИНСЬКА БУРТИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАОЛІНІВ

Л. А. Фігура

кандидат геологічних наук

М. С. Ковальчук

доктор геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б, Україна

Досліджено рельєф підосви, покрівлі та товщину вогнетривких глин Клачинської ділянки Буртинського родовища. Представлено результати дослідження просторової мінливості вмісту оксидів алюмінію, титану та тривалентного заліза у вогнетривких глинах. Результати досліджень представлено у вигляді відповідних картографічних побудов. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між різними параметрами покладу вогнетривких глин.

Ключові слова: Буртинське родовище, Клачинська ділянка, вогнетривкі глини, структурно-літологічна модель, напрям і сила кореляційних зв'язків.

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL MODEL OF THE REFRACTORY CLAY DEPOSIT OF THE KLACHYNSKA SITE OF THE BURTYNSKE KAOLIN FIELD

L. A. Figura

Candidate of Geological Sciences

M. S. Kovalcuk

Doctor of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 01601, Kyiv, str. O. Honchara 55-b

The relief of the sole, the relief of the roof, and the thickness of the refractory clays of the Klachynska site of the Burtynske deposit were studied. The results of the study of the spatial variability of the content of oxides of aluminum, titanium and ferric iron in refractory clays are presented. The research results are presented in the form of corresponding cartographic constructions. The direction and strength of correlations between various parameters of the deposit of refractory clays were studied.

Key words: Burtynske field, Klachynska site, refractory clays, structural and lithological model, the direction and strength of correlations.

Вступ. До Державного фонду родовищ корисних копалин входить 21 родовище глин вогнетривких (17 родовищ та 4 об'єкти обліку), 4 родовища та 1 об'єкт обліку з них розробляються, 13 родовищ та 3 об'єкти обліку не розробляються [2]. Поклади вогнетривких глин в Україні зосередженні в межах Дніпровсько-Донецької западини, Складчастого Донбасу, Волино-Подільської плити, Закарпатської міжгірської западини, Українського щита та його схилів. Вогнетривкі глини мають високу пластичність, в'язучу здатність і вогнетривкість, різноманітну температуру спікання, реакційну інертність [1].

Такі якісні властивості забезпечує каолініт-гідрослюдястий склад, а також домішки галуазиту й інших алюмосилікатів [1]. Завдяки високій вогнетривкості (1350-1580°C) і пластичності, широкому діапазону спікання вогнетривкі глини використовуються в галузях керамічної промисловості [2].

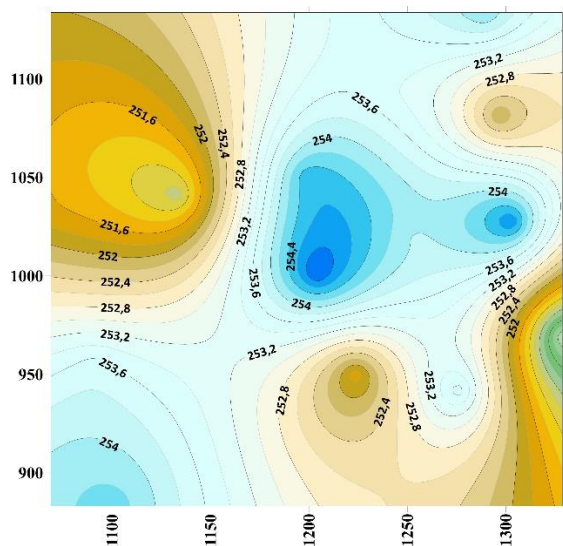
Методика. В основу досліджень покладено виробничий звіт В.Л. Трофименко «Звіт про детальну розвідку Буртинського родовища каолінів і глин (ділянки «Хмелівка» і «Клачинська») в Полонському і Шепетівському районах Хмельницької області УРСР за 1979-1981 рр.». Київ, 1981 р. Для картографічного моделювання структури (рельєфу покрівлі, підшви, товщини) та якісних показників (просторовий розподіл вмісту оксидів титану, заліза, алюмінію за латераллю і у вертикальному перетині свердловин) вогнетривких глин Клачинської ділянки була створена цільова база даних, яка містить координати свердловин, їх опис, результати опробування. Картографічні побудови здійснено у програмних забезпеченнях *Golden Software Strater*, *Golden Software Surfer*. Кореляційні зв'язки досліджено за допомогою *Microsoft Excel*.

Виклад основного матеріалу. Буртинське родовище каолінів і вогнетривких глин розміщене в Шепетівському районі Хмельницької області. Родовище налічує декілька ділянок серед яких – ділянка Клачинська. У геологічній будові Клачинської ділянки бере участь комплекс четвертинних і неогенових відкладів. Корисною копалиною ділянки є вогнетривкі глини неогенового і палеогенового віку. Глини жовтуватого-сірого забарвлення, пластичні, від низько- до середньодисперсних. З глибиною вогнетривкі глини переходять у синьо-зелені піщанисті глини або супіски з поступовою зміною забарвлення породи і збільшенням запісоченості. Породами розкрити є ґрунт, представлений гумусованим піском товщиною від 0,1 до 0,7 м, і дрібнозернисті буровато-сірі і сірі глинисті піски товщиною від 0,2 до 1,3 м.

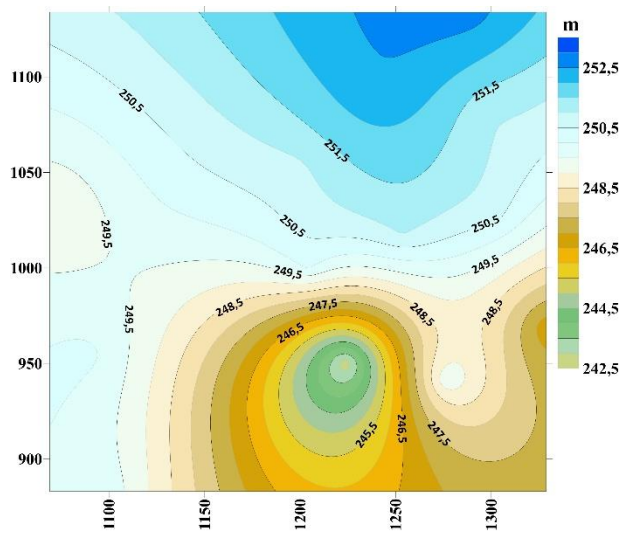
Абсолютні відмітки рельєфу на Клачинській ділянці коливаються від 255 до 257 м. Покрівля корисної копалини має відмітки від 249,77 до 255,03 м, підшва – від 242,67 до 252,723 м (рис. 1).

Між рельєфом покрівлі і підшви глин наявний прямий середній кореляційний зв'язок (+0,52).

Поклад вогнетривких глин має пластоподібну форму з незначними потовщеннями і потоншеннями. Виклинується поклад глин у західному і південному напрямках. Товщина покладу глин (рис. 2, а) 0,7–9,0 м (середнє 3,11 м). Максимальні товщини глин тяжіють до південної частини Клачинської ділянки. Між рельєфом підшви глин і їх товщиною наявний обернений сильний (-0,78) кореляційний зв'язок. Між рельєфом покриві глин і їх товщиною кореляційний зв'язок прямий дуже слабкий (+0,10).

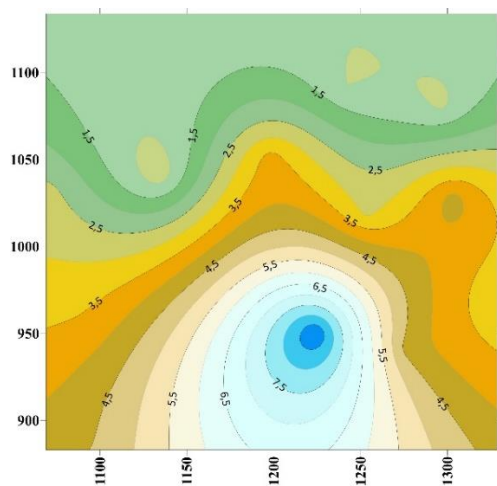


а

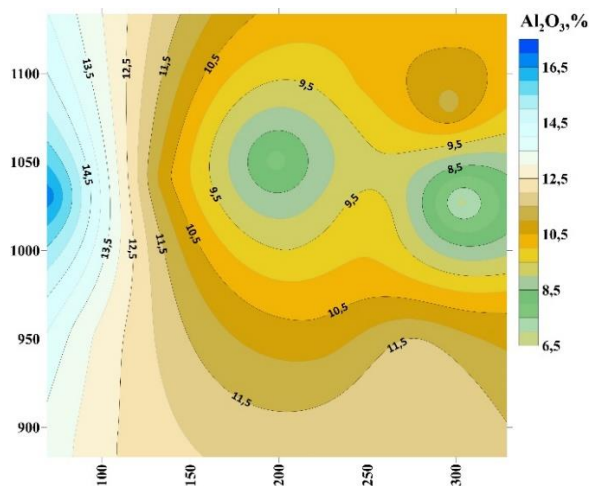


б

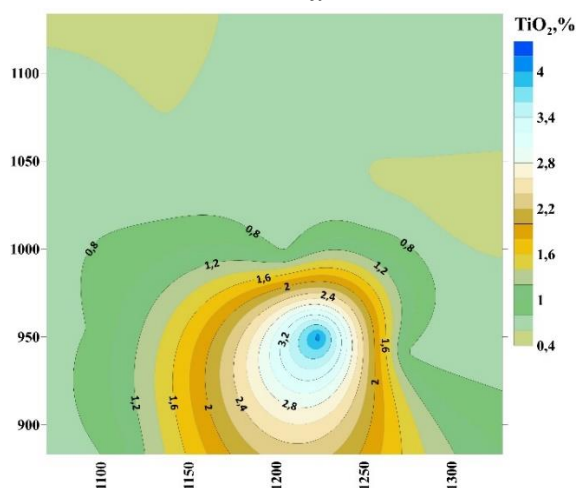
Рис. 1. Ізогіпси покрівлі і підоснови покладу вогнетривких глин Клячинської ділянки



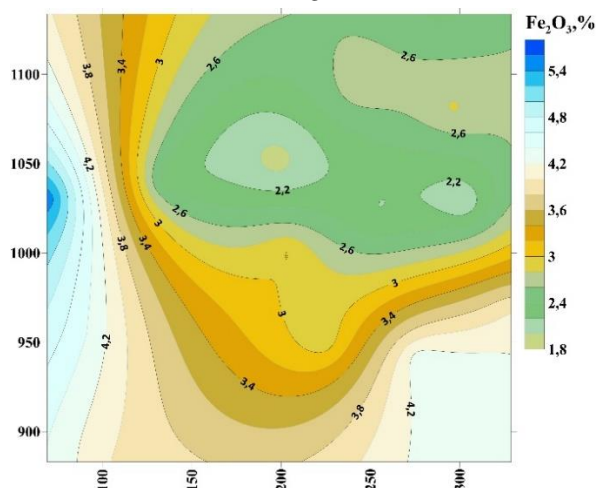
а



б



в



г

Рис. 2. Ізопакіти товщини вогнетривких глин і латеральний розподіл в них середнього вмісту (%) Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3

Латеральний розподіл середнього вмісту Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 у вогнетривких глинах представлено на рис. 2, б, в, г.

Середній вміст оксидів у глинах такий (%): Al_2O_3 – 7,77-16,82 (середнє 10,90); TiO_2 – 0,62-4,11 (середнє 0,96); Fe_2O_3 – 1,91-5,54 (середнє 3,17). Найбільший середній вміст Al_2O_3 , і Fe_2O_3 у вогнетривких глинах притаманний східній частині ділянки, в той час як найбільший середній вміст TiO_2 тяжіє до південної (див. рис. 2, б, в, г). Між середнім вмістом тривалентного заліза і оксидом алюмінію наявний прямий сильний (+0,87) кореляційний зв'язок, натомість між середнім вмістом тривалентного заліза і оксидом титану і між середнім вмістом оксиду титану і алюмінію кореляційні зв'язки відсутні.

Вогнетривкі глини Клачинської ділянки слугували сировиною для виробництва керамічної плитки і сантехнічний виробів.

Висновки. Результати дослідження структурних (рельєф покрівлі і підшви, товщина) і якісних (розподіл середнього вмісту Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3) параметрів покладу вогнетривких глин є основою структурно-літологічної моделі ділянки. Загалом проведені дослідження дозволяють стверджувати, що поклад вогнетривких глин ділянки Клачинська має нескладну морфологію, з більш-менш витриманою товщиною і якісними параметрами глин. Значущі кореляційні зв'язки наявні між рельєфом підшви глин і їх товщиною (обернений, сильний) та між середнім вмістом тривалентного заліза і оксидом алюмінію (прямий, сильний).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелета О.Л. Мінеральні ресурси України: Глини. Ч. 2. Характеристика глин, огляд їх запасів і галузей використання. *Коштовне та декоративне каміння*. 2014. № 4. С. 16–26.
2. Глина тугоплавка. Режим доступу – URL: https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/glina-tugoplavka_2022/

MODERN RESEARCH METHODS

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ В ОСАДОВИХ УТВОРЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ДАНИХ

О. Т. Азімов

доктор геологічних наук

ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України»,
01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б, Україна

Проведено комплекс дистанційних досліджень з метою прогнозування родовищ торфу на півночі Житомирської області. Територія характеризується інтенсивною дислокованістю та наявністю численних різноспрямованих розломів. Детальним вивченням тектонічних особливостей виявлено приуроченість деяких торфових родовищ до вузлів перетину лінеаментних зон, що дозволяє прогнозувати локальні торф'яні об'єкти в межах району.

Ключові слова: Український щит, торфові родовища, дані дистанційних знімків, лінеаментні зони, вузли перетину зон.

STUDY OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF PEAT DEPOSITS IN SEDIMENTARY FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SHIELD BY MEANS OF INFORMATION AND COMPUTER PROCESSING OF REMOTE DATA

O. T. Azimov

Doctor of Geological Sciences

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of IGS, NAS of Ukraine

The complex of remote sensing investigations with the aim of peat deposits predicting for the north area of the Zhytomyr oblast are carried out. The territory are characterized by the intense dislocations and the numerous differently orientated fractures. Detailed investigation of tectonic features identified the confinedness of some peat deposits to the intersection nodes of the lineament zones and allows recognizing the local peat objects within the area.

Key words: Ukrainian shield, peat deposits, remote sensing data, lineament zones, intersection nodes of the zones.

Формування цілей та завдань. Торф являє собою органо-геологічне молоде природне утворення. Він традиційно використовувався як паливно-енергетичний ресурс. Разом з цим потрібно відмітити корисні властивості органічної речовини торфу під час удобрення ним мінеральних ґрунтів для ефективного ведення сільського господарства. Також торф є цінною сировиною для хімічної промисловості. Як лікувальні грязі він застосовується в медицині. В Україні найбільші поклади торфу залягають у зоні Полісся, зокрема, на півночі Житомирської області.

Накопичення і відкладення торфу відбувалося в умовах, поки живе коріння рослин і наземна їх частина не втрачали зв'язків з водою і мінеральним підґрунтям [3]. Перетворення болота у торфовий поклад відбувалося за сприяння геоморфологічних, гідрологічних, гідрогеологічних та кліматичних чинників, тобто за певних палеогеографічних умов. Палеогеографічні ж обстановки тісно пов'язані з різними ландшафтно-геологічними особливостями територій і зумовлені їх тектонічною структурою і геодинамічним режимом у певний період існування Землі. Особливості останніх на новітньому етапі тектогенезу ефективно вивчаються з залученням даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [1, 5 та ін.].

Отже, **метою** роботи є висвітлення результатів використання даних ДЗЗ по території досліджень в Житомирській області щодо виявлення зон тектонічної активізації на сучасному етапі розвитку земної кори, встановлення імовірного просторово-генетичного зв'язку з цими зонами відомих родовищ торфу.

Вихідний матеріал. Фактографічну основу дистанційних досліджень склали *матеріали багатоспектральних космічних знімків*, представлені знімками із супутників Sentinel-2, що отримані у видимій та інфрачервоній зонах спектра електромагнітних хвиль і мають просторове розрізнення 10 м/пкс, та даними радіолокаційного космічного знімання SRTM з апарата Shuttle, представленими у варіанті з просторовим розрізненням 90 м/пкс. Також у роботі застосовані середньомасштабні *топокарти* масштабу 1:100 000.

Основним *картографічним тематичним матеріалом* щодо площового розташування торф'яних родовищ на території досліджень була «Карта сырьевых ресурсов твердых горючих ископаемых Украинской ССР. Масштаб 1:1 000 000», головний редактор П. Н. Сторчак [4].

Характеристика району і методів дослідження. *Адміністративно* більша частина території робіт розташована в межах Житомирської області. Північний контур території перетинає державний кордон України з Республікою Білорусь, і таким чином незначна площа району досліджень охоплює південні райони цієї країни.

Стосовно *ландшафту* зазначимо, що для території, яка розглядається, притаманний ландшафт Полісся у межах загалом рівнинного ландшафту. Виняток становлять пагорби Овруцького кряжу на північному сході району досліджень. Отож, переважна частина території робіт є залісненою, порізаною невеликими за масштабами річками з численними притоками, що приналежні до водозбірного басейну р. Прип'ять на півночі, істотно заболоченою, проте з наявністю значної кількості меліоративних систем з достатньо рівномірним розподілом їхньої мережі по площі, що значною мірою спотворили природний

ландшафт. Таким чином, для території досліджень характерні кілька типів природно-територіальних комплексів, проте визначальною ознакою є розвиток в її межах водно-болотних екосистем.

Згідно загально прийнятих регіональних **тектонічних побудов** район робіт приурочений до північно-західної частини Корсунського плутону Українського щита. Із значних за розмірами **торф'яних родовищ** відмітимо ті, що свого часу були у промисловій розробці: найбільші на території за своїми геометричними параметрами розташовані на захід від сел. Дружба та східніше від нього в районі с. Жеревці (відповідно № 104 і 262 на карті [4]). На захід від них, поблизу с. Пояски, є родовище торфу № 119, а південніше, біля с. Миколаївка – за № 193. Ці родовища у плані мають характерну витягнуту переважно на північ форму, як і родовище за № 195, що розляглося у північно-західній частині площі робіт поряд із с. Кам'яне вже Рівненської області.

З метою виявлення в межах території досліджень тектонічно активних зон, що проявляються на сучасному етапі еволюції земної кори, коригування трас диз'юнктивних деформацій використано зазначені дані ДЗЗ. Насамперед вони, відповідно до розробленої **технології** [2], були **комп'ютеризовано оброблені** (фільтрації, контрастування, синтезування). Наступним етапом роботи був якісний **аналіз ландшафтної інформативності** генералізованих космічних знімків, оцінювання на їх підставі загальної ландшафтної структури району, на основі якого вибрані інформативні щодо відображення основних рис внутрішньої геологічної будови індикатори географічного середовища.

Встановлено, що за винятком ділянки Овруцького кряжу рельєф території характеризується малою контрастністю, вочевидь тектонічні рухи ще слабо відобразилися в його особливостях. Тому основну увагу під час роботи з матеріалами ДЗЗ звернуто на природну мережу гідрологічних об'єктів (річки, озера, болота, підтоплені та перезволожені площі) та синергічно доповнюючі їх у радіометричному полі космознімків геоботанічні індикатори, рідше ґрунтові на незначних площах відсутності рослинності на момент дистанційної зйомки, що імовірно у сукупності відображають поховану структуру земної кори і різноманітні геодинамічні процеси, які в ній відбуваються.

У процесі роботи основним **методом дешифрування** даних ДЗЗ застосовано **комплексне дешифрування**. Воно полягає у спільному застосуванні **контрастно-аналогового** і ландшафтно-індикаційного методів. Перший з указаних методів передбачає безпосереднє ототожнення фототону, структури і текстури зображення з геологічними утвореннями під час опрацювання генералізованих матеріалів дистанційних знімків з середнім і низьким просторовим розрізненням, оскільки ландшафтна індикація віддешифрованих

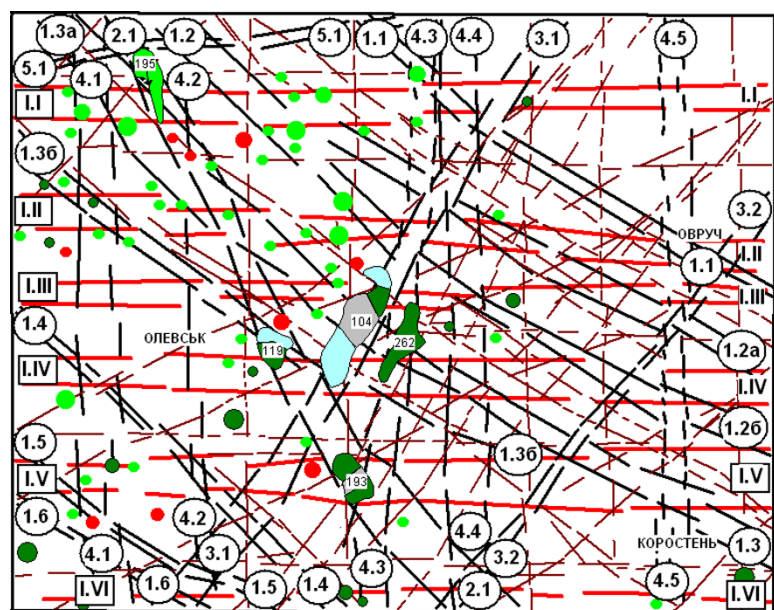
об'єктів на них істотно ускладнюється. Натомість другий метод – *геоіндикаційний* – спрямований на детальний аналіз ландшафтної структури території досліджень, всебічну оцінку геологічної інформативності геоіндикаторів різних груп в її межах.

Для процедур проблемно орієнтованого дешифрування даних ДЗЗ, просторового порівняння, поєднання та **інтерпретації** отриманих **результатів** із наявною геолого-геофізичною інформацією залучено *технології географічних інформаційних систем*.

Викладення основного матеріалу дослідження і обговорення одержаних наукових результатів. За результатами дешифрування даних ДЗЗ і топографічних карт на території досліджень виділено лінійні та дугоподібні (ізометричні, кільцеві) утворення, що відповідно належать до об'єктів низьких і вищих порядків двох просторових класів: лінійних і площових.

На першому етапі досліджень особливу увагу звернуто на лінійні об'єкти. Їх згруповано в **лінеamenti та їх зони** (рисунок). Вони утворюють закономірно розташовані системи певних напрямків. Приблизно однаково виражені й просторово розподілені по території лінементи діагональної і ортогональної систем. Проте з ортогональних, що віднесені до трансрегіональних за рангом, виділені лише субширотні (6 основних). Лінеаментні зони інтерпретуються як активізовані на сучасному етапі тектогенезу структури диз'юнктивного походження, зони напружено-деформаційного стану гірських порід, зони інтенсифікації флюїдодинамічних процесів у земній корі.

Рисунок 1. Картосхема просторового зіставлення лінеаментних зон (римські цифри у квадратах та арабські у кружках) і торф'яних родовищ (контури і кружки сірого, темнозеленого, червоного і салатового кольорів) та покладів (контури блакитного кольору) [4]



На перший погляд може здатися, що територія досліджень ускладнена надмірною кількістю розривних деформацій і пов'язаних з ними структур. Проте, зважаючи на тривалий в геологічному розумінні час тектонічного її

розвитку, починаючи з протерозою, протягом якого в умовах зміни ротаційного режиму існування Землі відбувалося закладання трас розломів з відмінними від раніше утворених за простяганнями, відображена нами ситуація виглядає досить переконливою. При цьому більшість з дешифрованих зон лінеаментів нижчих рангів просторово збігаються з відомими за результатами геологічного картування порушеннями докембрійського фундаменту відповідних порядків.

Аналіз складеної **картосхеми зіставлення лінеаментного поля з місцезнаходженнями родовищ і покладів торфу**, відповідно до [4], дає підстави стверджувати таке. А саме: контури найбільших з родовищ, що були в розробці, опошуковані або вже відпрацьовані, у плані лежать всередині лінеаментних зон і відповідають їм за простяганнями: родовище № 104 – у зоні лінеаментів 3.1 північно-східної орієнтації, № 262 – у субмеридіональній зоні 4.3, № 193 і 195 – в зоні 2.1 північно-західного спрямування (рисунок). Причому спостерігається просторовий і ймовірно генетичний зв'язок місць закладання відкладень торфу з вузлами перетину лінеаментних зон різного простягання.

Оцінювання розповсюдження торфових ґрунтів по площі досліджень вказує на аналогічний до родовищ і покладів характер їх просторової приуроченості до зон лінеаментів переважно діагональної системи, іноді субмеридіональної або субширотної. Локальні ареали торфових ґрунтів містяться в межах лінеаментних зон або на їх границях, збігаючись з ними в орієнтуванні своїми видовженими контурами.

Вочевидь вузли перетину зон лінеаментів різного азимутального спрямування і локальні фрагменти власне цих зон напередодні та під час накопичення торфових відкладів являли собою ділянки земної кори, що зазнавали відносно інтенсивних знакозмінних вертикальних і певною мірою горизонтальних рухів, значної дезінтеграції щільнісних властивостей геологічного субстрату в їх межах, виносу продуктів ерозійних процесів тощо. Унаслідок зазначеного на місцях подібних ділянок утворилися своєрідні мініграбени, які чітко вписуються в “тіла” зон лінеаментів, тобто, згідно з нашою інтерпретацією, – в об'ємні “тіла” складнопобудованих, довгоживучих зон диз'юнктивної природи. Отож, їх справедливо можна назвати щільними мініграбенами з огляду на їх морфологічні особливості й геометричні параметри.

За умов рівнинного, із слабким вираженням вертикального розчленування рельєфу території досліджень перерозподіл поверхневих вод під дією гравітації та їх накопичення відбувалося у відповідності з геоморфологічними елементами земної поверхні, насамперед у межах відносно найопущеніших її ділянок. Вони ж на місцевості збігалися саме з районами зазначених мініграбенів унаслідок успадкованого їх розвитку як у просторі, так і за напрямком вертикальних рухів.

Для таких ділянок було притаманне постійне або тривале періодичне перезволоження, низька дренажність, а наявність у профілі дерново-підзолистих ґрунтів щільного ілювіального горизонту, що є своєрідним водоупором, стримувала тут перехід поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий. Збіг охарактеризованих факторів привів до утворення на таких ділянках боліт. Трансформація боліт у торфові осадові утворення і зрештою у торфовища відбувалася шляхом заростання водойм і перезволоження мінеральних ґрунтів.

Висновки і перспективи досліджень. Отже, на підставі результатів структурного дешифрування даних ДЗЗ і топографічних карт та їх геологічної інтерпретації для території північної частини Житомирської області складено електронну структурно-тектонічну картосхему (рисунок). За результатами аналізу зіставлення картосхеми з площовим розповсюдженням родовищ і покладів торфу району досліджень встановлено просторово-генетичний їх зв'язок з вузлами перетину зон лінеamentів різного простягання. У межах відомих або прогнозованих зон розривних порушень земної кори ці вузли та локальні фрагменти власне лінеamentних зон являють собою своєрідні щільні мініграбени, які внаслідок просторово та геодинамічно успадкованого розвитку були тим тектонічним чинником, що сприяв утворенню боліт, які з часом трансформувалися у торфовища.

Перспективи подальших досліджень території вбачаються в ретельному оцінюванні просторових збігів і залежностей родовищ і покладів торфу з дешифрованими об'єктами кільце- та дугоподібної форми, в їх геологічній інтерпретації й аналізі впливу на тектонічний розвиток регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азімов О. Т. Методологія розрізнення диз'юнктивних дислокацій за матеріалами дистанційних зйомок. Ст. 6. Комп'ютеризовані методи тематичного дешифрування та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі. Зб. наук. пр. УкрДГРІ. Київ, 2011. № 2. С. 102–142.
 2. Азімов О. Т. Технологічна модульна схема оброблення–дешифрування–геологічної інтерпретації матеріалів аерокосмічних знімків. *Геоінформатика*. 2014. № 2 (50). С. 43–55. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2014_2_6
 3. Вознюк С. Т., Мошинський В. С., Клименко М. О. та ін. Торфово-земельний ресурс Північно-Західного регіону України: монографія. Рівне: НУВГП, 2017. 117 с.
 4. Карта сырьевых ресурсов твердых горючих ископаемых Украинской ССР. Масштаб 1:1 000 000. Ред. П. Н. Сторчак. Киев: Мингео УССР, 1984. 4 л.
- Ніколаєнко Б. А., Верем'єв П. С., Кубишкіна Л. До. та ін. Тимчасові методичні рекомендації щодо застосування матеріалів космічної зйомки при геологічному вивченні платформної частини УРСР. Київ: ЦТЕ, 1983. 77 с.

РЕЗУЛЬТАТИ МІКРОЗОНДОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АЛАНІТУ ІЗ КАРБОНАТНО-ТЕРИГЕННОГО КСЕНОЛІТУ В ЕФУЗИВАХ МАРМАРОСЬКОЇ ЗОНИ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

**В. М. Бельський¹, Г. О. Кульчицька¹, В. Я. Гишин², Є. Б. Поляченко³, Ю.
О. Литвиненко¹**

кандидат геологічних наук

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П.Семененка НАН України, Київ,
Україна

²Інститут геології, геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна

³Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

У лавобрекчії чевчинської світи (J₃-K₁) виявлено мінеральну фазу, ідентифіковану за даними мікрозондового аналізу як аланіт, що є першою такою знахідкою для Українських Карпат. Аланіт має контактово-метасоматичне походження, церієву специфікацію та характеризується відсутністю в ньому Th та U. Його склад відповідає формулі - $REE_{0,46}Ca_{1,48}Fe_{0,74}Al_{2,26}Si_{3,06}O_{12}(OH)$.

Ключові слова: аланіт, ЕДС, Українські Карпати, Мармароський масив

RESULTS OF MICROPROBE STUDIES OF ALANITE FROM A CARBONATE-TERRIGENOUS XENOLITH IN EFFUSIVES OF THE MARMAROSK ZONE (UKRAINIAN CARPATHIANS)

**V. M. Belskyi¹, H. O. Kulchytska¹, V. Ya. Hyshchyn², Ye. B. Polyachenko³,
Yu. O. Lytvynenko¹**

PhD in Geological Sciences

¹M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

²Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv,
Ukraine

³S. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

A mineral phase identified by microprobe analysis as allanite, which is the first such find for the Ukrainian Carpathians, was found in the lava breccia of the Chevchyny suite (J₃-K₁). Allanite has a contact-metasomatic origin, cerium specification and is characterized by the absence of Th and U in it. Its composition corresponds to the formula - $REE_{0,46}Ca_{1,48}Fe_{0,74}Al_{2,26}Si_{3,06}O_{12}(OH)$.

Key words: allanite, EDS, Ukrainian Carpathians, Marmarosh massif

Під час комплексних польових досліджень в районі струмка Кам'яний Потік (права притока р. Тиса), що протікає на південно-західній околиці м. Рахів, із лавобрекчії чевчинської світи (J₃-K₁) було відібрано зразок породи карбонатно-теригенного складу (рис.1), в якому виявлено мінеральну фазу аланіту, що є першою такою знахідкою для Українських Карпат.

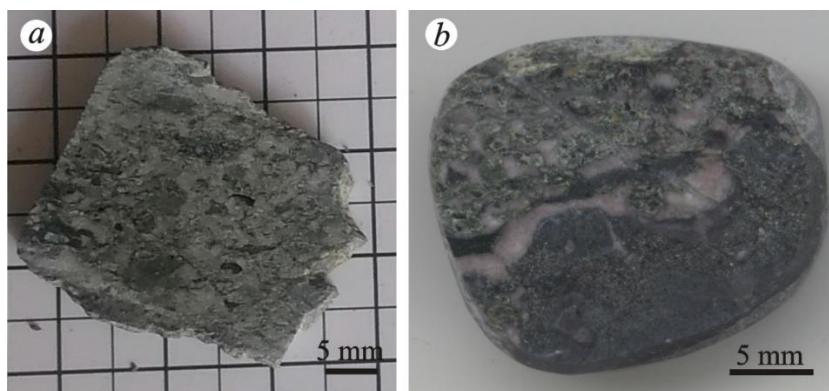


Рис. 1. Відрізана частина штуча (а) та полірований аніліф (b) із метаморфізованого ксеноліту карбонатно-теригенного складу (чевчинська світи (J₃-K₁))

Мінеральний склад порід. За даними [1], вапняки чевчинської світи Кам'янопотоцької СФЗ сірого кольору, мають смугасту, строматолітову та стилітову текстури і складаються на 85-95% із кальциту, в якому містяться уламки кварцу, луски хлориту, глинистих мінералів та вуглецева речовина. Зразок карбонатно-теригенної породи відібрано на межі вапняків зі спілітами масивної текстури, темно-зеленого та бурувато-червоного забарвлення. Спілітизовані ефузиви складені цілковито хлоритизованим склом з лейстами альбіту, карбонатами та халцедоном. Також присутні такі рудні мінерали як магнетит, Ті-магнетит, титаніт і гематит. За знахідками скам'янілостей дані породи віднесено до титонсько-беріаського ярусів [1].

Аланіт, мінерал з групи епідоту [$A_2M_3Si_3O_{12}(OH)$, де $A = Ca, Ce$; $M = Al, Fe$], відомий як характерний акцесорний мінерал гранітів, гранодіоритів, монзонітів, сієнітів, скарнів та гранітних пегматитів, знайдений також в глаукофановому кристалосланці, а також гранатовому лерцоліті [2]. У нашому випадку його виявлено в ксеноліті карбонатно-теригенної породи серед спілітизованих ефузивів, що проривають товщу органогенних вапняків титон-беріаського віку.

Умови аналізу. За допомогою електронного мікроскопа JSM6700F з енергодисперсійним (ED) спектрометром JED2300 та рентгенівського мікроаналізатора JCXA733 з EDS приставкою (JEOL, Японія) в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України було отримано РЕМ-зображення та визначено хімічний склад аланіту. Умови зйомки: JSM6700F - прискорювальна напруга 20 кВ, струм зонда 0,6 нА, діаметр зонда 1-2 мкм; JCXA733 - прискорювальна напруга 20 кВ, струм зонда 20 нА, діаметр зонда 10 мкм.

Результати аналізу й обговорення. Ниркоподібні виділення аланіту розміщені серед дрібнозернистої карбонатно-силікатної матриці (рис. 2, 3).

Мають ізометричну округлу форму розміром ~ 100 мкм. В шліфі бурувато-коричневі, ізотропні та не змінюють забарвлення в схрещених ніколях (рис. 2).

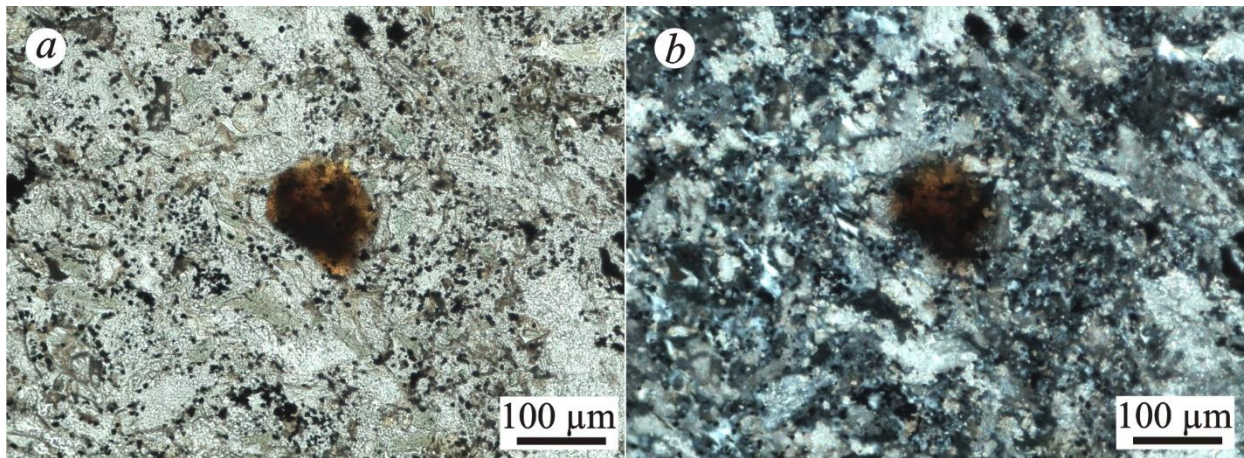


Рис. 2. Аланіт серед карбонатно-силікатної матриці: а- ніколі II, б – ніколі +.

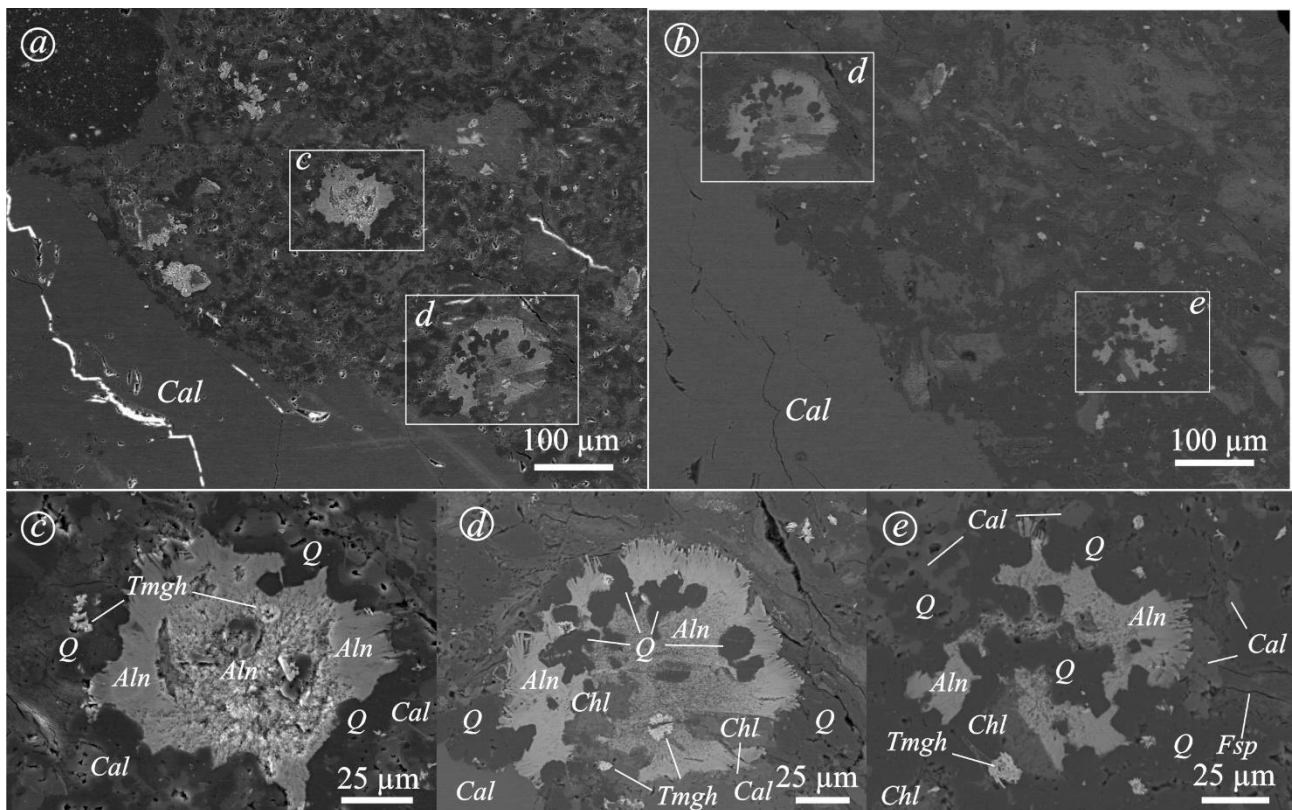


Рис. 3. Ниркоподібний аланіт (Aln). Найтемніші ділянки виповнені SiO_2 (Q), Cal - кальцит, Chl - хлорит, Tmgh – магнетит титанистий. (а і с – режим зйомки LEI; b, d, e – COMPO). Електронний мікроскоп JSM-6700F, JEOL (Японія)

На детальних зображеннях, зроблених за допомогою електронного мікроскопу, прослідковується радіально-променева будова ниркоподібних агрегатів аланіту (рис. 3 с, d, e), де промені аланіту відходять від глобул SiO_2 (на рисунку позначені як Q).

Хімічний склад аланіту, визначений за допомогою енергодисперсійного спектрометра, вказує на його церієвий різновид – аланіт-(Ce), із відповідною формулою $REE_{0,46}Ca_{1,48}Fe_{0,74}Al_{2,26}Si_{3,06}O_{12}(OH)$, розрахованою за середнім значенням результатів восьми аналізів (табл. 1). Вміст Th та U нижчий порога визначення.

Таблиця 1.

Результати ЕДС аналізу аланіту з перерахунком на катіони (арфу 8)

Sample	1	39	40	41	Yu14	Yu15	Yu19	Yu20
Al ₂ O ₃	19,71	18,6	16,05	19,32	23,27	24,52	24,54	22,19
SiO ₂	33,53	30,4	27,57	31,44	36,04	36,5	37,81	34,73
CaO	14,69	13,3	11,66	13,09	16,44	18,12	18,79	15,04
TiO ₂	0,02	0	0,12	0,53	0,67	0,89	0	0
FeO	10,92	9,69	10,08	10,60	8,26	8,65	8,98	8,59
La ₂ O ₃	5,29	4,6	5,53	5,14	2,91	1,65	1,11	4,3
Ce ₂ O ₃	7,79	7,23	8,29	8,36	7,09	4,39	3,99	9,15
Pr ₂ O ₃	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,94	1,39	1,62	2,16
Nd ₂ O ₃	1,62	1,51	0,61	1,14	2,39	2,78	2,08	2,84
Summ	93,57	85,33	79,91	89,62	99,01	98,89	98,92	99,00
ΣREE	14,70	13,34	14,43	14,64	14,33	10,21	8,80	18,45
Si ⁴⁺	3,08	3,06	3,03	3,05	3,09	3,05	3,10	3,06
Σ T	3,08	3,06	3,03	3,05	3,09	3,05	3,10	3,06
Al ³⁺	2,14	2,20	2,08	2,21	2,35	2,41	2,37	2,30
La ³⁺	0,18	0,17	0,22	0,18	0,09	0,05	0,03	0,14
Ce ³⁺	0,26	0,27	0,33	0,30	0,22	0,13	0,12	0,29
Nd ³⁺	0,05	0,05	0,02	0,04	0,07	0,08	0,05	0,07
Pr ³⁺	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,06	0,04	0,06	0,09
Ca ²⁺	1,45	1,43	1,37	1,36	1,51	1,62	1,65	1,42
Fe ²⁺	0,84	0,81	0,93	0,86	0,59	0,60	0,62	0,63
Σ M	4,92	4,94	4,97	4,95	4,91	4,95	4,90	4,94
Σ MREE	0,49	0,49	0,58	0,52	0,45	0,31	0,26	0,59

Примітки: аналізи 1,39,40,41 виконані на мікрозондовому аналізаторі JXA-733, JEOL (Японія), Yu14, Yu15, Yu19, Yu20 на – JSM-6700F, JEOL (Японія), n.d. – не визначався.

Утворення аланіту в ксеноліті серед спілітизованих ефузивів, що проривають товщу органогенних вапняків, найімовірніше зумовлено процесами скарнового контактового метасоматозу. Допускаємо, що аланіт міг утворитися як результат взаємодії збагаченого на залізо і REE карбонатного флюїду-розплаву із силікатною фазою типу халцедонізованих решток мікроорганізмів, внаслідок чого його виділення набули ниркоподібної форми з характерним променистим оперенням. На це вказує тісна асоціація у всіх випадках аланіту з магнетитом, кальцитом, хлоритом і мінеральними фазами кремнезему.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна геологічна карта України, М 1:200000, М-35-XXXI(Надвірна), Мацьків Б.В., Пукач Б.Д., Воробканич В.М., Пастуханова С.В., Гнилко О.М. Пояснювальна записка, Київ 2009, 177с.
2. Hoshino M., Kimata M., Nishida N., Kyono A., Shimizu M., Takizawa S. The chemistry of allanite from the Daibosatsu Pass, Yamanashi, Japan. *Mineralogical Magazine*. 2005. Vol. 69(4). P. 403-423. DOI: 10.1180/0026461056940259

ЗМІНА МІКРОНАПРУЖЕНЬ КРИСТАЛІЧНОЇ ГРАТКИ КВАРЦУ У ГРАНІТАХ СИНЯВСЬКОГО РОДОВИЩА ПІД ВПЛИВОМ БУРОВИБУХОВИХ РОБІТ

В. В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є. С. Козій

кандидат геологічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, Україна

О. С. Дрешпак

кандидат технічних наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

П. С. Пащенко

кандидат геологічних наук

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,

49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2-а

Виявлено явище зміни важливого елементу тонкої структури кристалічної ґратки кварцу під термодинамічним впливом вибухових робіт. Її особливості головним чином полягають у тому, що при проведенні вибухових робіт виникають мікрспотворення в структурних ґратах кварцу, які порушують далекий порядок, у ній утворюються напружені міжатомні зв'язки, які далі розриваються в полі діючих напруг і збільшують дисперсність кристалітів, розміри елементарної комірки та загальну анізотропію будови кристалічної ґратки цього мінералу.

Ключові слова: граніт, кварц, кристаліти, кристалічна структура, буровибухові роботи.

CHANGE OF THE MICROSTRESSES OF THE QUARTZ CRYSTALLINE LATTICE IN THE GRANITES OF THE SYNIAVSKE DEPOSIT UNDER THE INFLUENCE OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

V.V. Ishkov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

Ye.S. Kozii

Candidate of Geological Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

O.S. Dreshpak

Candidate of Technical Sciences

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

P.S. Pashchenko

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics named by M.S. Poljakov of National Academy of Sciences of

Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2A

The phenomenon of changing an important element of the thin structure of the crystal lattice of quartz under the thermodynamic influence of blasting was revealed. Its features mainly consist in the fact that during blasting, microdistortions occur in the structural lattices of quartz, which violate the long-range order, in it, tense interatomic bonds are formed, which are then broken in the field of applied stresses and increase the dispersion of crystallites, the dimensions of the unit cell and general anisotropy of the structure of the crystal lattice of this mineral.

Key words: granite, quartz, crystallites, crystal structure, blasting.

Вступ. Синявське родовище гранітів знаходиться у Рокитнянському районі Київської області, на правому березі річки Рось, на землях Синявської сільської ради, на північній околиці смт. Синява Київської області. З геотектонічної точки зору, територія району розташована в межах Росинсько-Тікицької структурно-фаціальної зони. Синявське родовище гранітів є частиною інтрузивних утворень Уманського ультраметаморфічного комплексу.

Останні досягнення. Попередні дослідження авторів фокусувались на аналізі розподілу мікроелементного складу вугілля Донбасу [1]. Також була розроблена методологія для класифікації вугільних родовищ [2] та нафтових полів Дніпровсько-Донецької западини за вмістом різних мікроелементів [3-9]. Інші дослідження були зосереджені на аналізі розподілу германію в окремих вугільних шарах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу [10-11]. Але до теперішнього часу особливості елементів тонкої кристалічної структури кварцу із гранітів Синявського родовища відібраних до і після буровибухових робіт не розглядалися

Мета роботи. Встановити особливості зміни мікронапружень у кристалічній структурі кварцу гранітів Синявського родовища під впливом буровибухових робіт.

Результати роботи. На рисунку 1 показано результати розрахунків існуючих мікронапружень кристалічної ґратки кварцу за результатами рентгеноструктурного аналізу за усіма пробами гранітів Синявського родовища до і після проведення вибухових робіт та продуктами їх магнітної сепарації. В результаті досліджень фіксується різке зменшення цього показника між продуктами магнітної сепарації в ряді: «барабан МС» → «нижній ролик» → «верхній ролик» → «немагнітний продукт», та дещо менше, але також закономірне зменшення мікронапружень кристалічної ґратки кварцу в напрямку від проб гранітів до проведення вибухових робіт до проб гранітів, які були відібрані вже після їх проведення. При цьому найбільший градієнт зменшення мікронапружень кристалічної ґратки кварцу у пробах відібраних до вибухових робіт спостерігається на ділянці між продуктами магнітної сепарації: «верхній ролик» – «немагнітний продукт» і становить $3,31 \cdot 10^{-50}\%$, а у пробах відібраних

вже після їх проведення на ділянці між продуктами магнітної сепарації: «барабан МС» – «нижній ролик» і дорівнює $5,56 \cdot 10^{-5}\%$.

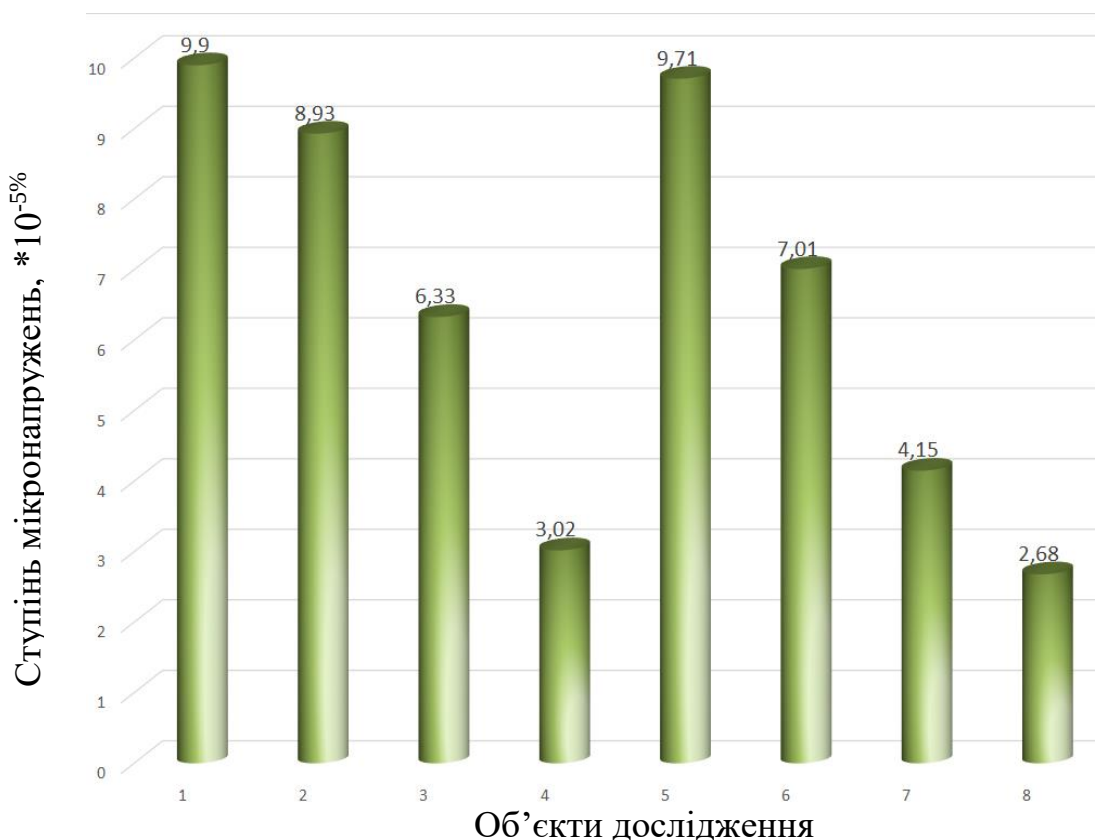


Рис. 1. Ступінь мікронапружень кристалічної ґратки кварцу. Об'єкти дослідження: граніти до вибухових робіт: 1 – продукт барабан МС, 2 – продукт нижній ролик, 3 – продукт верхній ролик, 4 – продукт немагнітний; граніти після вибухових робіт: 5 – продукт барабан МС, 6 – продукт нижній ролик, 7 – продукт верхній ролик, 8 – продукт немагнітний

Враховуючи відсотки виходу кожного із продуктів магнітної сепарації середнє зважене значення мікронапружень у кристалічній ґратці кварцу в пробах граніту до вибухових робіт становить $4,85 \cdot 10^{-5}\%$, а у пробах граніту після проведення вибухових робіт дорівнює $4,02 \cdot 10^{-5}\%$. Таким чином, середнє зважене значення мікронапружень у кристалічній ґратці кварцу в результаті термодинамічного впливу вибухових робіт зменшується на 17,11%.

Висновки. Виявлено явище зменшення ступеня мікронапружень у кристалічних ґратах кварцу між продуктами магнітної сепарації у наступному ряді: «барабан МС» → «нижній ролик» → «верхній ролик» → «немагнітний продукт». Також встановлено, що ці мікронапруження суттєво зменшуються від проб гранітів, взятих до проведення вибухових робіт, до проб, відібраних вже після цих робіт.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Kozar M.A. Geochemistry features of aluminum in oils and classification of the deposits of the Dnipro-Donetsk depth according to its content. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*. 2023. No. 28. 1(42). pp. 131-147. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1\(42\).282244](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1(42).282244)
2. Ішков В.В., Козій Є.С., Козар М.А. Розробка класифікацій родовищ нафти за вмістом металів (на прикладі Дніпровсько-Донецької западини). *Мінеральні ресурси України*. 2023. №1. С. 23-34. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.1.23-34>
3. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Kozar M.A. Features of vanadium geochemistry in oils from the oil and gas fields of Eastern region of Ukraine. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 162. pp. 85-96. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.162.085>
4. Ішков В.В., Козій Є.С., Козар М.О., Єрофєєв А.М., Барташевський С.Є., Дрешпак О.С. Особливості загального вмісту металів у нафтах родовищ Дніпровсько-Донецької Западини. *Збірник наукових праць НГУ*. 2023. №72. С. 98-114. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/72.098>
5. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Kozar M.A. Development of classifications of oil deposits by the content of metals (on the example of the Dnipro-Donetsk depression). *Mineral resources of Ukraine*. 2023. No. 1. pp. 23-34. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.1.23-34>
6. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. 2017. №136. С. 74-86.
7. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Method of clusterization of c₆ coal seam zones of different thickness in the Dniprovsk mine field by germanium concentration. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 163. pp. 5-15. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.163.005>
8. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Pashchenko P.S. The relationship of germanium concentrations and the thickness of the c₈^H coal seam of the Dniprovsk coal mine. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 162. pp. 164-176. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.162.164>
9. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). *Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology"*. 2021. No. 1(25)-2(26). pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)
10. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I. Geochemical peculiarities of germanium, arsenic, mercury, beryllium, fluorine and total sulfur in the c₈^H coal seam of the Dniprovsk mine field. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2023. No. 164. pp. 21-36. <https://doi.org/10.15407/geotm2023.164.021>
11. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. Geochemical features of nickel in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. *Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics"*. 2022. No. 160. pp. 5-16. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.160.005>

СУЧАСНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ

¹Кичка О. А., ²Ольшанецький М. В., ^{2,3}Тищенко А. П., ¹Вижива А. С.,
²Жадан А. М., ¹Маковець О. В., ²Фенота П. О., ¹Хмелевський А. С.,
^{2,3}Мельник Л. П.

¹УкрНДІгаз, ²АТ «Укргазвидобування», ³НАК «Нафтогаз України», Київ, Україна

На основі обробки даних новітньої сейсморозвідки 3D і аналізу геолого-геофізичної інформації виділено і охарактеризовано понад тридцять перспективних структур на спецдозволах Дельфін 01-10 НАК «Нафтогаз України» в межах внутрішньої зони північно-західного шельфу Чорного моря. Уточнено і деталізовано геологічну модель району робіт та оцінені основні складові геологічного ризику по перспективних нафтогазоносних комплексах для формування портфелю нафтогазопошукових об'єктів, їх ранжування та прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: Чорне море, спецдозволи на розвідку і видобування, сейсморозвідка 3D, геологічна інтерпретація, нафтогазопошукові роботи на основі плеїв.

MODERN EVALUATION OF THE HYDROCRABON POTENTIAL FOR THE INNER ZONE, NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA

¹Kitchka O.A., ²Olshanetskyi M.V., ^{2,3}Tyshchenko A.P., ¹Vyzhva A.S., ²Zhadan
A.M., ¹Makovets O.V., ²Fenota P.O., ¹Khmelevskyi A.S., ^{2,3}Melnyk L.P.

¹UkrNDIgaz, ²Ukrigasvydobuvannya JSC, ³Naftogaz of Ukraine NJSC, Kyiv, Ukraine

In the inner zone of the northwest Black Sea shelf, within the Dolphin 01-10 special permits of NJSC Naftogaz of Ukraine, more than thirty promising structures were found and described using the most recent 3D seismic data processing and geological and geophysical information. The study area's geological model was improved and detailed, and the key geological risk factors for potential oil and gas bearing complexes (plays) were evaluated in order to create a portfolio of hydrocarbon exploration prospects, rank them, and make the appropriate decisions.

Key words: Black Sea, E&P special permits, 3D seismics, geological interpretation, play-based exploration.

Вступ. Неодмінною складовою сучасних ГРП на нафту і газ в недостатньо геологічно вивчених регіонах є аналіз нафтогазоносних комплексів (плеїв) з оцінкою геологічних ризиків (PoS) для базових складових нафтогазових систем в них (імовірність джерела/міграції/заповнення – пастки – колектору – покришки) та залученням басейнового аналізу. Були закартовані перспективні нафтогазові і газові зони, що були відкалібровані по свердловині Прадніпровська-2 в межах кубу сейсмоданих 3D і деяких інших в найближчому okolí (свердловини Безіменного та Одеського родовищ, а також Флангова-2).

Методи, результати і новизна дослідження. Північно-західний шельф Чорноморського мегабасейну є основним районом видобутку газу в межах Південного нафтогазоносного регіону України. Цей регіон відкриває для України великі можливості для пошуків та розвідки вуглеводнів на ще недостатньо вивченій акваторії. У 2021 році PGS Exploration ASA за контрактом з НАК Нафтогаз України провела батиметричні та 3D сейсморозвідувальні роботи з високою роздільною здатністю на мілководній ділянці площею 5000 квадратних кілометрів на внутрішньому північно-західному шельфі Чорного моря України [2]. Обробка сейсмічних даних включала в себе найсучасніший граф глибинної обробки, а саме FWI, KPSSDM та SWIM, що стало видатною віхою при проведенні ГРР в регіоні [3].

Завдяки обробці та інтерпретації морських 3D сейсмічних даних було отримано декілька визначних геологічних результатів. Одним з них є раніше невідомий горизонт відбиття, який названий нами "головним неузгодженням" (позначається як VI-й сейсмогоризонт). Горизонт головного неузгодження є яскравою сейсмічною границею, що має чітко виражений рельєфний вигляд, яка пов'язана з підшою осадового чохла на гетерогенному і гетерохронному акустичному фундаменті, і впевнено простежується на більшій частині площі робіт.

Завдяки цьому дослідженню окреслено три помітні припідняті щаблі фундаменту - Дністровський, Алібейський та Тендрівський, а також Вилківську мінізападину (оточену горстами фундаменту і заповнену сейсмічно напівпрозорими сейсмо-секвенціями, що падають на південь і сегментовані успадкованими скидами), Рис. 1.

За результатами виконаних робіт побудовано дванадцять структурних карт по ключових горизонтах відбиття, стратиграфічно прив'язаних до свердловини Прадніпровська-2, що характеризують мезо-кайнозойський осадовий чохол із застосуванням усіх наявних геоданих, включаючи 2D профілі минулих років, а також інформацію з понад 160 виробничих звітів у поєднанні з відповідними дослідженнями по прилеглих регіонах у румунських, болгарських і турецьких водах. Виконано аналіз матеріалів та інтерпретація даних раніше проведених робіт, та попередній басейновий аналіз з використанням моделювання міграції вуглеводнів, який прогнозує потенційні перспективні ділянки для пошуку нафти і газу.

В результаті прокорельовано нові 3D дані з кубом сейсморозвідки по Одесько-Безіменній площі та наземними даними 2D сейсморозвідки і глибоких свердловин (Переддобруджинський прогин) через прибережну перехідну зону відсутності сейсмічних даних шириною ~10 км. Структурні взаємозв'язки та

елементи нафтових систем, вдалося перенести на Криловський суб-басейн, де виявлено потенційні пастки в еродованій карбонатній платформі середнього та пізнього палеозою.



Рисунок 1. Тектонічне районування району робіт на рівні відбивного горизонту VI (акустичний фундамент) за даними сейморозвідки 3D.

Інтеграція всіх цих даних дозволила створити збалансовану 2D геологічну модель, яка ілюструє структурні взаємозв'язки між суходолом і шельфом [1].

Виділення перспективних нафтогазоносних комплексів (плеїв)

Базуючись на інтерпретації новітніх сейсмоданих 3D та спираючись на міжнародно визнаний галузевий «стандарт» з виділення нафтогазових комплексів (плеїв), виокремлено сім незалежних плеїв перспективних для пошуків вуглеводнів в межах периметру спецдозволів Дельфін 01-10, а саме:

- 1) Вивірений та тріщинуватий фундамент протерозою - раннього палеозою.
- 2) Склепінєві, тектонічно-екрановані пастки в палеозойській товщі.
- 3) Склепінєві та стратиграфічні пастки, пов'язані з різким кутовим неузгодженням в покрівлі валанжинсько-юрських відкладів.
- 4) Склепінєві пастки в нижньокрейдових (неоком-альбських) дорифтових-синрифтових відкладах та стратиграфічні пастки.
- 5) Склепінєві пастки в комплексі карбонатної платформи верхньої крейди-середнього еоцену. Рифові тіла у верхньокрейдових (кампан-маастрихтських) відкладах та стратиграфічні пастки, пов'язані з стратиграфічним неузгодженням

в палеоген-крейдових відкладах.

6) Верхній еоцен – олігоцен-нижній міоцен (майкопські) склепіневі пастки та літолого-стратиграфічні пастки.

7) Неогенові склепіневі пастки та літологічні пастки.

Просторове положення вищезагаданих плів показано вздовж модельного перетину через спецдозволи Дельфін Внутрішнього шельфу на Рис. 2.

Оцінка геологічних ризиків

На основі проведеного аналізу нафтогазоносних комплексів вдалося проранжувати та геологічно обризикувати на наявність елементів вуглеводневих систем понад 30 перспективних ділянок (антиклінальних і стратиграфічних пасток), причому вісім з них були вперше закартовані в межах спеціальних дозволів НАК Нафтогаз України на основі обробки і інтерпретації даних сейсмозвідки 3D.

Стосовно класифікації за формою сейсмічного імпульсу, то для побудови карт сейсмофіцій було використане хвильове поле уздовж сейсмічного горизонту. Виходячи з передумов, що форма відбитої хвилі залежить від пружних властивостей акустичної границі і від форми сейсмічного запису, можна судити про зміну цих властивостей.

Для створення просторової моделі термальної зрілості нафтогазоматеринських порід в межах району робіт були використані залежності УкрДГРІ для суходолу (Передобруджинський прогин), так і для прилеглого північно-західного шельфу (за даними Simon Petroleum Technology Ltd.).

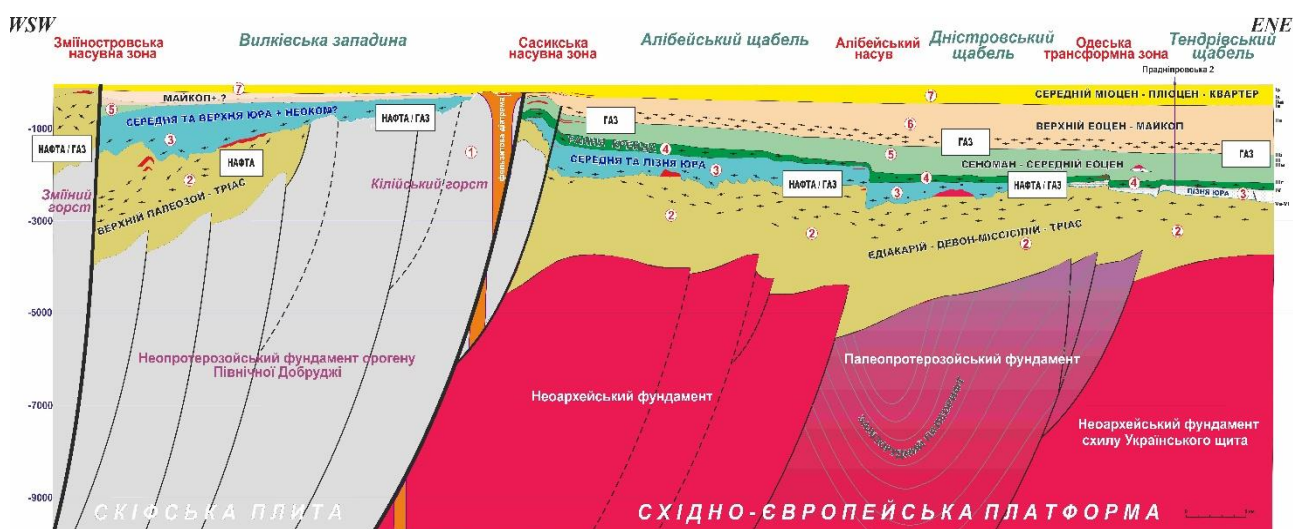


Рисунок 2. Основні перспективні нафтогазові плії вздовж модельного геолого-геофізичного перетину в межах району робіт.

Для кожного комплексу (плею) та його суб-комплексу (сегменту) були побудовані карти термальної зрілості та карто-схеми поширення

сейсмофаціальних зон на основі атрибутивного аналізу (за формою сигналу та набору атрибутів) для ключових сейсмогоризонтів мезокайнозою (Ia, IIa, IIб, III, IIIм, IIIг, IV, V, VI), які були покладені в основу інтерпретаційних карт імовірності наявності пастки та колектора в ньому.

На основі експертного узгодження встановлено коефіцієнти імовірності для чотирьох компонентів (імовірність джерела/міграції/заповнення – пастки – колектору – покритишки) та визначено зведений геологічний ризик (CCRS) кожного з семи перспективних нафтогазоносних комплексів (плеїв), який ілюструється Рис. 3.

Приклад оцінки складових геологічного ризику для середньороського плею проілюстрований на рисунку 3.

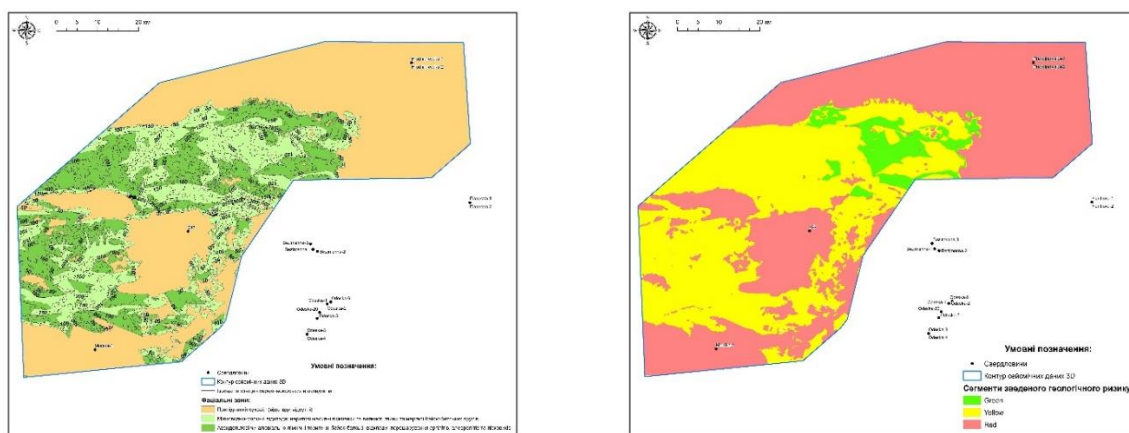


Рисунок 3. Карта прогнозних сейсмофацій за даними атрибутивного аналізу (ліворуч) та карта зведеного геологічного ризику (праворуч), для середньороського плею.

Висновки. Район робіт, що знаходиться в зоні зчленування схилу докембрійської СЕП, палеозойсько-кімерійської Скіфської платформи та молоді мезокайнозойської Чорноморської западини є напрочуд складним за тектонічною будовою в регіоні, проте водночас і найбільш цікавим районом з геологічної точки зору, не зважаючи на відносно помірні вуглеводневі ресурси.

Підтверджено поширення Переддобруджинського прогину в акваторію Чорного моря, а також перенесено елементи його нафтових систем на Криловську западину, де виявлено потенційні пастки ВВ в еродованій карбонатній платформі середнього та пізнього палеозою.

Встановлені і простежені залежності дали змогу оцінити зведений геологічний ризик та перспективи промислової нафтогазоносності для спецдозволів Дельфін на Внутрішньому північно-західному шельфі Чорного моря і приступити для оцінки їх ресурсного потенціалу детерміністичним та стохастичним методами.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kitchka A., Olshanetsky M., Tyshchenko A. et al. *Confident progress in understanding geology & hydrocarbon potential of the NW Black Sea Inner Shelf, Ukraine, based on cutting-edge 3D seismic exploration program*. Abs. AAPG Europe Region Conference, 28-29 May 2024 Krakow. – P. 78.
2. Tauvers P., Tyschenko A., Kitchka O., Melnyk L., Boekholt M. *Start of major 3D acquisition by Naftogaz in the Western Ukrainian Black Sea - implications for rejuvenation of offshore exploration for Ukraine*. Abs. AAPG Exploration and Production in the Black Sea Region and Super-Basin Thinking GTW, 6-7 September 2022, Trabzon. – P. 7.
3. Tegnander J.F., Kittell L., Helgebostad K.S., Tyshchenko A., Vyzhva A., Melnyk L. and Oukili J. *Efficient 3D Acquisition and Imaging in Ultra-Shallow Water for Frontier Exploration in the Black Sea, Ukraine*. Fourth EAGE Marine Acquisition Workshop, Sep 2024, Volume 2024, Oslo. P. 1 – 3, <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.202436012>, 09.09.2024.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ МІНЕРАЛІВ У ДГЦ УКРАЇНИ

А. Р. Крижановська

головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння

¹ Державний гемологічний центр України, вул. Дегтярівська, 38-44, Київ, Україна, 04119

² Інститут геологічних наук НАН України, вул. Олеся Гончара, 55Б, Київ, Україна, 01054

Сучасні підходи до дослідження мінералів у незалежній експертизі, зокрема в Державному гемологічному центрі України (ДГЦУ), передбачають застосування новітніх інструментальних методів для ідентифікації та оцінки дорогоцінного і декоративного каміння. Автором подано відомості про методи діагностики, класифікації та визначення якості мінеральних утворень, а також їх практична значущість. Подано відомості про результати дослідження бурштину з Волинського Полісся та результати дослідження мінералів важкої фракції пісковиків колайдинської світи верхнього девону Дніпровсько-Донецької западини.

Ключові слова: гемологічна експертиза, методи, Волинське Полісся, бурштин, Дніпровсько-Донецька западина, верхній девон, гранат, ільменіт, рутил.

MODERN METHODS OF MINERAL RESEARCH IN THE DGC OF UKRAINE

A. R. Kryzhanovska

chief specialist of the gem examination department

¹ State Gemological Center of Ukraine, str. 38-44 Degtyarivska Street, Kyiv, Ukraine, 04119

² Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,
str. O. Honchara, 55b, Kyiv, Ukraine, 01054

Modern approaches to the study of minerals in an independent examination, in particular at the State Gemological Center of Ukraine (SGHCU), involve the use of the latest instrumental methods for the identification and evaluation of precious and decorative stones. The author provides information on the methods of diagnosis, classification and determination of the quality of mineral formations, as well as their practical significance. Information on the results of the study of amber from the Volyn Polissia and the results of the study of the minerals of the heavy fraction of the sandstones of the upper Devonian Kolaidin world of the Dnipro-Donets depression is provided.

Key words: gemological examination, methods, Volyn Polissia, amber, Dnieper-Donetsk basin, Upper Devonian, garnet, ilmenite, rutile.

Державний гемологічний центр України (ДГЦУ) є провідною науковою установою, що здійснює незалежну експертизу дорогоцінного та декоративного каміння. Центр має на меті забезпечення високих стандартів якості та достовірності у вивченні мінералів, надаючи послуги як для комерційних потреб, так і для наукових досліджень. У рамках своєї діяльності ДГЦУ застосовує сучасні гемологічні технології, що дозволяють проводити детальний аналіз мінералів. Серед основних методів, що використовуються, є спектроскопія (інфрачервона, ультрафіолетова та рентгенівська), яка дає можливість виявляти

хімічний склад та структуру мінералів; мікроскопія (оптична та електронна), що забезпечує детальне вивчення текстури та включень у мінералах; тестування на фізичні властивості (твердість, щільність, заломлення) мінералів.

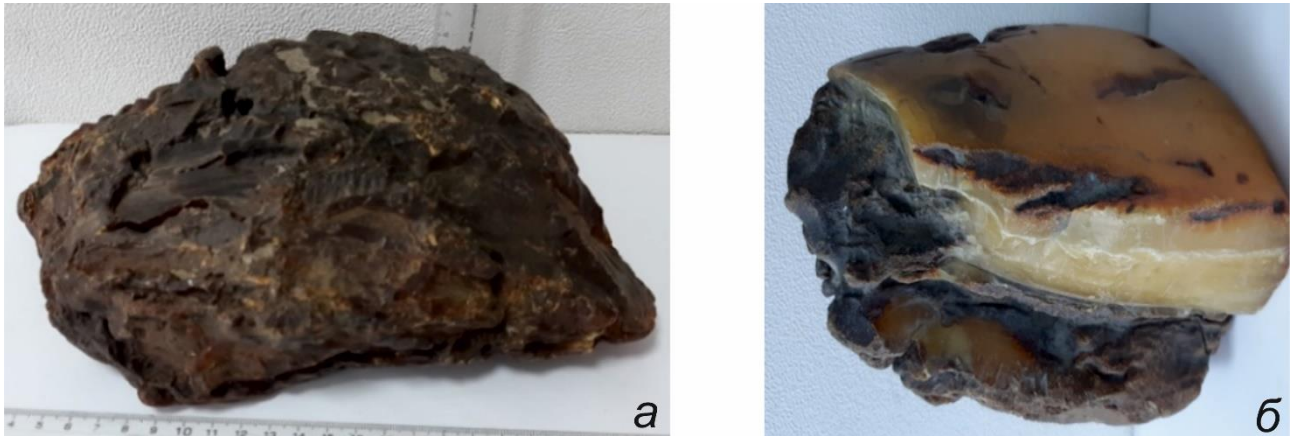
ДГЦУ також використовує ряд методів для визначення природного або штучного походження мінералів, серед яких хімічний аналіз для дослідження специфічних елементів та сполук, характерних для природних або синтетичних матеріалів, а також ідентифікацію облагороджень через дослідження поверхневих змін і обробки. Оцінка якості здійснюється відповідно до ДСТУ EN і включає класифікацію за параметрами, такими як колір, прозорість, чистота та огранка, а також прогнозування оцінної вартості мінеральних утворень на основі ринкових даних і аналітичних моделей.

Сучасні методи дослідження, що використовуються в ДГЦУ, відіграють важливу роль у незалежній експертизі мінералів і гірських порід, сприяючи підвищенню довіри до результатів аналізів та оцінок. Перспективи розвитку технологій у сфері гемології обіцяють значний вплив на ринок дорогоцінного каміння, а також на подальші наукові дослідження, відкриваючи нові перспективи для розвитку галузі.

Автором проводяться геомологічні дослідження бурштину (рис. 1) з розсіпів Волинського Полісся. Серед досліджених взірців бурштину вирізняються екземпляри значних розмірів і ваги, яким була приділена особлива увага. За розміром, вагою, забарвленням, текстурними особливостями такі взірці бурштину були розділені на сім груп. Перша група – зразки масою від 1000 до 2000 грам, характеризуються різноманітністю форм та текстурою поверхні, опуклою формою та значними заглибленнями та тріщинами. Друга група – зразки масою від 1000 до 2000 грам, характеризуються сплющеною, видовженою формою, рівною поверхнею з заглибленнями та одиничними поверхневими тріщинами. Третя група – зразки масою від 1000 до 2000 грам, мають опуклу форму та складну поверхню з глибокими тріщинами та заглибленнями, що містять піщано-глинистий матеріал. Четверта група – зразки масою від 1000 до 2000 грам, характеризуються білим кольором та складною поверхнею зі значними заглибленнями та тріщинами. П'ята – шоста група – зразки масою від 2129 грам до 3600 грам. Колір бурштину визначався згідно Rock Color Chart The Geological Society of America. За результатами інфрачервоної спектроскопії усі взірці були діагностовані як сукцинит.

У процесі дослідження важкої фракції пісковиків верхнього девону зі свердловини Калайдинці 5-р, що розташована в південно-західній частині Дніпровсько-Донецької западини, особливу увагу було приділено мінералам, які становлять практичний інтерес для встановлення джерел денудації, шляхів

палеотранспорту, теригенно-мінералогічних провінцій тощо. Серед найпоширеніших мінералів, діагностованих у важкій фракції, були альмандин і ільменіт (рис. 2); підлеглий вміст мають піроп, рутил; інші мінерали трапляються у поодиноких зернах [1].



*Рис. 1. Унікальні за розміром і масою зразки буришину-сукциніту.
а – зразок масою 2224 г, розмір 273*198*114 мм;
б – зразок масою 3600 г, розмір - 241*194*148 мм*

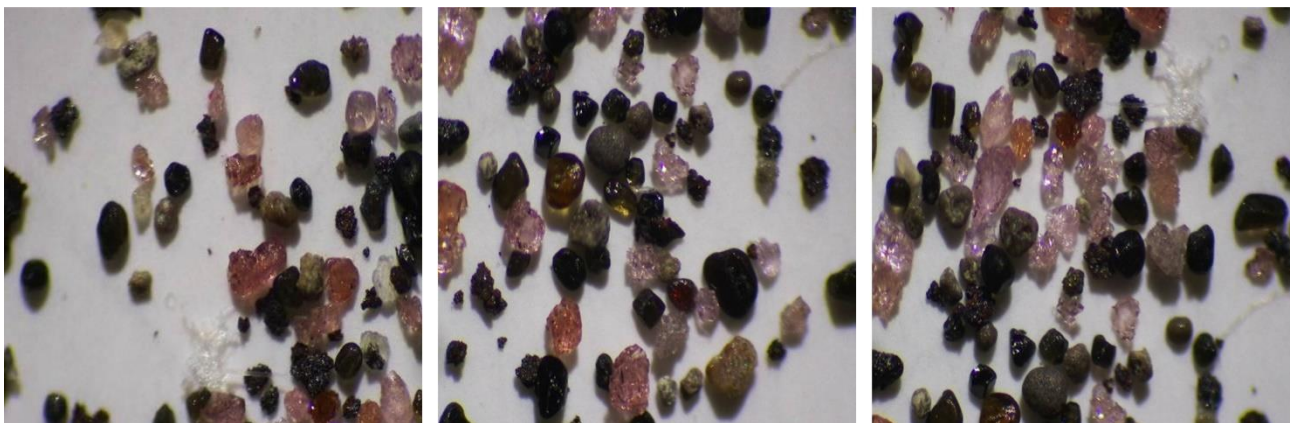


Рис. 2. Фото важкої фракції мінералів: альмандин, рутил, ільменіт, піроп

При дослідженні зазначених мінералів значна увага приділялася їх забарвленню, морфології зерен, розміру.

Альмандин, як один із найбільш поширених мінералів групи гранатів, відомий своєю стійкістю до вивітрювання та здатністю зберігати інформацію про термобаричні умови формування. Це робить його важливим об'єктом для досліджень геологічної історії регіону.

Ільменіт, як мінерал, що свідчить про магматогенне походження порід областей денудації. Наявність ільменіту у значній кількості у важкій фракції

пісковиків вказує на ймовірне його надходження у басейн седиментації з порід габро-анортозитової формації.

Піроп, у свою чергу, є індикатором потенційно алмазоносних порід областей денудації. Діагностування цього мінералу у важкій фракції свідчить про можливість наявності алмазоносних порід в областях зносу та на ймовірність наявності алмазів у пісковиках.

Рутил, відомий як важливе джерело титану, також сприяє розумінню геологічних процесів, оскільки його кристали можуть відображати умови, в яких вони сформувалися.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хоменко В.А. Літологія девонських відкладів західного сектора Великого Донбасу: звіт. Київ: Інститут геологічних наук, 1965.

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ У ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ НА СЕЙСМІЧНИХ ДАНИХ

О. В. Піскунов

аспірант

О. К. Тяпкін

докт. геол. наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

49005, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19

Досліджено можливості застосування методів глибинного навчання для інтерпретації елементів геологічного розрізу на сейсмічних даних. Пропонується використання згорткових нейронних мереж (CNN) для виділення просторових особливостей та мереж довгої-короткочасної пам'яті (LSTM) для аналізу послідовних сейсмічних трас з метою виявлення структурних елементів розрізу. Ефективність розробленої методології буде оцінена шляхом порівняння з ручними, напів-автоматичними методами інтерпретації та експертними висновками. Очікується, що застосування глибинного навчання дозволить підвищити точність і надійність геологічної інтерпретації сейсмічних даних.

Ключові слова: глибинне навчання, геологічної інтерпретації сейсмічних даних, нейронні мережі, автоматизація інтерпретації сейсмічних даних.

THE POSSIBILITY OF USING DEEP LEARNING METHODS IN THE INTERPRETATION OF GEOLOGICAL SECTION ELEMENTS ON SEISMIC DATA

O. V. Piskunov

PhD student

O. K. Tiapkin

Doctor of Geological Sciences, Professor

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

The possibilities of applying deep learning methods for the interpretation of geological section elements in seismic data have been studied. The use of convolutional neural networks (CNN) is proposed for extracting spatial features, and long short-term memory networks (LSTM) for analyzing sequential seismic traces with the aim of identifying structural elements of the section. The effectiveness of the developed methodology will be evaluated by comparing it with manual, semi-automated interpretation methods and expert assessments. It is expected that the application of deep learning will enhance the accuracy and reliability of geological interpretation of seismic.

Key words: deep learning, geological interpretation of seismic data, neural networks, seismic data interpretation automation

Геофізика є однією з фундаментальних наук про Землю, що досліджує фізичні властивості та процеси нашої планети. Вона відіграє ключову роль у розумінні внутрішньої будови Землі, тектонічних рухів і геодинамічних

процесів. Сейсморозвідка, як один із основних геофізичних методів, дозволяє досліджувати геологічний розріз за допомогою аналізу поширення пружних хвиль. Цей метод є незамінним для виявлення родовищ корисних копалин (в першу чергу, вуглеводнів), вивчення тектонічної структури земної кори та мантії, а також для оцінки сейсмічної небезпеки. Завдяки сейсморозвідці можливо отримати детальну інформацію про геологічні структури, що має вирішальне значення для розвитку енергетичного сектору та інфраструктурних проектів в Україні.

Геологічна інтерпретація сейсморозвідувальних даних є одним з ключових елементів геонаук, забезпечуючи ефективне визначення стратиграфічних та тектонічних особливостей територій досліджень, а також пошуки та розвідку родовищ корисних копалин (в першу чергу, вуглеводнів). На сьогодні, методи сейсмічної інтерпретації ґрунтуються на ручних або напівавтоматичних алгоритмах, використання яких, призводить до значних часових витрат та введення суб'єктивного фактору. В умовах складного геологічного розрізу це суттєво зменшує точність інтерпретації сейсмічних даних, що в свою чергу може призвести до невірних рішень в подальшому процесі розвідки та освоєння родовищ корисних копалин.

Зі збільшенням обсягів сейсмічних даних виникає необхідність автоматизації процесу інтерпретації. Підвищенні темпи розвитку технологій штучного інтелекту (ШІ), зокрема глибинного навчання (Deep Learning), роблять можливим їх застосування з метою підвищення ефективності і точності виявлення геологічних структур, особливо у складно-побудованому геологічному розрізі з використанням сейсмічних даних отриманих за різними методичними засадами.

Через обмежений доступ до корпоративних сейсмічних даних, для дослідження має сенс використання публічних наборів даних [1]. При цьому обов'язково має проводитись їх попередня обробка (у т.ч. нормалізація амплітуд, фільтрація та інтерполяція для вирівнювання роздільної здатності) для забезпечення придатності цих даних до подальшого використання для «тренування» моделей-алгоритмів обробки сейсмічних даних – що представляють собою математичні алгоритми, такі як нейронні мережі різних архітектур.

Основою сучасної методології обробки та інтерпретації сейсморозвідувальних даних може бути розробка та налаштування як згорткових нейронних мереж (Convolutional Neural Networks – CNN), так і мереж довгої-короткочасної пам'яті (Long Short-Term Memory – LSTM). CNN широко

застосовуються для вирішення задач "комп'ютерного зору" та можуть виділяти просторові особливості на сейсмічних зображеннях (Рис.1) [2, 3, 4].

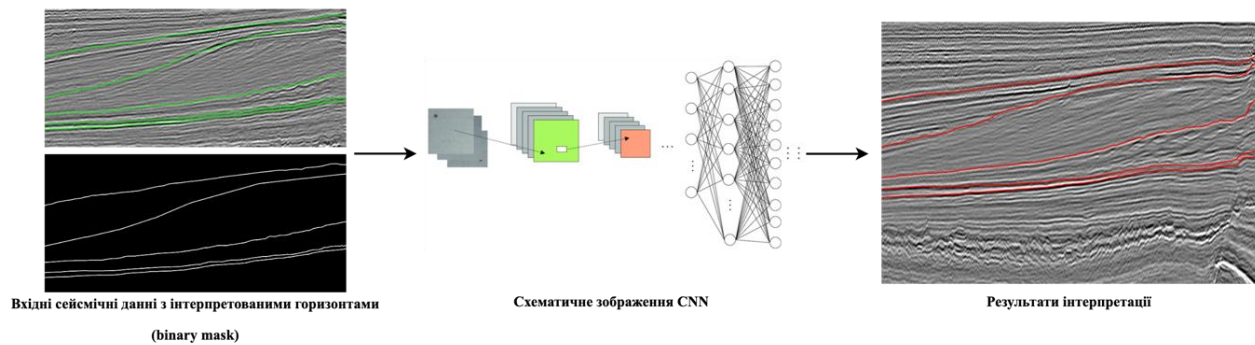


Рис. 1. Схематичне зображення процесу інтерпретації з використанням Convolutional Neural Network

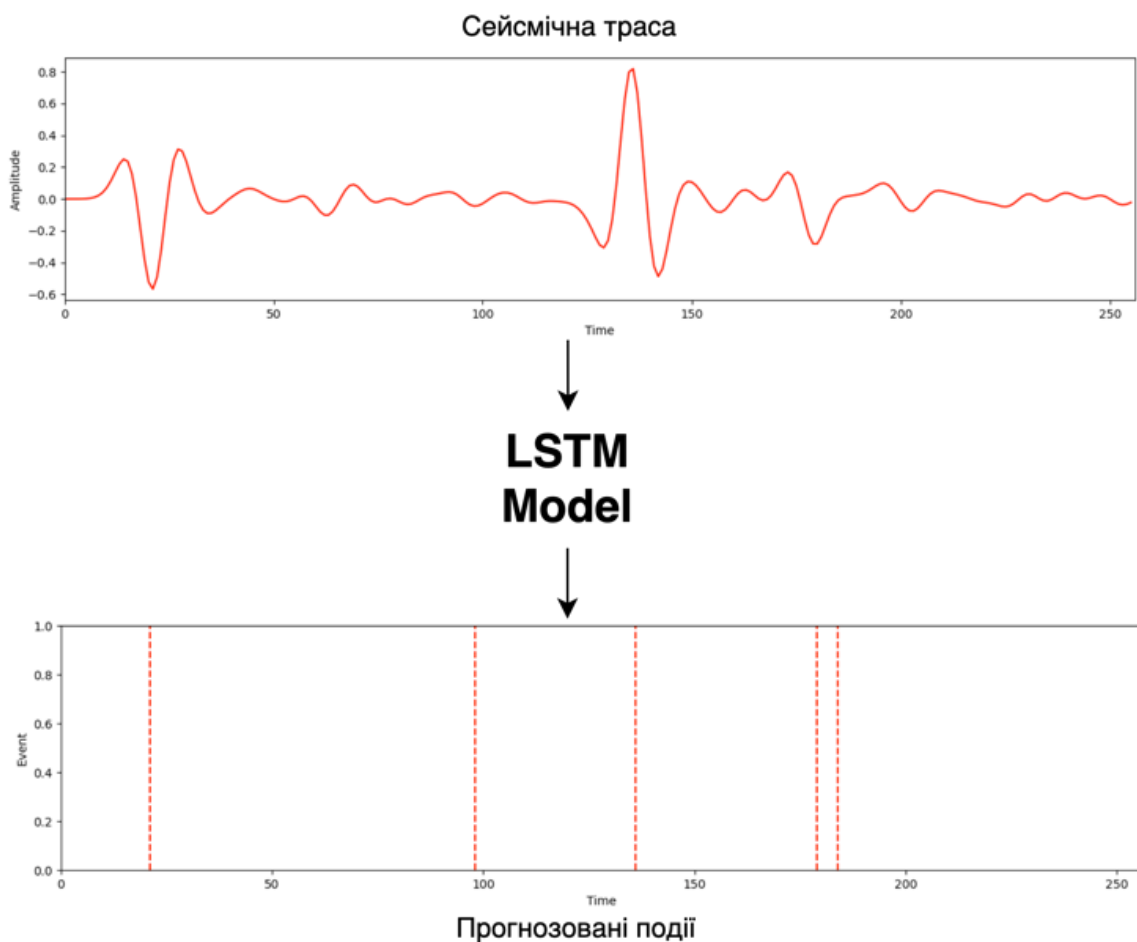


Рис. 2. Схематичне зображення процесу інтерпретації з використанням LSTM

LSTM-мережі, в свою чергу, підходять для обробки послідовних даних (time-series data) і можуть бути використані для аналізу сейсмічних трас з метою виявлення відбиттів та інших подій, таких як дифракції та аномалії в сигналі, з

подальшою обробкою методами інтерполяції та просторової кореляції для поєднання інформації від сусідніх сейсмічних трас (Рис.2). Використання LSTM дозволяє моделі враховувати часові залежності в даних, що підвищує точність інтерпретації, особливо в умовах високого рівня шуму [5]. В сучасних умовах актуальним є дослідження існуючих архітектур CNN (наприклад, U-Net, ResNet) та LSTM, а також розробка нових моделей або їх комбінацій для вибору оптимальної архітектури моделі нейронної мережі, що найкраще підходить для вирішення задач інтерпретації сейсмічних даних.

Застосування такого підходу в інтерпретації сейсмічних даних супроводжується низкою викликів. Основний з них представляє собою необхідність великого обсягу якісно розмічених даних у вигляді готової структурної інтерпретації сейсмічних даних для ефективного навчання моделей. Обмежений доступ до таких даних та їх повнота може ускладнювати процес навчання та впливати на точність отриманих результатів. Окрім цього, складність геологічних умов і висока варіативність сейсмічних сигналів можуть призводити до «перенавчання» моделі (overfitting) або зниження якості результатів на різних сейсмічних даних. Для подолання вищевказаних проблем планується використання синтетично-згенерованих даних для первинного навчання моделі, застосування технік регуляризації та крос-валідації, що має дозволити підвищити стійкість до «шуму» та покращити здатність ефективно оброблювати сейсмічні дані з різними характеристиками.

Розроблену методологію потенційно можливо буде застосовувати для рішення інтерпретаційних задач як на великих глибинах, так і у приповерхневій частині геологічного розрізу. Так, навчаючи інтерпретаційну модель розпізнавати характеристики відбиття хвиль, які відповідають різним стратиграфічним шарам, можливо автоматично виділяти межі та створювати моделі відповідної частини геологічного розрізу [6]. Використання мікросейсмічних даних високої роздільної здатності відкриває можливість виділення приповерхневих порушень кореляції сейсмічних даних, які викликані неотектонічними розломами. Модель може бути адаптована для обробки сейсмічних даних зі значним рівнем "шуму" з метою ідентифікації незначних за розміром аномалій. В такому випадку, особлива увага має приділятися виявленню ознак розломів, важливих для інфраструктурних проєктів та оцінки сейсмічної небезпеки території досліджень.

Оцінка ефективності методики може ґрунтуватись на порівнянні отриманих результатів із результатами традиційних методів інтерпретації сейсмічних даних та на експертних висновках. Для цього буде сформовано незалежний тестовий набір 2D/3D оброблених сейсмічних даних, а результати, в

свою чергу, підлягатимуть експертній оцінці, що дозволить кількісно та якісно оцінити переваги та недоліки підходу, що розробляється. Можливо очікувати, що підхід до інтерпретації з використанням Deep Learning моделей забезпечить значне покращення точності виявлення геологічних структур, зменшуючи час аналізу даних та підвищуючи надійність інтерпретації сейсморозвідувальних даних, особливо в ускладнених геологічних умовах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Silva, Reinaldo & Baroni, Lais & Ferreira, Rodrigo & Salles Civitarese, Daniel & Szwarcman, Daniela & Vital Brazil, Emilio. Netherlands Dataset: A New Public Dataset for Machine Learning in Seismic Interpretation. 10.48550/arXiv.1904.00770. 2019.
2. Peters, Bas, et al. Neural-networks for Geophysicists and Their Application to Seismic Data Interpretation. ArXiv, <https://arxiv.org/abs/1903.11215>. 2019.
3. Valentin Tschannen Deep learning for seismic data processing and interpretation. Earth Sciences. *Université Paris sciences et lettres*,. English. NNT: 2020UPSLE039. 2020. tel-03544322
4. Valentin Tschannen, Matthias Delescluse, Norman Ettrich, Janis Keuper Extracting horizon surfaces from 3D seismic data using deep learning. *Geophysics*. 85 (3). 2020. pp.N17-N26. 10.1190/geo2019-0569.1. hal-02560737
5. G. Roncoroni, E. Forte, L. Bortolussi, M. Pipan Efficient extraction of seismic reflection with Deep Learning, *Computers & Geosciences*. Vol. 166. 2022. 105190, ISSN 0098-3004, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2022.105190>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300422001431>)
6. Yang L., Sun S.Z. Seismic horizon tracking using a deep convolutional neural network. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 187. 2020. art. no. 106709

МАТЕМАТИЧНА МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІКУ АНТРОПОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ

С. К. Прилипко

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

С. І. Альперт

кандидат технічних наук

Національний авіаційний університет, 03058, м. Київ, проспект Любомира Гузара, 1

У даній роботі розглянуто термолюмінесцентний метод (TL-метод), який застосовується для визначення віку четвертинних відкладів. Було підкреслено, що TL-метод базується на вимірюванні енергії розпаду природних радіонуклідів, які присутні у породі. Також було запропоновано математичну формулу для визначення вікового параметра.

Ключові слова: термолюмінесцентний метод, палеодозиметри, четвертинні відклади, віковий параметр.

MATHEMATICAL METHOD OF DETERMINING THE AGE OF ANTHROPOGENIC SEDIMENTS

S. K. Prylypko

Candidate of Geological sciences

I

S. I. Alpert

candidate of technical sciences

National Aviation University, 03058, Ukraine, Kyiv, 1, Liubomyra Huzara ave

i

t

u

t

e

d

K

e

p

r

m

o

v

d

s

s

n

e

d

a

t

e

r

y

h

s

Однією із важливих та актуальних задач геохронології є визначення віку та послідовності накопичення осадових порід.

Термолюмінесцентне датування – це потужний інструмент для визначення віку четвертинних відкладів, що базується на вимірюванні кількості енергії, яка випромінюється у вигляді світла, що накопичується у ґрунтах та осадових породах [1]. Даний метод був вперше запропонований хіміком Д. Фаррінгтон у 1950-х роках. В Україні термолюмінесцентний метод розроблявся та впроваджувався вченими Г. В. Морозовим та В. М. Шовкоплясом. TL- датування базується на тому, що термолюмінесценція у мінералах виникає під дією фонові радіації, а її розмір пропорційний потужності дози радіоактивації кристалів та тривалості її дії. Метод визначення відносного та “абсолютного” віку четвертинних відкладів ґрунтується на властивостях кристалів кварцу

S

95

i

e

n

c

накопичувати енергію радіоактивного розпаду радіонуклідів, присутніх в породі і потім під дією температурного впливу випромінювати її у вигляді світлового потоку. Знаючи швидкість накопичення енергії (світлосуми) за одиницю часу при незмінній природній радіоактивності можна встановити вік зразка в роках, який реєструють по інтенсивності піку цієї кривої або у вигляді площі під кривою теплового випромінювання [4]. Далі ділимо кількість накопиченої енергії на фонову радіоактивність породи чи осаду. Потім обчислюємо значення, що характеризує вік досліджуваного зразка. При цьому більш давні четвертинні відклади мають більші індекси віку, а молодші мають менші індекси віку. При цьому палеодозиметр може накопичувати та зберігати вікову інформацію протягом тривалого часу. Вік відкладів визначається як відношення еквівалентної дози до річної потужності дози. Еквівалентна доза вимірює загальне опромінення радіоактивністю, що отримана зразком за час перебування у породі. Потужність дози – річна швидкість опромінення [2].

Метою даної роботи є внесок у розрахунки віку відкладів різних факторів, таких як: вплив альфа, бета та гамма-випромінювання на формування прогенетичної світлосуми в породі, нівеляції радіоактивності під впливом зовнішніх факторів, пов'язаних із вологістю, сонячною радіацією, температурним режимом та привнесенням радіоактивних елементів у ґрунт. Слід зазначити, що результати даного дослідження можуть бути застосовані для геохронологічного розчленування четвертинних відкладів, їх стратифікації та кореляції. У даній роботі було запропоновано математичний підхід до визначення віку четвертинних відкладів термолюмінесцентним методом.

Одним із найбільш важливих та складних завдань при визначенні віку четвертинних відкладів ТЛ-методом є обчислення параметра віку – T , який прямо пропорційний часу формування відкладів.

$$\text{Віковий параметр: } T = \frac{D}{P},$$

де T – час,

D – доза, що накопичена зразком,

P – річна доза.

Альфа, бета та гамма-випромінювання радіонуклідів протягом усього періоду захоронення відкладів утворюють структурні дефекти з постійною швидкістю – $V_{\alpha,\beta,\gamma}$, що можуть випромінювати при нагріванні кванти світла [3, 5].

Швидкість утворення радіаційних дефектів:

$$V_{\alpha,\beta,\gamma} = \beta \cdot E, \tag{1}$$

β – дозова чутливість мінералу,

E – потужність експозиційної дози альфа, бета та гамма-випромінювання.

Швидкість анігіляції є пропорційною n – концентрації електронів у кварці у конкретний момент часу:

$$V_A = k \cdot n, \quad (2)$$

де V_A – швидкість анігіляції, k – константа швидкості анігіляції локалізованих електронів (коефіцієнт пропорційності).

Швидкість утворення радіаційних дефектів $V_{\alpha,\beta,\gamma}$ дорівнює швидкості їх анігіляції: $V_{\alpha,\beta,\gamma} = V_A$. (3)

Із формул (1) та (2) випливає наступна рівність (4):

$$\beta \cdot E = k \cdot n. \quad (4)$$

Зауважимо, що у випадку насичення швидкість утворення радіаційних дефектів дорівнює швидкості їх анігіляції.

При насиченні концентрація локалізованих електронів буде позначатися через N , тобто:

$$\beta \cdot E = k \cdot N. \quad (5)$$

Константа швидкості накопичення буде розраховуватися за наступною формулою:

$$k = \frac{\beta \cdot E}{N}. \quad (6)$$

Оскільки n – концентрація локалізованих електронів у кварці, швидкість зміни концентрації локалізованих електронів буде дорівнювати першій похідній від концентрації локалізованих електронів $\frac{dn}{dt}$ та буде розраховуватися як різниця швидкості утворення радіаційних дефектів в об'ємі та швидкості їх анігіляції: $\frac{dn}{dt} = V_{\alpha,\beta,\gamma} - V_A = \beta \cdot E - \frac{\beta \cdot E}{N} \cdot n$. (7)

Далі розв'язуємо диференціальне рівняння першого порядку із відокремленими змінними: $\frac{dn}{\beta \cdot E - \frac{\beta \cdot E}{N} \cdot n} = dT$.

$$T = \int \frac{dn}{\beta \cdot E - \frac{\beta \cdot E}{N} \cdot n} = \left| \frac{\beta \cdot E - \frac{\beta \cdot E}{N} \cdot n = z}{dn = \frac{N}{\beta \cdot E} dz} \right| = \int \frac{N}{\beta \cdot E} \cdot \frac{1}{z} dz = \frac{N}{\beta \cdot E} \ln \left| \beta \cdot E - \frac{\beta \cdot E}{N} \cdot n \right|. \quad (8)$$

При цьому верхня границя інтегралу n_0 – це накопичена концентрація локалізованих електронів (центрів світіння), а нижня границя інтегралу $n_{\min}$ – це залишкова концентрація електронів після відбілювання. Отримуємо формулу для визначення вікового параметру T :

$$T = \frac{N}{\beta \cdot E} \left[\ln \left(\beta \cdot E - \beta \cdot E \cdot \frac{n_{\min}}{N} \right) - \ln \left(\beta \cdot E - \beta \cdot E \cdot \frac{n_0}{N} \right) \right] = \frac{N}{\beta \cdot E} \ln \frac{1 - \frac{n_{\min}}{N}}{1 - \frac{n_0}{N}}. \quad (9)$$

Висновок. Отже, у даній роботі було розглянуті основні теоретичні положення ТЛ-методу, що використовується для визначення віку різноманітних мінералів та гірських порід. Також було запропоновано формулу для розрахунку вікового параметра T , використовуючи річну дозу, швидкість анігіляції та швидкість утворення радіаційних дефектів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Durcan J. A., King G. E., Duller G. A. T. DRAC: Dose Rate and Age Calculator for trapped charge dating. *Quaternary Geochronology*. 2015. № 28. P. 54-61.
2. Gozhik P., Komar M., Łanczont M., Fedorowicz S., Bogucki A., Mroczek P., Prylypko S., Kusiak J. Paleoenvironmental history of the Middle Dnieper Area from the Dnieper to Weichselian Glaciation: A case study of the Maksymivka loess profile. *Quaternary International*. 2014. P. 334-335.
3. Kitis G., Pagonis V. Localized transition models in luminescence: A reappraisal. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. 2018. № 432. P. 13-19. DOI: 10.1016/j.nimb.2018.06.029.
4. Konstantinidis P. G., Polymeris G. S., Tsoutsoumanos E., Kitis G. Optimization of an experimental TL protocol for discriminating the recombination pathways. *Applied Radiation and Isotopes*. 2024. № 203, 111106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2023.111106>.
5. Yukihiro E. G. TL and OSL as research tools in luminescence: Possibilities and limitations. *Ceramics International*. 2023. Vol. 49(14). P. 24356-24369. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.10.199>.

ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРИРОДНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ НАДМЕРНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ КАР'ЄРУ В КРИВБАСІ)

П. Г. Пігулевський

доктор геологічних наук

С. О. Яремій

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

м. Дніпро, Україна, yaremiy0602@gmail.com

Розглянуто результати комплексного аналізу даних гідрогеологічних і геофізичних досліджень на території кар'єру, за допомогою яких встановлено протікання сучасних гідродинамічних процесів в геологічному середовищі. Було вивчено процес впливу скидання величезних об'ємів води з Карачунського водосховища в річку Інгулець для її промивки від високомінералізованих вод зі ставка-накопичувача шахтних вод в балці Свистунова.

Ключові слова: Кривбас, електророзвідка, природне поле, підземні води, гідродинаміка.

GEOPHYSICAL STUDIES OF THE MECHANISM OF NATURAL DISCHARGE OF EXCESSIVE SURFACE WATER (ON THE EXAMPLE OF A QUARRY IN KRYVBAS)

P. G. Pigulevskiy

Doctor of Geological Sciences

S. O. Yaremii

Dnipro University of Technology,

Dnipro, Ukraine, yaremiy0602@gmail.com

The article deals with the results of a comprehensive analysis of hydrogeological and geophysical research data on the territory of the quarry, which helped to establish modern hydro-dynamic processes in the geological environment. The researchers studied the process of the impact of discharging huge volumes of water from the Karachun reservoir into the Ingulets River for its flushing after discharging highly mineralized water from the mine water storage pond in the Svystunov gully.

Key words: Kryvbas, electrical prospecting, natural field, groundwater, hydrodynamics.

Вступ. Однією з причин виникнення зсувів є перезволоження опадями та підземними водами схилів. Вони шкодять природному ландшафту, сільськогосподарським угіддям, цивільної та промислової інфраструктурі, нафтогазовим мережам, населенню та ін. [1]. Але небезпечні зсувні процеси можливі і в містах активної добичі руди, де вони можуть протікати в вигляді зсувів бортів кар'єрів, відвалів та шламосховищ, причиняючи значну шкоду підприємствам і сільськогосподарським угіддям та населенню [3,6,7].

В 2021 році були виконані польові спостереження для оцінки впливу гірничих робіт в кар'єрі на річку Інгулець електророзвідувальні дослідження

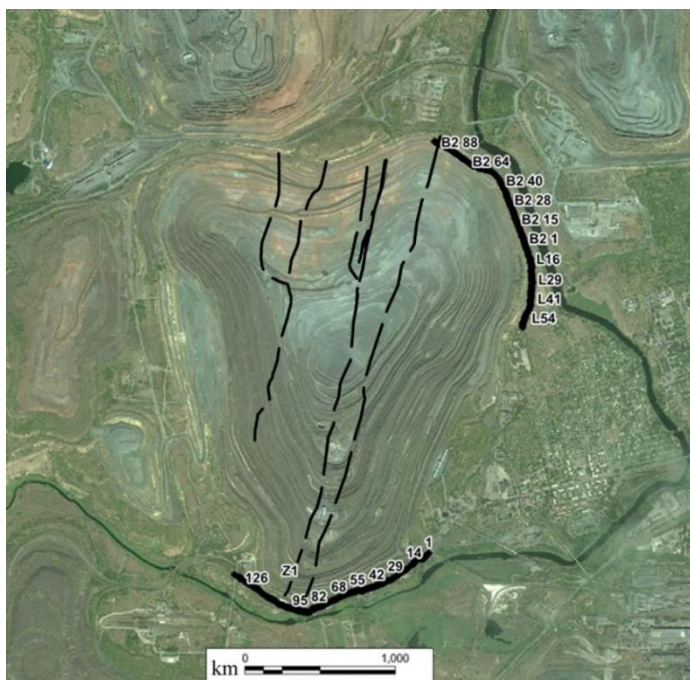


Рисунок 1. Карта розташування геофізичних профілів B2L1 і Z1 на території кар'єру. Умовні позначення:

1 – Тарапаківська система розломів;
2 – річка Інгулець.

методом виконувалися способом градієнта по замкнутому контуру, який прив'язаних до точок з відомим потенціалом опорного полігону. По кожному профілю були розраховані кількісні параметри потенціалів і градієнтів природнього поля (в мілівольтах) (рис. 2, 3).

Гідрогеологічні умови території. Геологічна будова території кар'єру характеризується поширенням тектонічних зон розломів і інтервалів підвищеної тріщинуватості порід та дренуючим впливом гірничодобувних підприємств. За результатами гідрогеологічних досліджень попередніх років в межах території встановлено три водоносних горизонти, що приурочені до четвертинних суглинків, піщаних відкладів неогену і тріщинних вод кристалічних порід. Підземні води кристалічних порід приурочені до зон тріщинуватості залізистих кварцитів, сланців, метапісковиків і інших порід криворізької серії, гідравлічно пов'язаних в єдину зону тріщинно-пластових вод напірно-безнапірного типу.

Основною областю розвантаження для всіх водоносних горизонтів і комплексу є кар'єр. Напрямок потоку підземних вод в районі кар'єра набув радіального характеру від периферії до центру депресії (кар'єру). На сході і півдні межі воронки депресії в основному збігаються з контуром річки Інгулець. Річка Інгулець, яка в природних умовах є областю розвантаження підземних вод,

методом природного поля (ПП) [7]. При дослідженнях було зафіксовано і вивчено процес впливу скидання величезних об'ємів води з Карачунського водосховища в річку Інгулець для її промиву після скидання до неї високомінералізованих вод з ставка-накопичувача шахтних вод в балці Свістунова, які спричинили значне та швидке зростання рівня води в річці та перезволоження підземними водами схилів кар'єру.

Методика геофізичних досліджень. Для вирішення поставлених завдань були виконані профільні спостереження ПП з кроком 5 м на профілях B2L1 та Z1 (рис. 1). Польові спостереження

перетворилася в область додаткового живлення для дренуємих кар'єром водоносних горизонтів.

Основними тектонічними елементами, що визначають водозбагаченість порід родовища, являються Тарапаківський, Єкатерининський і Скелеватський субмеридіональні розломи (рис. 1). Вони визначають основну структурну лінію Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому [4, 5] і простягається далеко на північ [2]. Порушення фіксуються різними видами крихких деформацій (брекчування, катаклаз, мілонітизація) потужністю до сотень метрів. Зони розломів представлені брекчійованими і катаклазованими породами.

Для оздоровлення річки Інгулець та промивання її від високомінералізованих вод, які потрапляють зі ставка-накопичувача шахтних вод, виконується скидання з Карачунівського водосховища великих об'ємів прісної води.

Результати досліджень та їх обговорювання. Геофізичні дослідження по профілю B2L1 (рис. 2) показали складну геологічну будову верхньої частини борту кар'єру. Слабомінералізовані води не виходять на денну поверхню, а переважно розташовуються в ослаблених тектонічних зонах та у міжпластовому просторі. Їх верхня кромка здебільше знаходиться на глибинах $-3 \div -5$ м від денної поверхні. Дослідження на профілі B2L1 методом ПП виконувалися в березні 2021 р. до скидання води з Карачунівського водосховища, а в квітні та червні в процесі скидання. На рисунку 2 видно, що до ПК 30 в кристалічних породах фільтрація річкової води відсутня, а далі на південь разом із збільшенням потужності осадового чохла збільшується і поглинання. З часом геологічний розріз насичується водою і процес поглинання переходить в режим рівноваги. Однак, в межах профіля остається 2 ділянки між ПК 68 – 80 та 125 – 145, де продовжується поглинання води (рис. 2).

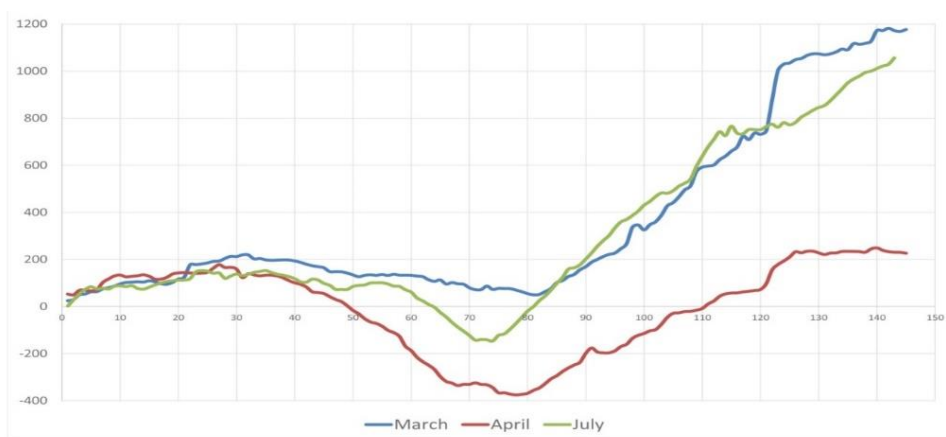


Рисунок 2. Графіки ПП на об'єднаному профілі B2 L1, які отримані 21 березня, 14 квітня та 2 липня.

Результати дослідження південного борту кар'єру наведені на рис. 3.



Рисунок 3. Графіки ПП на профілі Z1, отримані 21 березня, 14 квітня та 2 липня.

Профіль Z1 має більш низькоомний геоелектричний опір, що пов'язано з більшою потужністю осадової товщі, яка обумовлює підвищену обводненість геологічного розрізу (рис. 3). На його заході, між ПК 100 – 140 відмічається водозбагачення верхньої частини розрізу. Вона простежується фрагментарними комірками, розташованими на різних рівнях, що вказує на наявність потужної тектонічної зони з вертикальними зрушеннями дрібних блоків в ній. Тут проходить потужна зона Тарапаківської системи розломів (рис. 1), річна вода з Інгульця по цій системі розломів потрапляє до кар'єру.

За профілем Z1 ПК 43, ПК 21 – 23, ПК 9 – 10 простежуються інтервали різної інтенсивності водопоглинання в нижню частину розрізу, де залягають різноманітні кварцові піски (с включеннями гальки). Під ними на глибинах більш 15 – 20 м виділяються більш стійкі до обводнення породи. Повторні спостереження 16 квітня показали, що за цей час пройшло насичення осадового чохла, що призвело до збільшення рівня потенціалу ПП в східній частині ПР між ПК1 - 43 (рис. 3). На графіках відмічається ділянка, на якій продовжується поглинання надлишків річної води. Цей факт вказує на наявність відкритого розлому, який з заходу підживлює цей пласт. Результати моніторингових спостережень 2 липня показують, що водозбагачення осадової товщі завершилося і наступив режим водного балансу в підземних водах.

Висновки. На прикладі кар'єру на півдні Кривбасу було вивчено геофізичними методами механізм розвантаження надмірних поверхневих вод в геологічному середовищі. Отримані результати показали, як протікає гідрогеодинамічний процес в підземних водах при значному обводненню

поверхневими водами осадового чохла. Вони підтвердили можливість проведення досліджень методом природного поля механізму швидкого водонасичення водами геологічного розрізу і шляхи їх розвантаження.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дослідження екологічного стану територій пост-майнінгу в Україні на прикладі Криворізького басейну та його оточення / [С.О. Довгий, В.В. Іванченко, М.М. Коржнев (наук. ред.), О.М. Трофимчук, Є.О. Яковлев та ін.] / НАН України; Інститут телекомунікацій і глобал. інформ. простору; Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення. Київ: Ніка-Центр, 2021. 196 с.
2. Землетрясение 3 февраля 2015 г. на границе Полтавской и Сумской областей Украины по макросейсмическим и инструментальным данным / Габсатарова И.П., Бабкова Е.А., Надежка Л.И. и др. / *Вестник ВГУ. Серия: Геология*. 2016. №1. С 115-122.
3. Пигулевский П.И., Свистун В.К., Толкунов А.П. Использование данных мониторинга гидродеформационных характеристик подземных вод для прогнозирования тектонических процессов в массивах горных пород. *Науч. труды УкрНИИМИ НАНУ*. 2009. Т.5 часть 2. С. 122-131.
4. Pihulevskyi, P.G., Anisimova, L.B., Kalinichenko, O.O., Panteleeva, N.B., Hanchuk, O.V. Analysis of natural and technogenic factors on the seismicity of Kryvyi Rih. *Journal of Physics: Conference Series* this link is disabled. 2021. 1840(1): 012018. DOI: 10.1088/1742-6596/1840/1/012018.
5. Pihulevskyi P.H., Kendzera O.V., Babii K.V., Anisimova L.B., Kyryliuk O.S., Connection of Kryvbas tectonics with natural and technogenic seismicity. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. № 2. pp. 5-10. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/005>.
6. Pigulevskiy, P., Svistun, V.K. Influence of technogenic objects on the development of landslides in the South of Kryvbass. 3rd *EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and Impact on Communities*, Landslide 2021.
7. Pigulevskiy P., Svistun V., Yaremii S. Geophysical research of the mechanism of natural discharge of excessive surface waters (on the example of a career in Kryvbas). Fourth *EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and impact on communities* 18-21 September 2023, Lviv, Ukraine. P.1-6.

ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ ГЕОТЕРМАЛЬНИМИ СВЕРДЛОВИНАМИ

М. А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

І. М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

Наведено результати апробації прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків на локальній ділянці із геотермальними свердловинами. Скануванням розрізів на ділянках розміщення свердловин визначені глибини нижньої та верхньої кромки водоносних пластів, групи порід, з яких відгуки на частотах води зареєстровані, а також типи порід в водоносних колекторах.

Ключові слова: геотермальна вода, базальти, вапняки, свердловина, обробка фотознімків.

FREQUENCY-RESONANCE TECHNOLOGY OF SATELLITE AND PHOTO IMAGES PROCESSING: RESULTS OF APPROBATION ON AREAS WITH GEOTHERMAL WELLS

M. A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of the approbation of direct-prospecting methods of satellite images and photographs frequency-resonance processing on local areas with geothermal wells are presented. The depths of the lower and upper edges of the aquifers, the groups of rocks from which responses at water frequencies are recorded, as well as the types of rocks in the aquifers were determined by cross-sections scanning at the sites of wells location.

Key words: geothermal water, basalts, limestones, well, photo processing.

Вступ. В 2019-2023 роках. у різних регіонах світу виконано великий обсяг експериментальних досліджень з метою апробації мобільних частотно-резонансних методів обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, а також удосконалення методичних прийомів їх застосування під час проведення пошукових робіт на нафту та газ, водень, рудні корисні копалини та воду. В тезах представлені матеріали додаткової апробації прямопошукових методів на ділянці із геотермальними свердловинами з метою вивчення можливості їх практичного застосування для пошуків геотермальної води.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання і товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності локальних ділянок та великих блоків [1-4]. В використаних модифікаціях прямопошукових методів важливими компонентами є бази (набори, колекції) хімічних елементів, мінералів, зразків нафти, газу та конденсату, а також осадових, магматичних та метаморфічних порід, резонансні частоти яких використовуються у процесі обробки супутникових знімків та фотознімків. Колекція зразків нафти в базі включає 117 екземплярів, газоконденсату – 15 зразків. База осадових порід складається з 10 груп, а колекція фотографій магматичних та метаморфічних порід включає 18 груп.

Етапи робіт. Численні результати апробації та практичного застосування частотно-резонансних методів обробки супутникових знімків та фотознімків [1-4] показали, що цю супер-мобільну технологію можна успішно використовувати на наступних етапах геологорозвідувальних робіт з метою пошуків скупчень вуглеводнів, природного водню, рудних корисних копалин та води:

а) *етап 1 (демонстраційний)* – обробка супутникового знімка або фотознімка ділянки (майданчика) розташування відомих потенційному замовнику свердловини або родовища для додаткової демонстрації працездатності, ефективності та інформативності мобільної технології;

б) *етап 2 (інтегральний)* – детальна обробка супутникових знімків великих територій з метою визначення типів вулканічних структур, наявних в межах районів обстеження, а також корисних копалин, для виявлення яких доцільно проводити детальні геологорозвідувальні роботи;

в) *етап 3 (рекогносцирувальний)* – розбивка супутникових знімків великих площ на послідовності фрагментів та їх детальна обробка з метою виявлення найбільш перспективних локальних блоків для проведення детальних пошукових робіт на корисні копалини;

г) *етап 4 (деталізаційний)* – обробка у детальному режимі супутникових знімків найбільш перспективних локальних блоків, виявлених на попередньому (рекогносцирувальному) етапі, з метою вибору найбільш оптимальних ділянок для буріння пошукових та розвідувальних свердловин.

Результати обстеження ділянки із геотермальними свердловинами. Супутниковий знімок ділянки площею біля 1 км² (приблизно), в межах якої розміщені три геотермальні свердловини, представлено на рис. 1.

На першому етапі апробації прямопошукової технології проведено частотно-резонансну обробку всієї ділянки обстеження (рис. 1). На другому етапі оброблено окремо знімки майданчиків розташування свердловин на рис. 2а-в.

Зазначимо також, що в процесі проведення експериментальних робіт на ділянці обстеження в рекогносцирувальному режимі реалізовано обмежену кількість процедур інструментальних вимірів.

У процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка всієї ділянки з трьома свердловинами (рис. 1) з поверхні зареєстровані сигнали від осадових та магматичних порід таких груп: інтервал 4.22-57.41 м – 7-а (вапняки) група осадових порід; 57 м - 99 км – 6-а група (базальти) магматичних порід; 99-218 км – 8-а (доломіти) група осадових порід; 218-753 км – десята (кременисті) група осадових порід.

В процесі вертикального сканування (зондування) розрізу сигнали на частотах живої (збагаченої воднем) води зареєстровані в інтервалах глибин 16.21-29.46 м та 53.62-56.74 м.

Жива вода з підвищеною температурою зафіксована в інтервалах глибин 16.58-27.01 м та 52.54-57.05 м.

Гідротермальні джерела (вода з підвищеною температурою) на зазначеній площі фіксуються в карбонатних породах.



Рис. 1. Супутниковий знімок ділянки рекогносцирувального обстеження із геотермальними свердловинами 529 («Західна»), 4155 («Північна»), 4156 («Південна»).

Результати частотно-резонансної обробки (вертикального зондування) знімків майданчиків із окремими свердловинами зводяться до наступного.

Свердловина "Західна" (рис. 2а). Водоносні горизонти: 16-20.0 м, 54.4-59.75 м. Інтервали фіксації відгуків на частотах води із підвищеною температурою: 18.65-20.00 м, 56.5-59.7 м.

Свердловина "Північна" (рис. 2б). Водоносні горизонти: 17.0-20.5м, 56.57-59.2м. Інтервали фіксації відгуків на частотах води із підвищеною температурою: 18.87-20.5 м, 58.5 -59.2 м.

Свердловина "Південна" (рис. 3в). Водоносні горизонти: 16.2-20.0 м, 55.0-60.1 м. Інтервали фіксації відгуків на частотах води із підвищеною температурою: 18.4-20.0м, 55.5-60.1 м.

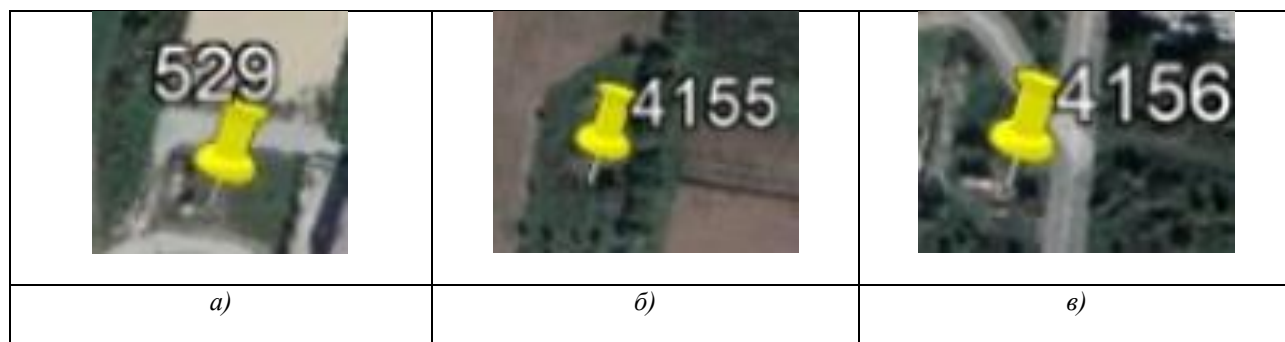


Рис. 2. Фрагменти супутникового знімка із геотермальними свердловинами 529 («Західна») (а), 4155 («Північна») (б), 4156 («Південна») (в).

Основні результати. Доцільно також відзначити, що окремі методи частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових і фотознімків використовувались для обстеження майданчиків розташування геотермальних електростанцій (Кенія, Ісландія, Філіппіни) та гейзерів. В процесі частотно-резонансної обробки фотознімків на всіх обстежених ділянках зафіксовано відгуки на частотах фосфору, водню, живої води і базальтів. Інструментальні виміри показали, що синтез живої води відбувається на поверхні (глибині) 57 км. Поза розташуванням геотермальних джерел, в тому числі і в районах довголіття і на ділянках водневої дегазації, синтез живої води здійснюється на поверхні 68 км. У розрізах обстежених ділянок базальти і габро розташовані у верхній частині, в інтервалі до 99 км. Під базальтами, на глибинах 99-218 км знаходяться осадові породи 8-ий групи (доломіти), а ще нижче, в інтервалі 218-723 км - осадові (крем'янисті) породи 10-ої групи. У верхній частині розрізу, над базальтами розташовані осадові породи 7-ої групи (вапняки). На ділянках розташування активних гейзерів зафіксовані факти міграції водню в атмосферу. Жива вода на поверхні синтезу 57 км, а також в базальтах характеризується високими негативними значеннями окислювально-відновного потенціалу (ОВП). Встановлені інструментальними вимірами особливості (однотипні) геологічної будови на багатьох ділянках експериментальних робіт в різних регіонах світу можуть бути використані в якості пошукових ознак при проведенні геологорозвідувальних робіт з метою виявлення та локалізації скупчень геотермальної води в межах слабо вивчених площ і ділянок.

Наведені результати інструментальних вимірювань на ділянках із геотермальними свердловинами показують, що технологія частотно-резонансної обробки супутникових та фотознімків дозволяє виявляти водоносні горизонти в колекторах осадових порід. При проведенні детальних робіт на ділянках пошуків геотермальної води можуть бути визначені оптимальні місця для буріння свердловин. Глибини розташування та товщини водоносних колекторів визначаються скануванням розрізу. Застосування мобільної та мало-витратної технології дозволяє істотно прискорити геологорозвідувальний процес на воду, рудні та горючі корисні копалини, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Особливості глибинної будови ділянок розміщення культових споруд, цілющих джерел і районів довголіття за результатами досліджень прямопошуковими методами. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С.61-96.
3. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin. Deep structure peculiarities of promising for hydrogen areas in the Dnieper-Donetsk basin and the sites of sources with healing water location in Ukraine. *Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Reviews of Modern Science»* (November 24-25, 2022). Zürich, Switzerland, 2022. P. 208-230. ISBN 978-6-6054-8210-6 DOI 10.5281/zenodo.7369832 <https://ojs.publisher.agency/index.php/RMS/issue/view/8>
4. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin. Features of deep structure of the resort centers with mineral waters in Ukraine by the results of direct prospecting methods application. Publisher agency: *Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Interdisciplinary Science Studies»* (January 19-20, 2023). Dublin, Ireland, 2023. P. 81-92. ISBN 978-0-6295-4578-6. DOI 10.5281/zenodo.7559050. <https://ojs.publisher.agency/index.php/ISS/issue/view/14>

ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НА ДІЛЯНКАХ ЗНАХІДОК ТА ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ

М. А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

Наведено результати експериментальних досліджень з використанням технології частотно-резонансної обробки супутникових та фотознімків на ділянках знахідок та видобутку бурштину. На обстежених в рекогносцирувальному режимі площах та ділянках в Україні, Польщі, Німеччині, Домініканській республіці, Англії та Індії зареєстровані відгуки на резонансних частотах нафти, конденсату, газу та бурштину.

Ключові слова: бурштин, нафта, газ, конденсат, прямопошукові методи.

ON THE PROSPECTS OF HYDROCARBON DEPOSITS DETECTING IN THE AREAS OF AMBER DISCOVERIES AND MINING

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of experimental studies using the technology of frequency-resonance processing of satellite and photo images on the sites of amber finds and mining are presented. On the surveyed in the reconnaissance mode areas and sites in Ukraine, Poland, Germany, Dominican Republic, England and India, responses at resonant frequencies of oil, condensate, gas and amber were registered.

Key words: amber, oil, gas, condensate, direct-prospecting methods.

Вступ. В публікації [4] представлені результати застосування мобільних прямопошукових геофізичних методів на ділянках видобутку бурштину, а також наводяться свідчення на користь його ендегенного походження. Наведені матеріали засвідчили доцільність проведення робіт аналогічного характеру в різних регіонах, у тому числі і в районах видобутку бурштину та на локальних ділянках його виявлення. В доповіді аналізуються матеріали додаткових досліджень у цьому напрямку. Під час проведення експериментальних робіт акцент ставився на цілеспрямоване обстеження ділянок видобутку бурштину з метою виявлення в їх межах скупчень нафти, газу та конденсату в глибинних горизонтах розрізу.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1-3].

Район м. Бурштин (Україна). Супутниковий знімок ділянки розташування м. Бурштин наведено на рис. 1. При його обробці зафіксовано відгуки на частотах нафти, конденсату, газу (інтенсивний), а також 3, 4 (слабкий), 5, 6, 7 (дуже інтенсивний) та 12 (слабкий) груп осадових порід та 7-ої групи магматичних порід.

Фіксацією відгуків від порід на різних глибинах корінь каналу (вулкану) магматичних порід (7 група) визначено на глибині 195 км, а 7 групи осадових (карбонати) – на 470 км.

На поверхні 56.9 км зафіксовано сигнали на частотах нафти, конденсату, газу та бурштину.

Скануванням розрізу з 0 м із кроком 1 м зафіксовано такі інтервали відгуків на резонансних частотах нафти: 1) 790-1430 м; 2) 1750–2200 м; 3) 3200–4060 м; 4) 5000-5200 м (далі не простежено).

При скануванні розрізу з 0 м з кроком 1см сигнали (інтенсивні) на частотах бурштину зафіксовані з 1.1 м.

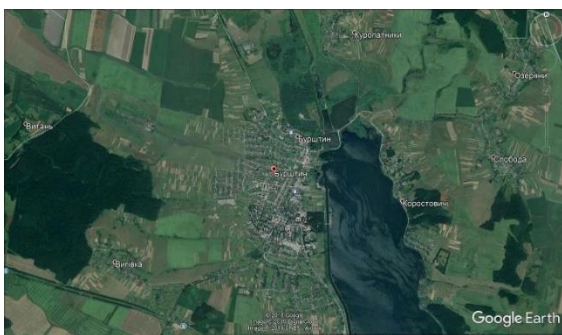


Рис. 1. Супутниковий знімок ділянки розташування населеного пункту Бурштин (Україна)

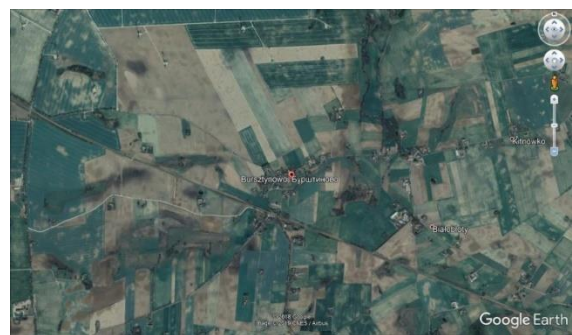


Рис. 2. Супутниковий знімок ділянки розташування населеного пункту Бурштинове (Польща)

Польща. На рис. 2 показано супутниковий знімок ділянки розташування н.п. Бурштинове. В процесі частотно-резонансної обробки знімка зафіксовано

відгуки на резонансних частотах нафти, конденсату, газу та бурштину. Детальна обробка знімка не проводилася.

Кар'єри та ділянки видобутку бурштину. Фотографії та супутникові знімки кар'єрів видобутку та знахідок бурштину в різних регіонах запозичені із сайтів Інтернету. При частотно-резонансній обробці супутникового знімка кар'єра в Німеччині (затоплений) (рис. 3а) та фотографії кар'єра в Домініканській Республіці (рис. 3б) зареєстровані сигнали на резонансних частотах нафти, конденсату, газу та бурштину (у ряді випадків досить інтенсивні).

Фотографія ділянки видобутку бурштину в Україні наводиться на рис. 3в. В результаті частотно-резонансної обробки цієї фотографії зафіксовано відгуки на резонансних частотах нафти, конденсату (інтенсивні), газу та бурштину, а також 1, 2, 3, 4, 5 та 6 груп осадових порід. Сигнали від магматичних порід не зареєстровані. Корінь каналу міграції глибинних флюїдів, заповнений осадовими породами, визначено на глибині 194 км. На поверхні 56.9 км зафіксовано сигнали на частотах нафти, конденсату (інтенсивні), газу та бурштину. Більш детальна обробка знімка не проводилася.



Рис. 3. Супутникові знімки та фотографії кар'єрів видобутку бурштину в а) Німеччині, (затоплений), б) Домініканській Республіці та в) Україні.

Англія. Супутниковий знімок кар'єру видобутку бурштину в Англії показано на рис. 4. При обробці невеликого фрагмента знімка (позначеного прямокутним контуром) отримані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу і бурштину, а також 1, 2, 3, 4, 5, 6 і 12 груп осадових порід. Сигнали від магматичних порід не зафіксовано. Корінь глибинного каналу осадових порід визначено на глибині 194 м.

На поверхні 56.9 км фіксуються відгуки нафти, конденсату, газу та бурштину. На поверхні 57 км зафіксовано сигнали кисню, вуглецю, водню, фосфору, азоту без затримки.

Скануванням розрізу з 0 м із кроком 1 м зафіксовано такі інтервали відгуків на резонансних частотах нафти: 1) 450-1030 м; 2) 1620-2360 м; 3) 2770-3180 м; 4) 3630-4320 м; 5) 5700-7820 м; 6) 12550-14820 м (до 15 км простежено).

На локальному фрагменті знімка (рис. 4) сигнали на частотах сланцевого газу не зафіксовані, а газу - зареєстровані. Під час обробки всього знімка на рис.

5 зареєстровані сигнали на частотах сланцевого газу, бурштину та 2 та 3 груп осадових порід. Корінь каналу осадових порід встановлено на глибині 194 км.

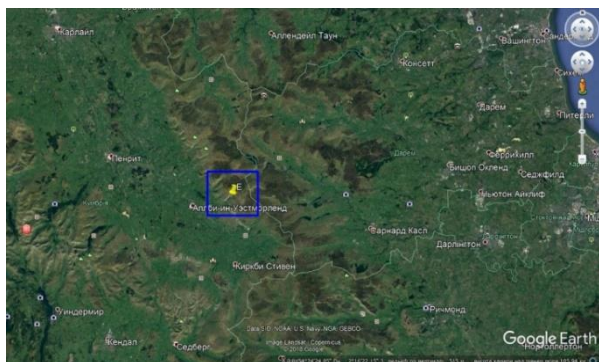


Рис. 4. Супутниковий знімок ділянки знахідок бурштину в Англії.

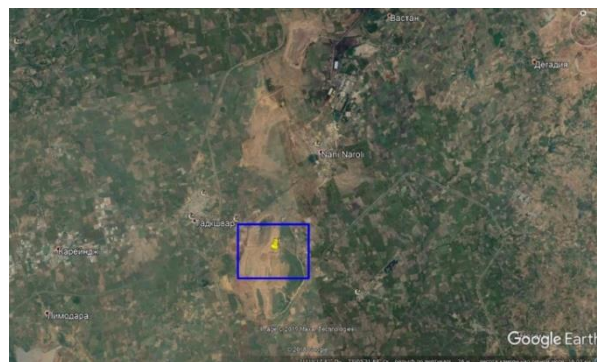


Рис. 5. Супутниковий знімок ділянки з родовищем бурштину в Індії.

Індія. Знімок ділянки родовища бурштину в Індії показано на рис. 5. Оброблено фрагмент знімка, позначеного прямокутним контуром. При його обробці зафіксовано відгуки на частотах конденсату, газу (інтенсивний), бурштину, газогідратів, води та льоду; сигнали від нафти були відсутні.

Зареєстровані також сигнали на частотах 1, 2, 3, 4, 5, 6 груп осадових порід; від магматичних порід відгуки не отримані.

Фіксацією відгуків від 1 групи осадових порід на різних глибинах (50 км, 150, 250, 350, 450, 550, 650, 750) корінь каналу (вулкану) осадових порід встановлений на глибині 723 км.

На поверхні 56,9 км зафіксовані відгуки на частотах конденсату, газу, бурштину, газогідратів. Сигнали від води фіксувались до глибини 69 км.

Скануванням розрізу з кроком 1 м зафіксовано такі інтервали відгуків на частотах конденсату: 1) 890-2600 м; 2) 2830-3700; 3) 4880-5080; з 5 км крок 5 м; 4) 8450-11700; 5) 13700-14000 м (простежено до 15 км).

Інтервали відгуків на частотах бурштину визначені скануванням з кроком 10 см: 1) 2-72 м; 2) 83-91 м (до 100 м простежено).

Сигнали на частотах бурого вугілля зафіксовані в інтервалі 20-300 м, а газогідратів в інтервалах 550-880 м та 920-1050 м.

Проведені експерименти на родовищі бурштину в Індії змусили авторів звернути увагу на такі обставини. По-перше, ділянка виявлення бурштину розташована в межах родовища бурого вугілля. По-друге, на обстеженій ділянці не отримано відгуків на резонансних частотах нафти, і поверхні 56.9 км зокрема. У цій ситуації цілком закономірно виникли такі питання. Яка ситуація з нафтою інших родовищ бурого вугілля? І чи не можуть площі буровугільних родовищ бути перспективними для виявлення конденсату, газу, бурштину та газогідратів

у нижніх горизонтах розрізу? У зв'язку з питаннями було проведено додаткові експериментальні дослідження на родовищах бурого вугілля в Україні.

Висновки. Проведені експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру надали додаткові свідчення на користь глибинного (ендогенного) походження нафти, конденсату, газу та бурштину. Заслугує на увагу та обставина, що в глибинних каналах міграції флюїдів та мінеральних речовин, заповнених осадовими породами, сигнали на частотах бурштину фіксуються разом із відгуками від нафти, конденсату та газу на глибинах до 57 км. У зв'язку з цим можна припустити, що бурштин – це вуглеводні у твердій фазі.

Ділянки видобутку бурштину, а також його знахідок заслуговують на детальне вивчення з метою виявлення скупчень нафти, конденсату і газу в розрізі в районах їх розташування.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Особливості глибинної будови ділянок розміщення культових споруд, цілющих джерел і районів довголіття за результатами досліджень прямопошуковими методами. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С.61-96.
3. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів в різних регіонах світу. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 9. С. 55—62. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.055>
4. Yakymchuk, N. A., Levashov, S. P., Korchagin, I. N. New evidence of amber endogenous genesis. *18th EAGE International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*. 2019, Kyiv, 13-16 May 2019. CD-ROM Abstracts volume. Abstract 15002_ENG. 5 pages. DOI: 10.3997/2214-4609.201902017

ПЕРСПЕКТИВИ ВІДКРИТТЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НА ШЕЛЬФІ ЛІВАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЯМОПОШУКОВИХ МЕТОДІВ

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

Наведено результати застосування частотно-резонансних методів обробки супутникових знімків в межах пошукової ділянки на шельфі Лівану. Сигнали на частотах газу зареєстровані в межах ділянки обстеження. Вертикальним зондуванням в 9-ти точках в розрізі ділянки виділені газонасичені пласти із сумарною товщиною від 98 м до 458 м.

Ключові слова: шельф Лівану, газ, сіль, ультрамафічні породи, прямопошукові методи.

PROSPECTS OF HYDROCARBON DEPOSITS DISCOVERING ON THE LEBANON OFFSHORE WITH DIRECT-PROSPECTING METHODS USING

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of the application of satellite images frequency-resonance processing methods within the exploration area on the Lebanese offshore are presented. Signals at gas frequencies were registered within the survey area. By vertical sounding at 9 points in the section of area gas-saturated layers with a total thickness of 98 m to 458 m were identified.

Key words: Lebanon offshore, gas, salt, ultramafic rocks, direct-prospecting methods.

Вступ. В 2019-2023 рр. супер-мобільна технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків [1, 2] пройшла апробацію в межах крупних блоків і локальних ділянок буріння пошукових свердловин на вуглеводні. Результати експериментальних досліджень на ділянках буріння свердловин на нафту та газ на шельфі Лівану та Ізраїлю наведені в [3]. В тезах представлені результати зондування розрізу в межах пошукової ділянки на шельфі Лівану, перспективної на відкриття родовища газу.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального та детального характеру проводяться з використанням мало-витратної прямопошукової технології, яка включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків, вертикальне електрорезонансне сканування розрізу та методику інтегральної

оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків та локальних ділянок [1, 2]. Окремі компоненти технології розроблені на принципах «речовинної» парадигми геофізичних досліджень, сутність якої полягає в пошуку конкретної (шуканої в кожному випадку) речовини. В основі розроблених методів лежать виявлені Ніколою Тесла у 1899 р. стоячі електричні хвилі у глибинних горизонтах Землі. В модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки фотозображень, а також вертикального зондування розрізу використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних і магматичних порід, мінералів та хімічних елементів. Особливості та потенційні можливості використаних методів охарактеризовані в [1, 2].

Результати апробації прямопошукових методів на шельфі Лівану. На рис. 1 наведено карту ліцензійних блоків на шельфі Лівану. Супутниковий знімок території Лівану, підготовлений для проекту обстеження всієї території країни з метою виявлення блоків і локальних ділянок для проведення детальних пошукових робіт на вуглеводні та природний водень, показано на рис. 2.

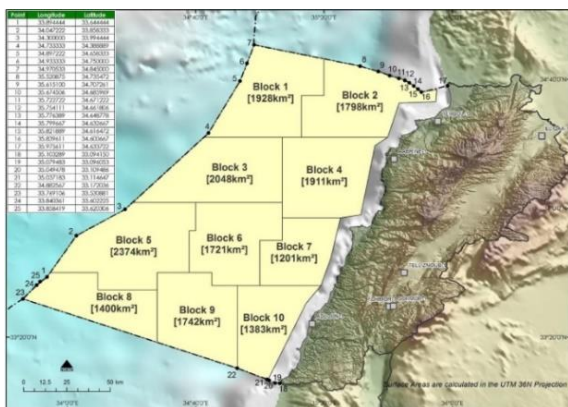


Рис. 1. Карта ліцензійних блоків на шельфі Лівану.

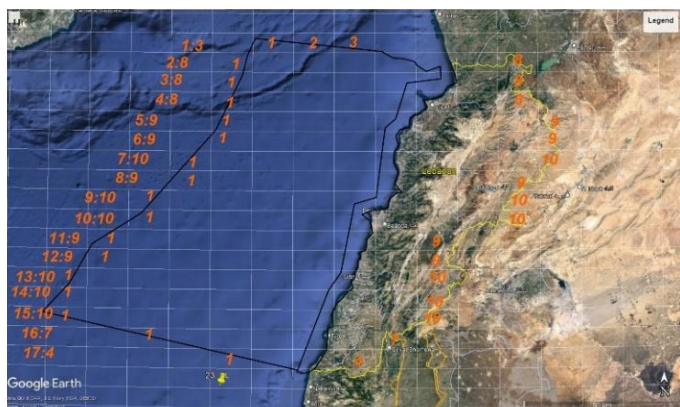


Рис. 2. Супутниковий знімок території Лівану.

Результати застосування мобільної прямопошукової технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових зображень на пошукових Блоках 4 та 9 на шельфі Лівану (рис. 1) та газовому родовищі Левіафан на шельфі Ізраїлю представлені в [3]. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проводились з метою демонстрації ефективності та інформативності прямопошукових методів.

Результати експериментальних досліджень, оперативно проведених в 2020 році в межах Блоку 9 на шельфі Лівану, дозволяють зробити висновок, що пробурені пошукові свердловини на нафту і газ на його площі будуть сухими. Під час додаткової обробки супутникового знімка Блоку 9 03.02.2023 удосконаленим методом інструментальних вимірювань на різних глибинах в діапазоні 0–10000 м сигнали на частотах нафти, газоконденсату та газу не

фіксувалися протягом трьох хвилин для кожної компоненти! Цей прогноз підтвердили результати буріння пошукової свердловин у 2023 році [4]!

Результати проведених експериментальних досліджень показали, що ймовірність отримання комерційних припливів флюїдів в пробуреній свердловині в межах Блоку 4 на шельфі Лівану близька до нуля. Цей прогноз також підтвердили результати буріння свердловин!

В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка над газовим родовищем Левіафан зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату та газу [3]. Ця обставина свідчить на користь достовірності прогнозів про результати буріння пошукових свердловин в межах Блоку-4 та Блоку-9 на шельфі Лівану.

Результати обстеження локальної ділянки на шельфі Лівану в 2024 р. Враховуючи, що в межах ліцензійних Блоків 4 та 9 на шельфі Лівану (рис. 1) відгуки на частотах ВВ не зафіксовані, в рекогносцирувальному режимі проведено частотно-резонансну обробку крупних фрагментів шельфу країни з метою виявлення ділянок, перспективних для буріння пошукових свердловин. В процесі виконання експериментальних робіт такого характеру в межах однієї з обстежених ділянок зареєстровані відгуки (сигнали) на частотах (спектрі частот) газу. Надалі, в межах цієї локальної ділянки проведено сканування розрізу в дев'ятьох точках з метою визначення інтервалів реєстрації відгуків (сигналів) від газу в розрізі. Результати сканування в окремій точці з допомогою розроблених процедур графічної візуалізації представлені на рис. 3 в двох форматах. Зазначимо, що розроблені процедури графічної візуалізації дозволяють представляти результати сканування розрізу в окремих точках у трьох форматах.

Положення 9-ти точок зондування в межах локальної ділянки фіксації відгуків на частотах газу показано на рис. 4. Такий характер розташування пунктів зондування в межах ділянки прийнятий для демонстрації потенційних можливостей програмних процедур 3-Д графічної візуалізації результатів сканування (зондування) розрізу, що розробляються.

Результати зондування в 9-ти точках на ділянці обстеження дозволяють констатувати, що в її межах наявні магматичні (ультрамафічні) породи 7-ої групи над якими розміщені пласти солі.

На рис. 3 показані також інтенсивності сигналів (у відсотках) на частотах газу з інтервалів фіксації відгуків. З інтервалів (пластів) з інтенсивністю сигналів 60% і вище ймовірність отримання припливів газу підвищується.

Карта сумарної потужності газонасичених пластів представлена на рис. 2 в тривимірному варіанті спільно з колонками зондування розрізу в 9-ти точках в двох форматах.

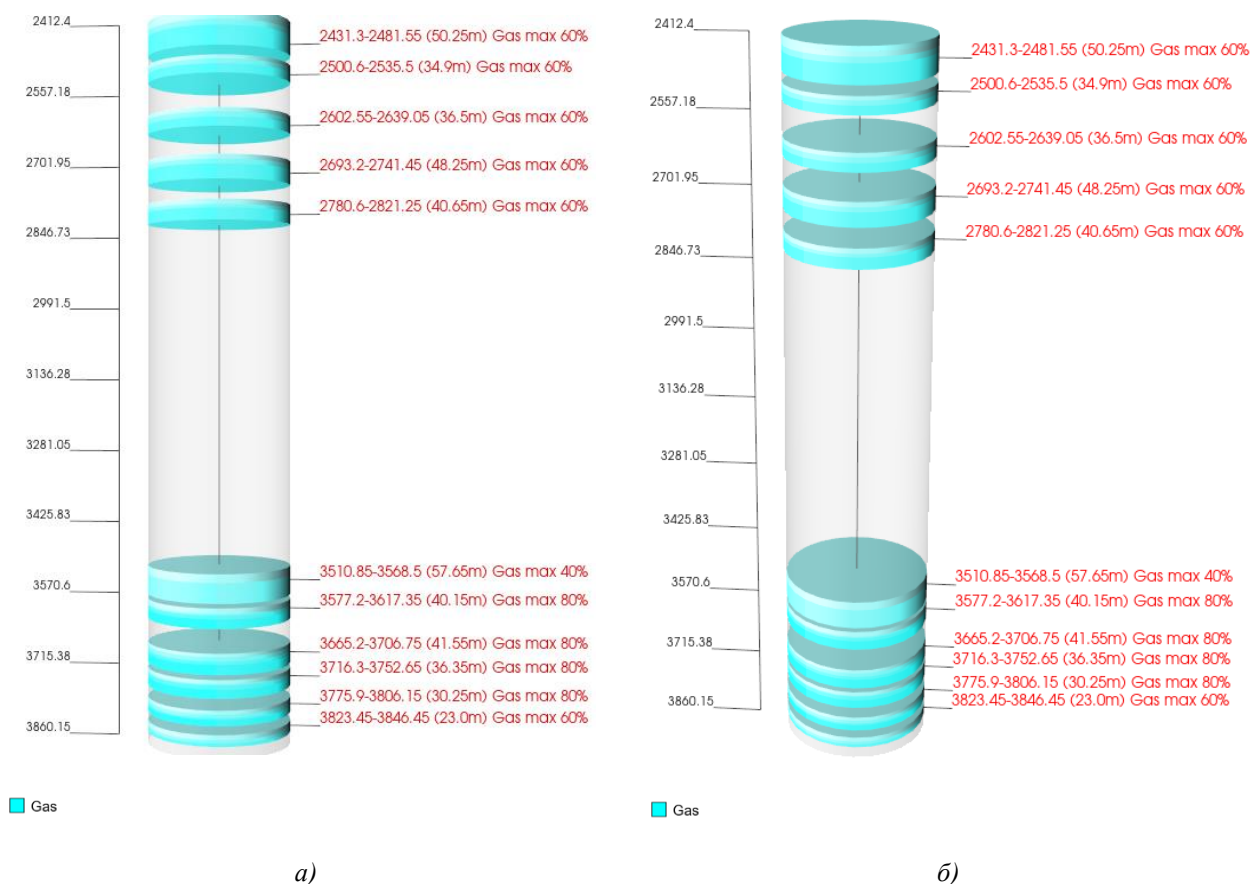


Рис. 3. Візуалізація результатів сканування в одній точці ділянки в 2-х форматах.

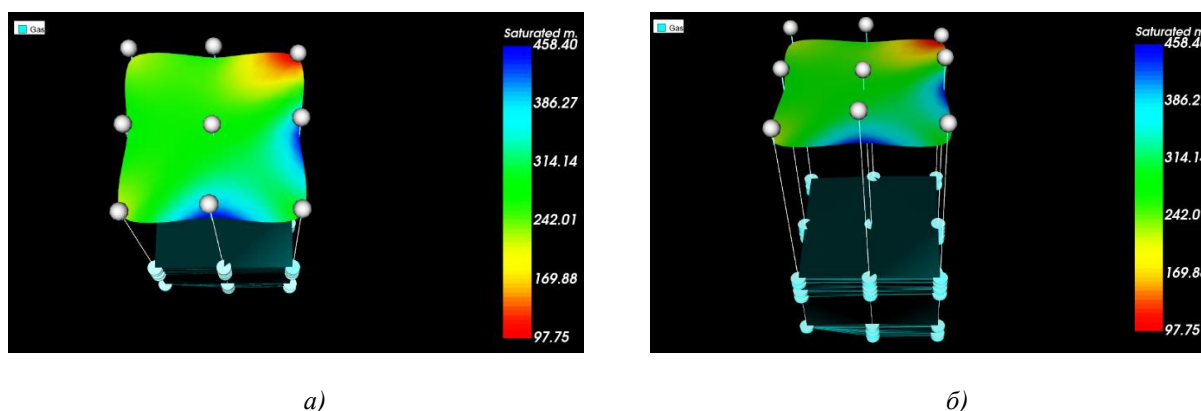


Рис. 4. Тривимірні графічні зображення результатів сканування розрізу в 9 точках.

Короткі коментарі та висновок. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру, проведені на шельфах Лівану та Ізраїлю [3], свідчать про те, що мобільні прямопошукові методи можуть бути використані для оцінки перспектив нафтогазоносності великих пошукових блоків і локальних ділянок (у тому числі виставлених на аукціони), вибору оптимальних місць (майданчиків) для розміщення розвідувальних і експлуатаційних свердловин, оцінки перспектив виявлення покладів нафти і газу в глибоких та глибинних

горизонтах розрізу, пошуку та локалізації глибинних каналів міграції хімічних елементів, флюїдів. і мінеральної речовини у верхні горизонти розрізу. Застосування мобільної та малозатратної технології суттєво прискорить геологорозвідувальний процес з метою пошуків покладів вуглеводнів, природного водню, рудних корисних копалин, а також зменшить фінансові витрати на його проведення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin, Valery Soloviev. Universal direct search frequency-resonance technologies for solving structural and exploration geological problems. *LAP Lambert Academic Publishing*. 24 July 2024. P. 184. Language: English. ISBN-10: 6207652274, ISBN-13: 978-6207652273. <https://my.lap-publishing.com/catalogue/details/gb/978-620-7-65227-3/universal-direct-search-frequency-resonance-technologies-in-geology>
<https://www.amazon.co.uk/Universal-Direct-Frequency-resonance-Technologies-Geology/dp/6207652274>
3. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin. Technology of satellite and photo images frequency-resonance processing: results of testing at three large exploration blocks and well drilling sites on the Lebanon and Israel offshore. Publisher.agency: *Proceedings of the 5th International Scientific Conference «Foundations and Trends in Research»* (February 15-16, 2024). Amsterdam, Netherlands, 2024. P. 136-160. ISBN 978-3-4547-7498-7 DOI 10.5281/zenodo.10676608 <https://ojs.publisher.agency/index.php/ERM/issue/view/70>.
4. No gas finds after drilling at Lebanon's offshore Block 9, source says. <https://www.reuters.com/world/middle-east/no-gas-finds-after-drilling-lebanons-offshore-block-9-source-2023-10-13/>

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH

СЕДИМЕНТАЦІЙНА СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-ЕЛЕМЕНТНІ АСОЦІАЦІЇ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ

В. В. Вергельська

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,
03142, м. Київ, пр-т Академіка Палладіна, 34-А

Н. В. Вергельська

доктор геологічних наук

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України»

А. О. Нікітіна

кандидат геологічних наук

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України»

А. М. Лагойко

Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики НАН України

Седиментаційний фактори формування вугленосних формацій відіграли провідну роль у накопиченні та збагаченні їх окремими хімічними елементами. У останній час велику увагу приділяють можливостям розробки вугільних покладів, як комплексних родовищ. Вугілля, крім органічних речовин, завжди містить, як домішки, неорганічні компоненти. Дослідження мінерально-елементних асоціацій важливе для визначення процесів які сприяли формування вуглепородних масивів.

Ключові слова: вуглепородні масиви, неогранічні компоненти, седиментаційний процес, Донбас.

SEDIMENTATION COMPONENT FORMATION OF MINERAL AND ELEMENT ASSOCIATIONS IN THE COAL-BEARING MASSIVES OF DONBAS

V. V. Vergelska

SI «The Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine»,
03142, Kyiv, Palladin Ave., 34-A

N. V. Vergelska

doctor of geological sciences

State institution "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine"

A. O. Nikitina

candidate of geological sciences

State institution "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine"

A. M. Lagoyko

Center for information-analytical and technical monitoring of nuclear power facilities of the National Academy of Sciences of Ukraine

The sedimentary factors of formation of coal-bearing formations played a leading role in their accumulation and enrichment with individual chemical elements. Recently, much attention has been paid to the possibilities of developing coal deposits as complex deposits. Coal, in addition to organic substances, always contains inorganic components as impurities. The study of mineral-elemental associations is important for determining the processes that contributed to the formation of coal massifs.

Key words: coal massifs, non-boundary components, sedimentation process, Donbas.

У вугільних пластах впродовж досліджень визначено макроскопічні та мікроскопічні неорганічні включення та мінерально-елементні асоціації, що частково визначають процеси торфонакопичення та формування вуглепородних масивів.

Неорганічні компоненти, що утворилися у вигляді зростків з вугіллям, розрізняються відносно просто. Однак часто буває надзвичайно важко віднести до однієї з вказаних груп елементи, виявлені хімічними аналізами, а також виявленими при мікроскопічних дослідженнях, із застосуванням рентгеноскопії або інфрачервоної спектроскопії. З цієї причини, зазвичай, не роблять ніякої різниці між рослинною «золою» та мікроелементами, хоча зовсім немає впевненості у тому, що останні завжди утворювалися при розкладанні рослинного матеріалу. Невиключено, що мікроелементи зобов'язані своїм походженням мінералам, утвореним протягом двох стадій процесу формування вуглепородного масиву. І навпаки, деякі рослини можуть містити кварц, який легко сплутати із зернами кварцу, занесеними у відклади водою або вітром під час першої стадії процесу формування. Інша складність у правильному диференціюванні первинної рослинної «золи» та вторинних мінералів полягає у тому, що у вугіллі можуть міститися субмікроскопічні кристалики мінералів вторинного походження, які не помітні під мікроскопом.

Макроскопічні утворення у вугільних пластах та вміщуючих породах. Як правило, мінерали, які утворилися одночасно з вугіллям або були привнесені у відклади, є дрібнозернистими і тісно зрослися з вугіллям. Вони характеризуються постійністю поширення по латералі, що дозволяє з успіхом використовувати їх для ідентифікації та кореляції вугільних пластів. Ця особливість найкраще проявляється у так названого каолін-вуглистого тонштейна [3] і до деякої міри у дуже дрібних скупченнях піриту та зернистого кварцу.

Глинисті мінерали. Найбільш важливою групою мінералів у вугіллі є глинисті мінерали. У середньому вони становлять приблизно від 60 до 80% загальної кількості мінеральних речовин, які асоціюють з вугіллям. Про генезис цих мінералів відомо поки що недостатньо. Легко визначити неозброєним оком

(чи під мікроскопом у шліфах) у вуглепородних масивах каолінит, ілліт і серицит (різновид слюди), швидше за все, вони мають вторинне походження й утворилися із водних розчинів або вони представляють собою пластичний матеріал, принесений водою у вигляді вивітрилих уламків польового шпата і слюди принесених із Українського щита. Глинисті мінерали, зокрема, карбаргіліт і глинистий сланець можуть спучуватися у присутності води, що є важливим при відпрацюванні вугільних пластів. Здатність до спучування найбільш сильно проявляється у мінералів монтморілонітової групи та ілліти, особливо у поєднанні ілліт-карбаргіліт. Спучування завжди супроводжується значним зменшенням міцності порід масиву та служить однією з причин «видавлювання» порід покрівлі або підосви у вугільних шахтах і створює труднощі при кріпленні окремих, багатих глиною, порід покрівлі.

Каолін-вуглистий тонштейн зустрічається у вигляді вельми різних форм та може мати зміни у будові навіть на незначних відстанях одного й того ж зразка. З морфологічної точки зору дослідники виділили чотири типи каолін-вуглистого тонштейна [3, 5]. Б. Феррарі, вперше висунув ідею про те, що каолін-вуглистий тонштейн має вулканічне походження, і поступове вивітрювання його з утворенням каолініту. Пізніше Е. Штах, підтримав ідею такого походження, оскільки на підтримку гіпотези свідчила часта поява циркону і санідину у каолін-вуглистих тонштейнах і його асоціація з кварцом, частково субмікроскопічного розміру, присутність якого пояснюється тим фактом, що польовий шпат і слюда містять більше CO_2 , ніж каолінит.

Карбонати – наступна групу мінералів, після глинистих, яка найбільш часто зустрічається у вугільних пластах. Сингенетичними типами, в основному, є: сидерит у формі радіальних або концентричних скупчень або у вигляді дрібнокристалічних агрегатів і доломіт.

Сульфіди. З сульфідів у вугіллі найчастіше зустрічаються пірит та марказит [1- 4]. У багатьох вугільних пластах у невеликі кількості містяться сфалерит, галеніт і халькопірит, особливо якщо гідротермальні жили знаходяться близько від пластів. Під час першої стадії процесу вуглефікації з'являються сингенетичні або ранньодіагенетичні дрібнокристалічний або дрібноконкреційний пірит, який легко визначити у проникаючому світлі у вугільних шліфах.

Сульфіди. З сульфідів у вугіллі найчастіше зустрічаються пірит та марказит [1- 4]. У багатьох вугільних пластах у невеликі кількості містяться сфалерит, галеніт і халькопірит, особливо якщо гідротермальні жили знаходяться близько від пластів. Під час першої стадії процесу вуглефікації з'являються сингенетичні або ранньодіагенетичні дрібнокристалічний або дрібноконкреційний пірит, який легко визначити у проникаючому світлі у вугільних шліфах.

Мікроелементи у вугіллі утворюються або з похідного рослинного матеріалу, або з сумішей органічних і неорганічних новоутворень, як уран, що утворився під час першої стадії процесу вуглефікації. Крім того, мікроелементи можуть бути компонентами інших мінералів у вугіллі, наприклад срібло у галеніті, миш'як у піриті або у глинистих мінералах. Систематичні дослідження показали, що переважна кількість германію пов'язана безпосередньо з вугіллям, але його походження поки що не з'ясовано. Не виключено, що подібно урану, він зустрічається у неорганічних і органічних комплексах.

Висновок.

Седиментаційний фактор формування вугільних формацій відіграли провідну роль у накопиченні та збагаченні їх неорганічними хімічними елементами. Локалізація та відносна концентрація залежить не тільки від фаціальних умов осадко- і торфонакопичення, а й подальших процесів метасоматозу, які ми можемо спостерігати макроскопічно у вугільних пластах та вміщуючих породах (піритово-халькопіритові та кальцитові жили, які виповнюють тріщини).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бушак С.М. Визначення генетичних факторів вуглеутворення за складом неорганічної частини вугілля (на прикладі вивчення зольності). *Геологічний журнал*. 2003. № 3. С.47-53.
2. Бушак С.М. Особливості складу неорганічних компонентів вугілля Донецько–Макіївського ГРП Донбасу у зв'язку з проблемою їх викиднебезпечності. *Сучасні проблеми геології і геохімії корисних копалин*. Тез. доп. наук. конф. Львів, 1993. С. 27 – 28.
3. Бушак С.М. Використання тонштейнів для кореляції вугільних пластів Західного Донбасу. *Тектоніка і стратиграфія*. 2005. Вип. 34. С. 87-92.
4. Вергельська Н. Ознаки вторинного зруденіння у вуглепородних масивах Південно-Західного Донбасу. *Мінералогія: сьогодні і майбуття*: зб. матер. VIII наукових читань ім. академіка Є. Лазаренка, Львів – Чінадієве, 11 – 14 вересня 2014 р. Львів, 2014. С. 24–25.
5. Вергельська Н.В. Вміст мінеральних компонентів у бурому вугіллі Дніпробасу. *Збірник наукових праць ІФД. К.: ЛОГОС*. 2008. С. 32 – 36.

МІНЕРАЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІЛЬМЕНІТУ ПОРОМІВСЬКОГО ЕКЗОГЕННОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ

О. А. Ганжа

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

І. М. Луньова

кандидат геологічних наук

Ю. О. Литвиненко

молодший науковий співробітник

Є. С. Луньов

кандидат геологічних наук

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України,
03142, м. Київ, пр. Акад. Палладіна, 34

К. М. Стародубець

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

Досліджено мінералогічні особливості ільменіту Поромівського екзогенного родовища. Виявлено, що рутилізація ільменіту спостерігається у вигляді трьох основних форм: поодинокі зерна рутилу, рутилізація по тріщинах та по крайових частинах зерен ільменіту. Наведено типи включень в ільменіті за результатами електронно-зондового мікроаналізу.

Ключові слова: Поромівське екзогенне родовище, ільменіт, мінералогічні особливості, рутилізація.

MINERALOGICAL FEATURES OF ILMENITE FROM THE POROMIVSKE EXOGENOUS ILMENITE DEPOSIT

O. A. Ganzha

PhD (Geology)

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 55-b, O. Honchara Str., Kyiv, 01601

I. M. Lunova

PhD (Geology)

Yu. O. Lytvynenko

Junior Research Fellow

Ye. S. Lunov

PhD (Geology)

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine,
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, 03142

K. M. Starodubets

PhD (Geology)

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 55-b, O. Honchara Str., Kyiv, 01601

The mineralogical features of ilmenite from the Poromivske exogenous deposit have been studied. It was found that rutilization of ilmenite occurs in three main forms: individual rutile grains, rutilization along fractures, and along the edge parts of ilmenite grains. The types of inclusions in ilmenite are presented based on the results of electron probe microanalysis (EPMA).

Key words: *Poromivske exogenous deposit, ilmenite, mineralogical features, rutilization.*

Вступ. Поромівське екзогенне родовище ільменіту розташоване в межах Житомирського району Житомирської області та належить до Волинського розсипного району [1]. В геолого-структурному відношенні воно приурочене до південної частини Володарськ-Волинського масиву основних порід, який знаходиться в межах Коростенського плутону.

Для району досліджень характерний парагенетичний зв'язок, який характеризується промисловими вмістами ільменіту в кристалічному фундаменті (Поромівське корінне родовище), в корі вивітрювання осадового складу та розсипній частині (Поромівське екзогенне родовище). В геологічній будові рудного пласта Поромівського екзогенного родовища беруть участь каолінова кора вивітрювання основних порід Коростенського інструзивного комплексу та осадові відклади [2].

Зразки та методи досліджень. За допомогою методу електромагнітної сепарації було виділено електромагнітну та неелектромагнітну фракції зі шліхових проб Поромівського розсипного родовища ільменіту (15 інтервалів з однієї свердловини, яка містить породи зони кори вивітрювання та алювіальну частину). З електромагнітної фракції під бінокуляром відібрано зерна ільменіту (близько 50 зерен) та виготовлено штучні препарати для лабораторних досліджень. Для цього попередньо відібрані приблизно однакового розміру зерна ільменіту послідовно занурювали у краплі епоксидної смоли, нанесені на предметне скло. Після затвердіння епоксидну смолу зрізали за допомогою абразивних алмазних паст (20/14, 10/7, 5/3) до відкриття зерен ільменіту, на завершення відполірували пастою (0/1). Відполіровану поверхню зерен ільменіту напилили тонкою вуглецевою плівкою.

Хімічний склад зерен ільменіту і твердофазних включень у них визначено на сканівному електронному мікроскопі *JSM-6700F*, оснащеному енергодисперсійною системою для мікроаналізу *JED-2300* (*JEOL*, Японія). Режим вимірювань: прискорювальна напруга — 15 кВ, струм зонда — 1,0 нА, діаметр зонда — 1 мкм, час набору спектра характеристичного рентгенівського випромінювання у кожній точці складав 60 с. Як стандарти використано: на Si, Ti, Al, Cr, V, Fe, Mn — чисті метали, на Mg, Ca, Na, K — синтетичні MgO, CaF₂, Na₃AlF₆, KCl відповідно. Внесення поправок у результати вимірювань і розрахунок концентрацій елементів здійснено методом ZAF-корекції з використанням оригінального програмного забезпечення фірми *JEOL*. Заміри проводились у п'яти точках кожного зерна ільменіту.

Результати досліджень. Ільменіт знаходиться у пробі у вигляді вільних зерен, зростків мало. Спостерігаються зростки з сульфідами та агрегати дрібних зерен ільменіту, які зцементовані гідрослюдистим матеріалом. Переважає буре, бурувато-коричневе до чорного забарвлення зерен ільменіту.

Зерна напівобкатані або кутасті, часто лейкоксенізовані. На поверхні окремих зерен спостерігаються плівки сульфідів на гідроксидів заліза. Вторинні зміни проявлені по краях, у центрі та по тріщинах зерен. Переважають зерна розміром 0,05-0,5 мм.

Результати електронно-зондового мікроаналізу ільменіту показали, що вміст двоокису титану (TiO_2) в ільменіті коливається в межах від 51,0 до 83,6 мас. %, середнє по пробі — 60,6 мас. %. Вміст оксиду заліза (FeO) складає в середньому 38,9 мас. %. Серед домішок діагностовано SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , MnO , SO_3 . Найбільший вміст серед домішок мають (мас. %): Al_2O_3 — від 1,6 до 2,0 (середнє 2,6); MgO — від 1,2 до 2,1 (середнє 2,3), SO_3 — від 1,6 до 2,2 (середнє 2,7). За результатами досліджень в ільменіті виявлено включення таких мінералів: рутил, магнетит, силіманіт, лейкоксен, піроп, кварц, апатит. Найбільш розповсюдженими є включення рутилу в ільменіті (інтервали 5-7 м та 12-13 м відповідно). «Рутилізація» в основному приурочена до тріщин та крайових частин зерен ільменіту (рис. 1, а і б).

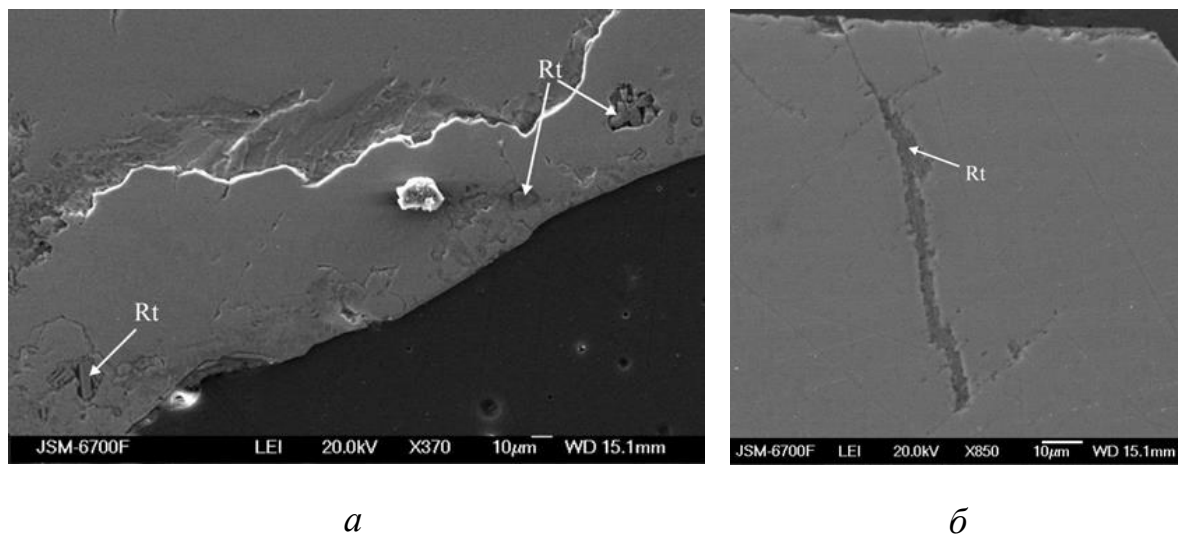


Рис. 1. BSE зображення включень рутилу (Rt) в ільменіті Поромівського розсипного родовища. Рутил приурочений до крайової частини зерна (а) та до тріщин (б) в ільменіті

Висновок. За допомогою сучасних аналітичних методів досліджено мінералогічні особливості ільменіту Поромівського екзогенного родовища. Виявлено, що рутилізація ільменіту спостерігається у вигляді трьох основних форм: поодинокі зерна рутилу, рутилізація по тріщинах та по крайових частинах

зерен ільменіту. Наведено типи включень в ільменіті за результатами електронно-зондового мікроаналізу.

Дослідження виконано в рамках гранту НАН України "Умови утворення екзогенних ільменітових родовищ Волинського розсипного району" дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки на 2024-2025 роки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ганжа О.А., Кузьманенко Г.О., Охоліна Т.В., Ремезова О.О. Сучасний стан мінерально-сировинної бази розсипних родовищ титану України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Геологія*. 2022. № 99 (4). С. 60-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.99.08>
2. Кузьманенко Г.О., Охоліна Т. В., Ганжа О.А., Яременко О.В. Рудоносність Поромівського родовища ільменіту. *Мінеральні ресурси України*. 2023. № 3. С. 3-7. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.3.3-7>

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА СТАРУНСЬКОМУ ГЕОДИНАМІЧНОМУ ПОЛІГОНІ

Тетяна Калиній

асистент

Валерій Омельченко

кандидат геологічних наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

Геоєкологічні дослідження Старунського геодинамічного полігону включали польові геолого-геофізичні дослідження та дешифрування результатів космо- і аерофотозйомки території. У результаті проведених досліджень створено геоєкологічну модель полігону.

Ключові слова: фауна, ландшафт, вулкан.

GEO-ECOLOGICAL STUDIES AT THE STARUNSKY GEODYNAMIC LANDFILL

Tetiana Kalynii

Assistant

Valerii Omelchenko

Candidate of Geological Sciences, Associate Professor

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
15 Karpatska St., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine

The geo-ecological studies of the Starunsky geodynamic landfill included field geological and geophysical research and interpretation of the results of space and aerial photography of the territory. As a result of these studies, was created geo-ecological model of the landfill.

Key words: fauna, landscape, volcano.

З метою проведення досліджень території Старунського геодинамічного полігону нами використано знімки з веб-сайту <http://earth.google.com> та результати крупномасштабної аерофотозйомки.

Старунський геодинамічний полігон розташований безпосередньо в передгір'ях Карпат, де на 60 га геологічної пам'ятки є природно- та техногенно змінені ландшафти з єдиним у Карпатському регіоні грязьовим вулканом, виходами нафти і газу на денну поверхню та унікальними захороненнями забальзованої мамонтової фауни пізнього плейстоцену. Це джерело активних природних змін ландшафтів підсилено техногенними їх змінами - нафторозвідувальними свердловинами та озокеритовими копальнями. Тому геоєкологічна оцінка природних умов та природних ресурсів має важливе як науково-теоретичне, так і практичне значення для геологічного обґрунтування

Старунського геодинамічного полігону.

Старунський геодинамічний полігон розташований на двох структурно-фаціальних зонах Передкарпатського прогину – внутрішній, Бориславсько-Покутській та середній, Самбірській і межує зі сходу із зовнішньою Більче-Волицькою, а із заходу – зі Скибовою зоною Карпат.

Перші публікації про дослідження четвертинних (у ті часи – делювіальних) відкладів на території Старунського геодинамічного полігону, з'явилися у другій половині XIX століття (E. Windakiewicz) [1, 2].

У 1907 році під час поглиблення озокеритової копальні № IV (пізніше названого "Мамонт") були виявлені мамонт і волохатий носоріг (так званий "перший носоріг від Старуні") зі збереженими м'якими тканинами, на глибині 12,5 та 17,6 метра відповідно (A. Łomnicki) [3].

На протязі XX століття в межах Старунського геодинамічного полігону було проведено низку досліджень як геологічної будови території, так і з метою видобутку озокериту, солі, нафти, а також з метою виявлення фауни пізнього плейстоцену. Але проведені дослідження не дали однозначної відповіді на геологічну будову полігону, а були спрямовані на промисловий видобуток озокериту.

Проведені нами дослідження є частиною детальних геоекологічних досліджень Старунського геодинамічного полігону, які розпочалися на початку XXI століття.

У результаті проведених досліджень було отримано наступні результати:

1. За результатами дешифрування космічних знімків, виконано різновисотну аерофотозйомку полігону з використанням безпілотного літального апарату "Дрон". На основі дешифрування аерофотознімків уточнені контури геологічних підрозділів на геологічній карті.

2. Результати геофізичних досліджень методами вертикального електрондування і визначення електропровідності гірських порід, вимірювання сили тяжіння та геохімічних досліджень - молекулярні і ізотопні вивчення газів та мікробіологічні зондування поверхневих шарів, виявлення зон міграції гелію, вуглекислого та вуглеводневих газів і ін. – усе це дозволило локалізувати перспективні ділянки з похованими плейстоценовими болотами, де можна продовжити пошуки викопних великих ссавців.

3. Вперше для Старунського геодинамічного полігону побудована Геологічна карта з врахуванням результатів усіх попередніх досліджень. На карті виділено 11 різновікових літолого-стратиграфічних підрозділів.

4. Пізньоголоценові явища та відклади делювіально-пролювіально-техногенних, грязе-соле-нафтових потоків та грязьового вулкану свідчать про

сучасну геодинамічну активність Старунського геодинамічного полігону.

5. Геоморфологічні, неотектонічні та палеогеографічні дослідження дозволили виявити детальну історію розвитку долини р. Лукавець Великий у пізньому плейстоцені – від єємського міжльодовиків'я до пізнього голоцену включно. Характерним були ритмічні зміни льодовикових та міжльодовикових епох, холодних та сухих, більш оптимальних та вологих кліматичних умов, що добре корелюються з подібними епохами як у Польщі, так і в Україні.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Windakiewicz E., 1875. Erdöl und Erdwachs in Galizien. Bergund Hüttenmännischen Jahrbuch, 23: 1-68.
2. Windakiewicz E., 1875. Olej i воск ziemny. Nakład Gazety Lwowskiej, Lwów. 155 pp.
3. Lomnicki A. Atlas Geologiczny Galicyi. p. 18

РЕЗУЛЬТАТИ РЕКОГНОСЦИРУВАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ІЗ СИПАМИ ГАЗІВ В ПІВНІЧНОМУ МОРІ

І. М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

М. А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Наведено результати обстеження з використанням прямопошукової технології ділянки із сипами газу в Північному морі. На двох обстежених локальних ділянках з осадовими породами 1-6 груп та вапняками зафіксовано сигнали від нафти, конденсату, газу. Інструментальними вимірами встановлено факти міграції газу в атмосферу.

Ключові слова: Північне море, сипи газу, осадові породи, вапняки, прямопошукові методи.

RESULTS OF THE RECONNAISSANCE SURVEY OF SITE WITH GAS SPILLS IN NORTH SEA

I. M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

M. A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The results of the survey using direct-prospecting technology of the area with gas leaks in the North Sea are presented. Signals from oil, condensate, and gas were recorded at two surveyed local areas with sedimentary rocks of 1-6 groups and limestones. The facts of gas migration into the atmosphere were established by instrumental measurements.

Key words: North Sea, gas seeps, sedimentary rocks, limestones, direct-prospecting methods.

Вступ. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків [2] активно застосовується для вирішення різноманітних геологічних задач, у тому числі й для вивчення глибинної будови структурних комплексів Землі, пошуків горючих та рудних корисних копалин, а також води [1-3]. В тезах представлені результати обстеження з використанням мобільних прямопошукових методів ділянки із сипами газу в Північному морі.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних

копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1-3].

Ділянка газових сипів в районі свердловини 22/4b в Північному морі. Результати проведених геолого-геофізичних досліджень в районі ділянки із сипами представлені в публікаціях [4-6]. Положення ділянки обстеження у Північному морі показано на рисунках в статті [6].

Для проведення експериментальних робіт використовувалися: 1) фотознімки газових сипів (рис. 1) [4-5]; 2) координати двох локальних ділянок розташування сипів [5].

З використанням координат підготовлено супутниковий знімок ділянки обстеження (рис. 2а). З наведеного знімка вирізані три локальні фрагменти для подальшої обробки (рис. 2б-г).



Рис. 1. Фотографії локальних ділянок виходу газу на поверхню [4, 5].

Фотознімок сипів газу 1. При частотно-резонансній обробці фотознімка (рис. 1а) зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (білого), горючого сланцю, аргілітової брекчії, породи газогідратів, газогідратів, льоду. Сигнали від водню, води глибинної та мертвої води, а також солі не отримані.

Зареєстровані сигнали від 1-6-ої груп осадових порід, відгуки від магматичних порід не отримані. Фіксацією відгуків на різних глибинах (50, 150, 250, 450, 550, 650, 750, 723 км) корінь глибинного каналу (вулкану) осадових порід визначено на глибині 723 км.

На поверхні 57 км зафіксовано сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору, а на глибині 57.1 км відгуки від цих речовин були відсутні.

Скануванням розрізу з дна моря, крок 1 м, відгуки від нафти фіксувалися без перерв в інтервалі: 1) 840-(1200-інтенсивний) (до 2200-інтенсивний)(2700-інтенсивний до 3300), з 3.5 км – (інтенсивний до 14500-інтенсивний), з 15 км, крок 15 м, 30, (31-інтенсивний) в кінці крок 50 см до 57.060 км.

При скануванні розрізу з дна моря, крок 10 см, відгуки від газу почали фіксуватися відразу. Далі з кроком 5 м сигнали фіксувалися: 0 м-(1200 - інтенсивний) (2200-дуже інтенсивний) (2700 - слабкої інтенсивності) (до 5 км простежено - далі сканування не проводилося).

При скануванні розрізу з дна моря, крок 10 см, відгуки від другої групи осадових порід почали фіксуватися з 25 м.

Фотознімок сипів газу 2. При обробці фотознімка (рис. 1б) отримано сигнали від нафти, конденсату, газу, фосфору (білого); відгуки від бурштину, водню, води глибинної та мертвої, лонсдейліту не зафіксовано.

Зареєстровані інтенсивні сигнали від 7-ої групи осадових порід (вапняки). Фіксацією відгуків на різних глибинах (50, 150, 250, 450, 550, 650, 750, 723 км) корінь вулкана вапняків визначено на глибині 723 км. При скануванні розрізу з дна моря, крок 10 см, відгуки від вапняків почали фіксуватися з 15 м. На поверхні 57 км отримано сигнали від нафти, конденсату, газу та фосфору.

При скануванні розрізу з дна моря, крок 10 см відгуки від газу почали фіксуватися одразу: 0 м – (100 – інтенсивний) (300 дуже інтенсивний), на крок 10 м (9 км – інтенсивний) (14 км – дуже інтенсивний) (22 км – сигнали фіксуються), простеження далі зупинене.

Фотознімок сипів газу 3. Під час обробки фотознімка (рис. 1в) зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору. Відгуки від солі не отримані.

Зафіксовані сигнали від 1-6 та 7-ої (вапняки) груп осадових порід, від магматичних порід відгуки не отримані. Вимірюваннями встановлено, що нижня межа 1-6 груп осадових порід розташована в інтервалі глибин 5-6 км.

На поверхні 6 км із верхньої частини розрізу отримано відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору. З нижньої частини розрізу відгуки бурштину були відсутні, але зафіксовані сигнали від вапняків.

Скануванням розрізу з 6000 м, крок 10 см відгуки від вапняків почали фіксуватися з 6120 м і простежені з кроком 1 м до 10 км (далі сканування не проводилося).

Фіксацією відгуків різних глибинах (50, 150, 250, 450, 550, 650, 750, 723 км) корінь вулкана, заповненого вапняками, визначено глибині 723 км.

На поверхні 57 км отримано відгуки від нафти, конденсату, газу та фосфору.

Фотознімок сипів газу 4. При обробці фотознімка (рис. 1г) на поверхні 57 км зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору.

Отримано відгуки від 1-6 груп осадових порід. Корінь вулкана, наповненого осадовими породами, визначено на глибині 723 км.

Супутниковий знімок ділянки обстеження з вирізами. При частотно-резонансній обробці фрагмента супутникового знімка з вирізами двох точок (рис. 2б) зафіксовано відгуки лише від бурштину та фосфору, від нафти, конденсату, газу та солі сигнали не отримані.

Зареєстровані відгуки від 8 (доломіти), 9 (мергелі) та 10 (кременисті) груп осадових порід. Від магматичних порід відгуки були відсутні.

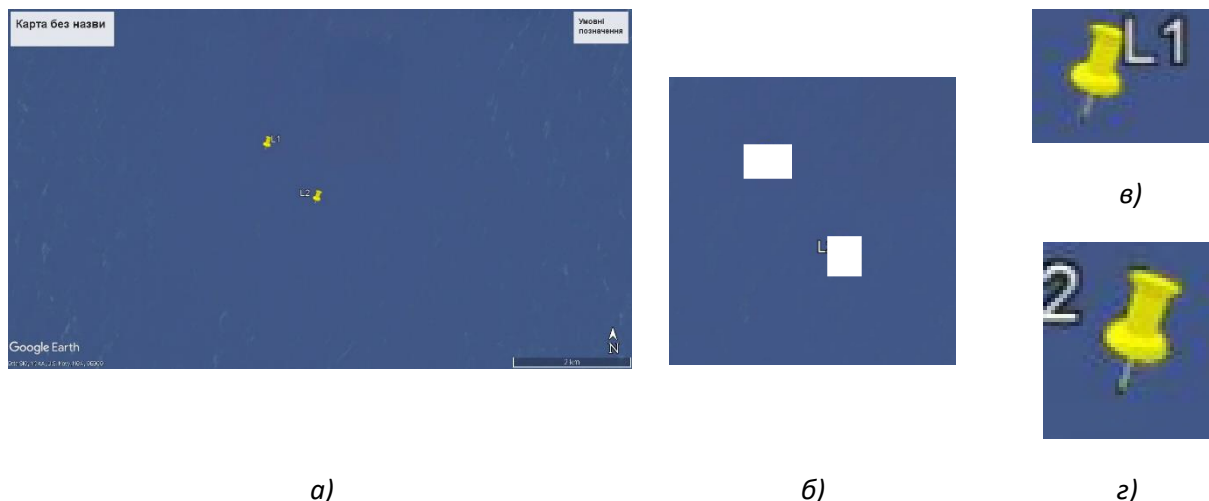


Рис. 2. Фрагменти супутникових знімків ділянок обстеження, частотно-резонансна обробка яких проводилася окремо.

На поверхні 57 км відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину та фосфору були відсутні. Сигнали від 8 та 10 груп осадових порід зафіксовані.

Фіксацією відгуків на різних глибинах (50, 150, 250, 450, 550, 650, 750, 723 км) корені вулканів заповнених доломітами та крем'янистими породами визначено на глибині 723 км.

Супутниковий знімок локальної ділянки у точці L1. При обробці фрагмента знімка в точці L1 (рис. 2в) зафіксовано сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (білого), горючого сланцю, аргілітової брекчії, породи газогідратів, газогідратів, льоду, антрацити.

Зареєстровані відгуки від 1-6 груп осадових порід, від магматичних порід сигнали не отримані. Корінь вулкана осадових порід зафіксовано на глибині 723 км.

На поверхні 57 км отримано відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину та фосфору.

На поверхні 1 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу та фосфору, від нафти та конденсату відгуки не отримані. Такі результати свідчать про міграцію газу в атмосферу.

Супутниковий знімок локальної ділянки у точці L2. При обробці фрагмента знімка в точці L2 (рис. 2г) з поверхні зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу та фосфору. Відгуки від бурштину та солі не отримані.

Зафіксовано відгуки від 7-ої групи осадових порід (вапняки). Корінь вулкана вапняків визначено на глибині 723 км.

На поверхні 1 м з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від газу та фосфору, від нафти та конденсату відгуки не отримані. Це свідчить про міграцію газу в атмосферу.

На поверхні 57 км отримано відгуки від нафти, конденсату, газу та фосфору.

Основні висновки. Представлені результати рекогносцирувальних робіт, а також матеріали досліджень на інших ділянках фіксації сипів дозволяють висловити припущення про масштабну міграцію глибинного (абіогенного) газу в атмосферу планети Земля!

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соловійов В.Д., Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові результати застосування ЧР методів при вивченні зв'язку приповерхніх структур з глибинними геофлюїдами Чорного моря. *Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції* (Київ, 28 – 29 листопада 2023 р.). ДУ НЦ ГГРІ НАН України, 2023. С. 80-84. <https://doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2023.16>
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
3. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin, Valery Soloviev. Universal direct search frequency-resonance technologies for solving structural and exploration geological problems. *LAP Lambert Academic Publishing*. 24 July 2024. P. 184. Language: English. ISBN-10: 6207652274, ISBN-13: 978-6207652273. <https://my.lap-publishing.com/catalogue/details/gb/978-620-7-65227-3/universal-direct-search-frequency-resonance-technologies-in-geology> <https://www.amazon.co.uk/Universal-Direct-Frequency-resonance-Technologies-Geology/dp/6207652274>
4. Greenpeace Finds Long-Running Methane Leak in UK North Sea. <https://www.maritime-executive.com/article/greenpeace-discovers-long-running-methane-leak-in-uk-north-sea>
5. Greenpeace documents North Sea methane leak caused by oil industry blow-out. <https://www.greenpeace.org/international/press-release/44638/greenpeace-documents-north-sea-methane-leak-caused-by-oil-industry-blow-out/>
6. J. Schneider von Deimling, P. Linke, M. Schmidt, G. Rehder. Ongoing methane discharge at well site 22/4b (North Sea) and discovery of a spiral vortex bubble plume motion. *Marine and Petroleum Geology* 68 (2015) 718–730.

ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ З КРУГОМ НА ОЗЕРІ ЦІНХАЙ В КИТАЇ

І. М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

М. А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Наведено результати апробації частотно-резонансних методів обробки супутникових і фото знімків на ділянці з кругом на озері Цінхай в Китаї. Сигнали на частотах водню зареєстровані в межах круга, а інструментальними вимірюваннями встановлено факти міграції водню в атмосферу. При пошуках скупчень природного водню доцільно звертати увагу на зони і ділянки з кругами на поверхні в різних регіонах земної кулі..

Ключові слова: Китай, круг на озері, базальти, водень, прямопошукові методи.

DEEP STRUCTURE PECULIARITIES OF LOCAL AREA WITH CIRCLE AT LAKE QINGHAI IN CHINA

I. M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

M. A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The results of the approbation of frequency-resonance methods of satellite and photo images processing on area with crop circle on Qinghai Lake in China are given. Signals at hydrogen frequencies were registered within a circle, and instrumental measurements established the facts of hydrogen migration into the atmosphere. When searching for natural hydrogen accumulations, it is advisable to pay attention to zones and regions with crop circles in different regions of the globe.

Key words: China, circle on the lake, basalts, hydrogen, direct-prospecting methods.

Вступ. В 2019-2023 рр. супер-мобільна технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків [2, 3] пройшла широку апробацію в межах крупних блоків і локальних ділянок з метою вивчення особливостей глибинної будови структурних елементів Землі різних типів і пошуків рудних і горючих корисних копалин, а також води. Експериментальні дослідження проводились також на ділянках з екзотичними об'єктами, з кругами на полях в тому числі. Результати обстеження ділянок з кругами, виявлених в 2019 р. на полях в Англії, наведено в [1]. В тезах представлені результати обстеження ділянки з кругом на льоду озера Цінхай в Китаї [4].

рекогносцирувального та детального характеру проводяться з використанням мало-витратної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків, вертикального електрорезонансного сканування розрізу та методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків та локальних ділянок [2, 3]. Окремі компоненти технології розроблені на принципах «речовинної» парадигми геофізичних досліджень, сутність якої полягає в пошуку конкретної (шуканої в кожному випадку) речовини. В основі розроблених методів лежать виявлені Ніколою Тесла у 1899 р. стоячі електричні хвилі у глибинних горизонтах Землі. В модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки фотозображень, а також вертикального зондування розрізу використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних та магматичних порід, мінералів та хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань охарактеризовані в [2].

Круг на льоду озера Цінхай в Китаї. Причини появи кругів на полях цікавлять багатьох дослідників. Такий інтерес до кругів на полях обумовив доцільність частотно-резонансної обробки фотознімків локальних ділянок із кругами з метою отримання уявлення про глибинну будову в зонах їх розміщення. Результати проведених досліджень виявилися дещо несподіваними.

Під час частотно-резонансної обробки фрагмента зображення із колом на льоду озера Цінхай в Китаї [4] (рис. 1, нижній прямокутний контур) на поверхні зафіксовано відгуки на частотах живої (збагаченої воднем) води, льоду, водню та 6-ї групи магматичних порід (базальтів).

При скануванні розрізу від поверхні з кроком 10 см відгуки на частотах базальтів почали реєструвати з 91 м. Шляхом фіксації відгуків на різних глибинах корінь базальтового вулкана зафіксовано на глибині 723 км.

Фрагменти фотографій у прямокутниках з кругом та над кругом на рис. 1 були додатково оброблені з використанням процедури фіксації відгуків на частотах різних хімічних елементів.

У прямокутнику з колом на глибині 3 м з верхньої частини розрізу зафіксовано наявність або відсутність (ні) сигналів на частотах таких хімічних елементів: водень (ні), хлор, залізо, кобальт, літій, берилій, аргон (ні), нікель (ні), калій (ні), кальцій (ні), гелій (ні), хром, марганець (ні), мідь (ні), ітрій, молібден, технецій, рутеній, родій, паладій, телур, тербій, гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній, золото, ртуть, радій, актиній, торій, уран, протактиній.



Рис. 1. Фото кола на озері Цінхай (Китай) [4].



Рис. 2. Супутниковий знімок озера Цінхай (Китай).

В межах прямокутника над колом на глибині 3 м у верхній частині розрізу зафіксовано наявність або відсутність (ні) сигналів від наступних хімічних елементів: залізо, кобальт, літій, берилій, скандій, хром, ванадій, германій, селен, ітрій, ніобій, технецій, рутеній, родій, паладій, індій, сурма, лантан, церій, празеодим, прометій, неодим, телур, тербій, гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, реній, осмій, іридій, золото, ртуть, полоній, радій, актиній, торій, уран, нептуній.

В межах прямокутної ділянки, розміщеної в правій частині фотознімка, відгуки на частотах великої кількості хімічних елементів не зафіксовано.

Під час рекогносцирувального обстеження озер і водосховищ проведена також обробка супутникового знімка всього озера Цінхай. При обробці супутникового знімка озера (рис. 2) з поверхні не отримано відгуків на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, солі. Зафіксовано сигнали від водню, 8-ої групи осадових порід (доломіти) і 6-ої групи магматичних порід (базальти).

Шляхом реєстрації відгуків на різних глибинах (50, 150, 250, ..., 750 км) корінь базальтового вулкану зафіксовано на глибині 723 км. Нижня межа доломітів встановлена в інтервалі 4-5 км. При скануванні розрізу від поверхні, крок 50 см, відгуки від базальтів отримані з глибини 90 м, а водню – зі 160 м.

Шляхом сканування розрізу з кроком 1 см і 5 см відгуки на частотах води реєструвалися від поверхні до 90 м. На поверхні 91 м отримані відгуки з верхньої частини розрізу тільки від води, а з нижньої – тільки від водню та базальтів. Відгуки від води на поверхні 68 км не зафіксовані.

Коментарі та висновок. Під час частотно-резонансної обробки зображень обстежених ділянок з кругами виконано обмежений набір вимірювальних процедур. Зазначимо також, що зацікавленість авторів у проведенні такого роду експериментальних робіт пов'язана з інформацією на багатьох сайтах про те, що

такі круги на полях створюють інопланетяни. З урахуванням цієї інформації було цілеспрямовано проведено обмежену кількість вимірювальних процедур, результати яких могли підтвердити або спростувати ці припущення.

Результати інструментальних вимірювань на початковому етапі робіт одразу виявилися несподіваними. Виявилось, що всі обстежені ділянки розташовані над базальтовими вулканічними комплексами, верхні межі базальтів зафіксовані на невеликій глибині, отримані відгуки на частотах водню, а факти міграції водню в атмосферу підтверджені вимірюваннями.

Проведені експериментальні дослідження дозволяють констатувати, що при пошуках скупчень природного водню доцільно звертати увагу на зони і райони розташування кругів в різних регіонах світу! Слід зазначити, що веб-сайт [5] містить архів супутникових знімків і фотографій кругів на полях, які були знайдені у Великобританії в 1994-2022 роках. На цьому ж сайті є також посилання, за якими можна ознайомитися з додатковими матеріалами по проблемі кругів на полях. На сайтах в Інтернеті також можна знайти інформацію про круги на полях у різних країнах світу.

Зазначимо також, що аналіз отриманих результатів дозволяє звернути увагу на факти, які свідчать на користь припущення про те, що круги на обстежених ділянках є «творінням» нелюдських рук. Коментарі авторів експериментальних досліджень з цієї точки зору (аспекту) наведені в тезах [1].

Доцільність публікації коментарів такого характеру зумовлена необхідністю активізації науково-технічних досліджень, спрямованих на пошуки, видобуток та практичне використання природного водню в енергетичному секторі світової економіки!

1. Обстежені ділянки з кругами на полях у Великобританії розташовані над майже однаковими структурними елементами розрізу – базальтовими вулканічними комплексами (вулканами, базальтовими колонами) з верхньою кромкою в інтервалі 5-6 м і з коренями на глибині 99 км.

2. Сигнали на частотах водню зареєстровані на всіх кругах, а інструментальними вимірюваннями встановлено його міграції в атмосферу.

3. Зазначені вище особливості глибинної структури ділянок з кругами в різних регіонах Англії дозволяють стверджувати, що на даний момент Людина на Землі (Людство) не володіє технологіями, які дозволяють швидко визначити положення локальної ділянки на поверхні Землі із заданими параметрами розрізу. Отже, круги на полях – це «витвори» нелюдських рук!

Результати застосування на ділянках з кругами вимірювальних процедур для реєстрації відгуків на частотах хімічних елементів в цілому підтверджують (підсилюють) попередні висновки (припущення).

Не викликає заперечень твердження, що такий широкий спектр (набір) хімічних елементів (включаючи рідкоземельні) не використовується в технічних пристроях, створених Людиною на Землі.

І ще раз зазначимо, що супер-мобільна технологія частотно-резонансної обробки супутникових і фотознімків може зробити вагомий внесок у вирішення проблеми забезпечення людства паливом майбутнього – природним воднем!

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корчагін І.М., Якимчук М.А. Особливості глибинної будови локальних ділянок з кругами на полях в Англії. *Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції* (Київ, 28 – 29 листопада 2023 р.). ДУ НЦ ГТГРІ НАН України, 2023. С. 110-115. <https://doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2023.22>
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
3. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin, Valery Soloviev. Universal direct search frequency-resonance technologies for solving structural and exploration geological problems. *LAP Lambert Academic Publishing*. 24 July 2024. P. 184. Language: English. ISBN-10: 6207652274, ISBN-13: 978-6207652273. <https://my.lap-publishing.com/catalogue/details/gb/978-620-7-65227-3/universal-direct-search-frequency-resonance-technologies-in-geology>
<https://www.amazon.co.uk/Universal-Direct-Frequency-resonance-Technologies-Geology/dp/6207652274>
4. Mysterious circles appeared on a lake in China: the aliens left a message. <https://znaj.ua/ru/popcorn/226369-na-ozeri-u-kitaji-z-yavilisya-tayemnicchi-kola-pribulci-zalishili-poslannya>
5. The 2019 Crop Circles. <https://temporarytemples.co.uk/crop-circles/2019-crop-circles>

СПЕКТРИ ЛАНТАНОЇДІВ У ПОРОДАХ РАПАКІВІГРАНІТНИХ ПЛУТОНІВ (МАСИВІВ)

Іван Михальченко

доктор геологічних наук

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», Україна, 03142, м. Київ, просп. Академіка Палладіна 34-а

Ольга Заяць

кандидат геологічних наук

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Україна, 03142, м. Київ, просп. Академіка Палладіна 34

За результатами дослідження виявлено, що спектри лантаноїдів порід рапаківігранітних батолітів й масивів, у яких або поблизу котрих відомі родовища й рудопрояви, характеризуються наявністю магматичних фаз із низькими значеннями La_N/Yb_N у порівнянні з такими гранітів головних фаз. Наявність магматичних фаз з низьким відношенням La_N/Yb_N можна розглядати як важливу непряму пошукову ознаку родовищ металевих корисних копалин у районах рапаківігранітних плутонів.

Ключові слова: спектр, лантаноїди, рапаківігранітні плутони.

LANTHANOIDES SPECTRA OF IN ROCKS OF RAPAKIVIGRANITE PLUTONES

Ivan Mihalchenko

Doctor of Geological Sciences

State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Olha Zaiats

Candidate of Geological Sciences

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Based on the results of the study, it was established that the spectra of lanthanides of rocks of rapaki granite batholiths and massifs in which or near which deposits and ore occurrences are known are characterized by the presence of magmatic phases with spectra with a much lower La_N/Yb_N ratio compared to such spectra of granites of the main phases. The presence of magmatic phases with a low La_N/Yb_N ratio is considered as an important indirect prospecting sign of deposits of metallic minerals in the areas of rapakivigranite plutons.

Key words: spectrum, lanthanides, rapakivigranite plutons.

Вступ. Характерною особливістю геологічної будови кристалічного фундаменту Волинської й Кіровоградської металогенічних областей металогенічної провінції Український щит є наявність крупних, площею кільки тисяч квадратних кілометрів, докембрійських магматичних анортозит-рапаківігранітних плутонів – Коростенського й Корсунь-Новомиргородського. В

анортозит-рапаківігранітних плутонах світу відомі Ni-Cu-Co (інколи – з Pt), апатит-Fe-Ti родовища в основних породах; Sn-рідкіснометалеві родовища, Sn-рідкіснометалево-поліметалеві родовища, Zr-рідкіснометалеві родовища, U-Th-LREE-Zr пегматити, камерні пегматити, утворення яких пов'язується з гранітами. Також в районах анортозит-рапаківігранітних плутонів відомі розсипища: апатиту, Ti, та Sn, Ta, Nb, Zr; рідкіснометалеві пегматити; Th-U, U родовища в натрієвих метасоматитах; U родовища «незгідності»; Cu-U-Au-Ag-REE родовище Олімпік-Дам. Є підстави для ствердження, що в остаточних фазах розплавів, які утворили анортозит-рапаківігранітні плутони відбувалося накопичення Li, Be, Zn, Pb, HFSE, зокрема, й U й Th. Варіативність фугітивностей H₂O, O₂, F могли впливати на процеси фракціонування хімічних елементів у флюїдах, що мало б відобразитися на складі лантаноїдів у кислих породах цих плутонів (вихідні дані наведено в [5]).

Огляд літератури. Спектри лантаноїдів порід рапаківігранітних асоціацій наведено в роботах [1-4, 6-10]. Зазвичай, автори висвітляли результати свої геохімічних досліджень по певному плутону (масиву), або рудному об'єкту. Виключення – робота Ларіна [3].

Об'єкт дослідження – рапаківігранітні плутони. Предмет-дослідження – склад й співвідношення лантаноїдів. Мета дослідження – виявити особливості спектрів лантаноїдів у породах.

Методика й матеріали дослідження. Створення бази даних з хімічного складу порід і руд з районів анортозит-рапаківігранітних плутонів, зокрема, лантаноїдів, данні яких наведено в [1-4, 6-10]. Нормування значення виміру масової частки певного хімічного елементу на значення виміру масової частки відповідного елементу в хондриті (з [11]). Побудова спайдердіаграм. Оцінка нахилу спайдердіаграми – за результатами розрахунку співвідношення La_N/Yb_N. Особливості спектрів лантаноїдів виявлялися порівняльно-співставним методом наукового дослідження.

Результати дослідження. Спектри лантаноїдів гранітів Корсунь-Новомиргородського, Коростенського (Український щит), Салмінського (Балтійський щит) плутонів, масивів Нуелтін (Канадський щит), Інханджара (батоліт Іту), пегматитів масиву Мадейра (Амазонський кратон) рапаківігранітних плутонів, рудних скупчень торій-рідкісноземельних руд родовища Пі Рідж (террейн гір Сент-Франсуа, південний схід Міссурі, США), пегматитів Пайкс Пік (батоліт поблизу Веллінгтон Лейк, центральний Колорадо) (вихідні дані з [1-4, 6-10]) наведено на рисунку.

Обговорення результатів дослідження. Спектри лантаноїдів головних фаз гранітоїдів Корсунь-Новомиргородського, Коростенського, Салмінського

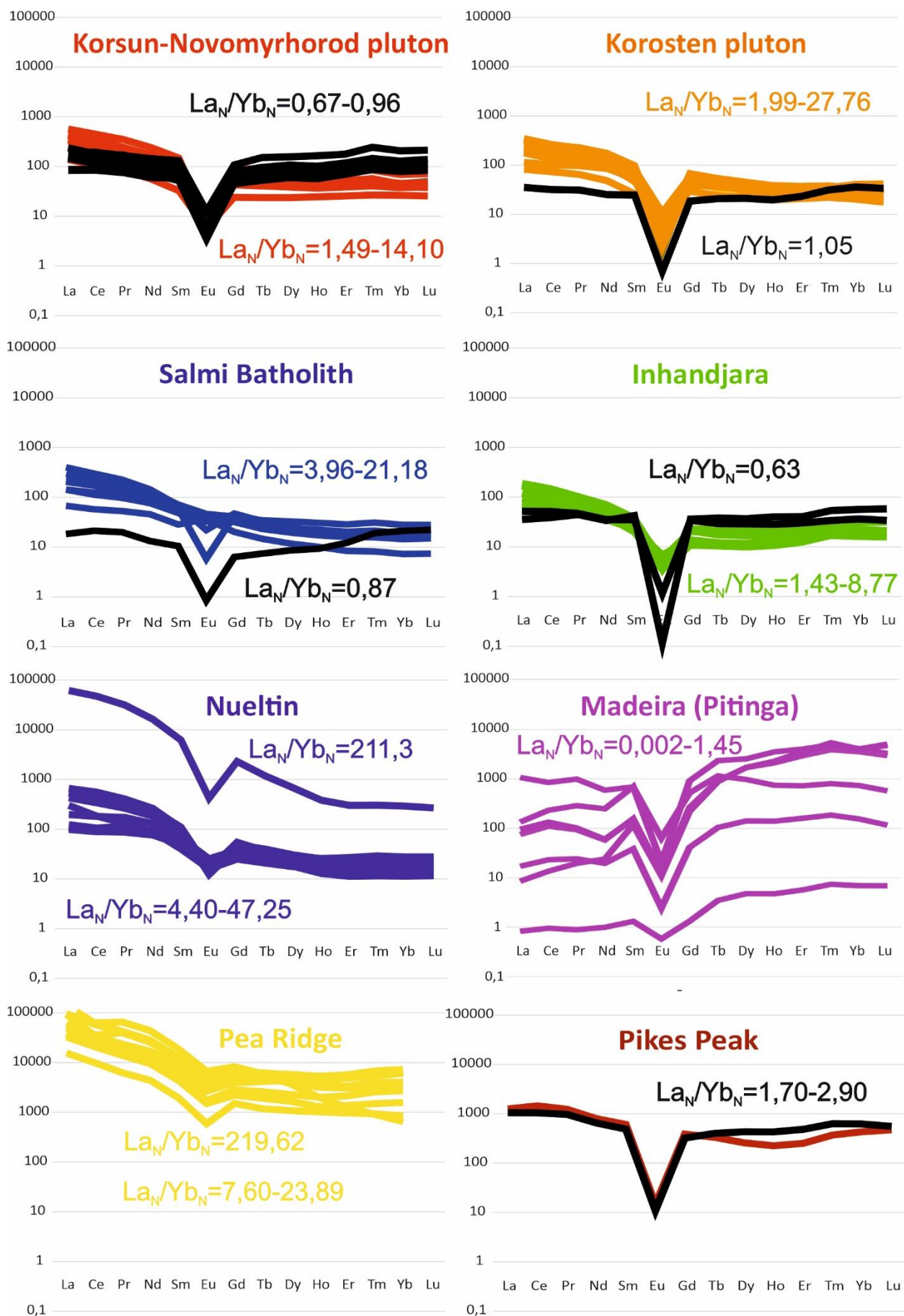


Рисунок. 1. Спектри лантаноїдів в гранітах пегматитах і рудах ареалів анортозит-рапаківігранітних плутонів (масивів)

плутонів, масивів Нуелтін, Інханджара характеризуються варіаціями оцінок відношень La_N/Yb_N , відповідно, 1,49-14,10, 1,99-27,76, 3,96-21,18, 4,40-47,25, 1,43-8,77 (рисунок 1). Однак у фазах Корсунь-Новомиргородського, Коростенського, Салмінського плутонів й масиву Інханджара існують фази з оцінками відношень La_N/Yb_N , відповідно, 0,67-0,96, 1,05, 0,87, 0,63, які мають вигляд як «рівноплечові» й відрізняються від спектрів головних фаз. У масиві Нуелтін є фаза із аномальною оцінкою La_N/Yb_N пегматиту цього масиву – 211,3. Для пегматитів масиву Мадейра оцінки La_N/Yb_N – 0,002-1,45 різко відрізняються від відповідної оцінки масиву Нуелтін, так само від пегматиту Нуелтін відрізняються оцінки відношень La_N/Yb_N рудних скупчень у пегматиті Пайкс Пік – 1,70-2,90. Від усіх обговорених спектрів різко відрізняються за концентрацією рідкісноземельних елементів торій-рідкісноземельні руди родовища Пі Рідж, які за концентрацією близькі до концентрації пегматиту Нуелтін, однак відрізняються від останнього оцінками відношень La_N/Yb_N (7,60-23,89), за наявністю одного аналізу близького до Нуелтіну, який характеризується оцінкою відношення $La_N/Yb_N=219,62$.

Висновки. 1. Спектри лантанодів порід рапаківігранітних батолітів й масивів, у яких або поблизу котрих відомі родовища й рудопрояви, характеризуються наявністю магматичних фаз із спектрами із значно меншим відношенням La_N/Yb_N у порівнянні з такими спектрами гранітів головних фаз. 2. Тенденція до переважного накопичення важких лантанодів, імовірно, є наслідком насичення магм леткими компонентами. 3. Наявність магматичних фаз з низьким відношенням La_N/Yb_N можна розглядати як важливу непряму пошукову ознаку родовищ металевих корисних копалин у районах рапаківігранітних плутонів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубина О. В., Кривдік С. Г., Швайка І. А., Швайка І. Д., Якубенко П. Ф., Проскурка Л. І. Геохімічні особливості головних типів порід Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону (Український щит). *Мінералогічний журнал*, 2022, т. 44, № 2, сс. 20-47.
2. Заяць О. В. Рідкіснометалеві гранітоїди Русько-Полянського масиву Українського щита. *Київ: Наукова думка*, 2023, 171 с.
3. Ларин А. М. Граниты рапакиви и ассоциирующие породы. СПб: Наука, 2011, 402 с.
4. Митрохин О.В. Анортозит-рапаківігранітна формація Українського щита (геологія, речовинний склад та умови формування). *Дисертація на здобуття наукового ступеня доктор наук*, спеціальність 04.00.01 – загальна та регіональна геологія, Київ, 2014, 346 с.
5. Михальченко І.І., Заяць О.В. Родовища корисних копалин та магматичні рапаківігранітні асоціації. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Геологічна будова та історія геологічного розвитку Українського щита» (до 100-річчя від дня народження академіка*

НАН України М.П. Щербака), Київ: Видавництво Інституту геологічних наук Національної академії наук України. 2024, С. 224-228.

6. Araujo F. P., Martins, L., de Souza Pereira, G., de Assis Janasi, V. Inhandjara topaz leucogranite: A late rare-metal mineralized stock within the A-type Itu batholith, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 102623, 2020. 21 p.
 7. Nuelle L.M.; Seeger C.M.; Day W.C.; Sidder G.B. Geology and Mineral Paragenesis of the Pea Ridge Iron Ore Mine, Washington County, Missouri Origin of the Rare-Earth-Element- and Gold-Bearing Breccia Pipes *Strategic and Critical Minerals in the Midcontinent Region, United States. U.S. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN*, 1989, pp A1-A11.
 8. Paludo C.M., Bastos Neto A.C., Pereira V.P., Botelho N.F. Mineralogia e geoquímica de pegmatites ricos em ETR, F e metais alcalinos associados à facies albita granito no depósito de Sn-Nb-Ta-(F, ETR, U, Th) Madeira (mina Pitinga, AM, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, 2018, 45, pp. 1-28.
 9. Raschke M.B., Stern C.R., Anderson E.J.D., Alexandra Skewes M., Lang Farmer G., Allaz J.M., Persson P.M. composition of a zoned rare-earth minerals-bearing pegmatite in the Pikes Peak granite batholith near Wellington Lake, central Colorado, U.S.A. *Rocky Mountain Geology*, June 2021, v. 56, no 1, pp. 1–18.
 10. Scott J.M.J., Peterson T.D., and McCurdy M.W. U, Th, and REE occurrences within Nueltin granite at Nueltin Lake, Nunavut: recent observations. *Geological Survey of Canada, Current Research*, 2012, 11 p.
- Taylor S.R., McLennan S.M. 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1985, 312 + XV pp.

ОЦІНКА ЄВРОПІЄВОЇ АНОМАЛІЇ В СПЕКТРАХ ЛАНТАНОЇДІВ НОДУЛЯРНОГО МОНАЦИТУ З ФІЛІТОПОДІБНОГО СЛАНЦЮ СКЕЛЮВАТСЬКОЇ СВІТИ (КРИВОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ БАСЕЙН)

Іван Михальченко

доктор геологічних наук

Лариса Заборовська

кандидат геологічних наук

Юрій Литвиненко

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», Україна, 03142, м. Київ, просп. Академіка Палладіна 34-а

За оцінками середніх арифметичних європієвої аномалії ядерна (чиста) зона нодулярного монациту (1,02) відрізняється від проміжної (0,22) й зовнішньої (0,39) зон зерна, так і включення детрітового монациту в ядерній зоні (0,67). Найбільш імовірною причиною зонального розподілу європію в зерні нодулярного монациту вважається кристалохімічна диференціація лантанодів в процесі кристалізації вихідного гелю, який складався, головню, із сполук фосфору й сполук лантанодів.

Ключові слова: нодулярний монацит, детрітовий монацит, європієва аномалія.

EVALUATION OF THE EUROPEAN ANOMALY IN THE LANTHANIDE SPECTRA OF NODULAR MONAZITE FROM THE PHYLLITE-LIKE SLATE OF THE SKELYUVATSKA SUITE (KRYVYY RIH IRON ORE BASIN)

Ivan Mihalchenko

Doctor of Geological Sciences

Larysa Zaborovska

Candidate of Geological Sciences

Yuriy Lytvynenko

State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, 03142, Kyiv, Palladin Av. 34-A

According to the arithmetic mean estimates of the europium anomaly, the core (pure) zone of nodular monazite (1.02) differs from the intermediate (0.22) and outer (0.39) zones of the grain, as well as the detrital monazite inclusion in the nuclear zone (0.67). The most likely cause of the zonal distribution of europium in the monazite grain is considered to be the crystallochemical differentiation of lanthanides during the crystallization of the initial gel, which consisted mainly of phosphorus compounds and lanthanide compounds.

Key words: nodular monazite, detrital monazite, europium anomaly.

Вступ. У попередній публікації ми повідомили про виявлення зонального зерна монациту в зразку філітоподібного сланцю скелюватської світи докембрійської криворізької серії, який було відібрано із розрізу цієї серії у Південному кар'єрі Криворізького залізрудного басейну (далі, також –

Кривбас) [1]. За особливостями внутрішньої будови й хімічного складу цього зерна монациту, результатів петрографічних й мінералогічних досліджень уміщуючої породи, порівняння отриманих даних з результатами досліджень попередниками нодулярних монацитів з слабо метаморфізованих порід інших геологічних розрізів світу нами було зроблено висновок про метаморфічний генезис цього зонального зерна, тобто вперше в історії досліджень розрізу криворізької серії Кривбасу було доведено наявність метаморфогенного монациту в породах цієї серії, що дає можливість для застосування методів радіогеохронології задля оцінки вікового періоду прояву метаморфогенного фактору залізо-кремнистої формації Кривбасу що, до відкриття нодулярного монациту в породі криворізької серії, було невирішеною проблемою. Дослідження особливостей варіації оцінок європейської аномалії в зернах мінералів проводиться в контексті реконструкції фізико-хімічних умов прояву метаморфогенного металогенічного фактору.

Огляд літератури. Результати дослідження хімічного аналізу зерен монацитів наведено в чисельних публікаціях, зокрема, [2, 3, 4], з яких в роботах [3, 4] висвітлено результати дослідження хімічного складу зерен нодулярних монацитів. В публікації [5] наведено спайдер-діаграми монацитів з порід різного генезису, у тому числі метаморфічних гранітоїдів (“metamorphic granitoids” [5]), з чого можна зробити припущення про існування в “метаморфічних гранітоїдах” монацитів із негативною європейською аномалією й монацитів без європейської аномалії.

Об’єкт дослідження – зерно нодулярного монациту із зразку філітоподібного сланцю скелюватської світи криворізької серії з Південного кар’єру Криворізького залізорудного басейну. **Предмет дослідження** – варіація оцінок європейської аномалії спектрів лантаноїдів із зон нодулярного монациту. **Мета дослідження** – розрахувати оцінки європейської аномалії спектрів лантаноїдів в зонах нодулярного монациту й виявити особливості розподілу цих оцінок.

Методика й матеріали дослідження. Оцінки європейської аномалії (Eu/Eu^*) було виконано за формулою:

$$Eu/Eu^* = Eu_N / (Sm_N \cdot Gd_N)^{1/2}$$

де: Eu - виміряна масова частка європію в зразку, Eu^* - оцінка значення теоретичної масової частки європію в зразку, яке розраховано на основі безперервного спектру із сусідніми елементами із групи лантаноїдів; Eu_N , Sm_N , Gd_N – нормовані значення вимірних масових часток цих хімічних елементів в хімічному складі зразку на відповідні оцінки масових часток європію, самарію й гадолінію в хондриті (з [6]). Розрахунки виконано за авторськими даними 23

вимірів хімічного складу нодулярного монациту, які наведено в [1]. Перший й останній аналізи було виконано в крайовій частині зерна, тому вони в результатах дослідження не наведено. Розрахунок Eu/Eu^* виконано для окремо кожного хімічного аналізу. Оцінки середніх арифметичних розраховано для груп аналізів із зон нодулярного монациту, які було виокремлено [1].

Результати дослідження. Спайдер-діаграми вимірів лантанодів в зонах нодулярного монациту наведено на рисунку. Оцінки Eu/Eu^* наведено для аналізів (перше цифрове значення – номер аналізу за [1], друге – оцінки Eu/Eu^*):

Включення детрітового монациту в ядерній зоні нодулярного монациту: 10 – 0,61; 11 – 0,49; 12 – 1,41; 13 – 0,16; середнє арифметичне – 0,67.

Ядерна (чиста) зона: 7 – 0,70; 8 – 1,36; 9 – 1,07; 14 – 0,28; 15 – 1,68; середнє арифметичне – 1,02.

Проміжна зона: 6 – 0,08, 16 – 0,54, 17 – 0,04; середнє арифметичне – 0,22.

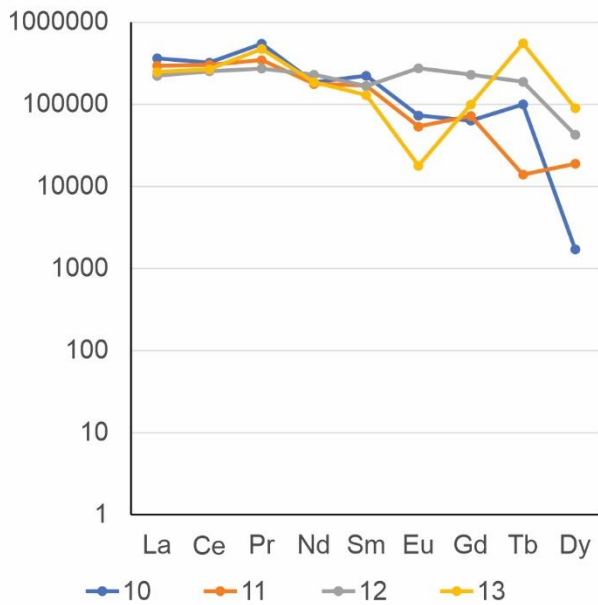
Зовнішня зона: 2 – 0,09, 3 – 0,10; 4 – 0,05; 5 – 0,06; 18 – 0,96; 19 – 0,16; 20 – 0,74; 21 – 1,24; 22 – 0,09; середнє арифметичне – 0,39.

Обговорення результатів дослідження. Усі виокремлені групи вирізняються високою варіабельністю оцінок Eu/Eu^* , що є наслідком нерівномірності розповсюдження іонів Eu як об'ємі зерна нодулярного монациту, так і в об'ємі кожної зони (див. [3, 4]). Однак за оцінками середніх арифметичних Eu/Eu^* ядерна (чиста) зона монациту (1,02) відрізняється як від від проміжної (0,22) й зовнішньої (0,39) зон зерна, так і детрітове включення в ядерній зоні (0,67), що є наслідком зонального розподілу Eu в об'ємі зерна монациту.

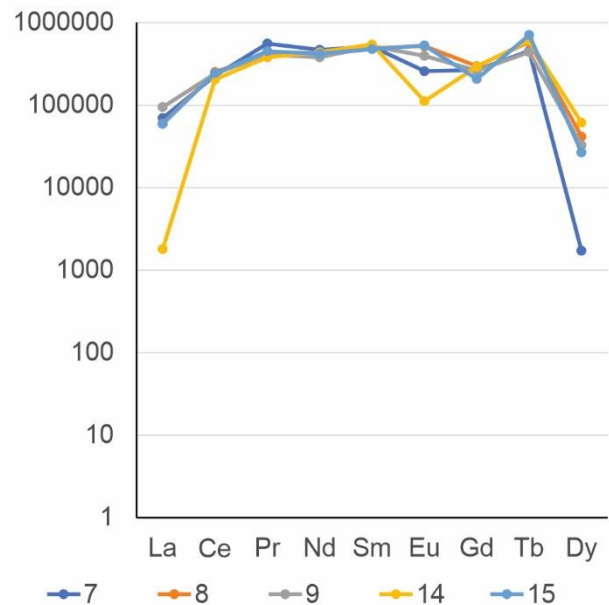
Оскільки нами не виявлено ознак пневматоліто-гідротермального перетворення філітоподібного сланцю, то найбільш вірогідною причиною утворення нодулярного монациту була первинна концентрація Р у формі гелю за процесів утворення ще первинної осадової верстви (зараз це – філітоподібний сланець) у відновному середовищі, головним чинником чого був лантанодний геохімічний бар'єр для рухомих сполук Р, та наступної кристалізації монациту за метаморфізму (можливо, через рабдофанову фазу за процесів діагенезу й катагенезу). Найбільш імовірною причиною зонального розподілу Eu в зерні нодулярного монациту ми вважаємо кристалохімічну диференціацію лантанодів в процесі кристалізації вихідного гелю за метаморфічного перетворення первинної осадової породи (не виключається диференціація ще за процесів діагенезу).

Висновки: 1. Зони нодулярного монациту характеризуються високою варіабельністю оцінок європейської аномалії. 2. За оцінками середніх арифметичних європейської аномалії ядерна (чиста) зона монациту (1,02)

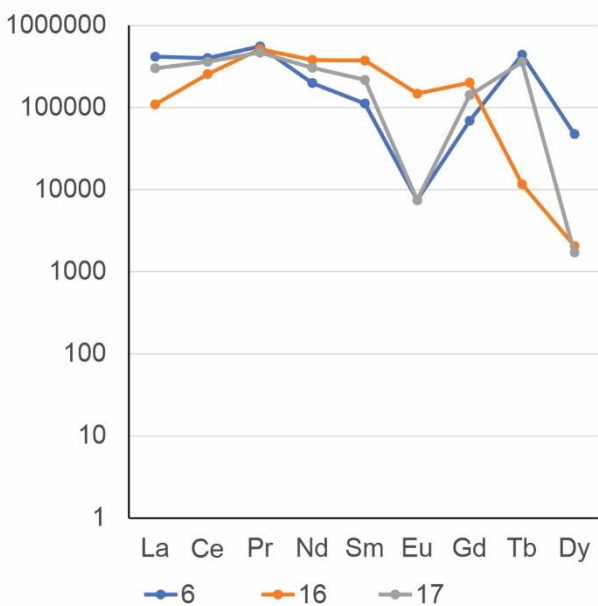
відрізняється від проміжної (0,22) й зовнішньої (0,39) зон зерна, так і детрітового включення в ядерній зоні (0,67).



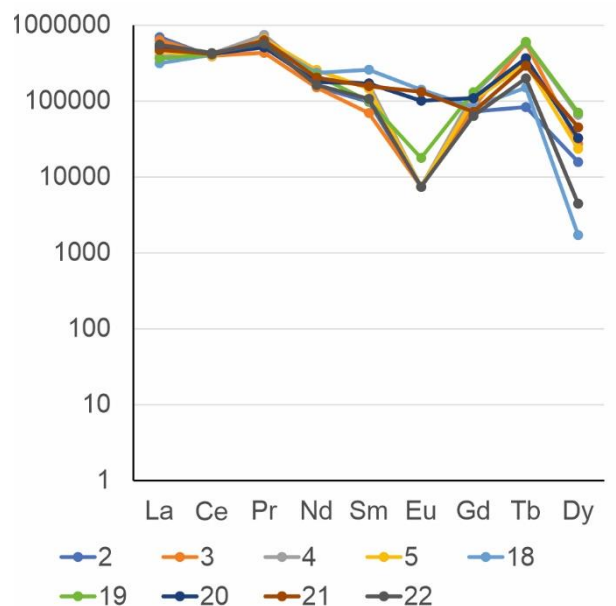
а



б



в



г

Рисунок. 1. Спайдер-діаграми лантаноїдів в зонах нодулярного монациту. По осі абсцис – хімічні елементи групи лантаноїдів, по осі ординат – мінерал/хондрит. Зони нодулярного монациту: а – детрітове включення в ядерній зоні; б – ядерна (чиста); в – проміжна; г – зовнішня (класифікація за [1]). Номерні позначення ліній спайдер-діаграм відповідають номерам аналізів таблиці з [1]

3. Найбільш імовірною причиною зонального розподілу Європію в зерні нодулярного монациту вважається кристалохімічна диференціація лантаноїдів в процесі кристалізації вихідного гелю, який складався, головню, із сполук фосфору й сполук лантаноїдів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михальченко І.І., Заборовська Л.П., Литвиненко Ю.О. Перша знахідка нодулярного монациту в філітоподібному сланці з вміщуючих порід докембрійської залізо-кремністої формації Українського щита. Збірка тез конференції «Від Мінералогії і Геогнозії до Геохімії, Петрології, Геології та Геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття» (MinGeoIntegration XXI - 2024), 25-27 вересня 2024 року, ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, 2024. Сс. 33-36.
2. Bea F. Residence of REE, Y, Th and U in Granites and Crustal Protoliths; Implications for the Chemistry of Crustal Melts. *Journal of Petrology*, 1996. № 37(3), pp. 521-552.
3. Čopjaková R., Novák M., Franců E. Formation of authigenic monazite-(Ce) to monazite-(Nd) from Upper Carboniferous graywackes of the Drahany Upland: Roles of the chemical composition of host rock and burial temperature. *Lithos*, 2011. № 127 (1-2), pp.373–385.
4. Lazareva E. V., Zhmodik S. M., Prokopiev A. V., Karmanov N. S., Sergeenko A. I. Nodular monazite from placers in the Kular Ridge (Arctic Siberia, Russia): Composition and age. *Russian Geology and Geophysics*, 2018. V. 59(10), pp.1330–1347.
5. Williams M.L., Jercinovic M.J., Hetherington C.J., Microprobe monazite geochronology: understanding geologic processes by integrating composition and chronology. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences*, 2007. 35, 137–175.
6. Sun S.-s., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society Special Publication*, 1989. no. 42, pp. 313-345.

**ПРО ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНУ СПЕЦИФІКУ ПЕРСПЕКТИВНО
НАФТОГАЗОНОСНИХ І МІДЕВМІСНИХ РОЗРІЗІВ (на прикладі
Кросненської зони Українських Карпат і трапів Західної Волині)**

І. М. Наумко

доктор геологічних наук, професор

Н. В. Бацевич

кандидат геологічних наук

Г. О. Занкович

кандидат геологічних наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-а

О. П. Вовк

кандидат геологічних наук, доцент

Волинський національний університет імені Лесі Українки,
43025, м. Луцьк, просп. Волі, 13

Розглянуто особливості термобарогеохімії в контексті вуглеводненасиченості і міденосності нафтогазоносних комплексів Кросненської зони Українських Карпат та мідевісних вулканітів трапової формації Західної Волині.

Ключові слова: термобарогеохімія, флюїди, вуглеводні, мідь

**ON THERMOBAROGEOCHEMICAL SPECIFICS
OF PROSPECTIVELY OIL AND GAS-BEARING AND COPPER-
CONTAINING SECTIONS (on the example of the Krosno zone of the
Ukrainian Carpathians and continental flood basalts of the Western Volyn)**

I. M. Naumko

DrSc (Geology), Prof.

N. V. Batsevych

PhD (Geology)

H. O. Zankovych

PhD (Geology)

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals
of the NAS of Ukraine, 3-a, Str. Naukova, Lviv, Ukraine, 79060

O. P. Vovk

PhD (Geology), Ass. prof.

Lesya Ukrainka Volyn National University, 13, Voli Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

The peculiarities of thermobarogeochemistry in the context of hydrocarbon saturation and copper-bearing of the oil and gas-bearing complexes of the Krosno zone of the Ukrainian Carpathians and copper-containing volcanics of continental flood basalts of the Western Volyn are considered.

Key words: thermobarogeochemistry, fluids, hydrocarbons, copper

Здобутки термобарогеохімії – фундаментальної науки про включення у мінералах (за Г. Леммлейном, М. Єрмаковим, В. Калюжним, Е. Реддером та ін.)

дали змогу сформувати потужну базу знань про геохімічні і термобаричні параметри флюїдних середовищ мінералорудонафтидогенезу у літосфері Землі, які згенералізовано у термобарогеохімічній моделі глибинного флюїдогенезу – моделі еволюції глибинних флюїдів за включеннями у мінералах [4, 3]. На засадах полігенезу природних вуглеводнів у літосфері Землі з позицій термобарогеохімії і термодинаміки [8] це визначає можливості нової галузі геологічного пізнання, зокрема, в оцінці вуглеводненасиченості і рудоносності надр [4, 3, 7, 1, 8], окреслені важливою, часто визначальною, роллю термобарогеохімічних показників [7] серед рівноцінних параметрів геологічної, геофізичної, геохімічної, палеонтологічної інформації в обґрунтуванні прогностичних критеріїв і пошукових ознак корисних копалин [13].

Ці передумови ми використали в аспекті оцінки, як вуглеводненасиченості перспективно нафтогазоносних комплексів зони Кросно Українських Карпат, так і міденосності вулканітів трапової формації Західної Волині, для яких, чи не вперше, стала піонерською комплексність термобарогеохімічних розвідок з онтогенічними, мінералогічними, петрофізичними, петрографічними, петрохімічними, особливо, кристаломорфологічними (наприклад [15]) та ін. З метою виявлення передумов прогнозу, пошуків та оцінки вуглеводневих і рудних родовищ скрупульозно обмірковано наявні і нові дані з флюїдного режиму процесів мінералорудонафтидогенезу за матеріалами вивчення накладених (вторинних) постседиментогенних процесів і пов'язаних з ними вуглеводневмісних і міденосних флюїдів, головно, за включеннями флюїдів у мінералах прожилків і вкраплень та вмісних порід породно-рудних комплексів.

Якщо при прогнозуванні природної вуглеводненасиченості породних комплексів визначальне значення належить вуглеводневмісним флюїдам (*вуглеводне-(метано-)водна гілка глибинної дегазації*), то рудовмісні тіла формуються при діяльності флюїдів окислювального характеру, головно, високотермобарних потоків CO₂-флюїдів (*діоксидвуглецево-водна гілка дегазації*), і, відповідно перспективи теренів чітко фіксуються в їхніх природно збережених реліктах – флюїдних включеннях у мінералах.

Щодо нафтогазоносності оригінальні авторські результати з визначення складу флюїдних включень і закритих пор порід Карпатської нафтогазоносної провінції, якими зафіксовано діяльність флюїдів відновного типу (*вуглеводне-(метано-)водна гілка дегазації*) у перспективних геологічних розрізах [5], отримано для Кросненської зони, зокрема для її північно-західної частини. Вивчено кристалогенезис рудної і нерудної прожилково-вкрапленої мінералізації для виявлення РТ-параметрів, складу і поширення вуглеводнів у перспективно нафтогазоносних відкладах олігоцену, причому перевага метану

з його гомологами (етан, пропан, бутан) у складі включень у мінералах порід з низькими ємнісно-фільтраційними властивостями («ущільнених колекторів») може свідчити про вуглеводневу спрямованість мігрувальних флюїдів [2] та ймовірність відкриття тут родовищ вуглеводнів, що й засвідчило відкриття Гринявського газоконденсатного і Люшнянського газового родовищ. З'ясовано спряженість процесів міграції і локалізації вуглеводнів та формування прожилково-вкрапленої мінералізації як одного з показників процесів флюїдопереносу речовини і механізмів заліковування міграційних тріщин [4].

Виявлення елементів поширення і локалізації перспективних ділянок нетрадиційних покладів вуглеводнів у породних комплексах, насамперед північно-західної частини зони, сприяло підготовці первинних матеріалів з обґрунтування способу прогнозування вуглеводненасиченості надр (за термобарогеохімічними показниками) в аспекті розвитку способу визначення перспектив нафтогазоносності локальної площі [12] та способу визначення прогнозних критеріїв і пошукових ознак вуглеводневих покладів на шельфі моря [13] та доповненню інноваційних технологій пошуків корисних копалин, оснований на дослідженнях флюїдних включень у мінералах [9].

У контексті рудоносності в межах Волинської міднорудної провінції за даними вивчення флюїдних включень на магматичному і постмагматичному етапах формування трапів Західної Волині відтворено діяльність окислених флюїдів (*діоксидвуглецево-водна гілка дегазації*), інтенсифіковану глибинними високотермобарними флюїдними потоками, як показано й для інших родовищ [1]. Запропоновано принципову схему міграційних процесів за участі CO₂, азоту, хлору і спрогнозовано можливі флюїдодинамічні механізми перенесення самородної міді з подальшою локалізацією на геохімічних бар'єрах у межах перспективно міденосних верств [11]. На основі доведеної флюїдно-ліквацийної диференціації обґрунтовано нові погляди на генезис самородної міді у вигляді нової флюїдно-ліквацийної гіпотези походження самородномідної мінералізації у вулканітах трапової формації Західної Волині [10]. У зв'язку з міденосністю вивчено кристалогенез прожилково-вкрапленої мінералізації у базальтах і пірокластичних породах, зокрема кварцу. Виявлено передумови локалізації та особливості розподілу самородно-мідного зруденіння у базальтах на певних горизонтах конкретного виливу і в пірокластичних утвореннях [14], насамперед у межах найперспективніших Північногірницького і Рафалівського полів.

Узагальнення і аналіз цих матеріалів склали передумову для розроблення способу прогнозування збагачених горизонтів металоносних родовищ, на який подана заявка на Патент України на корисну модель [6].

Отже, на прикладі перспективно нафтогазоносних комплексів зони Кросно Українських Карпат і міденосних вулканітів трапової формації Західної Волині показано визначальність флюїдних включень у мінералах для оцінки природної вуглеводненасиченості і рудоносності надр. При цьому загальногеологічні пошукові критерії покладів вуглеводнів і міді доповнено таким додатковим пошуково-оцінним показником як комплексування термобарогеохімічних та онтогенічних, мінералогічних, петрофізичних, петрографічних, петрохімічних, ізотопно-геохімічних даних. Означений неординарний підхід, головню з позицій термобарогеохімії, сприятиме прогнозу вуглеводненасиченості і рудоносності надр та пошукам родовищ корисних копалин, у таких конкретних районах, як Кросненська зона Українських Карпат у її північно-західній частині (вуглеводні) і трапова формація Західної Волині в межах Північногірницького та Рафалівського рудоносних полів Ратненської горст-антикліналі (мідь).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Возняк Д. К. Участь глибинних флюїдних потоків у формуванні родовищ Українського щита. *Проблеми прикладних геологічних наук і шляхи їх подолання (до 160-річчя від дня народження В. І. Вернадського): Зб. мат-лів Всеукр. наук. конф. (Київ, 19–20 вересня 2023 р.)*. Київ, 2023. С. 182–185.
2. Занкович Г. О. Геохімія флюїдів прожилково-вкрапленої мінералізації перспективно нафтогазоносних комплексів північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат. *Автореф. дис. ... канд. геол. наук*. Львів, 2016. 25 с.
3. Матковський О., Наумко І., Павлунь М., Сливко Є. Термобарогеохімія в Україні. Львів: Простір-М, 2021. 282 с.
4. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів). *Автореф. дис. ... д-ра геол. наук*. Львів, 2006. 52 с.
5. Наумко І. М. Мінералофлюїдологія та синтез і генезис природних вуглеводнів у надрах Землі. *Геофиз. журн. (Geophys. Journ.)*. 2020. Т. 42. № 4. С. 72–96. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzf.0203-3100.v.42i4.2020.210673>.
6. Наумко І. М., Бацевич Н. В., Федоришин Ю. І., Гвоздевич О. В. *Спосіб прогнозування збагачених горизонтів металоносних родовищ*. ДО «УКРНОІВІ». Заявка u202402826, дата подання заявки 27.05.2024, рішення про державну реєстрацію корисної моделі 16.10.2024.
7. Наумко І. М., Павлюк М. І. Термобарогеохімія та оцінка природної вуглеводненасиченості надр. *Проблеми прикладних геологічних наук і шляхи їх подолання (до 160-річчя від дня народження В. І. Вернадського): Зб. мат-лів Всеукр. наук. конф. (Київ, 19–20 вересня 2023 р.)*. Київ, 2023. С. 29–34.
8. Наумко І. М., Павлюк М. І., Хоха Ю. В. Полігенез природних вуглеводнів у літосфері Землі з позицій термобарогеохімії і термодинаміки. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: Мат-ли Дев'ятої міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 7–10 жовтня 2024 р.)*. Київ: ДКЗ України, 2024. С. 393–398.
9. Наумко І., Сворень Й. Інноваційні технології пошуків корисних копалин, основані на дослідженнях флюїдних включень у мінералах. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2021. № 3–4 (185–186). С. 92–108. DOI: <https://doi.org/10.15407/ggcm.2021.03-04.92>.

10. Наумко І. М., Федоришин Ю. І., Бацевич Н. В. Нова флюїдно-ліквідаційна гіпотеза походження самородномідної мінералізації у вулканітах трапової формації Західної Волині (Україна). *East European Scientific Journal*. 2017. V. 4 (20). Part 1. P. 41–50.
11. Нестерович Н. В. Геохімія флюїдів середовища формування міденосних парагенезів у вулканітах трапової формації зони зчленування Волинського палеозойського підняття і Волино-Подільської монокліналі. *Автореф. дис. ... канд. геол. наук*. Львів, 2014. 20 с.
12. Сворень Й. М., Давиденко М. М. Спосіб визначення перспективи нафтогазоносності локальної площі. *Патент України № 5G01V9/00: Офіц. бюл. «Пром. власність»*. №4. 2.45.
13. Янко В. В., Кадурін В. М., Какаранза С. В., Кравчук Г. О., Дікол О. С., Наумко І. М. *Спосіб визначення прогнозних критеріїв і пошукових ознак вуглеводневих покладів на шельфі моря*. Патент України UA 150716 U. МПК G1N 1/28 (2006.01). Номер заявки: u 2021 04358. Дата подання заявки: 26.07.2021. Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 31.03.2022. Публікація відомостей про державну реєстрацію: 30.03.2022, Бюл. № 13.
14. Naumko I., Batsevych N., Fedoryshyn Yu., Pavlyuk M., Myshchyshyn Yu., Repyn I. Peculiarities of the distribution of thickness and paleo-surface relief of basalts of Luchychi strata (Western Volyn). *Geodynamics*. 2021. No 1 (30). P. 36–47. DOI: <https://doi.org/10.23939/jgd2017.01.036>.
15. Vovk O., Naumko I., Zankovych H. and Kuzemko Ya. Comparison of morphology of quartz crystals – «Marmarosh diamonds» – from Paleogene Flysch sequences of Krosno (Silesian) Zone, Dukla Zone in Ukrainian Carpathians, and Intra-Carpathian sequences of Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*. 2022. V. 54. No. 2, December. P. 163–174. DOI: <https://doi.org/10.56623/ms.2022.54.2.3>.

ОСОБЛИВОСТІ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ОЛІГОЦЕНУ ЗОНИ КРОСНО

Олег Осташ

аспірант

Валерій Омельченко

кандидат геологічних наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна

Наводяться результати дослідження вапняків олігоцену Кросненської зони Складчастих Карпат з метою оцінки їх ємнісних властивостей як резервуарів для нафти і газу. Комплекс досліджень включав літолого-стратиграфічний, петрографічний і геохімічний методи, щоб оцінити пористість, проникність і тріщинуватість порід.

Ключові слова: Вуглеводні, тріщинуватість, пористість, проникність.

CHARACTERISTICS OF BREED-COLLECTORS OLIGOCENE OF THE KROSNO ZONE

Oleh Ostash

Postgraduate student

Valeriy Omelchenko

PhD in Geological Sciences, Associate professor

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
76019, 15 Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, Ukraine

The results of the study of the Oligocene limestones of the Krosnen zone of the Folded Carpathians are presented in order to evaluate their capacity properties as reservoirs for oil and gas. The set of studies included lithological-stratigraphic, petrographic and geochemical methods to evaluate the porosity, permeability and fractured rocks.

Key words: Hydrocarbons, fracturing, porosity, permeability.

Питання дослідження фільтраційно-ємнісних властивостей олігоценових вапняків Лютнянської площі, що знаходиться в межах Кросненської зони Складчастих Карпат на сьогодні є актуальним. Нами акцентується увага на значенні цього регіону для розвідки та видобутку вуглеводнів через його складну геологічну структуру та наявність тріщинуватих колекторів, здатних вміщувати нафту і газ. У роботі обґрунтовано необхідність проведення детальних досліджень у цій зоні, що раніше вважалася малоперспективною, але зараз там виявлено низку перспективних на нафту і газ сейсмоструктур таких як: Лютнянська, Волосянська, Бітлянська та інші.

З метою оцінки якості порід-колекторів, які складені тріщинуватими вапняками, застосований комплексний методологічний підхід. Зокрема,

дослідження включало літолого-стратиграфічний, петрографічний і геохімічний аналізи, а також аналіз тріщинуватості та структурних особливостей порід. Результати роботи показали високу тріщинуватість вапняків, що сприяє їх фільтраційним характеристикам і підтверджує їх придатність як резервуарів для вуглеводнів. Встановлено, що наявність новоутворених мінералів, таких як кальцит і пірит, сприяє збереженню покладів вуглеводнів [1].

Особливу увагу приділено діагенетичним змінам, що впливають на пористість і проникність вапняків. Зокрема, перекристалізація кальциту та доломітизація змінюють структуру цементу порід, що суттєво впливає на їх колекторські властивості. Петрографічні дослідження показали наявність відкритих тріщин і мінералів діагенетичного походження, що робить ці породи перспективними об'єктами для видобутку вуглеводнів [2].

За даними інтерпретації отриманих результатів ГДС в Лютнянській свердловині № 2, в інтервалі олігоценових відкладів розкрита пачка глинистих вапняків, які характеризуються питомим електричним опором пластів 300 Омм і пористістю до 7 %. За результатами проведеного газового каротажу в процесі буріння свердловини газові покази в зазначеному інтервалі склали наступні значення: C_1 – 96,5 %; C_2 – 2,5 %; C_3 – 0,2 %; C_4 – 0,7 %; C_5 – 0,1 %. При стаціонарному випробуванні отримано приплив газу дебітом 3,5 тис.м³/добу, з ознаками нафти та конденсату на діафрагмі діаметром 2,5 мм. Оскільки керн не відбирався в олігоценових відкладах, нами проведені лабораторні дослідження проб зразків шламу з яких виготовлено шліфи з відібраних уламків частинок гірських порід, з метою визначення літолого-петрографічних особливостей [3].

За результатами лабораторних досліджень проб шламу, відібраних у інтервалах олігоценових відкладів, карбонатність порід становить 15,3 - 19,3 %. Літолого-петрографічні особливості уламків глинистих вапняків досліджено на шліфах, як виявилось, у них повністю відсутня порова складова матриці та зафіксовано значні відкриті тріщини розміром 0,1 мм і більше. Останні, на нашу думку слугують шляхами фільтрації вуглеводнів.

Проведені дослідження олігоценових вапняків Лютнянської площі, яка виявлена у складі Кросненської зони Карпатського складчастого поясу, дозволило отримати важливі наукові результати, які підтверджують перспективність цих відкладів для нафтогазовидобутку.

Аналіз структури вапняків показав, що ці породи мають складну стратиграфічну структуру з високою тріщинуватістю. Висока тріщинуватість є важливим чинником, що сприяє поліпшенню резервуарних властивостей порід, створюючи додаткові шляхи для накопичення і міграції вуглеводнів.

Отримані дані мають велике практичне значення для нафтогазової

промисловості. Вони можуть бути використані для планування та оптимізації розвідувальних і видобувних робіт в карбонатних відкладах олігоцену на родовищах Кросненської зони. Використання цих результатів дозволить підвищити ефективність експлуатації вуглеводневих ресурсів, знизити витрати на видобуток та збільшити продуктивність родовищ.

Таким чином, результати дослідження олігоценових вапняків Лютнянської площі свідчать про їх значний потенціал як джерела нафти і газу. Подальше використання отриманих даних сприятиме розвитку нафтогазової галузі та зміцненню енергетичної безпеки України.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ладиженський Г.М. Особливості геологічної будови та нафтогазоносності автохтону Українських і Польських Карпат в порівняльному аспекті. *Матеріали 6-ї міжнародної науково-практичної конференції “ Нафта і газ України-2000 ”* Т.1.
2. Кутас Р. І. Глибинна дегазація та нафтогазоносність Східних (Українських) Карпат: геодинамічні та геотермічні аспекти. *Геофізичний журнал*. № 6, вип. 43, 2021.
3. Шлапінський, В., Павлюк, М., Медведєв, А., Тернавський, М. Олістострома в олігоцені Турківського субпокриву Кросненського покриву і Ставнянського субпокриву Дуклянсько-Чорногорського покриву. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019. 1 (178), 5–20.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ОКРАЇНИ СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПЛАТФОРМИ

Олеся Савчак

кандидат геологічних наук

Іванна Колодій

кандидат геологічних наук

Галина Гривняк

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,

79060, м. Львів, вул. Наукова, 3а

Вивчення особливостей геологічної будови в тому чи іншому регіоні базується на визначенні речовинного складу порід, тектонічного положення, поділу на структурні одиниці тощо. Формацийний аналіз є одним з провідних методів палеотектонічного вивчення будови і розвитку регіону.

Ключові слова: тектоніка, формація, Львівсько-Волинський вугільний басейн.

FEATURES OF TECTONIC STRUCTURE OF THE LVIV-VOLYN COAL BASIN (SOUTH-WESTERN BORDER OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM)

O. Savchak

Candidate of Geological Sciences

I. Kolodiy

Candidate of Geological Sciences

H. Hryvnyak

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine,

79060, Lviv, st. Naukova, 3a

The study of the peculiarities of the geological structure in one or another region is based on the determined material composition of rocks, tectonic position, division into structural units, etc. Formation analysis is one of the leading methods of the paleotectonic study of the structure and development of region.

Key words: tectonics, formation, Lviv-Volyn coal basin.

В геоструктурному відношенні Львівсько-Волинський вугільний басейн представляє собою пологу асиметричну западину, яка розташована на південно-західній окраїні Волино-Подільської плити, в зоні перикратонного занурення краю Східноєвропейської платформи. На південному заході територія басейну межує з Передовим прогином Карпатської геосинкліналі. У геологічній будові Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну і суміжних з ним районів приймає участь складний комплекс утворень від архейського до четвертинного віку [2].

У цілісній картині стратиграфії і тектоніки району досліджень, що розташований на Волино-Подольській ділянці південно-західної окраїні Східноєвропейської платформи, окрім кристалічного фундаменту, приймає участь потужний комплекс різновікових теригенних, хемогенних і вулканогенних порід чохла. Їхній речовинний склад і стратиграфічне розчленування вивчалися на протязі багатьох десятиків років кількома поколіннями геологів різних спеціальностей – палеонтологів, стратиграфів, літологів, петрографів та ін. Сучасні уявлення як результат цих досліджень базуються, в основному, на найбільш обґрунтованих, на нашу думку, матеріалах, опублікованих в роботах І. Б. Вишнякова, Д. М. Дриганта, Ю.З. Крупського, А. С. Андреєвої-Григорович, А. Д. Грузман, П. Ю. Лозиняка, Л. Д. Пономарьової, А. В. Іваніни та інших дослідників.

При дослідженні будь-яких природних закономірностей в тому чи іншому регіоні перш за все необхідно визначити такі його характеристики, як речовинний склад, тектонічне положення, поділ на структурні одиниці тощо. І в цьому незамінним є метод формаційного аналізу.

Метод формаційного аналізу є одним з провідних методів палеотектонічного аналізу при вивченні будови і розвитку будь-якого регіону. Згідно з уявленнями, що склалися за довгі роки, формація – це природне і закономірне сполучення (парагенез) гірських порід, які різняться між собою особливостями складу і будови, але пов'язані спільністю тектонічних умов утворення і виникають на певних стадіях розвитку основних структурних зон земної кори. Формації об'єднують різні літофації, проте якщо окремі подібні літофації можуть утворюватися на різних ділянках земної поверхні, то їхні сполучення, що дозволяють згрупувати їх у формації, виникають тільки за певних тектонічних умов. Іншими словами, літофації – це закарбовані в породах палеогеографічні умови, а формації – це закарбовані в породах палеотектонічні умови.

Тектонічна будова басейну почалася і продовжувалась одночасно із накопиченням кам'яновугільних відкладів. Формування первинних тектонічних структур і кам'яновугільної западини поєднане з етапом конседиментаційних перетворень, які супроводжували процес вугленагромадження.

Формаційне розчленування відкладів кам'яновугільної системи не раз обговорювалося у різних публікаціях, і найчастіше весь комплекс порід об'єднувався в одну вугленосну формацію [1, 3] прийшли до висновку, що кам'яновугільну товщу можна поділити більш детально. В основі розрізу, на їхню думку, розташовується теригенно-карбонатна формація турне-нижнього візе (потужністю до 140 м), яка складена сірими вапняками з прошарками

алевролітів і пісковиків невеликої потужності (хорівська світа), пісковиками і алевролітами з каоліновим цементом, сухарними глинами (куличківська світа), скременілими вапняками з прошарками аргілітів і гравелітів (олеськівська світа). Вище залягає вугленосна паралічна формація (верхній візе–башкирський ярус) потужністю понад 800 м. Представлена вона перешаруванням пісковиків, алевролітів, аргілітів, а також пластами і прошарками вугілля і вапняків. Вугленосна формація є складним поліфаціальним утворенням, літологічний склад якого значно змінюється як по вертикалі, так і по латералі. За характером будови, ступенем вугленасиченості, умовами утворення в складі вугленосної формації виділяються дві підформації: нижня – болотно-морська регресивна (верхи візе–найнижча частина башкирського ярусу) і верхня – алювіально-озерно-болотно-лагунна регресивна (башкирський ярус).

Проте невдовзі, ті ж автори [1] на основі систематизації і детального вивчення фактичного матеріалу та сучасної інтерпретації даних буріння свердловин різного призначення виявили численні вугільні пласти і прошарки у відкладах хорівської, куличківської і олеськівської світ, що дало їм підставу приєднати їх до нижньої болотно-морської регресивної підформації і віднести весь розріз карбону Львівсько-Волинського басейну до вугленосної формації у складі двох згаданих підформацій.

Складність і своєрідність будови регіону значною мірою обумовлені розташуванням його в зоні зчленування таких геоструктурних елементів першого порядку як древня платформа і поліциклічний Середземноморський геосинклінальний пояс, а послідовність формування – довгою і різнобічною взаємодією з регіонами облямування на різних стадіях їх розвитку: активної геосинклінали, орогенній і молодій платформи на протязі кількох тектонічних етапів. На кожному з цих етапів на території заходу України утворювалися структури, характерні тільки для цього етапу і несхожі з іншими, а саме (у віковій послідовності): Волино-Оршанський прогин (R_3), крайова система у складі Волино-Подільської ділянки Балтійсько-Чорноморського перикратону ($V-D_1^{(1)}$) і Боянецького крайового (передгірного) прогину ($D_1^{(2-3)}$) та структура, що включає в якості складових Львівсько-Люблінський палеозойський, Стрийський юрський і Львівський крейдовий прогини і може бути охарактеризована як постумний передовий прогин [2].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Костик І. О., Матрофайло М. М., Шульга В. Ф. Про нижню границю вугленосної формації карбону Львівсько-Волинського басейну. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2008. № 3 (144). С. 37–50.
2. Павлюк М. І., Медведєв А. П. Панкардія: проблеми еволюції. – Львів: Ліга-Прес, 2004. – 93 с.
3. Shulga V., Byk S., Dudok I. Coal-bearing formation of the Lviv-Volyn coal basin. *Field Trip Guide of the 7th European Coal Conference* (Lviv, Ukraine, August 26–29, 2008). Lviv, 2008. 60 p.

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОЇ ГАЗОНОСНОСТІ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

О. М. Трубенко

кандидат геологічних наук

В. Г. Омельченко

кандидат геологічних наук

Д. Д. Федоришин

доктор геологічних наук

С. Д. Федоришин

кандидат геологічних наук

А. О. Трубенко

студент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15

Представлено геологічний матеріал по Красноільській площі, який було отримано під час буріння пошукових свердловин 1963-1965 років. Наведено дані про відкритий поклад газу на Красноільській площі. Надано рекомендації щодо проведення подальших робіт на площі.

Ключові слова: перспективи, поклад, природний газ, відклади

PROSPECTS OF INDUSTRIAL GAS CONTENT IN THE SOUTHEASTERN PART OF THE BOLSHE-VOLYTSKA ZONE OF THE FORE-CARPATHIAN TROUGH

O. M. Trubenko

PhD in Geology

V. G. Omelchenko

PhD in Geology

D. D. Fedoryshyn

Doctor of Geology

S. D. Fedoryshyn

PhD in Geology

A. O. Trubenko

Student

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
76019, m. Ivano-Frankivsk, vul. Karpat's'ka 15

In the article there is the presented geological material on the Krasnoil area, which are got at the boring drilling of searching mining holes in 1963-1965 years. Data about the opened bed of gas on the Krasnoil area are given. Recommendations on conducting of further works on an area are given.

Key words: prospects, reservoir, natural gas, deposits

У результаті проведеного пошуково-розвідувального буріння у 1963 – 1965 роках на Красноільській площі, яка розташована в крайній південно-східній частині Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину, був отриманий при випробуванні пошукової свердловини № 9 з тортонських відкладів вільний дебіт газу 93,7 тис.м³/добу з водою. Слід зауважити, що Красноільська площа розташована в найбільш припіднятій частині південно-східної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину, що впевнено доводиться гравіметричними даними. Це ж доведено і аналізом поверхневої геології цієї частини прогину. Так, на Красноільській площі різко збільшується рівень розмиву насувних відкладів в північно-східному напрямку палеогенових та флішових відкладів, що можливо обумовлене значним підйомом цієї території. Лінія регіонального насуву флішових порід, внаслідок розмиву тут відступає на південний-захід.

На Красноільській площі найбільш древніми відкладами за даними буріння є верхньосилурійські утворення. Ці відклади складені темнокольоровими аргілітами з рідкими прошарками пісковиків та вапняків. У північно-східній частині площі, за даними свердловини № 3 присутні відклади нижнього девону в фації Олд-Ред (до 160 м), які виклинюються в південно-західному напрямку. Вище з стратиграфічною незгідністю залягають глинисто-вапнякові відклади середньої та верхньої юри товщиною 380 м. Вони, також з стратиграфічною незгідністю перекриті вапняковими породами верхньої крейди, який складається сеноманом, тураном і сеноманом. Товщина верхньої крейди 250 м. На розмитій поверхні мезозою залягають породи нижнього та верхнього турану. Стратиграфічний розріз цієї площі закінчується відкладами сармату. За сейсмічними та буровими даними на Красноільській площі виділяються дві структури: північно-східне – Красноільське та південно-західне – Краснопутненське. Останнє є антиклінальною складкою, довжина якої по покрівлі тираської світи складає 9 км, ширина – 5 км, амплітуда – 150 м. Тут пробурені шість свердловин. Три з них (№ 1, 5, 9) були випробувані. Випробування свердловини 9 дало промисловий приплив газу з пісковиків тортонського горизонту. Дослідження цього об'єкту виконувалося загоном тресту “Львівнафтогазрозвідка”. Керн з цієї свердловини було відібрано в інтервалах 951-977, 1053-1058, 1058-1064. Проникність колекторів з цих інтервалів порядку 0,1 Дарсі. Розкритий свердловиною № 9 газовий поклад приурочена до південно-східної перикліналі та більш пологому північно-східному крилу Краснопутненської структури. На південно-східному ж крилі та північно-західній перикліналі структури колектор, в якому розкритий газовий

поклад фаціально заміщується глинистими породами. Це виклинування продуктивних колекторів тортону пояснюється відсутністю промислових припливів у свердловинах 1 та 5. Виходячи з наведеного слід розкритий поклад на Краснопутненській структурі рахувати пластовим, літологічно екранованим. З 1965 року до даного часу на Красноільській площі пошукове буріння на газ не проводилось. Відкритий поклад газу був законсервований, як не промисловий. Але подальше проведення пошуково-розвідувальних робіт на даній площі Передкарпаття може привести до відкриття в тортонських і більш древніх відкладах нових промислових скупчень вуглеводнів, про що свідчить результати геохімічних досліджень в цілому в східно-південній частині Передкарпатського прогину [1].

Крім того, враховуючи, що у південно-східній частині Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину на багатьох газоносних площах окремі поклади мають свій газоводяний контакт, значного інтересу набувають мезозойські та особливо палеозойські відклади, які залягають нижче, де при сприятливих умовах можуть бути зустрінуті крупні поклади газу.

На Красноільській площі на даний час перед пошуковим бурінням на газ у неогенових відкладах необхідно провести геохімічні (газоводогеохімічні) дослідження. Із наведених вище матеріалів, одержаних, ще у 1965 році, видно що, тут можна очікувати наявності літологічно обмежених газових покладів, іноді просто в лінзах. Кожний з таких газових покладів у той або іншій ступені може проявлятися геохімічними аномаліями на поверхні, хоч пастки антиклінального типу в неогенових і інших відкладах на Красноільській площі, як і в цілому в південно-східній частині Більче-Волицької зони також не виключаються.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Лопушняк Я.І., Трубенко О.М., Локтєв А.В. Прямі пошуки нафти і газу в південно-східній частині Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину. *Тези науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу університету. Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. – 1997, С. 75.*

ТЕРНОПІЛЬСЬКІ ВЕРСТВИ – ПІДРОЗДІЛ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТРАТИГРАФІЧНОЇ СХЕМИ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ВОЛИНО- ПОДІЛЛЯ: ІСТОРІЯ ВИДІЛЕННЯ, ОБСЯГ ТА РОЗУМІННЯ У СУЧАСНОМУ КОНТЕКСТІ

Я. М. Тузяк

кандидат геологічних наук

Львівський національний університет імені Івана Франка,

79005, м. Львів, вул. Грушевського, 4

Наведена історія виділення та стратиграфічний ранг тернопільських верств (міоцен, неоген) Волино-Поділля. Запропоновано ввести уточнення в розуміння стратиграфічного підрозділу тернопільські верстви при оновленні регіональної стратиграфічної схеми неогенових відкладів пд-зх краю ССП.

Ключові слова: тернопільські верстви, неоген, міоцен, Волино-Поділля, стратиграфічна схема.

TERNOPIL LAYERS – SUBDIVISION OF REGIONAL STRATIGRAPHIC SCHEME OF NEOGENE DEPOSITS OF VOLYNO-PODILLYA: EXTRACTION HISTORY, VOLUME AND UNDERSTANDING IN TODAY'S CONTEXT

Ya. M. Tuzyak

Candidate of Geological Sciences

Ivan Franko National University of Lviv, 79005, Lviv, Hrushevsky str, 4

The history of isolation and stratigraphic rank of Ternopil layers (Miocene, Neogene) of Volyno-Podillya are given. It is proposed to introduce clarification into the understanding of the stratigraphic division of Ternopil layers when updating the regional stratigraphic scheme of Neogene deposits of the South-West edge of the EEP.

Key words: Ternopil layers, Neogene, Miocene, Volyno-Podillya, stratigraphic scheme.

Вперше стратиграфічний підрозділ тернопільські верстви виділений у 1958 р. В. Масловим й В. Утробіним [3], який на літо-фаціальній основі об'єднав різнофаціальну товщу вапняків, вапняково-глинистих порід з дрібними багрянками, детритових вапняків, поширених у південних, південно-західних районах Волино-Поділля, віднесений до складу верхньої частини баденського розрізу. Назва підрозділу походить від м. Тернопіль. До цієї товщі авторами також віднесені й біогермні вапняки подільських товтр. Вони залягають на пісках верхнього баденію (підгорецькі верстви) і перекриті пісками або серпуловими вапняками з елементами тортонської й сарматської фауни. Відклади тернопільських верств містять мілководні комплекси моллюсків, форамініфер, остракод, уламки колоній моховаток та голки морських їжаків.

Синонімами є пронятинський, верхній літотамнієвий і тернопільський горизонти [1, с. 63]. У такому вигляді, без змін, цей літостратиграфічний підрозділ використовували ряд авторів (А.С. Андрєєва-Григорович зі співавторами, Я.О. Кульчицький та ін.) у наступних регіональних стратиграфічних схемах [2, 5 та ін.].

На сучасному етапі внаслідок оновлення, доповнення й уточнення регіональної стратиграфічної шкали її частини (Міжнародна, регіональна та локальна) потребують перегляду з урахуванням новітніх матеріалів – МХСШ, 2020 р. (Neogene Geological Time Scale) [7], нової редакції Стратиграфічного кодексу України (СКУ, 2012) [4] та нових уявлень щодо геологічної будови, умов утворення, поширення у просторі та часі неогенових відкладів Волино-Поділля.

Так, об'єднані в один підрозділ тернопільські верстви різногенетичні (різнофаціальні), різновікові та різнопалеоекологічні утворення не відповідають вимогам, зазначеним у СКУ, 2012 [4] щодо виділення головних і допоміжних літостратонів, а також уявленням щодо будови та морфології рифових структур, зокрема Медобори–Товтри [6, 8–11 та ін.] (Рис. 1, 2).

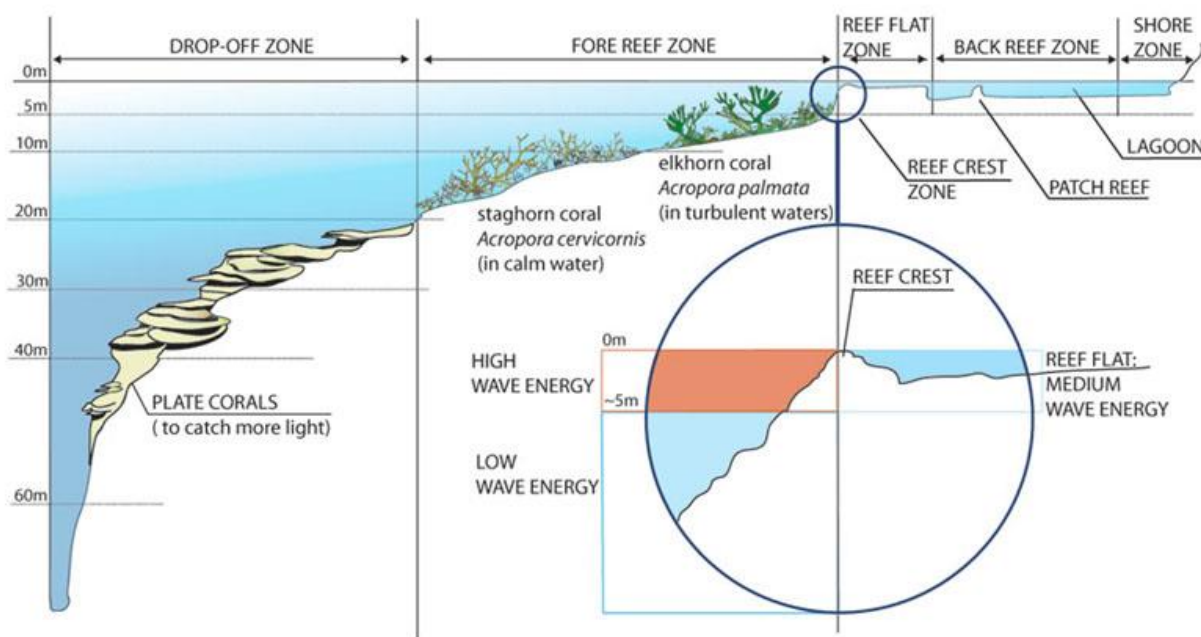


Рис. 1. Схематична зональна будова рифових систем [6].

I – зовнішній схил: 1 – зона підніжжя, 2 – зона прибіжних жолобів і гребенів (передрифові фації); II – рифова платформа (риф-флет): 3 – зовнішня зона (а – рампарт, б – поздовжні улоговини), 4 – середня зона (в – острови) (власне рифові фації), 5 – лагунна внутрішня зона (г – лагунний (внутрішній) схил рифової платформи); III – лагуна (зарифові фації).

Будь-який рифовий комплекс, незалежно від його типу, характеризується такими структурними елементами (Рис. 1):

I – Зовнішній схил – передня підводна частина коралового рифу – крутий схил, обернений у бік океану, складений масивним рифовим вапняком. Морфологічно схил поділено на дві частини: зону підніжжя (нижню нахилену платформу) і **зону** прибієвних жолобів і гребенів (каналів і островів). Перша має згладжений рельєф, а другу виділяють системи видовжених паралельних гребенів, розділених улоговинами, спрямованими в бік моря. Крутість зовнішнього схилу сягає до 20°. Це зона руйнування хвиль, отою її заселяють лише масивні види коралів. Вверх по схилу з глибини 2 м гребені стають низькими і вузькими, а улоговини мілкими. Схил лише на 30-40% покритий живими коралами. Великі колонії коралів тут відсутні. Схил простягається до глибини 15-20 м.

II – Рифова платформа (риф-флет) – субгоризонтальна вершинна поверхня, утворена коралами, з окремими ділянками, які виступають над рівнем моря або ж осушуються під час відпливу; морфологічно поділяється на зовнішню, середню і внутрішню (лагунну) зони. Поверхня риф-флету має випуклу форму з незначним підняттям до берега, порізана багаточисельними кавернами, порожнинами та улоговинами. Зовнішній риф-флет має ширину від 50 до 350 м, складений кораловим вапняком («риф-рок»). Вирівнювання поверхні зовнішнього риф-флету пов'язане з абразійною дією уламкового матеріалу, який переміщується прибою. На передньому гребені зовнішньої платформи знаходиться водоростевий вал – невисока (0,5-1 м) куестоподібна або валоподібна форма рельєфу, сформована вапняковими водоростями (здебільшого літотамнієвими). На деякій віддалі від бровки риф-флету, поряд з водоростевим валом, здебільшого, утворюється рампарт – зона брилової акумуляції – суцільний вал зцементованих брил і щебеню висотою до 1 м, покритих колоніями живих коралів. Рампарт зазвичай порізаний улоговинами, що є продовженням улоговин зовнішнього схилу. Рампарт поступово переходить у зону, складену уламками або виступами масивних коралових вапняків з накопиченнями піску і гравію, яка змінюється ідеально виположеною прибієвим потоком поверхнею, що поступово підвищується до берега, покритою кораловим піском. Це вже початок наступної середньої зони риф-флету.

Середня зона риф-флету найсприятливіша для масової акумуляції продуктів руйнування коралового рифу. Тут утворюються підводні вали і обмілини, які згодом перетворюються в острови, складені піщаними або галечниково-бриловими відкладами. Здебільшого в рельєфі островів виділяють два вали – океанічний і лагунний. Океанічний вал завжди складений грубоуламковими відкладами, а лагунний – піском, гравієм, черепашником. Вали припідняті над

рівнем моря на 3-4 м і розділені порівняно широким міжваловим пониженням. У деяких місцях між островами утворюються стокові улоговини, дно яких складене відшліфованими плитами риф-флету. Під час припливу тут виникає сильна стокова течія із океану в лагуну, а під час відпливу, навпаки, – із лагуни в океан. Швидкість такої течії може перевищувати 2-3 м/с. Внутрішня лагунна зона риф-флету вирізняється посиленою акумуляцією піщаних, гравійно-галечникових, а іноді й валунно-брилових відкладів; безпосередньо приєднується до лагуни. На скельних поверхнях розвиваються колонії живих гіллястих коралів, а на піщаних обмілинах – мангрова рослинність. Зазвичай, чітко виражена бровка внутрішнього (лагунного) схилу рифу і власне схил у вигляді уступу. Лагунний схил платформи – поверхня неоднакової крутості, порізана улоговинами і гребенями. Серед акумулятивних форм внутрішнього схилу вирізняють – лагунний вал, аналог рампарта на зовнішньому схилі, лагунні коси і конуси виносу, які виникають у гирлах улоговин.

III – Лагуна – плоска або пологохвиляста рівнина з глибинами від 5 до 100 м, складена кораловим або халімедовим піском і мулом. Здебільшого дно лагуни характеризується поширенням різноманітних за формою внутрішньолагунних рифів – гостровершинних горбів, стовпів, пасом.

Отже, рифова структура Медобори–Товтри відповідно до стратиграфічного кодексу України, 2012 [4] має бути розглянута як специфічний морфолітостратиграфічний підрозділ – органогенні масиви – сукупність породношаруватих систем (геологічних тіл), що об'єднані за літологічними, фаціально-морфологічними (екологічними) ознаками і використовуються як допоміжні місцеві стратиграфічні підрозділи. Стратони значної потужності і поширення можуть картуватися як окремі одиниці і мати власні географічні назви. Органогенні масиви (рифів, біогерми, біостроми) залягають серед стратифікованих порід у вигляді ізольованих лінзоподібних тіл або їх ланцюжків. Вони представлені масивними нешаруватими карбонатними породами або біогенними утвореннями. Межі різко діахронні. Потужність рифів може перевищувати потужність суміжних одновікових стратифікованих відкладів; біогерми і біостроми зазвичай малопотужні і входять у склад місцевих стратонів. Так, вивчення та аналіз будови рифової системи [6, 8–11 та ін.] сприяло виділенню екозон у просторі (поперечний, поздовжній напрями) і часі (вертикальний напрям). У поперечному напрямі простежується виділення фаціально-екологічних зон – передрифової, рифової і зарифової фацій. У поздовжньому (з північного заходу на південний схід) – омолодження і ускладнення структури рифової споруди – від окремих рифоподібних тіл –

біогермів (ранній баденій), до рифової споруди (пізній баденій– сармат). У вертикальному напрямі (еволюція у часі) – виділення трьох стадій розвитку рифових систем, які відрізняються формою і типом біогенних тіл, зміною організмів-рифобудівників й організмів-мешканців і віковими рамками закладення відповідних стадій розвитку рифів – від простих до більш складних.

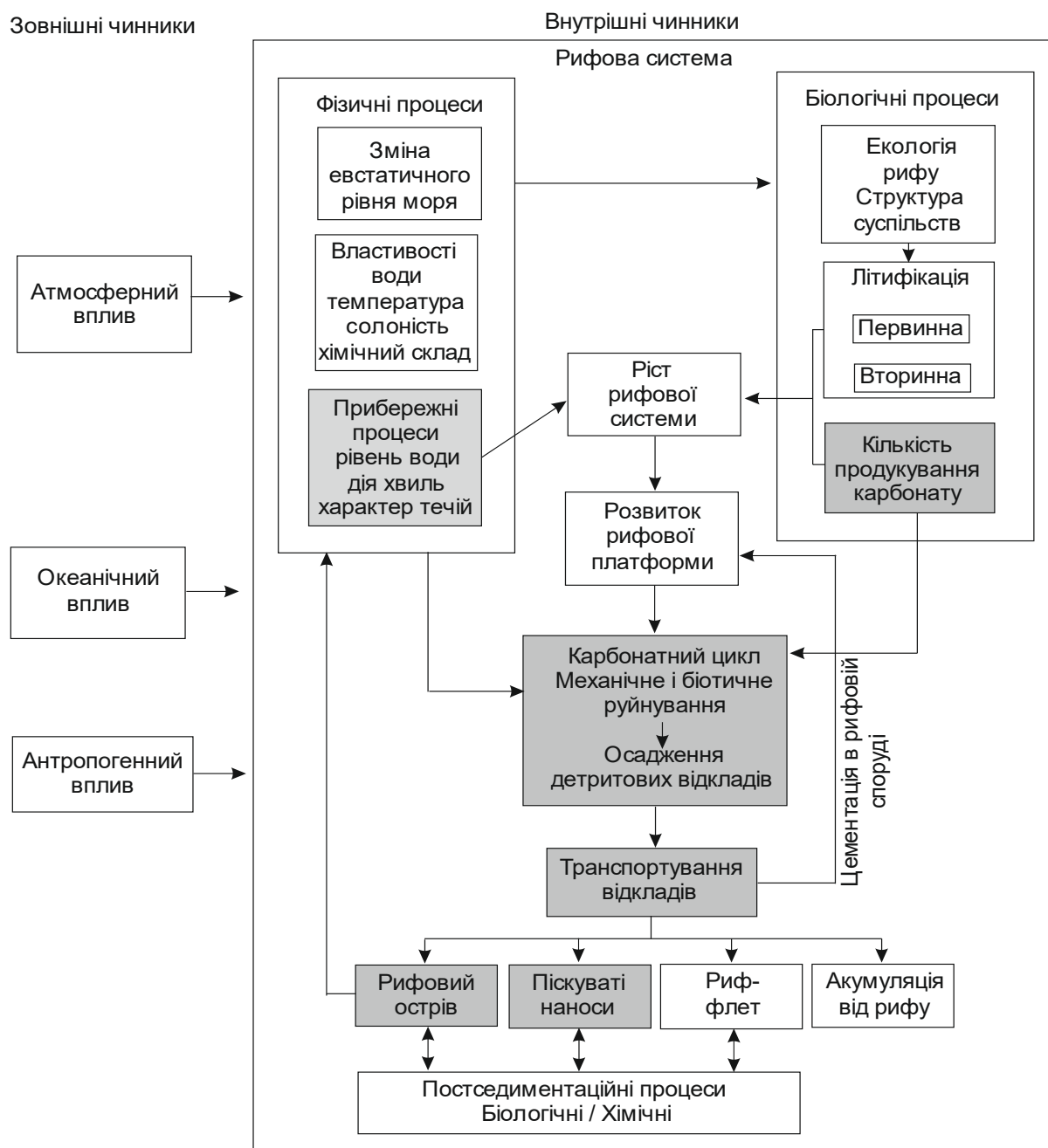


Рис. 2. Структура і функції еко-морфодинамічної моделі рифової системи. Модель демонструє взаємодію біологічних і фізичних процесів і їх вплив на морфологію та седиментаційні форми рельєфу рифу, що діють упродовж часу. Сірим у прямокутниках і чорними стрілками показані головні зв'язки між сучасними системами, що контролюють розвиток седиментаційних форм від початку до сотні років, вбудовані у значно ширшу динамічну систему, що контролює розвиток рифу упродовж сотень і мільйонів років за Kench et al., 2009 [10].

На відміну від попередніх стратиграфічних схем у модернізованій пропонується виділення двох допоміжних стратиграфічних одиниць – медоборові і товтрові верстви, які відрізняються за літологічною та екологічною зональністю, морфологічними особливостями. Так як тернопільські верстви надійно увійшли в геологічну літературу, пропонуємо їх залишити для позначення передрифових фацій (продуктів руйнування рифової системи – водоростевих вапняків з піскуватим матриксом). У цьому випадку при виділенні верств можуть бути прийняті до уваги такі критерії географічний, таксономічний і стратиграфічний. Так, медоборові верстви (пізній баденій) складені водоростево-верметусово-кораловими вапняками, що формувалися у власне рифовій фації; товтрові верстви (ранній сармат) – серпулово-мікробіолітовими вапняками, які формувалися у власне рифовій і зарифовій фаціях, і тернопільські верстви (пізній баденій-ранній сармат) для передрифових фацій, складених продуктами руйнування (органогенно-детритові вапняки та піскувато-детритові вапняки) головного пасма Медоборів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Венглинский И., Горецкий В. Стратотипы миоценовых отложений Воыно-Подольской плиты, Предкарпатского и Закарпатского прогибов. Киев, Наук. Думка, 1979. 170 с.
2. Кульчицкий А.Я. Схема сопоставления неогеновых отложений Предкарпатского и Закарпатского прогибов, Карпат и Воыно-Подолья [Comparison scheme of Neogene of Pre-Carpathian and Transcarpathian Foredeeps, Carpathians and Volyno-Podillya] // Палеонт. сб. 1989. № 26. С. 65–71.
3. Маслов В.П., Утробин В.Н. Распространение третичных багрянковых водорослей Украинской ССР и связь их с трансгрессиями моря // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. № 12. С. 73–93.
4. Стратиграфічний кодекс України. 2-е видання. / Відп. ред. П.Ф. Гожик. Київ, 2012. 66 с.
5. Andreyeva-Grigorovich A.S., Kulchytsky Y.O., Gruzman A.D., Lozynyak P.Y., Petrashkevich M.Y., Portnyagina L.O., Ivanina A.V., Smirnov S.E., Trofimovich N.A., Savitskaya N.A., Shvareva N.J. Regional stratigraphic scheme of Neogene formations of the Central Paratethys in the Ukraine. Geol. Carpath. 48. № 2. 1997. P. 123–136.
6. Coral reefs https://www.coastalwiki.org/wiki/Coral_reefs
7. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. Geologic Time Scale. Vol. 2. 2020. 1355p.
8. Górka M., Studencka B., Jasionowski M., Hara U., Wysocka A., Poberezhskyy A. The Medobory Hills (Ukraine): Middle Miocene Reef Systems in the Paratethys, their biological diversity and lithofacies. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego. 2012. № 449. P. 147–174.
9. Hara U., Jasionowski M. The Early Sarmatian bryozoan *Celleporina medoborensis* sp. nov. from the Medobory reefs of west ern Ukraine (Central Paratethys). Geological Quarterly. 2012. № 56 (4). P. 895–906.
10. Kench P.S., Perry C.T., Spencer T. Coral reefs. In Slaymaker O., Spencer T., Embleton-Haman C. (eds.). *Geomorphology and Global Environmental Change*. Cambridge: Cambridge University Press, Chap. 7. 2009. P. 180–213.
11. Tuzyak Ya. Buhliv beds (Neogene, Miocene) of the Podillya (Western Ukraine): micropaleontological, stratigraphical, facial, paleoecological, paleogeographical diagnostic criteria and formation conditions / Tuzyak Ya. M., Bogatko N. M. // Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions; head of ed. Zygmunt Litwinczuk. Riga: Baltija Publishing, 2020. 684 с.

СТРАТИГРАФІЧНА ОСНОВА КРЕЙДОВОГО ОСАДОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ, ЯК КРИТЕРІЙ ПОШУКУ ВУГЛЕВОДНІВ ДЛЯ НАРОЩУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ

Л. М. Якушин

доктор геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

І. І. Іщенко

доктор геологічних наук

Київське відділення УкрНДІгазів (м. Харків), 04053, м. Київ, вул. Кудрявська 26/28

Побудовано нову стратиграфічну схему крейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря. За комплексом методів регіональні стратиграфічні підрозділи виділено у ранзі регіонарусів, місцеві – у ранзі світ. У схемі використано Міжнародну Стратиграфічну Шкалу 2020 р., міжнародні біозональні шкали за форамініферами та нанопланктоном.

Ключові слова: крейда, стратиграфічна схема, північно-західний шельф Чорного моря

STRATIGRAPHIC BASIS OF THE CRETACEOUS SEDIMENTARY COMPLEX OF THE NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA AS A CRITERION FOR HYDROCARBON EXPLORATION TO INCREASE THE MINERAL RESOURCE BASE OF UKRAINE

L. M. Yakushyn

Doctor of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

I. I. Ischenko

Doctor of Geological Sciences

Kyiv branch of the Ukrainian Research Institute of Natural Gases

A new stratigraphic scheme of the Cretaceous sediments of the northwestern shelf of the Black Sea has been constructed. Using a set of methods, regional stratigraphic units are distinguished in the rank of regional levels, and local ones - in the rank of world. The scheme uses the International Stratigraphic Scale 2020, international biogeographic scales for foraminifera and nanoplankton.

Key words: Cretaceous, stratigraphic scheme, northwestern Black Sea shelf

Перша стратиграфічна схема для крейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря затверджена Українською регіональною міжвідомчою стратиграфічною комісією 7 грудня 1982 року та видана у 1984 році [1]. В ній наведено лише характерні комплекси органічних решток за макрофауною (амоніти, белемніти, бівальвії), форамініферами, спорами та пилком. Місцеві стратиграфічні підрозділи виділено у ранзі світ та товщ у розрізах свердловин, пробурених на континентальній Україні, переважно у Рівнинному Криму та Північному Причорномор'ї.



Перша стратиграфічна схема крейдових відкладів, яка за структурою побудови відповідала вимогам Стратиграфічного Кодексу України та містила МСШ, міжнародні біологічні стандарти, біозони, характеристику місцевих стратиграфічних підрозділів згідно з структурно-фаціальним районуванням, а також кореляцію з суміжними регіонами та біо-літостратиграфічним наповненням регіональних та місцевих стратиграфічних підрозділів саме для території північно-західного шельфу Чорного моря була підготовлена Л.Ф. Плотніковою, Л.М. Якушиним та І.І. Іщенко у 2006 році під час виконання науково-дослідної тематики з геолого-геофізичної оцінки нафтогазоносного потенціалу та виділення першочергових об'єктів пошуків вуглеводнів для українського сектора акваторій Чорного та Азовського морів на замовлення НАК «Нафтогаз України» [2].

На сьогодні, офіційними, затвердженими Національним стратиграфічним комітетом (НСК) України є схеми нижньокрейдових та верхньокрейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря за авторством Л.Ф. Плотнікової [4]. Регіональні стратиграфічні підрозділи у цих схемах виділено тільки у ранзі біологічних зон (лон) за форамініферами [3,7] та нанопланктоном [5,6], а місцеві стратиграфічні підрозділи у ранзі товщ.

Виділення допоміжних таксономічних та картувальних одиниць місцевих стратиграфічних підрозділів пояснюється застосуванням тільки біо- та літостратиграфічного методів, що при недостатній розбуреності шельфу, незначному відсотку виносу кернового матеріалу, без врахування геофізичних, сейсмічних досліджень та інших чинників, значно обмежує можливості стратиграфії при подальших геолого-розвідувальних роботах (ГРР).

Метою наших досліджень було побудова нової стратиграфічної схеми з виділенням світ, основних картувальних одиниць при ГРР, а також регіорусів для подальшої кореляції з МСШ.

Підставою для стратиграфічних побудов стало отримання нових геологічних матеріалів, які не було враховано при побудові схем попередніх років, а саме: палеонтологічне визначення відносного віку порід, що містяться у справах свердловин та були зроблені співробітниками ІГН НАН України: О.А. Шевчук, Т.С. Рябоконь, С.А. Люльєвою; літологічний опис кернового матеріалу (зі справ свердловин); геофізичні дослідження свердловин; результати регіональних сейсмічних досліджень; фондові та опубліковані матеріали по темі дослідження тощо.

В результаті побудовано нову стратиграфічну схему крейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря у відповідності до Стратиграфічного Кодексу України (Рис.1). Вона складається з чотирьох розділів: перший –

Міжнародна стратиграфічна шкала-2020, яка містить геохронологічну шкалу та міжнародні біологічні шкали за амонітами, планктонними форамініферами та вапняним нанопланктоном; другий – регіональні стратиграфічні підрозділи (регіояруси та біозональні шкали за планктонними форамініферами та нанопланктоном); третій – місцеві стратиграфічні підрозділи (світний поділ) та четвертий – стратиграфічні схеми суміжних регіонів.

Основні відмінності побудованої схеми від решти попередніх:

1. Запропоновано нове структурно-фаціальне районування території дослідження. Виділяються структурно-фаціальні райони: Південноукраїнської монокліналі, Каркінітський, Губкінсько-Кілійсько-Зміїний, Крайового уступу та Каламітський.

2. Регіональні стратиграфічні підрозділи виділено у ранзі регіоярусів: тарханкутського, каркінітського та одеського.

Виділення регіональних стратиграфічних підрозділів у ранзі горизонтів ускладнене недостатньою палеонтологічною характеристикою гірських порід і потребує подальших досліджень.

3. На відміну від місцевих стратиграфічних підрозділів, що увійшли до стратиграфічної схеми 2013 року альбські відклади пропонується виділяти у складі тендрівської (вперше) та євпаторійської світ, сеноманські – рифтової, корніловської, гамбурцевської, нахімовської та безіменної світ, турон-коньякські – борисівської світи, сантонські – південногोलіцинської та федорівської світ, кампанських – штормової світи та нижньої частини зміїної світи, маастрихтські – штильової світи та верхньої частини зміїної світи.

Розрізи світ, що пропонуються, супроводжуються геолого-геофізичними планшетами.

4. Складено пояснювальну записку до стратиграфічної схеми згідно з Стратиграфічним Кодексом України.

Дослідження проведено в рамках фундаментальних досліджень Інституту геологічних наук НАН України за пріоритетною тематикою «Стратегічна мінеральна сировина для відновлення економіки України: аналіз ресурсів та запасів, розробка критеріїв пошуку для нарощування їх мінерально-сировинної бази» (ДР № 6541230).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережья Чёрного моря). За ред. Ю. В. Тесленка. Київ: Наук. думка, 1984. 184 с.
2. Гожик П. Ф., Маслун Н. В., Плотнікова Л. Ф., Іванік М. М., Якушин Л. М., Іщенко І. І. Стратиграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря. Київ: Логос, 2006. 171 с.

3. Плотнікова Л. Ф., Маслун Н. В., Іванік М. М., Цихоцька Н. Н., Шумник А. В. Стратиграфія крейдово-палеоценових відкладів та особливості геологічного розвитку західної частини північно-західного шельфу Чорного моря. *Геологічний журнал*. 2003. № 2 (304). С. 27–38.
4. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України. Гол. ред. П. Ф. Гожик. Київ: Логос, 2013. 637 с.
5. Шумник А. Зональне розчленування верхньокрейдових відкладів півдня України за вапняним нанопланктоном. *Палеонтологічний збірник*. 2001. № 33. С. 128–133.
6. Шумник А. В. Вапняковий нанопланктон верхньої крейди південної України / Дис... канд. геол. наук. Київ, 2002. 253 с.
7. Gozhik P. F., Maslun N. V., Ivanik M. M., Plotnikova L. F., Yakushin L. N. 2008. Stratigraphic model of the mesozoic and cenozoic of the western Black Sea basin. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. № 2. С. 55–69.

ПОДІЙНО-ГЕОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КРЕЙДОВО-ПАЛЕОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ

Л. М. Якушин

доктор геологічних наук

І. С. Супрун

кандидат геологічних наук

Ю. В. Клименко

кандидат геологічних наук

О. Д. Веклич

кандидат геологічних наук

Ю. Б. Доротяк

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

На підґрунті системного аналізу тектонічних, палеогеографічних, літологічних та біо-, літо-, секвенс-стратиграфічних даних з урахуванням міжнародних біологічних стандартів та досягнень сучасної стратиграфії створено подійно-геологічну модель крейдово-палеоценових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря.

Ключові слова: подійно-геологічна модель, крейдово-палеоценові відклади, північно-західний шельф Чорного моря.

EVENT-GEOLOGICAL MODEL OF CRETACEOUS-PALEOCENE SEDIMENTS OF THE NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA

L. M. Yakushyn

Doctor of Geological Sciences

I. S. Suprun

Candidate of Geological Sciences

Yu. V. Klymenko

Candidate of geological science

O. D. Veklych

Candidate of Geological Sciences

Yu. B. Dorotiak

Candidate of Geological Sciences,

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Based on the systematic analysis of tectonic, paleogeographic, lithological and bio-, litho-, seqwens-stratigraphic data, taking into account international biological standards and achievements of modern stratigraphy, an event-geological model of Cretaceous-Paleocene sediments of the northwestern shelf of the Black Sea was created.

Key words: event-geologic model, Cretaceous-Paleocene sediments, northwestern shelf of the Black Sea.

У представлених матеріалах висвітлено узагальнені результати робіт за темою: «Стратегічна мінеральна сировина для відновлення економіки України:

аналіз ресурсів та запасів, розробка критеріїв пошуку для нарощування їх мінерально-сировинної бази» (ДР № 6541230), яка виконувалась в ІГН НАН України протягом 2023-2024 років.

Актуальність дослідження зумовлена нарощуванням стратегічної мінеральної сировини, в даному випадку вуглеводнів, для енергетичної незалежності України.

Отже, об'єктом дослідження були крейдово-палеоценові відклади північно-західного шельфу Чорного моря, перспективні на нафту та газ в межах Південного нафтогазоносного регіону України.

Предмет дослідження – геологічна подійність формування цих відкладів.

Мета дослідження – побудова подійно-геологічної моделі крейдово-палеоценових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря.

Продуктивність крейдових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря доведена на Шмідтівському родовищі, де з вапняків верхнього маастрихту отримано промисловий приплив газу та конденсату. Непромислові припливи вуглеводнів зафіксовано з відкладів сеноману, турону, коньяку, кампану та маастрихту на інших структурах акваторії північно-західного шельфу Чорного моря. У відкладах палеоцену відкриті газові родовища Безіменне, Одеське та Шмідтівське, а також газоконденсатне Штормове.

Підготовчий етап робіт включав збір, структурування та опрацювання значної маси геолого-геофізичної та геолого-промислової інформації з опублікованих джерел та фондових матеріалів, що висвітлюють результати сейсмічних досліджень та тектонічної будови північно-західного шельфу Чорного моря, палеогеографічних реконструкцій, літологічного складу гірських порід, визначення відносного геологічного віку осадових утворень за палеонтологічними рештками, що їх вміщують, тощо, а також аналіз матеріалів власних досліджень [1-8, 10-11 та ін.].

При проведенні досліджень нами визначено ряд критеріїв (тектонічний, палеогеографічний, літолого-фаціальний, біо-літо-секвенс-стратиграфічний та інші) за якими відслідковувалася подійність явищ або процесів, що впливали на повноту геологічного літопису дослідженого регіону, особливості осадконакопичення, літологічний склад порід, еволюцію органічного світу зазначеної території та визначали послідовність геологічних процесів (подій), що зумовлювали формування основних елементів вуглеводневої системи: нафтогазоматеринських товщ, порід колекторів, екрануючих порід та пасток вуглеводнів. Візуалізація геологічних подій дозволила встановити етапність розвитку регіону.

З метою деталізації стратиграфічної будови крейдово-палеоценових відкладів українського сектора північно-західного шельфу Чорного моря, а також кореляції за біостратиграфічними даними зі стратонами сучасної Міжнародної стратиграфічної шкали [9], використано комплекс ортостратиграфічних груп мікрофауни (планктонні форамініфери та вапняний нанопланктон).

Біозональне розчленовування розрізів крейдово-палеоценових відкладів і пряма кореляція зон за планктонними форамініферами та нанопланктоном дає можливість уточнення співвідношення меж стратонів, оцінки вікового діапазону основних літостратиграфічних підрозділів, обсягу стратиграфічних незгідностей в межах північно-західного шельфу Чорного моря та зіставлення їх із сучасною Міжнародною стратиграфічною шкалою [9].

Подійно-геологічна модель містить інформацію про послідовність біотичних подій (планктонні форамініфери, вапняний нанопланктон), як відображення геологічних та палеогеографічних змін, в одному з найбільших басейнів океану Тетіс.

Висновок. Результатом виконаних робіт є подійно-геологічна модель крейдово-палеоценових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря, яка висвітлює особливості геологічної будови цього регіону та його еволюції протягом вікового діапазону, майже у 60 млн. років.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гожик П.Ф., Багрій І.Д., Войцицький З.Я., Гладун В.В., Маслун Н.В., Знаменська Т.О., Аксьом С.Д., Ключина Г.В., Іванік О.М., Ключко В.П., Мельничук П.М., Палій В.М., Цьоха О.Г. Геолого-структурно-термоатмогеохімічне обґрунтування нафтогазоносності Азово-Чорноморської акваторії. Київ: Логос, 2010. 419 с.
2. Гожик П.Ф., Маслун Н.В., Плотнікова Л.Ф., Іванік М.М., Якушин Л.М., Іщенко І.І. Стратиграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря. Київ: ІГН НАН України, 2006. 171 с., 54 іл.
3. Іщенко І.І. Стратиграфія та умови накопичення крейдових відкладів українського сектора зчленування Східноєвропейської платформи та Скіфської плити у зв'язку з нафтогазоносністю: Дис. доктора геол. наук, спеціальність 04.00.09. Київ. ІГН НАН України. 2017. С. 1-364.
4. Плотнікова Л.Ф., Маслун Н.В., Іванік М.М., Цихоцька Н.Н., Шумник А.В. Стратиграфія крейдово-палеоценових відкладів та особливості геологічного розвитку західної частини північно-західного шельфу Чорного моря. *Геологічний журнал*. 2003. № 2 (304). С. 27–38.
5. Стовба С., Стіфенсон Р., Тищенко А., Фенота П., Венгрович Д., Мазур С. Історія геологічного розвитку українського сектора Чорного моря із середини ранньої крейди до початку пізнього міоцену. *Geophysical Journal*. 2023. Vol. 45. № 3. С. 3–49. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i3.282411>
6. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / гол. ред. П.Ф. Гожик. К.: Логос, 2013. 638 с.
7. Шумник А.В. Вапняковий нанопланктон верхньої крейди південної України: Дис. канд.

- геол. наук., спеціальність 04.00.09. Київ. ІГН НАН України. 2002. С. 1–253.
8. Gozhik P.F., Maslun N.V., Ivanik M.M., Plotnikoval L.F., Yakushin L.N. 2008. Stratigraphic model of the mesozoic and cenozoic of the western Black Sea basin. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. № 2. С. 55–69.
 9. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. 2020. The Geologic Time Scale 2020. Elsevier, Vol. 2. 1176 p. <https://doi.org/10.1016/C2020-1-02369-3>
 10. Ischenko I.I., Yakushyn L.M., Shevchuk O.A. 2022. Historical development of the territory of southern Ukraine in the Early and Middle Mesozoic. *MinGeoIntegration XXI*, P. 37-41.
 11. Stovba S.M., Popadyuk I.V., Fenota P.O., Khriachtchevskaia O.I. 2020. Geological structure and tectonic evolution of the Ukrainian sector of the Black Sea. *Geophysical journal*. 42. № 5, P. 53–106. <https://doi.org/10.10.24028/gzh.0203-3100.v42i5.2020.215072>.

**ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF OF
TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS**

**ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ
ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ**

ОСНОВНІ ЧИННИКИ ТА ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

І. В. Бучинська

кандидат геологічних наук

М. М. Матрофайло

кандидат геолого-мінералогічних наук

А. В. Побережський

кандидат геолого-мінералогічних наук

О. О. Ступка

кандидат геологічних наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова 3а

Проаналізовано основні чинники та джерела забруднення навколишнього середовища Червоноградського гірничо-промислового району Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Незадовільний екологічний стан середовища (грунти, поверхневі, ґрунтові та підземні води) викликаний геологічними особливостями району та інтенсивним техногенним навантаженням.

Ключові слова: Львівсько-Волинський басейн, гірничовидобувний комплекс, геомоніторинг, терикони, ґрунти, підземні води.

MAIN FACTORS AND SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF CHERVONOHRAH MINING AND INDUSTRIAL DISTRICT LVIV-VOLYN COAL BASIN

I. V. Buchynska

Candidate of Geology Sciences

M. M. Matrofailo

Candidate of Geology and Mineralogy Sciences

A. V. Poberezhskyy

Candidate of Geology and Mineralogy Sciences

O. O. Stupka

Candidate of Geology Sciences

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine,
79060, 3 a, Naukova St., Lviv

The main factors and sources of environmental pollution in the Chervonohrad mining and industrial district of the Lviv-Volyn coal basin were analyzed. The unsatisfactory environmental condition of the environment (soils, surface, ground and underground waters) is caused by the geological features of the area and intensive man-made load.

Key words: Lviv-Volyn basin, mining complex, geomonitoring, waste heaps, soils, underground waters, atmosphere.

Геоекологічний моніторинг є важливим елементом комплексних заходів щодо попередження негативних трансформаційних змін навколишнього природного середовища в межах вуглевидобувного комплексу Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (ЛВБ). Найбільш слабкими напрямками структурної перебудови у вугільній промисловості стали соціально-економічні та екологічні наслідки. На сучасному етапі виникли так звані депресивні гірничодобувні райони. До них належить і ЛВБ [1]. Робота вугільних шахт, збагачувальної фабрики та інших споріднених підприємств негативно впливає на довкілля і позначається на екологічному стані усього західного регіону України.

Будівництво шахт у ЛВБ почалося з 1950 р. Зараз діючі шахти розміщені на трьох родовищах басейну – Волинському, Забузькому і Межирічанському. Проектні рішення будівництва комплексу щодо охорони довкілля не дотримувалися в повному обсязі або не передбачали всіх наслідків впливу на геологічне середовище, що призвело до значного забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод, повітря [2, 3].

У Червоноградському гірничо-промисловому районі (ЧГПР) Львівсько-Волинського басейну ведеться видобуток на шахтах ДП «Львіввугілля» та ПАТ шахта «Надія». Серед шахт ЧГПР найбільші балансові запаси вугілля станом на 01.01.2019 р. мають «Степова» – 89,7 млн т, та «Червоноградська» – 63,0 млн т. Шахти «Зарічна» (у процесі закриття) та «Надія» (у роботі) майже відпрацювали запаси вугілля (рисунок). Сумарний видобуток вугілля в ЧГПР становив: 2017 р. – 1,55 млн т, 2018 р. – 1,57 млн т. (Міністерство енергетики та захисту довкілля України, б. д.).

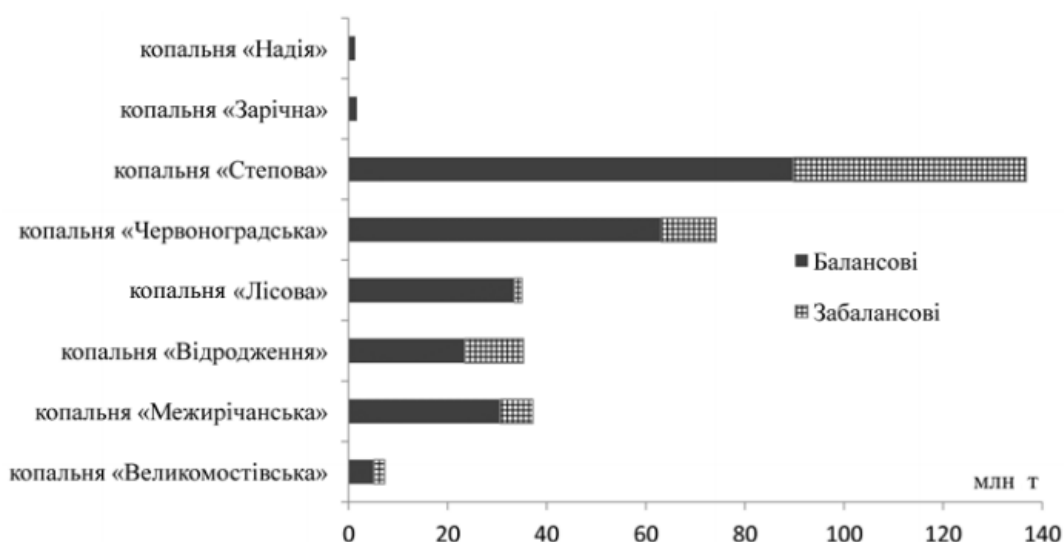


Рисунок 1. Запаси кам'яного вугілля копалень Червоноградського гірничо-промислового району, млн т (ДНВП «Геоінформ України», б. д.) [4].

Основні екологічні проблеми території, на якій розташований гірничовидобувний комплекс ЧГПР – це деформація денної поверхні, що супроводжується просадками і підтопленням над гірничими виробками; утворення зсувів; забруднення ґрунтів та зміни геохімічних полів; забруднення поверхневих, ґрунтових і підземних вод; забруднення повітряного басейну й атмосферних опадів; утворення техногенних ландшафтів; погіршення здоров'я людей. Тривогу викликає можливість повного або часткового зникнення малих водотоків, зникнення старих та утворення нових у місцях просідання поверхні. Річки, у які скидаються забруднені і мінералізовані шахтні води, втрачають здатність водотоків до самоочищення. У зоні аерації відбуваються незворотні зміни вологості, які можуть призвести до повного зникнення деяких видів рослин і тварин [5].

Основними природними факторами, що визначають стан та розвиток геологічного середовища, є особливості геологічної будови: літологічні (інженерно-геологічні) властивості відкладів у межах розробки і циркуляції підземних вод, що використовуються; геоморфологічні – рельєф та гідромережа; гідрогеологічні – водоносні та водотривкі горизонти; тектонічні – зони розломів та тріщини.

Одним з основних чинників техногенного забруднення ЧГПР є попадання високозабруднених дренажних вод з териконів та породних відвалів ЦЗФ в ґрунти, поверхневі, ґрунтові та підземні води. Це зумовлено високим рівнем тектонічної порушеності і тріщинуватості корінних порід; рівнинним характером місцевості, що приводить до сповільненого поверхневого стоку дренажних вод териконів та фільтрату шламосховищ і їх посилену інфільтрацію в підземні водоносні горизонти та ґрунти; висока водопроникливість порід, на яких безпосередньо розташовані терикони: піщані породи алювіальних та флювіогляціальних відкладів. [6].

Забрудненню підземних вод сприяє і ряд технологічних прорахунків. Наприклад, розташування териконів шахти «Візейська» (8 ВМ) і породних та флотовідходів ЦЗФ в пониженій місцевості, фактично позбавленій поверхневого стоку; розташування ряду териконів та відходів ЦЗФ в зонах тектонічних порушень, високої тріщинуватості, чи вузлах їх перетинів.

Система розробки з вивезенням порожніх порід на поверхню і складування їх в териконах, обрушення кривлі на вироблених ділянках лав призвело до виникнення техногенного рельєфу – просідання поверхні по шахтному полю і накопичення порід у відвалах. На цих площах змінилися гідродинамічні і гідрогеохімічні умови, а вилуговування порід у відвалах,

шламосховищах і на підсипаних цією породою ділянках створило умови для фільтрації в ґрунти і водоносні горизонти токсичних елементів.

Видобуток вугілля у ЛВБ багато років проводився без закладки виробленого гірничого простору, що зумовило значне просідання земної поверхні. На сьогодні ним охоплено понад третини (62 км²) площі ЧГПР, а до 2039 р. прогнозується розвиток просідання поверхні на всій його території [7]. В умовах високого рівня ґрунтових вод (від 0,5 до 3–4 м) це викликає сильне поширення заболочення, що в свою чергу сприяє вилуговуванню токсичних елементів із забруднених ґрунтів в поверхневі та підземні води.

Ще один суттєвий чинник – дуже широко практиковане в ЧГПР використання порід териконів та гравітаційних відходів ЦЗФ для підсипки просівших заболочених місцевостей під садово-городні масиви, для будівництва доріг, дамб, планування будівельних майданчиків, без яких-небудь застережних засобів по нейтралізації шкідливого впливу.

Горіння багатьох териконів відбувалося не один рік і наносило значну шкоду, забруднюючи атмосферу, а через неї ґрунти та підземні води. На сьогодні вважається, що не має териконів, що горять.

Дуже важливим фактором техногенного забруднення ЧГПР є велике техногенне перевантаження його центральної частини – межиріччя р. Західний Буг з нижніми течіями рік Рата і Солокія. Тут, на площі близько 60 км², зосереджено 8 працюючих шахт, ЦЗФ, головні транспортні магістралі, гравітаційні відвали та шламонакопичувачі ЦЗФ, відстійник шахтних вод. Тут же проживає понад 80 % населення району. Розташування ЦЗФ в районі зосередження більшості шахт, було економічно виправдане, але призвело до екологічних проблем [8].

Аналіз розподілу токсичних металів та сполук в усіх ланках геологічного та біологічного середовища однозначно свідчить, що головним джерелом забруднення довкілля ЧГПР є гірничо-добувна промисловість. Роль окремих шахт та їх териконів в загальному забрудненні визначити неможливо на даному етапі досліджень. Згідно попередньої оцінки, найбільш вагомий внесок у забруднення довкілля вносять шахти «Червоноградська № 1», «Великомостівська», «Бендюзька», «Межирічанська», «Великомостівська № 5» і «Візейська» [9]. Частина шахт згідно Державної програми “Закриття неперспективних вугільних шахт та розрізів” уже закрита. Це «Червоноградська № 1», «Бендюзька», «Великомостівська № 5» і «Візейська». Відбулося часткове покращання екологічної ситуації, особливо що стосується атмосфери та за деякими спостереженнями на окремих ділянках поверхневих і ґрунтових вод. На думку деяких авторів [10], показники макро- і мікрокомпонентів у водах

знизилися практично на чверть порівняно із 70–80 роками ХХ ст. Але говорити про мінімізацію негативного впливу вуглевидобувного комплексу ще зарано. Процес закриття шахт пов'язаний з цілим рядом непередбачуваних наслідків, які погіршують екологічну ситуацію не лише локально. Це в основному обумовлено існуванням відвалів порід, обрушенням поверхні та підтопленням. Ці процеси можуть переростати у регіональний рівень змінюючи ландшафти та впливаючи на рівень та якість поверхневих і ґрунтових вод. Ситуація набирає нового звучання, якщо згадати, що територія Львівсько-Волинського басейну розташована у безпосередній близькості до Головного Європейського вододілу. Тут беруть початок крупні річкові системи басейнів Чорного і Балтійського моря, є прямий вихід рік, зокрема Західного Бугу [11].

На сьогоднішній день одним з максимальних джерел погіршення екологічного стану довкілля є Червоноградська ЦЗФ, хоча достовірна оцінка її внеску у забруднення утруднена [9]. Вона знаходиться в центрі найбільш забрудненої території, в оточенні кількох шахт. Але, безумовно, водовідстійники шахтних вод та шламонакопичувачі є додатковими і найбільш вагомими джерелами забруднення. В їх межах та поблизу них найбільш забруднені ґрунти, поверхневі, ґрунтові та крейдянні води. Наряду з загальнопоширеними по площі компонентами забруднення, в районі ЦЗФ та місць розташування гравітаційних та флотаційних відходів встановлено в ґрунтах та водах високі вмісти берилію, селену, нафтопродуктів, поліакриламід, фенолів, наявність яких слід пов'язувати з вживаними реагентами при флотаційному збагачуванні вугілля.

Актуальність геологічного моніторингу зумовлюється необхідністю отримання інформації про стан та динаміку природно-антропогенних систем; своєчасністю пошуків виходу як з економічної, так і екологічної кризи, в якій опинився вугільний басейн і природне середовище цього регіону в цілому; необхідністю вирішення проблем рекультивації порушеного гірничо-технічною діяльністю рельєфу та геологічного середовища, управління станом природно-техногенних систем і природокористуванням. Отримані в процесі дослідження матеріали можуть бути використані при розробці природоохоронних заходів

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Манько А. Деякі проблеми функціонування депресивних гірничодобувних районів України (на прикладі Львівсько-Волинського вугільного басейну). *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2004. Вип. 30, С. 184–187. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/Manko_2004_Geo30.pdf
2. Концепція поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України 2000. / Під ред. акад. В.М. Шестопалова. К.: НАН України, Мінекобезпеки, Мінвуглепром, Мінпромполітики, Мінпраці, НАК «Нафтогаз України». 2000. 40 с.

3. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року. розпорядженням Кабінету Міністрів України. 2007. <https://www.kmu.gov.ua/npras/95215363>
4. Брик Д., Гвоздевич О., Кульчицька-Жигайло Л., Подольський М. Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їхнього використання. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019. № 4 (181). С. 45–65.
5. Побережський А., Бучинська І., Шевчук О., Муқан Т. Гірничовидобувний комплекс Львівсько-Волинського вугільного басейну та його вплив на екосистему регіону. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019. № 3 (180) . С. 52-59.
6. Бучацька А. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Вісник ЛНУ. Серія геологія*. 2019. Вип. 23. С.175–183.
7. Іванців О.Є., Лизун О.С., Кухар З.Я. Геолого-екологічний стан та соціальні проблеми Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1999. № 2. С. 20–28.
8. Мандрик В.О. Екологічні проблеми гірничодобувних підприємств Львівсько-Волинського вугільного басейну і шляхи їх вирішення. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2004. № 14.7. С. 347–350.
9. Скатинський Ю.П., Рудько Г.І. та ін. Оцінка екологічного стану геологічного середовища Червоноградського гірничо-промислового району і умов водопостачання (Т. 1). Львів: Фонди ДГП «Західукргеологія». 1996. 266 с.
10. Книш Ю.В., Книш І.Б. Проблеми водної екосистеми у вуглевидобувному районі Львівщини. *Матеріали V міжнародної конференції “Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання”*, Львів. 2006. С. 54–60.
11. Манько А.М. Львівсько-Волинський вугільний басейн: еколого-економічна ситуація та сучасний стан розвитку. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2008. № 15. С. 193 – 199.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОГЕНОВИХ ПОКЛАДІВ БУРОГО ВУГІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХОДУ УКРАЇНИ

М. М. Матрофайло

кандидат геолого-мінералогічних наук

І. В. Бучинська

кандидат геологічних наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова 3а

Викладено результати дослідження родовищ бурого вугілля щодо поширення його покладів на території заходу України. Приведено існуюче дотепер стратиграфічне розчленування неогенових буровугільних відкладів вугленосних площ згідно сучасних регіональних стратиграфічних схем неогенових відкладів західного регіону України.

Ключові слова: буре вугілля, неогенове вуглеутворення, кореляції неогенових відкладів, буровугільні родовища, захід України.

RESEARCH OF NEOGENE DEPOSITS OF BROWN COAL ON THE TERRITORY OF WEST UKRAINE

M. M. Matrofailo

Candidate of Geology and Mineralogy Sciences

I. V. Buchynska

Candidate of Geology Sciences

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine,
79060, 3 a, Naukova St., Lviv

Here are presented the results of research of brown coal fields as to spreading of its deposits on the territory of West Ukraine. Stratigraphic dividing of Neogene brown coal deposits of the coal-bearing areas according to modern regional stratigraphic schemes of Neogene deposits of the western region of Ukraine is cited here.

Key words: brown coal, Neogene coal-forming, correlation of Neogene deposits, brown coal fields, west of Ukraine.

Одним із вагомих чинників покращення становища в економіці України є належне забезпечення потреб економіки в мінерально-сировинних ресурсах. Нині в переліку стратегічно важливим для економіки держави є і вугілля. До того ж глобальний перерозподіл потреб газу через дорожнечу обумовив зростання попиту і використання вугілля. На сьогодні кардинально змінюється відношення до бурого вугілля. Згідно [6], за промислово-економічним значенням буре вугілля відноситься до категорії А в розподілі видів сировини загальнодержавного значення, як складової мінерально-сировинної бази України. За матеріалами [6, 8], зокрема, основним завданням відновлення

буровугільної галузі на період до 2030 року можна вважати переоцінку наявного резерву ділянок шахтного будівництва із зазначенням високо перспективних для освоєння об'єктів. За даними багатьох дослідників буре вугілля тепер розглядається у якості альтернативи кам'яному вугіллю. Водночас буре вугілля є дешевим ресурсом, а його низька ціна пов'язана з невеликою глибиною залягання і видобутком відкритим способом [7]. За [4] розвідані запаси бурого вугілля в Україні значні і досягають 2,5 млрд т. Так, у 1990 р. в Україні видобувалось 3,6 млн т бурого вугілля. Для вирішення проблеми можуть бути використані також ресурси бурого вугілля західних областей України, а дослідження та узагальнення результатів щодо поширення і особливостей геологічної будови буровугільних родовищ цієї території, в умовах зростання потреб у твердому паливі, є актуальним.

Буровугільні площі і родовища поширені у розрізних геолого-структурних регіонах – на південно-західній окраїні Східноєвропейської платформи, у Передкарпатському та у Внутрішньому Закарпатському прогинах. Проте поклади бурого вугілля Придністров'я (Північного Поділля), Прикарпаття і Закарпаття взаємопов'язані, а їх формування визначали подібні палеокліматичні обстановки, тектонічні, палеогеоморфологічні, палеогідрологічні та палеоландшафтні умови, які існували в міоцені. На Придністровській (Північно-Подільській) вугленосній площі поширені Монастирське, Дубровське, Глинковське, Мокротинське, Золочивське, Ясенівське, Радомиль-Звенячське, Бриковське буровугільні родовища; на Прикарпатській вугленосній площі – Коломийське, Тростянецьке, Новоселиця-Джурівське, Мілієве-Іспаське, Коропчівське; а на Закарпатській – Ужгородське, Березинське, Бийганське, Ільницьке, Рокосовське, Горбське (рисунок).

Пласти бурого вугілля заходу України розташовані в міоценових відкладах. На основі існуючих сучасних регіональних стратиграфічних схем неогенових відкладів Закарпатського прогину, Передкарпатського прогину (Більче-Волицька зона) і південно-західної окраїни платформи [1, 2] складено схему кореляції неогенових відкладів буровугільних площ заходу України [5]. Інтенсивність міоценового вугленагромадження регіону була короткочасною, що визначило утворення буровугільних покладів малої потужності.

За марочним складом вугілля марки Б₁₋₂ поширено на Придністровській і більшій частині Закарпатської буровугільної площі. На північному сході Закарпатської площі вугілля більш вуглефіковане напівблискуче і належить до марки Б₂₋₃. Це обумовлено впливом температур під час активної вулканічної діяльності. На Прикарпатській площі вугілля марки Б₃ близьке до кам'яного [3].

Закарпатська буровугільна площа. Основна промислова вугленосність поширена у піщано-глинистих комплексах з прошарками туфів і туфітів потужністю від десяти до сотні і більше метрів і нерівномірною вугленасиченістю. Морфологія вугільних пластів дуже неоднорідна. Їх потужністю змінюється від 0,70–1,0 до 5–7 м, а будова складена з двох до п'яти вугільних пачок, розділених прошарками глин, алевролітів, туфів і туфітів.

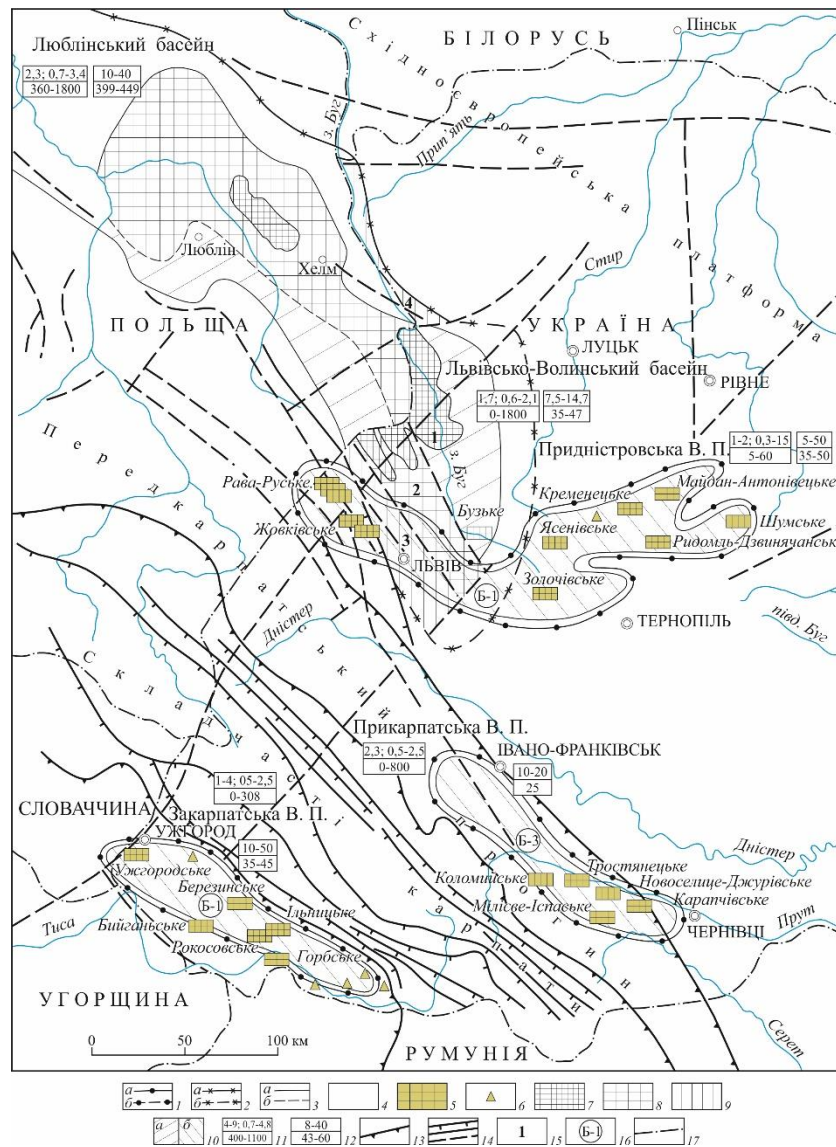


Рис. 1. Поширення вугленосності на території заходу України і прилеглої Польщі, опрацював М.М. Матрофайло з доповненнями за М.Я. Решком (1993)

1, 2 – границі розповсюдження відкладів вугленосних формацій: 1 – неогенової системи, 2 – кам'яновугільної системи (C1, C2) (а – достовірні, б – передбачувані); 3 – контури вугільних басейнів, вугленосних площ, родовищ відображених в масштабі (а – достовірні, б – передбачувані); 4 – вугленосні площі не відображені в масштабі або не мають народногосподарського значення; 5 – родовища і ділянки бурого вугілля; 6 – вуглепроявлення; 7–10 – вугленосні площі: 7 – з розвіданими запасами кам'яного вугілля; 8 – з прогнозними запасами кам'яного вугілля; 9 – неоцінені перспективні; 10 – з нев'ященою або непромисловою вугленосністю (а – для кам'яного вугілля, б – для бурого вугілля); 11 – характеристика вугленосності і вугілля основних басейнів, площ і родовищ вугілля: чисельник – кількість робочих пластів вугілля і їх середня потужність, знаменник – глибина залягання

пластів, 12 – основні показники якості вугілля: чисельник – зольність у % сухої речовини (Ad), знаменник – вологість робочого палива (Wt v) для бурого вугілля, вихід летючих речовин на горючу масу (Vdaf) для кам'яного вугілля і антрацитів; 13 – границі тектонічних структур; 14 – розломи різних типів – скиди, насуви, вскиди; 15 – кам'яне вугілля Львівсько-Волинського басейну (1 – ділянка Межиріччя-Східна; площі: 2 – Куликів-Винники, 3 – Бишківська, 4 – Ковельська); 16 – вугілля: Б-1 – буре м'яке (Придністровська і Закарпатська вугленосні площі), Б-3 – буре щільне (міцне) (Прикарпатська вугленосна площа); 17 – державний кордон.

Значний промисловий потенціал має Ільницька шахта, де розроблялися два верхніх із п'яти вугільних пластів промислової потужності. Резервом шахти є ділянка з пластами I, IV і V (балансові запаси – 13,31 млн т). Нижні пласти Ільницького родовища дотепер не розкриті. Їх промислове освоєння дозволило б збільшити видобуток вугілля до 200–250 тис. т. До перспективних належать Ільницька та Ужгородсько-Мукачівська ділянки, прогнозні ресурси яких складають за категорією P_2 відповідно 250 і 120 млн т.

У *Прикарпатській вугленосній площі* поклади бурого вугілля поширені на площі близько 3,0 тис. км², яка простягається в південно-східному напрямку смугою шириною 15–30 км від м. Калуша Івано-Франківської до м. Красноільська Чернівецької області. Вугленосність площі розподіляється нерівномірно. Зокрема, вугленосні відклади найбільшого Коломийського родовища, представлені ковалівськими верствами косівської світи, де поширено чотири пласта вугілля. З них тільки два («верхній» та «нижній») придатні до розробки. Запаси складають 7,59 млн т. Решта родовищ Прикарпатської буровугільної площі повністю не оконтурені і мало продуктивні. Однак, пізніше в межах Покутського вугленосного району було виділено перспективну площу, розміщену від с. Кути на північному сході до с. Банилів на південному заході, де слід планувати подальші пошукові роботи. В Івано-Франківському вугленосному районі виділено тільки один пласт потужністю до 0,20 м.

Придністровська буровугільна площа простягається смугою субширотного напрямку, шириною 7–80 км і довжиною 136 км, від західного державного кордону з Польщею від м. Рави-Руської до м. Шумська в Тернопільській області. Поклади бурого вугілля (до чотирьох пластів) залягають в продуктивній товщі складеної сірими та темно-сірими кварцитами пісками з прошарками глин. Її потужність змінюється від 1,0 до 25,0 м і залежить від коливання рельєфу нижче залягаючих крейдових відкладів. Більші її значення належать до западин у крейдовій основі, які сформувалися в результаті розмиву крейдових утворень у палеогеновий час. На підвищених ділянках вугленосні відклади виклинюються. За морфологічними ознаками поклади вугілля лінзовидної форми і невеликих розмірів. Потужності вугільних пластів коливаються від 0,5 до 3,0 м і переважно становлять 0,5–0,9 м. Загальні геологічні запаси бурого вугілля Придністровської

вугленосної площі складають 9,1 млн т. Однак її реальні вугільні ресурси більші, тому що не всі райони детально досліджувалися, повністю не оконтурені і запаси не оцінені. На цих площах слід планувати пошукові роботи на буре вугілля.

Отже, родовища бурого вугілля західних областей України поширені в міоценових відкладах і формувались в западинах більш давніх порід, які утворились внаслідок тектонічних та ерозійних процесів. На основі існуючих сучасних регіональних стратиграфічних схем неогенових відкладів Закарпатського прогину, Передкарпатського прогину (Більче-Волицька зона) і південно-західної окраїни платформи складено схему кореляції неогенових відкладів буровугільних площ Заходу України.

Вуглеутворення відбувалося протягом короткого часу, що визначило формування буровугільних покладів малої потужності, а тектонічні і геоморфологічні процеси в післяміоценовий час обумовили їх руйнування, зменшення потужностей та ускладнення обрисів розповсюдження. За морфологічними ознаками поклади бурого вугілля невеликі за розмірами і мають лінзовидну форму. Робочі пласти складної будови, невитримані, виклинюються і заміщуються вуглистими пісковиками або глинами. Вугільні пачки пластів складної будови розділені прошарками глин, алевролітів, туфів і туфітів.

Перспективи використання ресурсів бурого вугілля Заходу України полягають у використанні його як енергетичного палива і хімічної сировини для місцевих потреб та в сільському господарстві за рахунок низької собівартості і наявних технологій переробки, за умови відновлення вуглерозробок в Придністров'ї і в Прикарпатті та збільшення вуглевидобутку в Закарпатті, за рахунок подальшого освоєння Ільницького родовища.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрєєва-Григорович А.С., Вашенко В.О., Гнилко О.М., Трофимович Н.А. Стратиграфія неогенових відкладів Українських Карпат та Передкарпаття. *Тетоніка і стратиграфія*. 2011. Вип. 38. С. 67-77. <http://ts.igs-nas.org.ua/article/view/92245>
2. Андрєєва-Григорович А., Пономарьова Л., Приходько М., Семененко В. Стратиграфія неогенових відкладів Закарпатського прогину. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2009. 2 (147). С. 58-70. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/19056/06-Andreeva.pdf>
3. Іванців О.Є. Оцінка ресурсів бурого вугілля Західної України. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1992. 4 (81). С. 55–60.
4. Коберник, В.С. Оцінка перспективи використання бурого вугілля на ТЕС України. *Проблеми загальної енергетики*. 2018. 4(55). С. 25–28. <https://doi.org/10.15407/pge2018.04.025>
5. Матрофайло М.М., Бучинська І.В., Побережський А.В., Ступка О.О., Савчинський Л.О. Поширення і проблеми використання покладів бурого вугілля території заходу України. В *Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття (MinGeoIntegration ХХІ)*: Збірник праць Всеукраїнської

- конференції, Київ, 27-29 вересня 2023 року. (135–138). Київ: ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2023. http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/Mingeo2023_materials.pdf
6. Про внесення змін до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року. Liga 360 [Електронний ресурс]: Електронні дані. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/view/JI06287A?an=200&q=2018> (дата звернення: 21.02.2023).
7. Собко Б.Е. Шустов А.А., Белов А.П. Потенциальная роль бурого угля в энергетическом балансе страны. Национальный горный университет. Интехпроект. Днепр. 12 апреля 2018 г. 2018. 42 с. <https://dtek.com/content/files/boris-sobko.pdf>
8. Уряд схвалив зміни в програму розвитку мінерально-сировинної бази та передбачив її фінансування // Урядовий портал [Електронний ресурс]: Електронні дані. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-zmini-v-programu-rozvitku-mineralno-sirovinnoyi-bazi-ta-peredbachiv-yiyi-finansuvannya> (дата звернення: 21.02.2023).

ЗАКАРПАТСЬКА ВУГЛЕНОСНА ПЛОЩА: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Н. В. Вергельська

доктор геологічних наук

Д. М. Головченко

І. М. Скопиченко

кандидат геол.-мін. наук

С. М. Озірська

Державної установи «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна

Оскільки видобуток бурого вугілля на родовищах України проводять відкритими виробками (кар'єрами), то результати робіт мають значний вплив на літосферу, гідросферу, в тому числі й підземні води та атмосферу. Закарпатська вугленосна площа розташована у південній і південно-західній частинах Закарпатської області. У межах Закарпатського прогину вугленосні відклади приурочені до Чоп-Мукачівської та Солотвинської западин.

Ключові слова: Закарпатська вугленосна площа, буре вугілля, газова хроматографія, техногенно навантажені території, моніторинг вуглевидобувних площ.

THE TRANSCARPATHIAN COAL-BEARING AREA: ENVIRONMENTAL ASPECTS

N. V. Vergelska

doctor of geological sciences

D. M. Golovchenko

I. M. Skopychenko

Candidate of Geology and Mineralogy Sciences

S. M. Ozirska

State institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Since lignite mining in the deposits of Ukraine is carried out in open pits (quarries), the results of the work have a significant impact on the lithosphere, hydrosphere, including underground water and the atmosphere. The Transcarpathian coalfield is located in the southern and southwestern parts of the Transcarpathian region. Within the Transcarpathian depression, coal-bearing deposits are confined to the Chop-Mukachevo and Solotvyno depressions.

Key words: Transcarpathian coal mining area, brown coal, gas chromatography, technogenically loaded territories, monitoring of coal mining areas/

Закарпатська вугленосна площа розташована у південній і південно-західній частинах Закарпатської області. У межах Закарпатського прогину вугленосні відклади приурочені до Чоп-Мукачівської та Солотвинської западин. Оскільки поширення вугленосних площ та зон рекреації територіально межують або співпадають, то екологічні аспекти у районах проведення вуглевидобувних робіт

є актуальним питанням для дослідження. Оскільки видобуток бурого вугілля на родовищах України проводять відкритими виробками (кар'єрами) (рис. 1), то результати робіт мають значний вплив на літосферу, гідросферу, в тому числі й підземні води та атмосферу.



Рис. 1. Вироблена частина кар'єру Ільницького родовища, 2022 р.

Вугленосними є відклади: тересвинської та басхівської світ, у сарматському регіюрусі доробратівська й алмаська світи, у паннонському – понтійському регіюрусах ізівська та кошелівська світи, в еоплестоцені-раньому неоплейстоцені ільницька та чопська світи [2]. Переважна більшість родовищ та вуглепроявів поширені вздовж південного та західного бортів Вигорлат-Гутинської вулканічної гряди у вигляді смуги довжиною близько 100 км при ширині 3-7 км. На Закарпатській вугленосній площі розвідано 10 родовищ та 26 вуглепроявів бурого вугілля. Вугілля низькометаморфізоване (лігніти) промислової марки 1Б та вугілля промислової марки 2Б. Сумарний запас вугілля родовищ до 30 млн т. Найбільшими родовищами є Беганське, Ільницьке, Горбське, Березинське [1, 3-5].

Вугільні пласти родовища (рис. 2) складені матовим, напівматовим і напівблискучим гумусовим вугіллям темно-коричневого, чорного кольору, іноді світло-коричневого. Вугілля штрихувате, із шаруватою текстурою, в основному ущільнене (див. рис. 2). У вугільних пластах зустрічаються включення деревини різного стану збереження та різного розміру від 10 до 60 см в довжину при відповідній ширині 2 – 30 см (рис. 3).

Варто звернути увагу на обводнення вугільних пластів, при розробці воду із кар'єру відводять до місцевих річок. Як наслідок зміна хімічних показників річкових вод, збільшення осаду, що негативно впливає на живі організми у річці.



Рис. 2. Вугілля Ільницького родовища



...Рис. 3. Вкдючення деревини у вугіллі

Вперше було визначено якісні характеристики газових сумішей у бурому вугіллі Ільницького родовища (табл. 1). Незважаючи на те, що вугілля Закарпатської вугленосної площі має низьку стадію вуглефікації та обмежену площу, за якісними характеристиками досліджуваних у ньому газів вказує на вплив неогенового вулканізму в період формування та в постформаційний час, що виражається у значному вмісті азоту. За показниками вмісту ненасичених вуглеводнів, водню та етанолу у газовій суміші Ільницьке родовище корелюється з показниками газової суміші з бурого вугілля Бешуйських копалень [3]. Різниця з іншими показниками у газовій суміші, швидше за все, визначається віддаленням від ділянок впливу вулканізму.

Таблиця 1

Газ у вугільних покладах Ільницького кар'єру

Gaz	vol. %
H ₂	$0,8 \cdot 10^{-3} - 0,9 \cdot 10^{-3}$
CH ₄	$0,4 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3}$
C ₂ H ₂	$0 - 0,1 \cdot 10^{-3}$
C ₂ H ₆	$0,1 \cdot 10^{-2} - 0,5 \cdot 10^{-2}$
C ₂ H ₄	-
C ₃ H ₈	$0,1 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3}$
C ₄ H ₁₀	$0,1 \cdot 10^{-3} - 0,3 \cdot 10^{-3}$
C ₅ H ₁₂	$0 - 0,1 \cdot 10^{-3}$
C ₆ H ₁₄	$1,0 \cdot 10^{-2} - 1,2 \cdot 10^{-2}$
CO ₂	0,55638 – 5,2046
N ₂	92,4527 – 99,0177
O ₂	0,4227 – 2,3391

За попередніми дослідженнями вугілля та вуглисті породи поглинають значну частину вуглеводневих газів, і як результат у безвуглистих породах вміст вуглеводневих газів вищий навіть у сучасних торф'яно-болотних комплексах [3]. Отже, після вилучення вугілля вуглеводневі гази, які до цього поглиналися, будуть мігрувати у атмосферу та насичувати води кар'єру. Крім того, при відпрацюванні вугілля у атмосферу потрапляють додаткові частки азоту та діоксиду вуглецю. Зважаючи на вище сказане, на ділянках де вугілля було вироблене газ ще тривалий час потраплятиме у повітря, що негативно впливає на зміни приповерхневої частини атмосфери.

Висновок. Перспективи подальших досліджень.

Вироблені, навіть рекультивовані, кар'єри безповоротно змінюють верхню частину літосфери та підземні води. Зважаючи на вище викладене, саме порушення верхніх шарів літосфери виводить на поверхню як гірські породи так і газові суміші та негативно впливають на довкілля. Моніторинг вуглевидобувних площ дозволить контролювати негативні викиди у атмосферу та гідросферу.

Зважаючи на негативний вплив на довкілля, яке спричиняє видобуток вугілля відкритим способом варто проводити постійний моніторинг техногенно навантажених ділянок регіону. У період розкриття верхніх шарів літосфери вуглевидобувними роботами проводити їх додаткове вивчення та моніторинг змін довкілля. За можливості зібрати місцеві колекції унікальних зразків гірських порід та корисних копалин.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vergelska N. Geodynamics of coal-bearing formation of Transcarpathia. *XXII International Congress of the CBGA*, Plovdiv, Bulgaria, 7–11 September, 2022, Abstracts. P. 148.
2. Андреева-Григорович А., Пономарьова Л., Приходько М. (2009): Стратиграфія неогенових відкладів Закарпатського прогину. *Геологія і геохімія горючих копалин*. №2(147). С. 58-70.
3. Етапи утворення вугленосних формацій в геологічних структурах України. ІГН НАН України / А.Я. Радзівіл, В.Ф. Шульга, А.В. Іванова, та ін. К.: LAT&K, 2012. 215 с.
4. Іванова А.В., Зайцева Л.Б. Умови неогенового торфонакопичення в Закарпатському прогині та на Паннонському масиві. *Геологічний журнал*. 2005. 1. С. 82-88.
5. Іванова А.В., Зайцева Л.Б., Хамор-Відо М., Папаї Л. Якість вугілля як індикатор умов торфонакопичення (на прикладі родовищ Ільниця та Вішонта). *Геологічний журнал*. 2004. 3. С. 46-51.

ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ РОЗРОБКИ ГАЗОВИХ РОДОВИЩ ЗАКАРПАТТЯ

М. І. Медвідь

Н. В. Гоптарьова

кандидат геологічних наук

Л. В. Уграк

О. В. Палійчук

кандидат геологічних наук

Т. А. Уграк

Факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу, 76019 м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

Закарпатська газоносна область була виокремлена в складі Карпатської нафтогазоносною провінції в кінці 80-х років минулого століття після відкриття Русько-Комарівського, Солотвинського, Станівського та Королівського газових родовищ. Згідно з проведеним аналізом ступінь вироблення розвіданих запасів газу становить близько 74 %, а отже виникає необхідність у продовженні геологорозвідувальних робіт.

Ключові слова: газове родовище, техногенний вплив, тампонажний розчин, геологічне середовище.

TECHNOLOGICAL INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT OF THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF GAS FIELDS IN TRANSCARPATHIA

Mariana Medvid

Natalia Goptarova

Cand. Sci. (Geol.)

Lina Uhrak

Oleksandra Paliychuk

Cand. Sci. (Geol.)

Taras Uhrak

Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
76019 Ivano-Frankivsk, str. Karpatska, 15

The Zakarpattia gas-bearing region was singled out as part of the Carpathian oil and gas province in the late 80s of the last century after the discovery of Rusko-Komarivske, Solotvynske, Stanivske and Korolivske gas fields. According to the analysis, the degree of development of proven gas reserves is about 74 %, and therefore there is a need to continue exploration.

Key words: gas field, anthropogenic impact, grouting mud, geological environment.

Русько-Комарівське родовище розташоване в північно-західній частині Закарпатського прогину на території Ужгородського району Закарпатської

області України. Площа ліцензійної ділянки становить 7,0 км², родовища – 2,1 км². З метою вивчення промислового значення запасів газу у відкладах баденію та доробратівської світи в межах Русько-Комарівського газового родовища пробурено 13 свердловин загальною глибиною 28306 м, з них, 1-, 4-, 5-, 7-, 8-, 9-, 11-, 15-РК ліквідовані з геологічних причин. Свердловини 2-, 6-, 22-, 21-, 23-РК, сумарна глибина яких становить 9178 м, знаходяться в експлуатації [1, 2].

Джерелами техногенного впливу під час будівництва і експлуатації свердловин будуть: промивні, тампонажні розчини та рідини для відновлення проникливих властивостей робочих зон пластів; бурові стічні води (БСВ) і буровий шлам (БШ); продукти випробування та освоєння свердловин (пластові флюїди); продукти згорання палива в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ), а також викиди від спалювання газів у факелах; матеріали і хімреагенти для приготування промивних рідин і тампонажних розчинів; побутові і промислові стічні води; відходи спорудження бурової установки [3].

Можливі причини і шляхи надходження забруднювальних речовин в навколишнє середовище можуть бути технологічні і аварійні.

Забруднююча здатність бурових розчинів залежить від кількості і технологічної характеристики хімічних реагентів, що застосовуються для їх обробки. Вибурена порода за своїм складом нетоксична, але в середовищі бурового розчину її частинки адсорбують на своїй поверхні його складові речовини, що може негативно впливати на рослинний світ, поверхневі і ґрунтові води.

Під час випробування, освоєння та експлуатації свердловин, з УПГ можливі надходження в атмосферу речовин, які викликають мікрокліматичні зміни переважно у робочих зонах об'єктів. Викиди у повітря, наприклад, вуглеводнів або сажі від факельних установок за підвищеної вологості повітря викликають штучні тумани (смоги) або локальне підвищення температури. Ці мікрокліматичні зрушення є недовготривалими і загрози для життя не представляють.

Можливе незначне забруднення повітря за рахунок випробування вуглеводнів з розчину циркуляційної системи, ємностей для його приготування і шламових накопичувачів тощо.

Під час випробування свердловин не виключене короточасне випаровування пластових флюїдів, аварійні викиди газу в процесі цементувальних, зварювальних і ремонтних робіт, кислотних обробок привибійної зони. Шкідливі викиди також супроводжують роботу транспортних машин.

Під час спалювання газоподібних вуглеводнів на факелах вимірами ВАТ „Укрнафта” встановлено, що максимальні викиди в атмосферу не перевищують (кг на свічу): оксиду вуглецю – 4, насичених вуглеводнів – 5, двоокису азоту – 1, сажі – 2. За тими ж даними, експлуатація газових і газоконденсатних свердловин в нормальному режимі не приводить до перевищення сумарних викидів в атмосферу вуглеводнів від метану до гексану більше 0,049 г/с. Ці концентрації розсіюються до гранично допустимих значень вмісту, як правило, в межах санітарно-захисних зон об’єктів (СЗЗ) [4].

Техногенне порушення геологічного середовища в межах даного родовища відбулося до глибини 4521 м і буде відбуватися внаслідок буріння свердловин.

Ступінь порушеності геологічного середовища на даний час не перевищує $2,7 \times 10^{-4} \%$, в майбутньому – $3,5 \times 10^{-4} \%$.

Будівництво свердловин проводиться в межах технологічних майданчиків, що вибираються на малопродуктивних, невідтоплених, незаболочених землях. Норми площ під будівництво свердловин встановлюються згідно з ГСТУ 41-00032-626-00-003-96, а під майданчики експлуатаційних свердловин згідно з СОУ 73.1-41-11.00.01:2005.

Вибір місця розташування майданчика під бурову проводиться з врахуванням розміру санітарно-захисних зон (СЗЗ) для газових свердловин, які становлять 500 м згідно до вимог ДСП 379/1404-96 зі змінами, внесеними наказом МОЗ України № 362 від 02.07.2007 р.

З метою запобігання хімічного забруднення підземних горизонтів питних вод буріння під кондуктор проводиться на нетоксичних бурових реагентах, а затрубний простір цементується від башмака до гирла. Довжина кондуктора вибирається із розрахунку надійного перекриття всіх горизонтів питних вод. На Русько-Комарівському родовищі для перекриття нестійких, здатних до обвалювання і поглинання, осипання четвертинних відкладів, ізоляції підземних вод передбачений спуск кондуктора $\varnothing 245$ мм на глибину 130 м і цементування його до гирла.

Для скорочення до мінімуму витрат технічної води в процесі будівництва свердловини на буровій рекомендується використати зворотне водопостачання. На буровій запланована система збору бурових стічних вод для повторного їх використання, а також траншея відводу дощових і талих вод.

Якщо пластові флюїди попадають на ґрунт під час розгерметизації обладнання, трубопроводів і технологічних резервуарів, забруднену ділянку оконтурюють траншеями із протифільтраційними екранами. Забруднені ґрунти у короткий термін очищають та вивозять для захоронення у спеціально відведені

місця. Ділянка знешкодженого забруднення підлягає технічній і біологічній рекультивації (СОУ 73.1-41-11.00.01:2005, СанПиН 3183-84).

Кожна видобувна свердловина на поверхні повинна мати бетонований майданчик, обмежений бордюром та каналізаційною системою для відведення пластових флюїдів і технологічних рідин у спеціальний герметичний резервуар під час проведення ремонтних робіт.

Екологічні обмеження техногенного впливу розробки на атмосферу передбачають розрахунок і встановлення розмірів санітарно-захисних зон (СЗЗ) навколо об'єктів нафтопромислу. Конфігурація СЗЗ враховує швидкість і розу домінуючих у районі вітрів.

Навколо видобувних свердловин встановлюються СЗЗ радіусом не менше 500 м згідно з вимогами ДСП 379/1404-96.

Для охорони та запобігання забруднення атмосферного повітря передбачено: відведення продуктів згорання палива при роботі ДВЗ у загальний колектор з гідравлічним замком, в кінці якого встановлюється ємність об'ємом 1 м³; відведення газу в трубопровід або спалювання його надлишків на факелі; зберігання паливно-мастильних матеріалів в герметично закритих ємностях; монтаж на гирлі свердловини противикидного обладнання.

Всі роботи повинні виконуватись згідно з санітарними нормами на підприємстві і згідно з ГОСТ 17.2.3.02-78.

Шумовий вплив на оточуюче середовище за межами СЗЗ промислових об'єктів не повинен перевищувати 60 децибел. Для зменшення шумового впливу рекомендується встановлювати на гумові прокладки та звукоізолюючі корпуси і кожухи обладнання, яке є джерелом шуму, а також дотримуватись правил експлуатації механізмів і своєчасно проводити їх ремонти.

Після закінчення буріння і випробування свердловин роботу з технічної рекультивації необхідно проводити в такій послідовності: демонтаж і вивезення обладнання та залізобетонного покриття; очищення земельної ділянки від металобрухту та інших матеріалів; очищення БСВ, обеззаражування і нейтралізація БШ; провести планування території і нанести родючий шар ґрунту на земельну ділянку.

Біологічний етап рекультивації проводиться постійним землекористувачем за рахунок коштів, передбачених проектно-кошторисною документацією на спорудження свердловин.

Відповідальними за стан довкілля під час бурових робіт є начальник підрозділу глибокого буріння та буровий майстер, а під час експлуатації родовища – керівний склад організації-розробника.

Надрокористувач несе повну відповідальність за збереження родючого ґрунту природного стану довкілля, а саме: якісне знешкодження і захоронення відходів буріння, за весь комплекс робіт з технічної рекультивації та своєчасну передачу рекультивованих земель і під'їзних шляхів землекористувачу.

Всі випадки забруднення та заходи щодо його ліквідації фіксуються у журналі з охорони праці та збереження довкілля. Там же вказуються дані про кількість та якість очищення стічних вод та їх використання.

Перевірка виробничої діяльності підприємства проводиться періодично місцевими природоохоронними органами та інспекцією “Держгіртехнагляд”.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Багнюк М.М. Корективи показників розробки Русько-Комарівського газового родовища. Звіт ПОГ «НВП УНГА». Львів. 2013. 185 с.
- 2 Корж М.М. Оперативний підрахунок приросту запасів ВВ Русько-Комарівського газового родовища за результатами геологорозвідувальних робіт проведених у 2014 р. м. Полтава, 226 с.
- 3 Охорона довкілля. Природоохоронні заходи під час споруджування свердловин на нафту та газ: СОУ 73.1-41-11.00.01:2005. [Чинний від 01.12.2005]: Держгеолслужба України. 2005. 109 с.
- 4 Постанова кабінету міністрів України №2024. Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів. Київ, 1998р.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОСВОЄННЯ РЕСУРСІВ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ НА ЗАХІДНИХ ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ

Я. Лазарук

доктор геологічних наук

С. Гарасим

Г. Гривняк

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова, 3а

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення енергозалежності України та активним пошуком альтернативних джерел енергії, що робить проблему екологічних наслідків видобутку сланцевого газу надзвичайно важливою для суспільства і держави. Оцінені основні чинники негативного впливу на навколишнє середовище від ймовірного промислового видобування сланцевого газу.

Ключові слова: екологія, видобуток, сланцевий газ, гідророзрив пластів, забруднення.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SHALE GAS RESOURCES IN THE WESTERN AREAS OF UKRAINE

Ja. Lazaruk

Doctor of Geological Sciences

S. Harasym

H. Hryvnyak

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine,
79060, Lviv, st. Naukova, 3a

The relevance of the topic is due to the need to increase Ukraine's energy dependence and the active search for alternative energy sources, which makes the problem of the environmental consequences of shale gas extraction extremely important for society and the state. The main factors of the negative impact on the environment from the probable industrial extraction of shale gas have been assessed.

Key words: ecology, mining, shale gas, hydraulic fracturing, pollution.

У всьому світі активно проводяться дослідження щодо нетрадиційних ресурсів вуглеводнів, зокрема в США, Канаді, Китаї. Зважаючи на енергетичну залежність України, це питання є надзвичайно актуальним і для нашої країни.

Сланцевий газ – це природний газ, що в основному складається з метану, і видобувається із сланцевих порід, які залягають у малопроникних глинисто-алевритових осадових гірських породах. Вперше сланцевий газ почали видобувати у промислових масштабах у США, згодом – у Канаді. Завдяки сланцевому газу США вийшли на перше місце у світі з видобутку газу. Зараз накопичився значний обсяг інформації про розподіл сланцевого газу по стратиграфічних комплексах, його ресурси, технології видобутку не тільки в Північній Америці, але й у багатьох нафтогазоносних басейнах світу [6, 7, 8].

Україна теж має значний потенціал для видобутку сланцевого газу. Одним з перспективних районів вважається Волино-Подільська окраїна Східноєвропейської платформи. Найперспективнішими комплексами порід є кембрійські, ордовіцькі та силурійські відклади.

І.М. Куровець та І.М. Наумко [3] зазначають суттєвий нафтогазоносний потенціал структур Львівського палеозойського прогину, особливо його північно-західної частини. І.М. Куровець та Д.М. Дригант [2] вказують на перспективність силурійських порід південно-західної частини Східноєвропейської платформи для пошуку сланцевого газу.

І.Б. Губич і Я.Г. Лазарук зі співавторами [1, 5] також вважають перспективними пошуки сланцевого газу в палеозойських відкладах Волино-Поділля. Згаданими авторами виконана оцінка об'ємів сланцевого газу у відкладах силуру Олеської ділянки в кількості 1 трлн м³ [5].

Для видобутку сланцевого газу використовуються технології горизонтального буріння та гідророзриву пластів. У процесі буріння в свердловину закачують великі обсяги розчину, що складається з води, піску та хімічних сполук, які під високим тиском розривають породу. Це дає змогу вивільнити газ з ущільненої породи. Але проблема в тому, що повністю відкачати із свердловини розчин води і реактивів не вдається, і зазвичай приблизно половина цієї високотоксичної рідини залишається у свердловині.

На Заході України однією із найбільш перспективних ділянок для видобутку сланцевого газу є Олеська площа. Спецдозвіл на геологічне вивчення, дослідно-промислову розробку та промислове видобування сланцевого газу на цій ділянці у 2013 році отримала американська компанія Chevron. Однак з організаційних причин проєкт був заморожений. Тим не менше за нашими розрахунками для видобутку сланцевого газу з середнім коефіцієнтом вилучення 0,15 (тобто 150 млрд товарного газу) повинні бути пробурені 20 240 свердловин [4]. Кожна свердловина потребуватиме до 50 кластерних гідророзривів з інтервалом 15-30 м, на що витратиметься в середньому 20 тис. м³ води. Назагал для Олеської площі це складе понад 400 млн м³. Олеська ділянка знаходиться у водозбірних басейнах Дністра та Західного Бугу, де річний місцевий стік становить близько 226 тис. м³ з 1 км², що для всієї ділянки становить 1429 млн м³ води на рік. Таким чином, для гідророзривів потрібно майже 30% річного стоку цих річок. Одним з варіантів водопостачання могло б стати використання чотирьох таких затоплених кар'єрів, таких як Новояворівський. Однак це порушить гідродинамічну рівновагу та може активізувати карстові процеси, що і раніше спостерігалось під час видобутку сірки. Також це може негативно вплинути на лікувальні властивості води в курортній зоні Шкло. Попри

можливість повторного використання води для фрекінгу, значні об'єми відбору прісної води для технічних потреб у регіоні з обмеженими водними ресурсами створюють серйозні екологічні загрози.

При масових гідророзривах необхідно буде перевозити мільйони тон вантажів, зокрема близько тисячі 30-тонних машин з водою для кожної свердловини, що призведе до значного пилового, вібраційного та шумового забруднення довкілля. Процес також передбачає роботу потужних насосів для нагнітання рідини в свердловину. Через поступове зниження видобутку газу гідророзриви доведеться проводити повторно. Планувалося виконувати фрекінг у відкладах силуру на глибині 2–4 км з поширенням тріщин на 200 м від свердловин. З огляду на численні розломи на Олеській ділянці можливе проникнення хімічних речовин у приповерхневі води. Тому існує ризик забруднення ґрунтових водних горизонтів токсичними відходами виробництва, що може відбутися на значній відстані від кожної свердловини. Загроза стосується всього водозабору річки, де розпочали видобуток газу, тому не обов'язково жити поруч із свердловиною, щоб зазнати негативних наслідків для здоров'я.

Загальна площа вилучених земель для видобування сланцевого газу з Олеської ділянки становила б 10 тис га. Однак на заході України немає малозаселених регіонів, таких, наприклад, як в Техасі чи Пенсільванії США, тому скрізь, де планують видобуток сланцевого газу, є суттєві екологічні ризики.

Сланцевий газ вважається важливим енергоресурсом України, однак можливі екологічні проблеми, пов'язані з його промисловим видобуванням. Основні ризики зводяться до наступного:

1. **Забруднення водних ресурсів.** Процес видобутку сланцевого газу супроводжується ймовірним потраплянням токсичних хімічних речовин у ґрунтові води. Гідророзрив пластів може призвести до забруднення артезіанських і поверхневих вод. Крім того, порушення гідродинамічного режиму надр може також негативно вплинути на стабільність підземних водоносних горизонтів.

2. **Проблеми з відходами.** Під час видобутку генеруються великі об'єми відходів, включаючи бурові шлами та залишки фрекінгових рідин. Проблема з організацією полігонів для захоронення цих відходів та неправильна їх утилізація може призвести до забруднення земельних ресурсів.

3. **Вилучення земель зі складу територіальних громад.** Видобуток газу вимагає значних територій для розміщення газовидобувної інфраструктури, що призведе до значного скорочення територій, які місцеве населення використовує для проживання і господарської діяльності.

4. **Зростання шумового, пилового і вібраційного навантаження** теж є суттєвою проблемою видобування сланцевого газу.

5. **Викиди парникових газів.** Видобуток і транспортування сланцевого газу супроводжуватимуться значними викидами вуглекислого газу в атмосферу, який сприяє парниковому ефекту. Це може посилити зміни клімату.

6. **Порушення геологічної структури.** Буріння свердловин може призводити до зміни структури надр, що створює ризики зсувів, карсту та інших геологічних катастроф.

7. **Соціальні ризики.** Занепокоєння громадськості щодо екологічних наслідків видобутку сланцевого газу може спричинити протести та соціальні конфлікти.

Питання екологічної безпеки є ключовим аспектом при розгляді можливості видобування сланцевого газу на заході України. Використання технології гідророзриву пластів пов'язане з низкою ризиків: забруднення підземних вод, виснаження джерел водопостачання, складнощі утилізації хімічних рідин. Без належного управління цими факторами видобування сланцевого газу може призвести до суттєвих негативних наслідків для місцевої екосистеми та здоров'я людей.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Губич І., Крупський Ю., Лазарук Я., Сирота Т. Актуальні аспекти геології та геохімії сланцевого газу Волино-Поділля. *Геолог України*. 2012. № 1–2. С. 135–140.

Куровець І.М., Дригант Д.М., Чепіль П.М. Геолого-петрофізична характеристика басейнових дрібнозернистих порід силуру південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи. *Збірник наук. праць Ін-ту геол. наук НАН України*. 2010. Вип. 3. С.287–293.

Куровець І.М., Наумко І. М. Петрофізична і мінералофлюїдологічна характеристика розрізу деяких перспективно нафтогазоносних структур Львівського палеозойського прогину. *Наук. праці УкрНДМІ НАН України*. 2009. № 5. Ч. II. С. 92–98.

Лазарук Я.Г. Перспективи та проблеми освоєння джерел нетрадиційної вуглеводневої сировини Волино-Подільської нафтогазоносної області України. Стаття 2. Екологічні ризики промислового видобування сланцевого газу на території Олеської ділянки. *Геологічний журнал*. 2015. № 2. С. 21–26.

Лазарук Я.Г., Губич І.Б., Сирота Т.О. Геохімічні дослідження та підрахунок ресурсів сланцевого газу в межах північно-західної частини Волино-Поділля. *Мін. ресурси України*. 2012. № 2. С. 13–16.

. Poprawa P. Shale gas hydrocarbon system – North American experience and European potential. *Przegląd Geologiczny*. 2010. V. 58, № 3. P. 216–225.

. Shale Gas Potential of Selected Countries in Europe, North Africa and the Near East By Jessica Hill & Stewart Whiteley /<http://www.findingpetroleum.com/files/event10/petrenel>.

. Vello Kuuskraa, Scott Stevens, Tyler Van Leeuwen, Keith Moodhe. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States. *U.S. Department of Energy*. Washington, DC 20585. April 2011. – 353 p.

ЗАСТОСУВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ПЛЕІВ ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ

Ганна Лівенцева

Ph. D. in Geology, Contract Researcher

Geosciences Barcelona (GEO3BCN-CSIC) Institute, Barcelona, Spain,

hliventseva@geo3bcn.csic.es

Анастасія Барило

науковий співробітник

Геотермальний відділ, ІБЕ НАН України, abarilo@ukr.net

Головною проблемою геотермальної енергетики залишається слабка готовність ресурсної бази. Україна має величезний масив необроблених даних, але ця інформація не систематизована і не доведена до зручного вигляду. Систематизація даних має здійснюватися на основі класифікацій, адаптованих до зарубіжних аналогів, стандартизації термінології та визначення спеціалізованих понять.

Ключові слова: геотермальні плеї, геотермальні ресурси, конвекція, кондукція

APPLICATION OF THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF GEOTHERMAL PLAYS FOR THE CONDITIONS OF UKRAINE

Hanna Liventseva

Ph. D. in Geology, Contract Researcher

Geosciences Barcelona (GEO3BCN-CSIC) Institute, Barcelona, Spain,

hliventseva@geo3bcn.csic.es

Anastasia Barylo

Researcher

Geothermal Energy Department, Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine, abarilo@ukr.net

The main problem of geothermal energy remains the weak preparedness of the resource base. Ukraine has a huge array of raw data, but this information is not systematized and not brought to a user-friendly form. Systematization of data should be carried out on the basis of classifications adapted to foreign analogues, standardization of terminology and definition of specialized concepts.

Key words: geothermal plays, geothermal resources, convection, conduction

Комплексна багатопараметрична класифікація, розроблена І. Моек базується на геологічному контролі та тепловому режимі геотермального об'єкта. Ця класифікація поділяє геотермальні утворення на основі способів теплопередачі на конвективні (CV) і кондуктивні (CD) типи. Перевага класифікації полягає в зручності систематизації інформації у вигляді геотермальних каталогів, а також можливості поповнення каталогів даними, отриманими на наступних етапах геотермічних досліджень. Класифікація геотермальних ресурсів на основі типів геотермальних плеїв, застосована до первинних геологічних структур України, дала можливість районувати

територію за геотермічними умовами. Визначено та описано п'ять перспективних об'єктів в Україні, кожному з яких присвоєно відповідний індекс Моек. Автори ввели нові підтипи з урахуванням геотермальних характеристик України. Наступний етап передбачає зонування на основі структур нижчого порядку, кількісну оцінку їхніх геотермальних запасів і вибір перспективних місць для комерційних підприємств, спрямованих на створення систем геотермальної енергії.

Таблиця 1

Типи геотермальних плів за І. Моек, 2013 [1]

Тип плею			Геологічне середовище	Джерело тепла	Домінуючий механізм транспортування тепла
Конвективний тип теплопередачі CV (перенесення тепла в рідинах, газах або сипких середовищах потоками самої речовини)	CV1 Магматичний	CV-1a Екструзія (вулканічне виверження в'язкої лави)	Магматичні дуги, серединно океанічні хребти, гарячі точки	Активний вулканізм, неглибокі магматичні осередки	Магматично-гідротермальна циркуляція
		CV-1b Інтрुзія (проникнення магми в товщу земної кори)	Магматичні дуги, серединно океанічні хребти, гарячі точки	Активний вулканізм, неглибокі магматичні осередки	Магматично-гідротермальна циркуляція, тектонічне контролювання
	CV-2 Плутонічний	CV-2a Нещодавній або активний вулканізм	Конвергентні межі (сходження літосферних плит) з недавнім плутонізмом (менше 3 млн. років) Молодий орогенез, посторогенна фаза	Молоді інтрузії + кислий плутон	Магматично-гідротермальна циркуляція, тектонічне контролювання
		CV-2b Неактивний вулканізм	Конвергентні межі з недавнім плутонізмом (менше 3 млн. років)? Молодий орогенез, посторогенна фаза	Молоді інтрузії + кислий плутон, елемент, що виділяє тепло в породі	Гідротермальна циркуляція, тектонічне контролювання
	CV-3 Область розтягування		Метаморфічні комплекси ядра, задуговий басейн, міжконтинентальні рифти	Утончена кора+підвищений теплопотік, недавні області розтягування	Тектонічне контролювання, гідротермальна циркуляція
Кондуктивний тип теплопередачі CD (пряма передача тепла від теплішого тіла до холоднішого за відсутності їх переміщення)	CD-1 Внутрішньократонний басейн		Внутрішньократонні/рифтові басейни, пасивні окраїни басейну	Утончена літосфера та осідання	Літо/біофаціальне контролювання
	CD-2 Орогенний пояс		Передовий басейн у складчастих і насувних поясах	Корове навантаження та опускання, що прилягає до потовщеної кори	Тектонічне/розломне контролювання, літо-біофаціальне контролювання
	CD-3 Кристалічний фундамент		Інтрузія в рівнинну місцевість	Елемент, що виділяє тепло в породі, гаряча інтрузивна порода	Гаряча суха порода, тектонічне/розломне контролювання

За класифікацією геотермальних плів І.Моек авторами визначено типи найважливіших геологічних структур України за їх геотермічними умовами.

Ключові фактори: місце об'єкта в системі тектонічних плит, стадія тектогенезу, структурні та геологічні особливості, літологія, гідрогеологічні та геотермічні умови, переважаючий тип теплообміну, тепловий баланс, джерело тепла, магматичні та вулканічні процеси та вплив соляної тектоніки.

Результати визначення типів геотермальних плеї для основних структур України наведено в Табл. 2.

Таблиця 2

Визначення структур України за класифікацією І. Моек [2-5]

Назва структури (аббревіатура)	Індекс	Тип теплопередачі	а. Геодинамічна обстановка; б. Геологічний контроль; с. Глибина залягання фундаменту	а. Джерело тепла; б. Умови зберігання та споживання тепла	Температура, °C на глибині			Тепловий потік, mW/m ²	Гідрогеологічні умови	Наявність покладів вуглеводнів; Ступінь вироблення, %.	Оцінка наявних ресурсів, tce*/m ²
					3 км	5 км	10 км				
1	2	3	4	5	6			7	8	9	10
Закарпатський прогин (TD)	CD-2	Кондуктивний	а. Внутрішній прогин орогенного типу, перекритий молодією пізньоальпійською структурою; б. Тектонічні порушення, ефузивний та інтрузивний вулканізм, складчастість, літологічний контроль; в. 0,5-5 км	Високий тепловідтік за рахунок розрідження; Висхідна конвекція тепла рідинами вздовж розломів; б. Осадочний чохол містить потужні товщі глинистих порід, які сприяють збереженню тепла; Сольові діапіри – теплообмінні канали	100-200	160-265	300-500	77-133	Артезіанський басейн; Водоносні горизонти необмежені за протяжністю та ізолювані; Збагачення води зазвичай низьке; Загальна область живлення – КСС, висхідна фільтрація флюїдів по розломах	Невеликі родовища нафти; Поклади газу важковидобувні, прилеглі до брахі-антикліналей	2,44; Частково використовується в бальнеології та рекреації
Передкарпатський Прогин (PD)	CD-2	Кондуктивний	а. Передгірний орогенний прогин, молода пізньоальпійська (ранньонеогенова) структура; б. Великі тектонічні порушення, насуди (внутрішня зона прогину насунута на зовнішню), скиди; Складчастість, літологічний контроль; с. 1,5-4,5 км	а. Досить високий тепловий потік через близькість до Карпатського орогену; б. Потужний осадочний чохол, що складається переважно з глинистих порід із спорадичними ізолюваними водоносними горизонтами всередині нього; Насув створює сприятливі умови для збереження тепла	65-120	110-170	150-300	32-80	Артезіанський басейн; Водоносні горизонти необмежені та ізолюваними; Збагачення води зазвичай низьке; Загальна зона живлення – ССП; Локальна висхідна фільтрація флюїдів уздовж розломів	У зовнішній частині зосереджені родовища газу, у внутрішній — нафти; близько 90	2,34

Дніпровсько-Донецька Западина (DDD)	CD-1	Кондуктивний	а. Інтракратонний рифт, замкнутий внутрішньоплатформеним авлакогеном, з потужною товщею мезозойсько-кайнозойських відкладів; б. Розломно-блокова тектоніка, галокінез, складчастість, літологічний контроль; с. 0,5- 22,5 км	а. Тепловий потік середній, але значні потужності осадових порід. Домінує кондукція; в крайових глибинних розломах структури домінує конвекція. б. Соляний діапіризм (теплообмінні канали і потоки між водоносними горизонтами)	60-100	90-130	150-250	31-66	Великий артезіанський басейн; Система потужних, протяжних водоносних горизонтів і комплексів, Система регіональних водотоків; Високе збагачення водою; Загальна зона живлення – СЄП	ДДЗ є основним нафтогазовидобувним регіоном України; в середньому - 56%	2,18
Донецька Складчаста Споруда (DFS)	CD-1	Кондуктивний	а. Девонський авлакоген, що залягав на добайкальському фундаменті і зазнав деформації у пізньому герцинському періоді; б. Глибинні розломи, диз'юнктиви, флексури, великі складки, ускладнені серією менших складок, літологічний контроль; с. 7-22 км	а. Потужний осадовий чохол. Максимальні теплові потоки приурочені до зон, розташованих в осадових товщах над розломами фундаменту; б. Висока теплопровідність соляних діапірів зумовлює локальні позитивні термічні аномалії порід покрівлі	70-140	110-220	200-400	27-133	Гідрогеологічний масив пластово-тріщинних і тріщинно-жильних вод і численні артезіанські мульчі; Невідповідність водоносних горизонтів за площею і розрізом; Збагачення води дуже різноманітне, іноді дуже високе; Загальна зона живлення – крайові частини споруди; міграція вздовж розломів	Метан вугільних пластів	2,22
Причорноморська Западина (BSD)	CD-2	Кондуктивний	а. Зона субдукції, мезозойсько-кайнозойська епіконтинентальна улоговина, на яку накладається молода крейдова структура; б. Глибинні розломи, прогини, розломи різної амплітуди, довжини та віку, структурні виступи, западини та локальні підняття; с. 0-5 км	а. У північній частині тепловий потік середній через значне опускання земної кори внаслідок навантаження продуктами ерозії; у південній частині тепловий потік високий, пов'язаний із субдукцією; б. Потужний осадовий чохол із природною втратою тепла від нагрітих шарів до менш нагрітих	70-140	110-220	200-400	38-92	Артезіанський басейн; Нестійкий розподіл водоносних і водотривких горизонтів; Ізольовані водоносні горизонти; Зазвичай високий ступінь водозбагачення; Загальний район живлення – південна частина СЄП та Кримський хребет	Один з найбільших нафтогазових регіонів світу	2,25; Частково використовується в бальнеології та рекреації

Виходячи з характеристик структур України, описаних в Табл 2. за класифікацією геотермальних плей, автори визначили підтипи основних геотермальних плей для України, які наведені в Табл. 3 та зображені на Рис. 1.

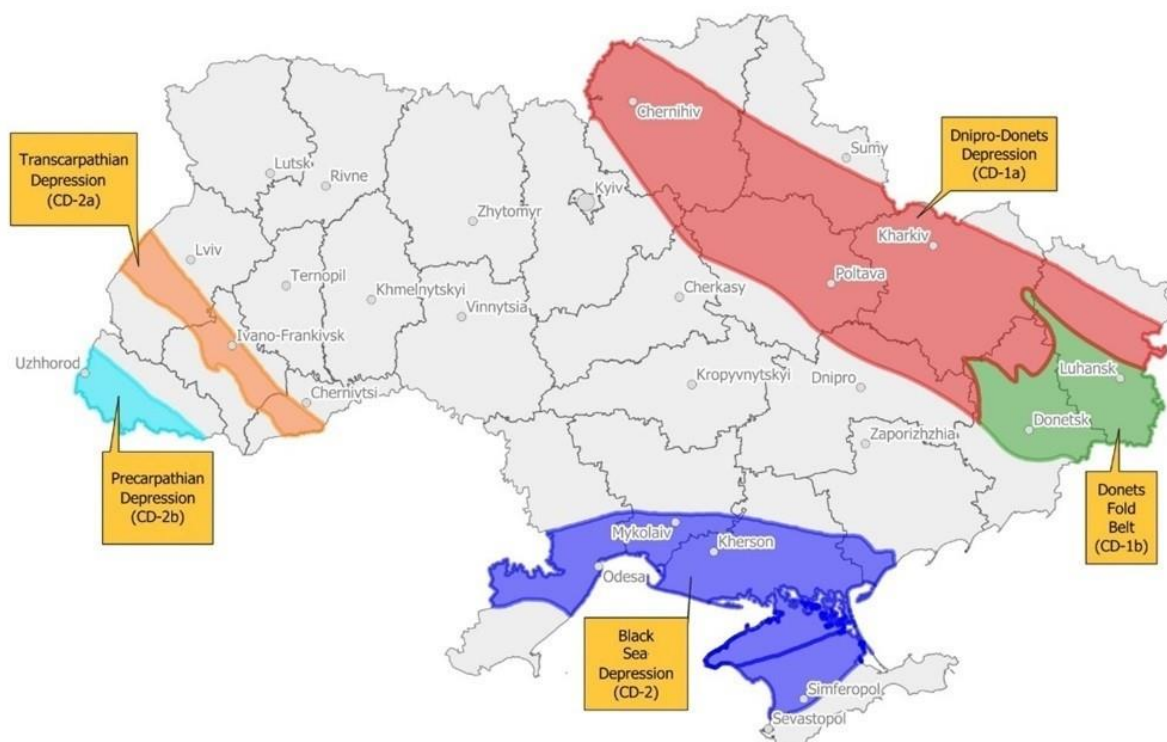


Рисунок 1. Районування території України за типами геотермальних плів

Таблиця 3

Підтипи кондуктивних геотермальних плів України

Структура	Тип		Геодинамічне середовище Джерело тепла	Умови збереження та транспортування тепла
Дніпровського-Донецька Западина (DDD)	CD-1a	Авлакоген	Розтягнення і потоншення земної кори, підйом астеносфери, древній магматизм; потужний осадовий чохол	Велика глибина залягання водоносних шарів; Літологічно-фаціальний контроль; Тріщинний контроль Сольові діапіри – теплообмінні канали
Донецька Складчаста Спорука (DFB)	CD-1b	Складчаста структура на основі рифту	Витончення земної кори через розтягування, древній магматизм; Конвергентна складчатість	Літологічно-фаціальний контроль; Вихід давніх порід на поверхню завдяки складчастості
Закарпатський Прогин (TD)	CD-2a	Орогенний пояс Неогеновий магматизм	Потоншення земної кори; Підняття астеносфери; Новітній вулканізм, магматизм; Активні розломи	Осадовий чохол містить потужні шари глинистих порід, які сприяють збереженню тепла; Соляні діапіри є теплообмінними каналами; Активні розломи
Передкарпатський прогин (PD)	CD-2b	Орогенний пояс Відсутність магматизму, Насуви	Потоншення земної кори за рахунок просування КСС та осадонакопичення; Активні розломи	Осадовий чохол містить потужні шари глинистих порід, які сприяють збереженню тепла; Насуви

REFERENCES

- 1- Nador, Part II – Introduction to deep geothermal energy: play types, potential estimation methods, geothermal modelling, classification of resources/reserves. Basic concepts of deep geothermal energy., 2017. https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/09/1f53379454bd1499fbb2907ac041878adbefadd5.pdf.

- 2- Moeck I.S. A new 'geothermal play type' catalog: Streamlining exploration decision making, in: Proceedings, Thirty-Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Stanford, California, 2014.
<https://pangea.stanford.edu/ERE/pdf/IGAstandard/SGW/2014/Moeck.pdf>.
- 3- Moeck I.S. Catalog of geothermal play types based on geologic controls. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 37. 2014. 867–882. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.032>.
- 4- Moeck I.S., Bendall B., Minnig C., Manzella A., Yasukawa K., Geothermal Play Typing – Current Development and Future Trends of a Modern Concept for Geothermal Resources Assessment, in: *Proceedings World Geothermal Congress 2020*, Reykjavik, Iceland, 2020.
- 5- Liventseva H. Barylo A. Classification of geothermal resources based on the geothermal play types and its application to the conditions of Ukraine <https://www.academia.edu/124973981/>

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ

М. Р. Подольський

канд. техн. наук

О. В. Гвоздевич

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова, 3А

На прикордонних територіях заходу України розташовано багато покладів нафти та газу. Протягом десятків останніх років видобувна діяльність на цих об'єктах велася не в повній відповідності до вимог охорони природи. Запропоновано комплексний моніторинг екологічної безпеки технологічних об'єктів для сталого розвитку прикордонних територій.

Ключові слова: моніторинг, нафта, газ, сталий розвиток.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

M. R. Podolsky,

PhD

O. V. Gvozdevych

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine,
79060, Lviv, Naukova str., 3A

Lot of an oil and gas deposits at near border territories of Ukraine are situated. During tens of last years, the extraction activity at those objects was provided not in full accordance to demands of nature conservation. The complex monitoring of ecological safety of technological objects for sustainable development of near border territories are proposed.

Key words: monitoring, oil, gas, sustainable development

На прикордонних територіях заходу України розміщені нафтові і газові промисли, Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн, родовища сірки та інші техногенні об'єкти до прикладу підземні сховища газу, полігони твердих побутових відходів, кар'єри будівельних матеріалів, терикони відходів вуглевидобутку тощо. Діяльність видобутку корисних копалин на деяких гірничих підприємствах в попередні десятиліття здійснювалась без належної уваги до збереження довкілля, що у багатьох випадках призвело до неконтрольованого погіршення екологічних показників.

Сучасний сталий розвиток прикордонних територій можливий лише за умови комплексного забезпечення екологічної безпеки діяльності техногенних об'єктів, тому вивчення та прогнозування їх впливу на довкілля стали ще більш актуальними для України, коли наша держава отримала статус кандидата у члена Європейського Союзу. В останні роки Інститутом геології і геохімії горючих

копалин Національної академії наук України, надалі «Інститут», виконується низка науково-дослідних робіт, присвячених тематиці екологічної безпеки гірничо-видобувних, переробних та інших підприємств на прикордонних територіях. Так, для Інституту одним із головних напрямків науково-дослідницьких робіт затверджено розробку наукових засад і раціонального використання природно-ресурсного потенціалу для сталого розвитку західного регіону України. У зв'язку з цим проводяться дослідження змін геологічних умов під впливом гірничо-видобувної діяльності в районах окремих нафтових, газових та вугільних родовищ, а також в зонах розташування інших техногенних об'єктів.

Основними об'єктами досліджень впливу на довкілля є: законсервовані та діючі родовища нафти; законсервовані та діючі родовища газу; законсервовані та діючі родовища вугілля; нафтові та газові трубопроводи; підземні сховища газу; полігони твердих побутових відходів; кар'єри; вугільні терикони та інші відвали переробних підприємств.

При дослідженнях вивчається їх вплив на геологічні умови, екологічні показники поверхневих та підземних вод, землі і повітря, а також встановлюються тенденції змін і розробляються пропозиції та способи комплексного забезпечення екологічної безпеки. Саме комплексну екологічну безпеку слід вважати визначальною при плануванні і проведенні гірничих робіт в сучасних умовах інтенсифікації розвитку економіки та міжнародної співпраці України. Не менш важливе значення має комплексне забезпечення екологічної безпеки і при припиненні експлуатації і консервації гірничих та інших техногенних об'єктів, а також нейтралізація негативних впливів старих вичерпаних промислів, до прикладу при закритті вугільних шахт регіону.

Особливо небезпечними явищами, в екологічному аспекті, є аварії, котрі трапляються підчас буріння і випробування свердловин. Найчастіше - це неконтрольоване фонтанування нафти і газу із свердловин, внаслідок чого значні терени заливаються нафтою, а викиди газу спричиняють забруднення атмосфери вуглеводневими газами (в основному, метаном і, в меншій мірі, його гомологами), а крім того втрачаються мільйони кубічних метрів природного газу і тони нафти.

Порушення технології проходки та експлуатації свердловин в Бориславському нафтопромисловому районі призвело до загазованості території родовищ, в тому числі м. Борислава. Причинами цього є неякісне цементування обсадних колон в процесі облаштування свердловин, а також їх герметизації при ліквідації [1].

У процесі освоєння і експлуатації нафтових і газових родовищ виникає низка екологічних проблем, які охоплюють: забруднення навколишнього середовища, внаслідок проведення обробки свердловин різними хімічними реагентами на незадовільному технологічному рівні; перетоки пластових флюїдів з осередків їх скупчення до приповерхневих четвертинних відкладів і на поверхню через тектонічно рухливі зони біля свердловин, які утворились в результаті порушення нормативних вимог вторинних методів збільшення нафтовидобутку; вплив газових промислів та підземних сховищ газу на геологічне середовище і атмосферу.

Бориславське нафтогазове родовище одне з найстаріших в Європі, експлуатація якого почалась ще в XIX столітті. Перші нафтові копальні тут виникли у 20-х роках на ділянці «Дучки» на громадському пасовищі, хоча нафтові прояви були відомі значно раніше.

З моменту винаходу способів фракційного крекінгу нафти та створення гасової лампи різко зростає попит на гас. Борислав стає одним із основних центрів нафтовидобутку. У 60-х роках XIX ст. тут було викопано 5000 шахт (криниць-копанок) глибиною 35-40 м, в окремих випадках до 150 м., які розміщувались дуже близько одна до одної (8-10 м). З другої половини XIX ст. і до 1945 року родовище розроблялося приватними фірмами, а з 1945 року - підприємством «Бориславнафтогаз».

Свою частку в процес природного забруднення ґрунтів вносять газопрояви на території міста, що інтенсивно відновились, починаючи з 90-х років XX ст. Проблема ускладнюється геологічною будовою родовища і наявністю чисельних тектонічних порушень гірських порід, великою кількістю ліквідованих без додержання необхідних умов гірничих виробіток (свердловини бурились і ліквідовувались без належної герметизації стовбурів).

Таким чином, внаслідок довготривалої експлуатації нафтогазового родовища, територія м. Борислава зазнала негативної дії як природних, так і техногенних факторів. В даній ситуації виникла потреба в комплексі природоохоронних заходів, що не можливі без проведення екологічного моніторингу довкілля. У 2003 - 2006 рр. Інститутом в рамках міжнародного проекту вперше був здійснений комплексний екологічний моніторинг забруднення ґрунтів, повітря, підземних та поверхневих вод м. Борислава.

Розраховані коефіцієнти забруднення ґрунтів по кожному з важких металів відносно ГДК та відносно фонового значення. Ступінь забруднення ґрунтів відносно ГДК характеризують небезпеку забруднення за впливом на людський організм. Результати розрахунку ступеню забруднення ґрунтів відносно фонових значень вказують на величину привнесеного (антропогенного) забруднення.

Наявність значної кількості об'єктів нафтогазовидобувного комплексу на теренах Борислава спричиняє ризик техногенного забруднення природних вод.

Україна, в силу свого геополітичного положення, інтегрована в міжнародну транспорту сітку, її територією перекачуються значні обсяги природного газу. Важливою ланкою процесу транспортування, а також створення запасів для власного споживання займають підземні сховища газу (ПСГ). На території Західної України експлуатується велика кількість підземних сховищ газу (Богородчанське, Дашавське, Угерське, Опарське та інші). В основному для ПСГ використовуються природні резервуари, герметичність яких доведена розміщенням у них на протязі довгого геологічного часу покладів газу, але небезпечним фактором є все ж значна кількість свердловин, частина яких є негерметична та циклічність активного використання ПСГ, що призводить до збільшення втрат газу в часі. Також у межах сейсмоактивних геосинклінальних областей можуть проявлятися витoki газу. При експлуатації сховищ газу практично завжди існують перетоки газу із продуктивних пластів у водоносні горизонти, що залягають вище, і далі аж до поверхні землі.

У будь-якому конкретному випадку проектування, чи на наступних стадіях спорудження, експлуатації, ремонту або реконструкції слід максимально точно передбачити всі можливі випадкові дії та впливи об'єктів нафтогазової промисловості на навколишнє середовище. Слід враховувати, що небезпека викидів у атмосферу визначається не тільки їх сумарним числом, але й тим, що, по-перше, на протязі довгого часу кількість речовин, забруднюючих атмосферу, накопичуються; по-друге, забруднюючі речовини розподілені не рівномірно та в деяких місцях їх концентрація є недопустимо великою; по-третє, навіть малі концентрації деяких речовин є небезпечними. Отже, система екологічного моніторингу резервуарів для зберігання газу повинна забезпечувати постійний контроль та повноту інформації.

Таким чином, комплексний моніторинг оцінки герметичності підземних сховищ газу включає: профільні приповерхневі дослідження, які дозволяють виявити загальні закономірності розподілу приповерхневих температур на території дослідження; детальні геотермічні дослідження дають можливість визначити ділянки підвищеної загазованості та встановити герметичність свердловин; проведення на вищевказаних ділянках та в околицях негерметичних свердловин геохімічних досліджень.

Встановлено, що склад і дебет газів в зонах загазованості змінюється по вертикалі та по поверхні і в часі. Постійне вилучення вуглеводнів сприяє зменшенню рівня загазованості території, тому повне припинення нафтовидобутку на Бориславському родовищі без нейтралізації газової емісії

становить потенційну екологічну загрозу. Для ефективної нейтралізації газової емісії можна комплексно використати деякі відомі підходи, до прикладу, дослідження газової емісії необхідно проводити за певною методикою, яка би дозволяла приймати обґрунтовані рішення при розробці систем нейтралізації газопроявів.

Така методика містить приповерхневу газову зйомку (статичні дослідження), зонування газопроявів з визначенням місць розташування вузлів моніторингу та/або газовідвідних свердловин, створення контрольних газовідвідних свердловин та визначення дебіту газової емісії (динамічні дослідження). Для екологічного забезпечення довкілля в нафтогазоносних регіонах України потрібно організувати їхній комплексний екологічний моніторинг, що позитивно сприятиме екологічній безпеці та сталому розвитку територій [2, 3].

Для забезпечення екологічної безпеки на прикордонних територіях України найбільш доцільно проводити роботи за спільними синхронізованими дослідницькими програмами за участю провідних українських і європейських науково-дослідних та гірничих інституцій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гвоздевич, О., Кульчицька-Жигайло, Л., & Подольський, М. Зменшення емісії природного газу нафтових родовищ на прикладі міста Борислава. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2021. Режим доступу – <https://doi.org/10.36074/logos-26.02.2021.v2.02>
2. Дудок І.В., Павлюк М.І., Подольський М.Р., Гвоздевич О.В. Проблеми попередження надзвичайних ситуацій при розробці родовищ горючих копалин на прикордонних територіях України та Польщі. *Проблеми прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій природного, природно-техногенного та техногенного походження: Матер. конф. (АР Крим, Ялта, 5–9 жовтня 2009 р.)*. НПП «Екологія наука техніка». 2009. С. 67-68.
3. Пукіш, А.В., Дригулич, П.Г., Адаменко Я.О. Аналіз заходів щодо зниження рівня загазованості міста Борислава. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2015. 1(11), 70-75. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2015_1_12

МІНЕРАЛЬНА АДСОРБЦІЙНА СУБСТАНЦІЯ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ВАЖКИХ ІЗОТОПІВ ВОДНЮ

І. М. Севрук

кандидат геологічних наук

О. В. Пушкар'єв

доктор геологічних наук

О. В. Зубко

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,
проспект Академіка Палладіна, 34А, Київ, 03142, Україна

На основі виконаних експериментальних досліджень оцінена можливість та ефективність застосування монтморилоніту, сапоніту та кліноптилоліту для фракціонування важких ізотопів водню у водному розчині H(D,T)O. У стаціонарних водно-мінеральних системах відбулося міжфазове фракціонування важких ізотопів водню: від $\alpha = 1,26$ для палигорськіту до $\alpha = 2,96$ для кліноптилоліту. Для дейтерію від $\alpha = 0,89$ для кліноптилоліту до $\alpha = 1,10$ для сапоніту.

Ключові слова: фракціонування, адсорбція, тритій, дейтерій, водень.

MINERAL ADSORPTION SUBSTANCE FOR SEPARATION OF HEAVY HYDROGEN ISOTOPES

I. M. Sevruck

candidate of geological sciences

O. V. Pushkarev

doctor of geological sciences

O. V. Zubko

State University "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of
Ukraine", Akademika Palladina avenue, 34A, Kyiv, 03142, Ukraine

On the basis of the performed experimental studies, the possibility and effectiveness of using montmorillonite, saponite, and clinoptilolite for fractionation of heavy hydrogen isotopes in an aqueous solution of H(D,T)O was evaluated. Interphase fractionation of heavy hydrogen isotopes occurred in stationary water-mineral systems: from $\alpha = 1.26$ for palyhorskite to $\alpha = 2.96$ for clinoptilolite. For deuterium, from $\alpha = 0.89$ for clinoptilolite to $\alpha = 1.10$ for saponite.

Key words: fractionation, adsorption, tritium, deuterium, hydrogen.

Вирішення проблеми розділення важких ізотопів водню має важливе значення для очищення технологічних вод, на підприємствах паливно-енергетичного комплексу від утвореного в них тритію для повторного використання дейтерію на важководних реакторах. Існуючі способи вилучення важких ізотопів з води (CA1103614, RU 2201283, CA1085341, US5312597A, DE3001967A1, DE3122498A1, EP0198940A1, DE2900912A1 та ін.) є енергозатратними, та потребують великих матеріальних витрат. Разом з тим,

існують класи мінеральних адсорбентів, які можуть достатньо ефективно вилучати тритій із водних розчинів. Довготривалими експериментами нами була підтверджена можливість використання шаруватих силікатів монтморилонітової групи, стрічково-каналних силікатів палигорськітової групи та каркасних силікатів цеолітової групи в якості реагуючої речовини для вилучення тритію із водних розчинів [1-7], (Patents 103033, 03050, 113348 UA).

Метою виконаних досліджень було експериментальне визначення можливості використання шаруватих силікатів монтморилонітової і палигорськітової груп та кліноптилоліту в якості адсорбційної субстанції для розділення важких ізотопів водню у водному розчині у водно-мінеральних стаціонарних системах.

Матеріали та методи. Для підготовки адсорбентів у двофазних водно-мінеральних експериментальних системах були використані: монтморилонітова (далі монтморилоніт) глина Черкаського родовища (Україна) з вмістом монтморилоніту 75%, сапоніт Варварівського родовища (Україна), палигорськіт Черкаського родовища, сепіоліт з родовища Вікалваро (Іспанія), а також каркасний силікат кліноптилоліт Сокирницького родовища (Україна). Мінеральні адсорбенти були переведені у Na-форму. Для цього мінеральна субстанція витримувалась протягом 3-х діб у 1N розчині NaCl, після чого її декантували, промивали і відмучували дистильованою водою для видалення залишків сольового розчину та дрібноуламкових домішок інертних мінералів.

Експерименти виконувалися в стаціонарному режимі у герметично закритих ємностях. Водна фаза експериментальних систем була представлена тритій-дейтерієвим розчином з вмістом дейтерію 0,495% і питомою активністю тритію $6678 \text{ Бк} \times \text{дм}^{-3}$. Із водної фази через кожні 7 діб відбиралися проби рідини об'ємом 12 мл для визначення вмісту дейтерію і тритію. Загальна тривалість експерименту складала 92 доби.

Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. Було зафіксовано прояви фракціонування важких ізотопів водню.

Для обчислення коефіцієнта фракціонування ізотопів водню в досліджуваних субстанціях досить взяти до уваги тільки концентрації тритію і дейтерію в експериментальних системах після встановлення рівноважного стану

м

і

$$\alpha = D_m * D_w^{-1} \quad (1)$$

ж

$$\alpha = T_m * T_w^{-1} \quad (2)$$

де: α — коефіцієнт фракціонування ізотопів водню, D_m — концентрація дейтерію у адсорбаті, після досягнення рівноважного стану в системі «мінеральний адсорбент — $\text{H}(\text{D}, \text{T})\text{O}$ », $\text{г} \times \text{см}^{-3}$; T_m — концентрація атомів тритію у адсорбаті, після досягнення

д

н

о

ю

рівноважного стану в системі «мінеральний адсорбент — H(D,T)O », $\text{атом} \times \text{см}^{-3}$; D_w , — концентрація дейтерію у вихідному розчині H(D,T)O , ($0,00495 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$); T_w — концентрація тритію у вихідному розчині H(D,T)O , ($3,75\text{E}+09 \text{ атом} \times \text{см}^{-3}$).

Отримані результати експериментів із закритими двофазними водно-мінеральними системами підтвердили очікувану можливість фракціонування важких ізотопів водню внаслідок динамічних адсорбційно-десорбційних процесів (рис. 1).

В результаті взаємодії розчину H(D,T)O з мінеральними адсорбентами кінетичні ізотопні ефекти обумовили пріоритетне утримання більш інерційних гідроксидних OT^- груп ніж OD^- груп біля адсорбційної поверхні мінеральних частинок (рис. 1, табл. 1 та 2). Це призвело до фракціонування важких ізотопів водню зі зміною концентрації тритію і дейтерію у залишковій частині H(D,T)O (декантаті) та адсорбаті в мінеральній масі.

Таблиця 1

Зміна концентрації тритію в процесі адсорбції розчину H(D,T)O мінеральними адсорбентами

Адсорбент	Індекс системи	Об'єм адсорбата, мл	Запас тритію в адсорбаті, Бк	Концентрація тритію в адсорбаті, $\text{атом} \times \text{см}^{-3}$	Коефіцієнт міжфазового фракціонування тритію, α
Бентоніт	D-3	71,35	2278,70	8,35E+09	2,23
Сапоніт	D-4	212,1	2319,6	6,15E+09	1,64
Палигорськіт	D-5	240,1	2021,4	4,73E+09	1,26
Сепіоліт	D-6	192,9	1735,9	5,06E+09	1,35
Кліноптилоліт	D-7	56,9	1123,0	1,11E+10	2,96

Таблиця 2

Зміна концентрації дейтерію в процесі адсорбції розчину H(D,T)O мінеральними адсорбентами

Адсорбент	Індекс системи	Об'єм адсорбата, мл	Запас дейтерію в адсорбаті, г	Концентрація дейтерію в адсорбаті, $\text{г} \times \text{см}^{-3}$	Коефіцієнт міжфазового фракціонування дейтерію, α
Бентоніт	D-3	71,35	0,341	0,00479	0,97
Сапоніт	D-4	212,1	1,155	0,00545	1,10
Палигорськіт	D-5	240,1	1,202	0,00501	1,01
Сепіоліт	D-6	192,9	0,959	0,00497	1,00
Кліноптилоліт	D-7	56,9	0,251	0,00441	0,89

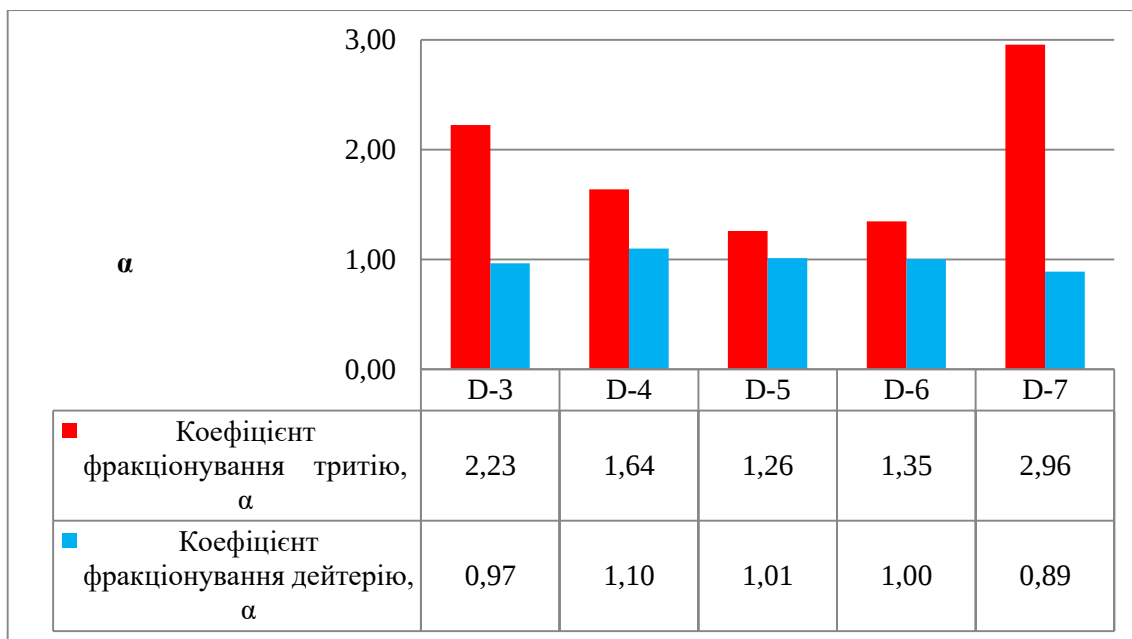


Рис. 1. Фракціонування важких ізотопів водню в стаціонарних водно-мінеральних системах.

Висновки.

Визначена можливість міжфазового фракційного розділення важких ізотопів водню у водно-мінеральних системах, які складаються із розчину Н(D,T)О та мінеральних адсорбентів, представлених шаруватими силікатами монтморилонітової і палигорськітової груп та кліноптилолітом.

Потужні адсорбційні властивості мінеральних частинок шаруватих силікатів монтморилонітової і палигорськітової груп та кліноптилоліту з розвинутою питомою поверхнею внаслідок динамічного характеру адсорбційно-десорбційних процесів за рахунок кінетичних ізотопних ефектів обумовили пріоритетне утримання біля адсорбційних поверхонь мінеральних частинок більш інерційних гідроксидних груп ОТ⁻.

Як наслідок, у стаціонарних водно-мінеральних системах відбулося міжфазове фракціонування важких ізотопів водню. Коефіцієнти міжфазового фракціонування тритію дорівнюють від $\alpha = 1,26$ для палигорськіту до $\alpha = 2,96$ для кліноптилоліту. Для дейтерію цей показник дорівнює від $\alpha = 0,89$ для кліноптилоліту до $\alpha = 1,10$ для сапоніту.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пушкарьов О. В., Руденко І. М., Скрипкін В. В. Адсорбція тритію з водних розчинів термічно обробленими глинистими мінералами. *Вісник Київського національного університету, (Геологія)*. Київ, -2015, 71. С. 43 – 48

2. Пушкар'юв О. В., Руденко І. М., Долін В. В. (мол.), Приймаченко В. М. Сепіоліт-цеолітові композити як потенційні водопроникні реакційні бар'єри. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. Київ, 2014. Вип.23. С.75 -84.,
3. Пушкар'юв О.В, Руденко І.М., Кошелєв М.В., Скрипкін В.В., Долін В.В. (мол), Приймаченко В.М. Мінеральний адсорбент тритію на основі сапоніту та цеоліту. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. Київ, 2016. Вип.25. С. 38 - 48,
4. Пушкр'юв О.В., Приймаченко В.М. Взаємодія тритієвої води з глинистими мінералами. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. Київ, 2010. Вип.18. С.149 -158.
5. Пушкр'юв О.В., Приймаченко В.М. Золкін І.О. Властивості бентоніто-цеолітових композитів щодо вилучення тритію з тритієвої води. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. Київ, 2012. Вип.20. С.98 -107.
6. Руденко І.М., Пушкар'юв О.В., Долін В.Віт., Зубко О.В., Гречановська О.Є. Тритієвий індикатор ефективності термомодифікації адсорбційних властивостей кліноптилоліту. *Мінералогічний журнал*. Київ, 2017. Т.39. 2. С. 64-74.
7. Lopez-Galindo, P. Fenoll Hach-Ali, A.V. Pushkarev, A.S. Lytovchenko, J.H. Baker, R.A. Pushkarova . Tritium redistribution between water and clay minerals. *Applied Clay Science*. 2008. v. 39. P. 151–159.

ВАКУУМНА ДИСТИЛЯЦІЯ - СУЧАСНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ВІЙНИ

А. В. Соколов

аспірант

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, 03035, м. Київ,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2.

Н. О. Д'яченко

кандидат геологічних наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН
України, 03142, м. Київ, пр. Академіка Вернадського, 34-б

У роботі представлені результати аналізу існуючого стану впровадження технологій вакуумної дистиляції небезпечних речовин для підвищення рівня екологічної безпеки. Ця технологія дозволяє зменшити кількість відходів аварійних ситуацій (нафтопродуктів, мастильних матеріалів, палива та стічних вод гірничодобувних підприємств) та повторно їх використати. Відсутність в Україні сучасного обладнання та технологій, які можна використовувати під час війни на гірничодобувних та нафтопереробних підприємствах, не дозволяють мінімізувати шкідливий вплив на довкілля.

Ключові слова: вакуумна дистиляція, нафтопродукти, стічні води, технологія, гудрон.

VACUUM DISTILLATION - MODERN UTILIZATION OF MILITARY WASTES

A. V. Sokolov

postgraduate student

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Ukraine

N. O. Diachenko

PhD of geological sciences

State institution «Scientific center of mining, geology geoecology and infrastructure
development of the NAS Ukraine», Ukraine

The paper presents the results of the analysis of the current state of implementation of vacuum distillation technologies for hazardous substances to improve environmental safety. This technology allows to reduce the amount of emergency waste (oil products, lubricants, fuel and wastewater from mining enterprises) and reuse them. The absence of modern equipment and technologies in Ukraine that can be used during the war at mining and oil refining enterprises does not allow minimizing the harmful impact on the environment.

Key words: vacuum distillation, oil products, wastewater, technology, tar.

Наслідки збройного конфлікту залишають безліч відходів, включаючи відпрацьовані мастила, розлиті та спалені нафтопродукти, стічні води розтращених гірничодобувних підприємств та кар'єрів, які держава не в змозі очищувати. Ці матеріали часто можна знайти в міських районах, лісах, полях і

водних шляхах. У сукупності, вони також належать до військових відходів, з якими необхідно поводитися належним чином, а не утилізувати їх без розбору.

Згідно з даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [1] за період з 24 лютого 2022 р. до травня 2023 р. під час військової агресії РФ в Україні зруйновано 35 нафтобаз, що призвело до викидів забруднюючих речовин (ЗР) у кількості 499 тис. т. Ці викиди призвели не тільки до завдання матеріальних збитків довкіллю, але, в першу чергу, забруднили ґрунти, поверхневі та підземні води і атмосферу. Більшість руйнувань в Україні припало на шахти, ТЕС, паливно-мастильні бази та нафтопереробні заводи, які створили ситуації, що потребували миттєвого втручання. Але, відсутність технологічних рішень та обладнання, яке можна використовувати в аварійних ситуаціях на підприємствах України для підвищення рівня екологічної безпеки, не дозволило не тільки повторно використати ресурси, але й мінімізувати шкідливий вплив на довкілля. Метою операцій з поводження з відходами є мінімізація шкідливого впливу останніх на довкілля та здоров'я людей, а також виявлення ресурсів, які можуть бути повторно використані або перероблені [2] на користь нашої країни.

Найбільш простим методом зменшення кількості відходів, що підлягають утилізації, є повторне використання матеріалів (рециклінг). В цьому сенсі, важливо визначити, які матеріали придатні для повторного використання. Найпоширенішими видами відходів, які можна переробити, є відпрацьовані мастила, нафтопродукти, мастильні матеріали та паливо, які не відповідають встановленим стандартам якості, та стічні води.

Одним із методів такої обробки є вакуумна дистиляція (ВД) - процес, який використовується в галузях, що займаються обробкою рідин, які можуть містити ряд потенційно небезпечних сполук. Процес застосовується для розділення сполук, що містяться в різних рідинах, за допомогою різних температур, тисків та вакууму. Зазвичай ВД застосовують, коли сполуки важко розділити через їхні надзвичайно високі температури кипіння. Як наслідок, підприємствам дорого обходиться експлуатація систем нагрівання, здатних досягати таких високих температур. Тому вакуумний процес використовують для створення тиску пари, який змушує сполуки з нижчим тиском випаровуватися. Основною перевагою ВД є надійне розділення сполук у рідинах, які можуть бути летючими або вибухонебезпечними. Впливаючи на тиск пари, не піддаючи сполуки надмірно високій температурі, ці сполуки можна безпечно видалити.

Процес ВД починається з дистиляційної установки та рідкої суміші, де всі сполуки мають різні точки кипіння. Сполуки, які реагують на більш низький тиск, починають згоряти і випаровуватися. Залежно від мети

вакуумної перегонки рідина, що залишилася, може бути відновлена для інших цілей переробки. Очищення стічних вод також є ще одним поширеним застосуванням, де закордонні компанії використовують ВД. В Україні такий спосіб ефективного розділення та очищення не використовується.

Бойові дії призвели до руйнування численних підприємств видобувної, металургійної, хімічної, нафтохімічної промисловості та забрудненню шахтними водами (ШВ) та промисловими стоками. Через війну припинений водовідлив у більшості шахт, зокрема, у Покровську, Селідовому, Мірнограді, Вугледарі та Торецьку. Стан із підтопленням шахт на територіях, окупованих до 24.02.2022 р. наразі невідомий. Значна частина пунктів державного моніторингу вод недоступна, важко встановити вплив забрудненого поверхневого стоку на якість води у Сіверському Дінці. Проте, ще у 2022 році вже фіксувалося перевищення вмісту ртуті у 8,4 рази в р. Сухий Торець поблизу Слов'янська [3]. Не менш жахлива ситуація склалася на шахті 1-3 «Новогородовська» (Селидіввугілля), яку зупинено 20.08.24 р., відключено агрегати центрального водовідливу. Більш того, забруднення водних ресурсів стічними ШВ вже багато років спостерігається на теренах Західного Донбасу (ЗД) [4]. В умовах війни, за неможливістю роботи ТЕС, які використовували вугілля, більшість шахт ЗД уходять на простій (у липні 2024 р., працювали лише 3 шахти: ім. Героїв Космосу, «Західно-Донбаська» та «Степова»). Обстріли та знеструмлення гірничих підприємств лише загострює питання якості очищення стічних ШВ. Слід нагадати, що останні характеризуються підвищеною мінералізацією, загальною жорсткістю, вмістом завислих речовин, сульфатів, хлоридів, фосфатів, фторидів, заліза, марганцю, міді, санітарно-індикаторних бактерій, альдегідів, нафтопродуктів, важких металів та інших речовин [5]. Така вода не повинна скидатися у водойми без очищення та відповідної обробки. Але, через відносну новизну застосування процесу ВД для очистки стічних вод підприємств в Україні, цей процес є недостатньо вивчений.

В цьому сенсі, ВД може бути спрямована на видалення частинок і розчинених домішок з ШВ. Прикладом застосування може бути результати очистки стічних вод місцевої вугільної шахти в Аппіні (Новий Південний Уельс), які містили 2332 мг/л TDS (загальний вміст розчинених твердих речовин), 14,4 мг/л Ca, 2,72 мг/л Mg, 1,92 мг/л Fe і 3,38 мг/л Al. За даними досліджень [6] вони були очищені вакуумною мембранною системою дистиляції. Тобто, технологія спрямована на видалення частинок і розчинених домішок шляхом випаровування і конденсації - метод, що імітує природний кругообіг води в природі. Технологія має на увазі використання порожнистої волокнистої мембрани, яка дозволяє видалити 99,9% TDS з шахтної води.

Інше питання – ВД сировини відходів для процесу оброблення, переробки у вигляді: відпрацьованих нафтопродуктів (ВН), що непридатні для використання за призначенням (у тому числі відпрацьовані моторні оливи); мазут паливний 40; відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії – все те, що також належить до військових відходів. ВН утворюються не тільки в наслідок використання технічних масел в промисловості і побуті, але й під час роботи військової техніки. В процесі експлуатації масла стикаються з металами, піддаються впливу повітря, температури і інших факторів, під впливом яких з тривалістю часу відбувається зміна властивостей масел. Все це обумовлює утворення відходу. Але його можна повторно використати після заходів щодо відновлення його первинних властивостей шляхом очищення від вологи і домішок або повної хімічної переробки на профільних підприємствах. Переважний агрегатний стан ВН – рідкий. Усереднений компонентний склад наступний: нафтопродукти (вуглеводні) 70,0-98,2%, присадки 0,0-12,0%, механічні домішки 0,0-1,0%, вода 0,0-2,0%. За класом небезпеки ВН переважно відносяться до 3 класу небезпеки – «помірнонебезпечні». Згідно ГОСТ 2106-81 до ВН відносяться: масла моторні відпрацьовані та суміш нафтопродуктів відпрацьованих, суміш нафти і нафтопродуктів, зібрані при зачистці резервуарів, трубопроводів, автомобільних і залізничних цистерн та інші. Оброблення та утилізація відпрацьованих нафтопродуктів полягає у проходженні процесу ректифікації та ВД. Технологічний процес лежить на основі принципу зниження пружності парів вуглеводневої сировини, в результаті і додаткового нагріву та відбору виправлених легких фракцій. Розгонка нафтопродуктів здійснюється в ректифікаційній колоні під залишковим тиском 4,6 кПа. Сировина (СР) підігрівається в печі і подається в нижню частину колони. Потім відводиться гудрон. Відбір широкої масляної фракції здійснюється із зливного відсіку нижньої відбірної тарілки (НВТ). Вакуум в колоні забезпечується рідинним ежектором (ЕЖ). Гази, що не конденсуються, та легкі фракції відсмоктуються ЕЖ в ємність. Система забезпечення вакууму здійснюється циркуляцією легкої фракції через ЕЖ. СР подається з атмосферної установки в приймальну ємність, в якій підтримується температура 90°C для забезпечення нормального транспортування СР трубопроводами. Потім насосом СР через витратомір подається поступово в 3 теплообмінника, де спочатку нагрівається до 140°C, потім до 188°C і далі до 230°C та надходить в змішувальну печі, де нагрівається до 390°C. Після печі СР надходить в секцію живлення колони в якій розділяється на гудрон, широку масляну фракцію та суміш залишкових газів, що не конденсуються, та легких фракцій. Гудрон, проходячи крізь сепараційні тарілки, зливається в куб колони звідки за температури 360°C насосом подається

поступово в 2 теплообмінники, де охолоджується до 230°C та доохолоджується (за рахунок води). Після цього, гудрон надходить крізь регулюючий клапан в товарну ємність з якої відвантажується споживачам. Широка масляна фракція відводиться зі зливного відсіку НВТ в проміжну ємність масляної фракції, доохолоджується до 100°C.

До початку повномасштабного вторгнення, така система рециклінгу була створена на підприємстві ТОВ «Пріста Рісайклінг Україна», в с. Горохівка Миколаївської області. В теперішній час воно не існує в зв'язку з руйнуванням під час обстрілів. Відсутність в Україні сучасного обладнання та технологій ВД не дозволяють мінімізувати шкідливий вплив на довкілля. Впровадження останніх для переробки небезпечних відходів має кілька екологічних переваг: дає змогу відновлювати та переробляти цінні матеріали з потоку відходів, зменшуючи потребу у видобутку сировини; допомагає безпечно утилізувати небезпечні компоненти, запобігаючи їхньому потраплянню в НС.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Green Deal. Interfax Україна, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. оф. сайт Режим доступу – <https://interfax.com.ua/news/greendeal/907725.html>.
2. ЗУ «Про управління відходами» ВВР, 2023, № 17, ст.75.
3. Бабаніна І. Зруйнована інфраструктура водопостачання та водовідведення на Сході та Півдні України. Аналітична записка. Львів: ЕПЛ, 2023. 41 с. Режим доступу – https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/rujnuvannya-infrastruktury_vychytanaversiya.pdf
4. Улицький О., Д'яченко Н. Забруднення водних ресурсів в процесі функціонування ставків-накопичувачів шахтних вод вугільних підприємств Західного Донбасу. *Матеріали IV конф. Водопостачання і водовідведення*, Львів: Львівська політехніка, 2021. С. 27-29
5. Охотник К.К. Екологічна оптимізація систем скидання шахтних вод до річкової мережі (на прикладі басейну р. Самари): Автореф. дис. к.т.н.: 21.06.01/Держ. еколог, ін.-т. - К., 2008.- 20с
6. Sivakumara M., Ramezaniapourb M. and O'Halloran G. Mine Water Treatment Using a Vacuum Membrane Distillation System. *APCBEE Procedia*. 2013. 5. P. 157 – 162.

CONTENTS

MINING GEOLOGY AND GEOMECHANICS

<i>Bezruchko K.A., Pymonenko L.I., Burchak O. V., Balalaiev O.K., Karhapolov A.A., Chelkan V.V.</i> NEW INDICATORS OF SORPTION BEARING CAPACITY AND GAS CONTENT OF COAL	3
<i>Vasylieva I.V.</i> BROWN COAL OF THE DNIPROV BASIN: QUALITATIVE CHARACTERISTICS AND PROSPECTS OF MINING	8
<i>Dubei N.V., Dubei M.R.</i> ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT PROCESS OF GAS RESERVOIRS UNDER THE CONDITIONS OF HETEROGENEOUS COLLECTORS USING MATHEMATICAL METHODS	12
<i>Dubei N.V., Taras O.V.</i> STUDY OF PROPERTIES SOIL GROUNDWATER	16
<i>Ishkov V. V., Kozii Ye. S., Dreshpak O. S., Pashchenko P. S.</i> FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF GERMANIUM IN THE C ₅ COAL SEAM OF PAVLOHRADSKA MINE FIELD	21
<i>Ishkov V. V., Kozii Ye. S., Dreshpak O. S., Pashchenko P. S.</i> THE RELATIONSHIP BETWEEN BERYLLIUM AND ASH IN THE C ₅ COAL SEAM OF THE PAVLOHRADSKA MINE FIELD	26
<i>Ishkov V. V., Kozii Ye. S., Dreshpak O. S., Pashchenko P. S.</i> ABOUT MERCURY IN THE OILS OF SOME DEPOSITS OF THE DNIPRO-DONETSK DEPRESSION	30
<i>Kovalcuk M.S., Sokur T.M.</i> SPATIAL DISTRIBUTION OF ILMENITE AND ZIRCON IN THE WEATHERING CRUST OF THE MIKHAILIVSKA SITE	36
<i>Kozii Ye.S.</i> FEATURES OF THE STATISTICAL RELATIONSHIP OF GERMANIUM WITH ASH CONTENT OF THE COAL SEAM C ₄ «SAMARSKA» MINE OF WESTERN DONBAS	40
<i>Kroshko Yu.V.</i> APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES FOR STUDYING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE QUALITY PARAMETERS OF KAOLINS ON THE EXAMPLE OF THE VERBIVSKE DEPOSIT	44
<i>Narantsetseg B., Oyuntugs M., Bolormaa A.</i> A COMPARATIVE STUDY OF METHANE GAS COMPOSITION IN SOME COAL DEPOSITS OF MONGOLIA	49
<i>Okholina T.V., Kuzmanenko H.O., Marezhko M.D.</i> DISTRIBUTION OF HEAVY MINERALS WITHIN OF THE KRASNORICHYNSKYI PLASTER OF ILMENITE ORES	56
<i>Figura L.A., Kovalcuk M.S.</i> STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL MODEL OF THE REFRACTORY CLAY DEPOSIT OF THE KLACHYNSKA SITE OF THE BURTYNSKE KAOLIN FIELD	60

MODERN RESEARCH METHODS

<i>Azimov O.T.</i> STUDY OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF PEAT DEPOSITS IN SEDIMENTARY FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SHIELD BY MEANS OF INFORMATION AND COMPUTER PROCESSING OF REMOTE DATA	65
<i>Belskyi V.M., Kulchytska H.O., Hyshchyn V.Ya., Polyachenko Ye.B., Lytvynenko Yu.O.</i>	

RESULTS OF MICROPROBE STUDIES OF ALANITE FROM A CARBONATE-TERRIGENOUS XENOLITH IN EFFUSIVES OF THE MARMAROSK ZONE (UKRAINIAN CARPATHIANS)	71
<i>Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Dreshpak O.S., Pashchenko P.S.</i>	
CHANGE OF THE MICROSTRESSES OF THE QUARTZ CRYSTALLINE LATTICE IN THE GRANITES OF THE SYNIAVSKE DEPOSIT UNDER THE INFLUENCE OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS	76
<i>Kitchka O.A., Olshanetskyi M.V., Tyshchenko A.P., Vyzhva A.S., Zhadan A.M., Makovets O.V., Fenota P.O., Khmelevskyi A.S., Melnyk L.P.</i>	
MODERN EVALUATION OF THE HYDROCRABON POTENTIAL FOR THE INNER ZONE, NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA	80
<i>Kryzhanovska A.R.</i>	
MODERN METHODS OF MINERAL RESEARCH IN THE DGC OF UKRAINE	86
<i>Piskunov O.V., Tiapkin O.K.</i>	
THE POSSIBILITY OF USING DEEP LEARNING METHODS IN THE INTERPRETATION OF GEOLOGICAL SECTION ELEMENTS ON SEISMIC DATA	90
<i>Prylypko S. K., Alpert S. I.</i>	
MATHEMATICAL METHOD OF DETERMINING THE AGE OF ANTHROPOGENIC SEDIMENTS	95
<i>Pigulevskiy P. G., Yaremii S. O.</i>	
GEOPHYSICAL STUDIES OF THE MECHANISM OF NATURAL DISCHARGE OF EXCESSIVE SURFACE WATER (ON THE EXAMPLE OF A QUARRY IN KRYVBAS)	99
<i>Yakymchuk M. A., Korchagin I.M.</i>	
FREQUENCY-RESONANCE TECHNOLOGY OF SATELLITE AND PHOTO IMAGES PROCESSING: RESULTS OF APPROBATION ON AREAS WITH GEOTHERMAL WELLS	104
<i>Yakymchuk M. A., Korchagin I.M.</i>	
ON THE PROSPECTS OF HYDROCARBON DEPOSITS DETECTING IN THE AREAS OF AMBER DISCOVERIES AND MINING	109
<i>Yakymchuk M. A., Korchagin I.M.</i>	
PROSPECTS OF HYDROCARBON DEPOSITS DISCOVERING ON THE LEBANON OFFSHORE WITH DIRECT-PROSPECTING METHODS USING	114

DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH

<i>Vergelska V. V., Vergelska N.V., Nikitina A.O., Lagoyko A.M.</i>	
SEDIMENTATION COMPONENT FORMATION OF MINERAL AND ELEMENT ASSOCIATIONS IN THE COAL-BEARING MASSIVES OF DONBAS	120
<i>Ganzha O.A., Lunova I.M., Lytvynenko Yu.O., Lunov Ye.S., Starodubets K.M.</i>	
MINERALOGICAL FEATURES OF ILMENITE FROM THE POROMIVSKE EXOGENOUS ILMENITE DEPOSIT	124
<i>Kalynii T., Omelchenko V.</i>	
GEO-ECOLOGICAL STUDIES AT THE STARUNSKY GEODYNAMIC LANDFILL	128
<i>Korchagin I.M., Yakymchuk M.A.</i>	
RESULTS OF THE RECONNAISSANCE SURVEY OF SITE WITH GAS SPILLS IN NORTH SEA	131
<i>Korchagin I.M., Yakymchuk M.A.</i>	
DEEP STRUCTURE PECULIARITIES OF LOCAL AREA WITH CIRCLE AT LAKE QINGHAI IN CHINA	136
<i>Mihalchenko I., Zaiats O.</i>	
LANTHANOIDES SPECTRA OF IN ROCKS OF RAPAKIVIGRANITE PLUTONES	141
<i>Mihalchenko I., Zaborovska L., Lytvynenko Yu.</i>	

EVALUATION OF THE EUROPEAN ANOMALY IN THE LANTHANIDE SPECTRA OF NODULAR MONAZITE FROM THE PHYLITE-LIKE SLATE OF THE SKELYUVATSKA SUITE (KRYVYY RIH IRON ORE BASIN)	146
<i>Naumko I. M., Batsevych N. V., Zankovych H. O., Vovk O. P.</i>	
ON THERMOBAROGEOCHEMICAL SPECIFICS OF PROSPECTIVELY OIL AND GAS-BEARING AND COPPER- CONTAINING SECTIONS (on the example of the Krosno zone of the Ukrainian Carpathians and continental flood basalts of the Western Volyn)	151
<i>Ostash O., Omelchenko V.</i>	
CHARACTERISTICS OF BREED-COLLECTORS OLIGOCENE OF THE KROSNO ZONE	156
<i>Savchak O., Kolodiy I., Hryvnyak H.</i>	
FEATURES OF TECTONIC STRUCTURE OF THE LVIV-VOLYN COAL BASIN (SOUTH-WESTERN BORDER OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM)	159
<i>Trubenko O.M., Omelchenko V.G., Fedoryshyn D.D., Fedoryshyn S.D., Trubenko A.O.</i>	
PROSPECTS OF INDUSTRIAL GAS CONTENT IN THE SOUTHEASTERN PART OF THE BOLSHE-VOLYTSKA ZONE OF THE FORE-CARPATHIAN TROUGH	162
<i>Tuzyak Ya.M.</i>	
TERNOPII LAYERS – SUBDIVISION OF REGIONAL STRATIGRAPHIC SCHEME OF NEOGENE DEPOSITS OF VOLYNO-PODILLYA: EXTRACTION HISTORY, VOLUME AND UNDERSTANDING IN TODAY'S CONTEXT	165
<i>Yakushyn L.M., Ischenko I.I.</i>	
STRATIGRAPHIC BASIS OF THE CRETACEOUS SEDIMENTARY COMPLEX OF THE NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA AS A CRITERION FOR HYDROCARBON EXPLORATION TO INCREASE THE MINERAL RESOURCE BASE OF UKRAINE	171
<i>Yakushyn L.M., Suprun I.S., Klymenko Yu.V., Veklych O.D., Dorotiak Yu.B.</i>	
EVENT-GEOLOGICAL MODEL OF CRETACEOUS-PALEOCENE SEDIMENTS OF THE NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA	176

ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF OF TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS

<i>Buchynska I.V., Matrofailo M.M., Poberezhskyy A.V., Stupka O.O.</i>	
MAIN FACTORS AND SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF CHERVONOHRA D MINING AND INDUSTRIAL DISTRICT LVIV-VOLYN COAL BASIN	181
<i>Matrofailo M.M., Buchynska I.V.</i>	
RESEARCH OF NEOGENE DEPOSITS OF BROWN COAL ON THE TERRITORY OF WEST UKRAINE	187
<i>Vergelska N. V., Golovchenko D.M., I.M. Skopychenko, Ozirska S.M.</i>	
THE TRANSCARPATHIAN COAL-BEARING AREA: ENVIRONMENTAL ASPECTS	193
<i>Medvid M., Goptarova N., Uhrak L., Paliychuk O., Uhrak T.</i>	
TECHNOLOGICAL INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT OF THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF GAS FIELDS IN TRANSCARPATHIA	197
<i>Lazaruk Ja., Harasym S., Hryvnyak H.</i>	
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SHALE GAS RESOURCES IN THE WESTERN AREAS OF UKRAINE	202
<i>Liventseva H., Barylo A.</i>	
APPLICATION OF THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF GEOTHERMAL PLAYS FOR THE CONDITIONS OF UKRAINE	206
<i>Podolsky M. R., Gvozdevych O. V.</i>	
ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS	212
<i>Sevruk I. M., Pushkarev O. V., Zubko O. V.</i>	

MINERAL ADSORPTION SUBSTANCE FOR SEPARATION OF HEAVY HYDROGEN ISOTOPES	217
<i>Sokolov A.V., Diachenko N.O.</i>	
VACUUM DISTILLATION - MODERN UTILIZATION OF MILITARY WASTES	222

ЗМІСТ

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

<i>Безручко К.А., Пимоненко Л.І., Бурчак О.В., Балалаєв О.К., Каргаполов А.А., Челкан В.В.</i> НОВІ ПОКАЗНИКИ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ГАЗОНОСНОСТІ ВУГІЛЛЯ <i>Васильєва І.В.</i>	3
БУРЕ ВУГІЛЛЯ ДНІПРОВСЬКОГО БАСЕЙНУ: ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУВАННЯ <i>Дубей Н.В., Дубей М.Р.</i>	8
АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ГАЗОВИХ ПОКЛАДІВ В УМОВАХ НЕОДНОРІДНИХ КОЛЕКТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ <i>Дубей Н.В., Тарас О.В.</i>	12
ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТОВИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД <i>Ішков В.В., Козій Є.С., Дрешпак О.С., Пащенко П.С.</i>	16
ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ГЕРМАНІЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С ₅ ПОЛЯ ШАХТИ «ПАВЛОГРАДСЬКА» <i>Ішков В.В., Козій Є.С., Дрешпак О.С., Пащенко П.С.</i>	21
ЗВ'ЯЗОК МІЖ БЕРИЛІЄМ ТА ЗОЛЬНІСТЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С ₅ ПОЛЯ ШАХТИ ПАВЛОГРАДСЬКА <i>Ішков В.В., Козій Є.С., Дрешпак О.С., Пащенко П.С.</i>	26
ПРО МЕРКУРІЙ У НАФТАХ ДЕЯКИХ РОДОВИЩ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ <i>Ковальчук М.С., Сокур Т.М.</i>	30
ПРОСТОРОВЕ ПОШИРЕННЯ ІЛЬМЕНІТУ І ЦИРКОНУ В КОРІ ВИВІТРЮВАННЯ МИХАЙЛІВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ <i>Козій Є.С.</i>	18
ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ІЗ ЗОЛЬНІСТЮ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА С ₄ ШАХТИ «САМАРСЬКА» ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ <i>Крошко Ю.В.</i>	36
ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ КАОЛІНУ НА ПРИКЛАДІ ВЕРБІВСЬКОГО РОДОВИЩА <i>Narantsetseg B., Oyuntugs M., Bolormaa A.</i>	44
A COMPARATIVE STUDY OF METHANE GAS COMPOSITION IN SOME COAL DEPOSITS OF MONGOLIA <i>Охоліна Т.В., Кузьманенко Г.О., Мережко М.Д.</i>	50
РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МІНЕРАЛІВ В МЕЖАХ КРАСНОРІЧЕНСЬКОГО РОЗСИПУ ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД <i>Фігура Л.А., Ковальчук М.С.</i>	56
СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПОКЛАДУ ВОГNETРИВКИХ ГЛИН ДІЛЯНКИ КЛАЧІНСЬКА БУРТИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАОЛІНІВ	60

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Азімов О.Т.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ В ОСАДОВИХ УТВОРЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМП'ЮТЕРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ДАНИХ <i>Бельський В.М., Кульчицька Г.О., Гицин В.Я., Поляченко Є.Б., Литвиненко Ю.О.</i>	65
---	----

РЕЗУЛЬТАТИ МІКРОЗОНДОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АЛАНІТУ ІЗ КАРБОНАТНО-ТЕРИГЕННОГО КСЕНОЛІТУ В ЕФУЗИВАХ МАРМАРОСЬКОЇ ЗОНИ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)	71
<i>Кичка О.А., Ольшанецький М.В., Тищенко А.П., Вишва А.С., Жадан А.М., Маковець О.В., Фенота П.О., Хмелевський А.С., Мельник Л.П.</i>	
СУЧАСНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ	81
<i>Крижановська А.Р.</i>	
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ МІНЕРАЛІВ У ДГЦ УКРАЇНИ	86
<i>Піскунов О.В., Тяпкін О.К.</i>	
МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ У ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ НА СЕЙСМІЧНИХ ДАНИХ	90
<i>Прилико С. К., Альперт С. І.</i>	
МАТЕМАТИЧНА МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІКУ АНТРОПОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ	95
<i>Пігулевський П. Г., Яремій С. О.</i>	
ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРИРОДНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ НАДМЕРНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ КАР'ЄРУ В КРИВБАСІ)	99
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ ГЕОТЕРМАЛЬНИМИ СВЕРДЛОВИНАМИ	104
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НА ДІЛЯНКАХ ЗНАХІДОК ТА ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ	109
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ ВІДКРИТТЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НА ШЕЛЬФІ ЛІВАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЯМОПОШУКОВИХ МЕТОДІВ	114

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

<i>Вергельська В.В., Вергельська Н.В., Нікітіна А.О., Лагойко А.М.</i>	
СЕДИМЕНТАЦІЙНА СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-ЕЛЕМЕНТНІ АСОЦІАЦІЇ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ	120
<i>Ганжа О.А., Луньова І.М., Литвиненко Ю.О., Луньов Є.С., Стародубець К.М.</i>	
МІНЕРАЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІЛЬМЕНІТУ ПОРОМІВСЬКОГО ЕКЗОГЕННОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ	124
<i>Калиній Т., Омельченко В.</i>	
ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА СТАРУНСЬКОМУ ГЕОДИНАМІЧНОМУ ПОЛІГОНІ	128
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i>	
РЕЗУЛЬТАТИ РЕКОГНОСЦІРУВАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ІЗ СИПАМИ ГАЗІВ В ПІВНІЧНОМУ МОРІ	131
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ З КРУГОМ НА ОЗЕРІ ЦІНХАЙ В КИТАЇ	136
<i>Михальченко І., Заяць О.</i>	
СПЕКТРИ ЛАНТАНОЇДІВ У ПОРОДАХ РАПАКІВІГРАНІТНИХ ПЛУТОНІВ (МАСИВІВ)	141
<i>Михальченко І., Заборовська Л., Литвиненко Ю.</i>	

ОЦІНКА ЄВРОПІСВОЇ АНОМАЛІЇ В СПЕКТРАХ ЛАНТАНОЇДІВ НОДУЛЯРНОГО МОНАЦИТУ З ФІЛІТОПОДІБНОГО СЛАНЦЮ СКЕЛЮВАТСЬКОЇ СВІТИ (КРИВОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ БАСЕЙН)	146
<i>Наумко І. М., Бацевич Н. В., Занкович Г. О., Вовк О. П.</i>	
ПРО ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНУ СПЕЦИФІКУ ПЕРСПЕКТИВНО НАФТОГАЗОНОСНИХ І МІДЕВМІСНИХ РОЗРІЗІВ (на прикладі Кросненської зони Українських Карпат і трапів Західної Волині)	151
<i>Остап О., Омельченко В.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ОЛІГОЦЕНУ ЗОНИ КРОСНО	156
<i>Савчак О., Колодій І., Гривняк Г.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ОКРАЇНИ СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПЛАТФОРМИ	159
<i>Трубенко О. М., Омельченко В. Г., Федоришин Д. Д., Федоришин С. Д., Трубенко А. О.</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОЇ ГАЗОНОСНОСТІ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ	162
<i>Тузяк Я.М.</i>	
ТЕРНОПІЛЬСЬКІ ВЕРСТВИ – ПІДРОЗДІЛ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТРАТИГРАФІЧНОЇ СХЕМИ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ: ІСТОРІЯ ВИДІЛЕННЯ, ОБСЯГ ТА РОЗУМІННЯ У СУЧАСНОМУ КОНТЕКСТІ	165
<i>Якушин Л.М., Іщенко І.І.</i>	
СТРАТИГРАФІЧНА ОСНОВА КРЕЙДОВОГО ОСАДОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ, ЯК КРИТЕРІЙ ПОШУКУ ВУГЛЕВОДНІВ ДЛЯ НАРОЩУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ	171
<i>Якушин Л.М., Супрун І.С., Клименко Ю.В., Веклич О.Д., Доротяк Ю.Б.</i>	
ПОДІЙНО-ГЕОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КРЕЙДОВО-ПАЛЕОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ	176

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ

<i>Бучинська І.В., Матрофайло М.М., Побережський А.В., Ступка О.О.</i>	
ОСНОВНІ ЧИННИКИ ТА ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ	181
<i>Матрофайло М.М., Бучинська І.В.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОГЕНОВИХ ПОКЛАДІВ БУРОГО ВУГІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХОДУ УКРАЇНИ	187
<i>Вергельська Н.В., Скопиченко І.М., Головченко Д.М., Озірська С.М.</i>	
ЗАКАРПАТСЬКА ВУГЛЕНОСНА ПЛОЩА: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ	193
<i>Медвідь М.І., Гонтарьова Н.В., Уграк Л.В., Палійчук О.В., Уграк Т.А.</i>	
ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ РОЗРОБКИ ГАЗОВИХ РОДОВИЩ ЗАКАРПАТТЯ	197
<i>Лазарук Я., Гарасим С., Гривняк Г.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОСВОЄННЯ РЕСУРСІВ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ НА ЗАХІДНИХ ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ	202
<i>Лівенцева Г., Барило А.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ПЛЕЇВ ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ	206
<i>Подольський М.Р., Гвоздевич О.В.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ	212

Севрук І. М., Пушкаръов О. В., Зубко О. В.

МІНЕРАЛЬНА АДСОРБЦІЙНА СУБСТАНЦІЯ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ВАЖКИХ ІЗОТОПІВ
ВОДНЮ

217

Соколов А. В., Д'яченко Н. О.

ВАКУУМНА ДИСТИЛЯЦІЯ - СУЧАСНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ВІЙНИ

222



ISBN 978-617-8324-34-6

