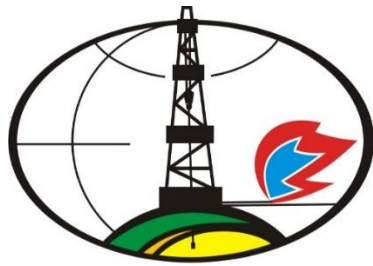


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ,
ГЕОЕКОЛОГІЇ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ»
ДОЧІРНЄ ПІДПРИЄМСТВО ПРАТ «НАК «НАДРА УКРАЇНИ»
«УКРАЇНСЬКИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР»
ГО СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ



VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

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

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

17 - 18 листопада

Київ 2025

УДК 622+55+502/504(100)

Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів VI Міжнародної наукової конференції (Київ, 17 – 18 листопада 2025 р.). ДУ НЦ ГГГРІ НАН України:Київ, 2025. 168 с.

Modern problems of mining geology and geoeology: collection of materials of the VI International Scientific Conference (Kyiv, 17 - 18 November 2025). SI SCMGGID of National Academy of Sciences of Ukraine: Kyiv, 2025. 168 p.

ISBN 978-617-8324-62-9

У збірнику матеріалів конференції висвітлюють актуальні питання сучасних проблем гірничої геології та геоекології. Публікації відображають роботу конференції, що проходила 17 – 18 листопада 2025 року у форматі тематичних секцій «Гірнична 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 geoeology. The publications reflect the work of the of the conference, which was held on 17 – 18 November 2025 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., Загороднюк П.О., Бучинська І.В., Вергельська Н.В., Георгієв Н., Голуб О.Г., Деделянова 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., Сіра Н.В., Удалов І.В.

Технічний редактор: Вергельська В.В.

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України»
(Протокол № 8 від 03.11.2025)

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

Шановні колеги!

Шановні пані та панове!

Дозвольте мені від імені Організаційного комітету привітати учасників VI Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології».

Міжнародна наукова конференція з гірничої геології та геоекології стала традиційним науковим заходом, яка протягом багатьох років довела свою актуальність. Тематика конференції, визначена членами Міжнародного редакційного комітету, є актуальною та значущою. Великим викликом, що стоїть перед гірничодобувною промисловістю, є раціональне використання мінеральних ресурсів та екологія довкілля у техногенно навантажених регіонах.

Світ вступає у період, коли видобувні ресурси вважатимуться рідкісним та цінним товаром, і це також призведе до інших викликів для гірничодобувної промисловості у галузі дослідження нових, більш ефективних методів та технологій розробки. Ще одним викликом є постійне збільшення глибини експлуатації, як для відкритих кар'єрів, так і для підземних шахт. Це означає підвищення рівня ризику, що має значний вплив на безпеку умов праці. Необхідність нових методів для розпізнавання та прогнозування ризиків є актуальним напрямом наукових розробок.

Я хочу подякувати всім за участь у VI Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології», яка сприяє висвітленню нових наукових та науково-практичних напрямів досліджень науковців, аспірантів та магістрів.

Бажаю плідної роботи, корисних дискусій, важливих для бізнесу пропозицій та рішень, а також успіхів у подальших наукових дослідженнях.

З повагою,

Ігор СКОПИЧЕНКО

MINING GEOLOGY AND GEOMECHANICS

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЕОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПІДЗЕМНЕ БУДІВНИЦТВО

К. А. Безручко

доктор геологічних наук,

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

Розглянуті основні геологічні, геофізичні та гідрогеологічні фактори, що впливають на підземне будівництво житлових, громадських та промислових об'єктів. Оцінено їхній вплив на вибір місця будівництва, конструктивні особливості та безпеку об'єктів. Запропоновано до наявного переліку трьох типів (I-III) інженерного захисту елементів об'єктів критичної інфраструктури додати тип IV, а саме надглибоку підземну урбанізацію.

Ключові слова: підземне будівництво, геологічні фактори, об'єкти критичної інфраструктури.

ASSESSMENT OF THE GEOLOGICAL FACTORS INFLUENCE ON UNDERGROUND CONSTRUCTION

K. A. Bezruchko

Doctor of Geological Sciences

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

This article examines the primary geological, geophysical, and hydrogeological factors influencing the underground construction of residential, public, and industrial facilities. It assesses their impact on site selection, structural features, and the safety of these facilities. It is proposed to add type IV, namely ultra-deep underground urbanization, to the existing list of three types (I-III) of engineering protection for elements of critical infrastructure facilities.

Keywords: underground construction, geological factors, critical infrastructure facilities.

На сучасному етапі розвитку суспільства підземне будівництво набуває дедалі більшої актуальності через зростання населення, урбанізацію, екологічні виклики та необхідність забезпечення безпеки. Проблема поєднує основні аспекти важливості підземного будівництва, а саме урбанізацію та просторові обмеження, екологічні та енергетичні питання, транспортну інфраструктуру та логістику, безпеку та обороноздатність, будівництво промислових та наукових об'єктів, інноваційні технології.

Отже, підземне будівництво є стратегічним напрямом сталого розвитку міст і промисловості, завдяки сучасним технологіям воно стає доступнішим, ефективнішим та екологічно безпечнішим. Подальший розвиток цієї галузі сприятиме оптимізації простору, енергоефективності та підвищенню рівня захисту об'єктів інфраструктури. Крім того, особливо з огляду на триваючу агресію РФ проти України, підземні та заглиблені споруди відіграють критично

важливу роль у забезпеченні безпеки населення, стратегічних об'єктів та інфраструктури під час військових дій.

Проаналізувавши загалом наявні чинники (геологічні, геофізичні, інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови) можна дійти висновку, що всі ці чинники доцільно розділити, за їхнім впливом, на дві групи – сприятливі для ведення підземного будівництва та негативні (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл головних геологічних чинників за характером впливу

№ з/п	Негативні (несприятливі) чинники	Сприятливі чинники
1.	Низька міцність та стабільність ґрунтів та порід	Висока міцність та стабільність ґрунтів та порід
2.	Гетерогенність геологічного середовища	Однорідність (гомогенність) геологічного середовища
3.	Висока сейсмічна активність	Мінімальна сейсмічна активність
4.	Висока тектонічна дислокованість	Проста тектонічна будова
5.	Високий рівень ґрунтових вод	Низький рівень рівень ґрунтових вод
6.	Високий дебіт водоносних горизонтів	Низький дебіт водоносних горизонтів
7.	Хімічний склад вод – агресивні	Хімічний склад вод – нейтральні
8.	Наявність карстових утворень і зсувних зон	Наявність сприятливих геологічних структур або природних порожнин
9.	Емісія шкідливих газів	Відсутність шкідливих газів
10.	Глибина є одночасно сприятливим і несприятливим чинником	
11.	Вплив на довкілля може бути сприятливим і несприятливим чинником	

Варто зазначити, що залежно від місця будівництва та призначення споруди, ці фактори можуть мати більший або менший вплив.

Принципи геологічного районування території для вибору ділянки підземного будівництва мають базуватися на аналізі природних умов та інших чинників, які можуть впливати на стійкість та безпечність конструкцій. Загалом основні принципи доцільно визначити такими:

1. Тектонічний аналіз – визначення наявності розломів, тріщинуватих зон, зон тектонічної активності та сейсмічних загроз, врахування ризику неотектонічних рухів.
2. Літологічний та стратиграфічний аналіз – оцінка складу та потужності гірських порід, їх фізико-механічних властивостей, визначення наявності нестійких або вивітрених порід.
3. Гідрогеологічні умови – вивчення рівня підземних вод, їх агресивності до матеріалів будівництва, оцінка можливого впливу підземних вод на стабільність споруд.
4. Інженерно-геологічні характеристики – аналіз несучої здатності ґрунтів, визначення можливих деформаційних процесів (осідання, пучинистість, зсуви тощо).

5. Екзогенні геологічні процеси – ідентифікація карстових явищ, обвалів, селевих потоків, оцінка схильності території до зсувів, підтоплень, ерозії.
6. Екологічні та геохімічні чинники – аналіз можливого забруднення підземних вод і ґрунтів, оцінка радіоактивного фону та концентрації газів (радон, метан та ін.).
7. Соціально-економічні аспекти – цільове призначення споруди, наявність інфраструктури для будівництва та експлуатації, відповідність проекту чинним будівельним нормам і правилам.

Наразі в Україні, на основі аналізу наявного досвіду військових дій та можливих засобів повітряного нападу противника і результатів їхніх влучань по основних елементах ОКІ (об'єктів критичної інфраструктури) запропоновані три типи інженерного захисту елементів ОКІ [1,2]:

Тип I – первинний захист споруд від осколкового ураження та від дії вибухової ударної хвилі в разі вибуху на відстані 15 м від елемента. Пропонуються декілька варіантів конструктивного інженерного рішення первинного захисту елементів ОКІ. Для бічного часткового захисту елементів запропоноване використання пірамідоподібних споруджень з фортифікаційних габіонів, у виключному випадку – із бігбегів, мішків, залізобетонних і металевих збірних елементів. Такий тип захисту є частковим, оскільки не захищає елемент ОКІ зверху. Також до першого типу належать посилення і збільшення живучості існуючих конструкцій будівель та споруд чи внутрішнього устаткування шляхом улаштування металевих кожухів, обкладання цеглою, встановлення додаткових опор;

Тип II – укриття типу «шелтер» із зовнішнім захисним решітчастим екраном, який затримує прямі влучання дронів-камікадзе типу баражуючий боєприпас, та внутрішньої захисної оболонки, яка захищає від ударної хвилі та уламків у разі їх вибуху в момент зіткнення з екраном, а також у разі фугасного влучання в землю усіх відомих типів ракет противника на відстані 15 м від елемента. При цьому захист елементів ОКІ завширшки до 20 м пропонується забезпечувати засипкою стін і покрівлі ґрунтом, а захист елементів завширшки понад 20 м – спеціальними плитами покрівлі. Детальніше захисні конструкції даного типу описані у [1];

Тип III – підземна урбанізація ключових елементів ОКІ, покликана захистити від прямого поодинокого влучання в елемент ОКІ всіх відомих типів крилатих та балістичних ракет противника з фугасною чи проникною бойовою частиною.

До наведеного переліку типів інженерного захисту елементів ОКІ пропонується додати Тип IV, а саме: надглибока підземна урбанізація елементів об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ).

Тип IV – Надглибока підземна урбанізація елементів об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ) є стратегічно обґрунтованим підходом до забезпечення їхньої довгострокової безпеки та функціональної стійкості. Такий підхід передбачає розміщення елементів ОКІ на значній глибині в стабільних масивах міцних скельних порід, що забезпечує високий рівень захисту від зовнішніх

загроз, включно з кінетичним, сейсмічним, техногенним та військовим впливом. Розташування інфраструктури у важкодоступних гірських умовах робить її практично недосяжною для ураження звичайними засобами.

Планування та реалізація надглибоких підземних об'єктів можуть включати розгалужену систему горизонтальних тунелів для забезпечення виходів на поверхню. Концепція адаптивної інтеграції таких об'єктів із природним і техногенним рельєфом дозволяє підвищити ефективність будівництва та мінімізувати ландшафтні порушення. Зокрема, доцільно передбачити такі варіанти виходів:

1. Використання природного рельєфу місцевості:

Балки, глибокі яри, схили гір і пагорбів можуть бути природними каналами для виведення тунелів на поверхню. Така конфігурація полегшує вентиляцію, евакуацію, доступ технічного персоналу та транспорту. Окрім того, природні елементи рельєфу можуть приховувати вентиляційні шахти, люки обслуговування або комунікаційні портали, підвищуючи маскування об'єктів.

2. Використання техногенного рельєфу:

Колишні промислові кар'єри, відвали порід, техногенні пониження рельєфу можуть бути перетворені на зони виходу тунелів або вентиляційних систем. В деяких випадках можливе вторинне використання кар'єрів для розміщення систем зберігання ресурсів, техніки або резервного енергозабезпечення.

3. Інтеграція з виробленим простором гірничих підприємств:

Існуючі порожнини гірського масиву після відпрацювання корисних копалин можуть бути реконструйовані під об'єкти ОКІ або транспортно-логістичні коридори. Це дозволить значно зменшити витрати на проходку і водночас забезпечує просторову гнучкість для формування мережевої структури підземної урбанізації.

Висновки.

Визначені та проаналізовані геологічні чинники щодо ведення підземного будівництва, як сприятливі, так і негативні. З огляду на ці чинники, визначені загальні принципи геологічного районування територій. Найбільш придатними для підземного будівництва є ділянки простої будови (I-ої категорії складності) за інженерно-геологічними умовами. А саме:

- території з низьким рівнем сейсмічності;
- райони з монолітними міцними скельними породами (гранітами та гнейсами);
- території зі стабільним геологічним середовищем, мінімальним впливом розломних зон та нетріщуватими породами, або породами з низькою тріщинуватістю;
- області зі стабільними гідрогеологічними умовами та низьким рівнем неагресивних підземних вод.

Запропановано до наявного переліку трьох типів (I-III) інженерного захисту елементів ОКІ додати тип IV, а саме надглибоку підземну урбанізацію елементів об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ), які знаходяться на великій

глибині в міцних скельних породах гірського масиву і є недосяжними для ураження.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваль М.В., Коваль В.В., Коцюруба В.І. та ін. Організаційно-технічні засади побудови системи інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури енергетичної галузі України. *Наука і оборона*. 2022. №3-4. С. 11–16.
2. Коцюруба В.І., Білик А.С., Веретнов А.О. Методика розрахунків та обґрунтування вимог до інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури від БпЛА типу баражуючий боєприпас. *Опір матеріалів і теорія споруд*. 2022. № 109. С. 164–183.

ЛЮБЕЛЬСЬКЕ РОДОВИЩЕ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ КОКСІВНОГО ВУГІЛЛЯ

І. В. Бучинська

кандидат геологічних 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

Охарактеризовано стан видобування коксівного вугілля в Україні та перспективи його видобутку на Любельському родовищі Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Проаналізовано запаси вугілля марки К в межах родовища.

Ключові слова: Львівсько-Волинський басейн, Любельське родовище, вугільний пласт, коксівне вугілля.

LUBEL DEPOSIT OF THE LVIV-VOLYN BASIN AND PROSPECTS FOR COKING COAL PRODUCTION

I. V. Buchynska

Candidate of Geology Sciences

A. V. Poberezhsky

Candidate of Geology and Mineralogy Sciences

O. O. Stupka

Candidate of Geology Sciences

The state of coking coal production in Ukraine and the prospects for its production at the Lublin deposit of the Lviv-Volyn coal basin are described. The reserves of grade K coal within the deposit are analyzed.

Keywords: Lviv-Volyn basin, Lublin deposit, coal seam, coking coal.

Видобуток вугілля і його переробка в готову продукцію залишається одним з основних джерел забезпечення потреб України в енергоносіях. Загальні запаси і ресурси кам'яного вугілля України (балансові, позабалансові, прогнозні) перевищують 100,0 млрд т, з них розвідані запаси – понад 50 млрд т [1]. Вугільні родовища України характеризуються дуже складними природними умовами їх розробки, а наявний шахтний фонд високою зношеністю і низьким технічним рівнем, унаслідок чого вітчизняна вугільна промисловість є збитковою.

У зв'язку збройною агресією російської федерації проти України та тимчасовою окупацією українських територій ситуація у вугільній галузі значно ускладнилася. Чимало вугільних шахт виведено з експлуатації. Після втрати

частини вугільних потужностей у 2014, Україна відчувала дефіцит вугілля певних марок. Навіть до широкомасштабного вторгнення імпорту коксу і коксівного вугілля був суттєвим.

До 2025 року шахта "Покровська" була єдиним видобувачем в Україні коксівного вугілля. У 2023 р. об'єднання «Покровське» видобуло 5,6 млн т вугілля. За 5 місяців 2024 р. підприємство видобуло 2 млн т вугілля. Для порівняння – у 2021 р. видобуток склав 6,2 млн т. Промислові запаси вугілля складають більше 200 млн т [2]. Група «Метінвест» у зв'язку з наближенням лінії бойових дій 14 січня 2025 р. повідомила про зупинення роботи Покровської вугільної групи, яка включає шахту «Покровська» [3].

В обстановці, що склалася, актуальним є питання розвитку геолого-промислової бази Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (ЛВБ). Необхідним є створення нового підходу до цього вуглевидобувного комплексу як до рівноправного гравця на вугільному ринку України. Велика надія покладається на будівництво нової сучасної шахти на Любельському родовищі, адже це єдине родовище ЛВБ з запасами коксівного вугілля.

Любельське родовище розташовано в південно-західній частині ЛВБ. Воно приурочене до Карівської синкліналі, яка представляє собою асиметричну складку північно-західного простягання з пологим ($1-2^\circ$) зануренням на південний-захід. Любельське родовище відноситься до найбільш складних в тектонічному відношенні родовищ ЛВБ.

Площа родовища складає 170 км². Масштабна геологорозвідувальна робота проводилась з 1978 р. Техніко-економічним обґрунтуванням, проведеним «УкрНДІпроект» (1993 р.), доведена економічна доцільність промислового освоєння родовища п'ятьма шахтами: Любельські №№ 1, 2, 3, 4, 5 на загальну потужність 6,3 млн т вугілля в рік. Станом на 1.01.1994 р. в межах шахти Любельська № 1 завершена детальна розвідка. Запаси вугілля затверджені ДКЗ України в грудні 1993 р (протокол №167 від 23.12.93 р.). На полі шахти Любельська № 2 також проведена детальна розвідка і запаси вугілля затверджені ДКЗ України (протокол №183, 2006р). В цьому ж році запаси вугілля полів шахт Любельська №№ 1 і 2 були об'єднані і передані ДП «ССТ Любеля» фірми «Стелекс» (США) для підготовки до промислового освоєння єдиним гірничовидобувним комплексом (ліцензія №3826 від 12.04.20006 р). Кількість ресурсів на ділянках «Любельська 1-2» складає 177 млн т [4]. Додатковим бонусом для майбутньої розробки є відсутність метану на блоках 1-2, витриманість пластів та їх горизонтальне залягання.

Загалом вугленосна товща карбону вміщує 14 вугільних пластів, які досягають робочої потужності (більше 0,6м): v_6 , n_7 , n_7^1 , n_7^B , n_7^{B-1} , n_7^{B-2} , n_8 , n_8^0 , n_8 , n_9 , b_1 , b_3 , b_3^1 . Поширені переважно витримані пласти простої і складної будови з середньою потужністю 1,2 – 1,3 м.

Вугільні пласти родовища залягають на глибині 660–1200 м. Вони відносяться до груп (по мірі переваги): тонких (0,6–1,2 м), середньої потужності (1,21–2,0 м), і дуже тонких (до 0,60 м).

За величиною зольності у вугіллі за середніми значеннями пластової зольності виділяються (по мірі переваги): середньозольне (10-20,0 %), зольне (20–35,0 %) і багатозольне (35,0- 45,0 %). За показниками вмісту масової долі сірки мають перевагу групи багатосірчастого вугілля (39,7 %) і малосірчастого (29, 0%). Найбільше запасів вугілля на родовищі залягає на глибині 600–900 м. На Любельському родовищі загальні розвідані запаси вугілля складають 522884 тис. т, в тому числі: балансові запаси 467147 тис. т за категоріями В+С1+С2 або 89,3 %, забалансовані – 55737 тис. т або 10,7 %. Балансові запаси вугілля марки К складають 198073 тис. т або 42,4 %. Прогнозні ресурси на родовищі пораховані тільки на полях шахт Любельські № 4 і 5 і складають 371329 тис. т [5, 8]

В 2001 році проводилися роботи по переоцінці ресурсів вугілля, їх класифікація з метою аналізу сировинної бази вугілля України [6]. При проведенні досліджень враховані рекомендації переоцінки ресурсів вугілля і вимоги до їхньої класифікації [7]. Хімічний склад і технологічні властивості вугілля є основними показниками, які визначають техніко-економічну доцільність видобутку і раціонального використання. Природні показники, з врахуванням яких проводилися підрахунки: глибина залягання і потужність вугільних пластів, вміст золи і сірки у вугіллі, марочний склад вугілля [8].

На полі шахти Любельська № 3 в 1995 р. завершена попередня розвідка і розроблено проект на її детальну розвідку, яка була проведена ДП «ССТ Любеля» по ліцензії в 2015-2016 роках з захистом запасів в ДКЗ України в 2017 р. [9]. Основні характеристики вугілля пластів поля шахти Любельська № 3 наведені в таблицях 2, 3.

Підтвердження достовірності підрахунку запасів на ділянці Любельська № 3 проводилося за стандартами JORC, згідно якої ресурси шахтного поля знаходяться на рівні 139 млн т вугілля.

Таблиця 2

Середні характеристики показників вугілля, що визначають марку по вугільних пластах (поле шахти Любельська №3) [9].

Вугільні пласти	Середні показн. відбиття вітриніту R_0 , %	Вихід летких V^{daf} , %	Товщина пластичного шару Y , мм	Індекс Рога RI , од	Позначення марки	
					ДСТУ 3472-96	ДСТУ 3472:2015
b_3	1	31,1	20		Ж	Ж
b_1	1,01	30,2	23	80	Ж	Ж
p_9	0,97	29,6	25	81	Ж	Ж
p_8^5	1,06	29,8	20		Ж	Ж
p_8^B	1,04	28,6	24	80	Ж	Ж
p_8	0,98	28,2	17		Ж	Ж
p_7^B	1,08	27,2	22	78	Ж	Ж
p_7	1,12	27,1	21	79	Ж	К
$п_7$	1,19	24,6	20		К	К

Основні технологічні показники вугілля (поле шахти Любельська №3) [9].

Показники	Вугільні пласти							
	b_3	b_1	n_9	n_8^5	n_8^B	n_8	n_7^B	n_7
Зола вугільних пачок (A^d , %)	<u>9,1-41,7</u> 18,9(33)	<u>6,5-28,3</u> 15,0(43)	<u>4,5-35,8</u> 15,7(54)	<u>4,8-41,8</u> 19,9(51)	<u>3,6-32,3</u> 14,3(59)	<u>4,2-32,7</u> 13,3(39)	<u>6,9-37,6</u> 14,5(69)	<u>4,5-33,6</u> 11,3(67)
Пластова зола (A^d , %)	<u>9,1-41,7</u> 19,7(33)	<u>6,5-33,5</u> 16,7(43)	<u>4,5-35,8</u> 16,5(54)	<u>4,8-60,3</u> 30,9(51)	<u>3,6-58,4</u> 24,4(59)	<u>4,2-32,7</u> 14,1(39)	<u>6,9-37,6</u> 15,2(69)	<u>4,5-38,5</u> 13,0(67)
Масова доля сірки (S_t^d , %)	<u>1,55-11,2</u> 4,34(30)	<u>1,4-5,7</u> 3,4 (43)	<u>1,36-9,1</u> 4,34(52)	<u>0,86-10,0</u> 4,46(36)	<u>1,14-6,7</u> 3,65(56)	<u>0,6-13,18</u> 2,16 (32)	<u>0,89-7,55</u> 3,44(63)	<u>0,1-6,4</u> 1,74(52)
Волога Середнє значення ($W^{\max}$, %)	1,53	1,58	1,67	1,50	1,81	1,53	1,57	2,05

Основними класифікаційними показниками коксування згідно ДСТУ 3472-96 є вихід летких та товщина пластометричного шару. Вихід летких речовин вугілля ділянки Любельська № 3 змінюється від 20,2 до 43,6%. Середні значення на ділянці від 26,7 до 31,1%. В цілому по полю площі вихід летких змінюється без закономірностей. Товщина пластичного шару вугілля змінюється від 10 до 38 мм (середні значення по площі становлять 17-25 мм) [9].

Враховуючи якісні характеристики вугілля ділянки і за результатами дослідних коксувань, Українським науково-дослідним вуглехімічним інститутом Міністерства промислової політики України (УВХІН) надане заключення про придатність вугілля ділянки Любельська №3 для коксування. Використання вугілля пластів b_1 , n_9 , n_8^B , n_7^B для коксування обмежене, через дещо завищений вміст сірки. А вугілля пласта n_7 має низький вміст сірки ($S_t^d=0,73\%$) і понижений індекс основності ($I_o=1,24$), що робить його цінною сировиною для виробництва коксу [9].

Виконанні дослідження дозволили проаналізувати сировинну базу та дати оцінку ресурсів вугілля Любельського родовища Південно-Західного району Львівсько-Волинського басейну. Нарощування мінерально-сировинної бази Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну можливо за рахунок будівництва і експлуатації гірничовидобувних комплексів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. Редакція від 17.01.2025. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17>
2. Баланс ринку вугілля для коксування в Україні (2024) Режим доступу: https://gmkn.center/wp-content/uploads/2024/12/Ukr_coking-coal-market.pdf
3. Моїсєєв В. В. Україні більше не добувають коксівне вугілля: до чого це призведе. 2025. Режим доступу: <https://thepage.ua/ua/economy/v-ukrayini-bilshe-ne-dobuvayut-koksivne-vugillya-naslidki>
4. Гумен Я. Шахта «Любельська» № 1–2: Будується вугільне підприємство європейського взірця / Інвест-Україна, 2012. Режим доступу: <http://investukr.com.ua/get-news/64/>
5. Бучинська І. В., Матрофайло М. М. Перспективи нарощування мінерально-сировинної бази Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. *Гірничі геологія та геоекологія*. 2021. 1. 5-23. Режим доступу: <http://journal.geoekomine.com.ua/article/view/234260>
6. Переоцінка ресурсів вугілля, їх класифікація і кодифікація з метою забезпечення комп'ютерного обліку і аналізу сировинної бази вугілля України (Львівсько-Волинський басейн) станом на 1.01.2001 року / Відповідальний виконавець Костик І. О. Звіт тематичної партії Львівської ГРЕ ДП «Західукргеологія», 2001. Т. 1. 207 с.
7. *Державний стандарт України*. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація ДСТУ 3472-96. Київ, Держстандарт України, 1997. 5 с.
8. Костик І. О., Бучинська І. В., Побережський А. В. Класифікація запасів вугілля Тягівського і Любельського родовищ Південно-Західного вугленосного району Львівсько-Волинського басейну за основними природними показниками. *Геологічний журнал*. 2021. № 1 (374). С. 53—69. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.1.214013>
9. Геолого-економічна оцінка запасів кам'яного вугілля ділянки Любельська №3 Любельського родовища, Львівсько-Волинського басейну. ЛЮБЕЛЬ КОУЛ КОМПАНІ Лтд, ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля. Відповідальний виконавець Є. Гірний. Жовква, 2016. 322 с.

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ВУГІЛЬНИХ РОЗРІЗІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

І. В. Васильєва

Молодший науковий співробітник

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

Геологічна будова вугільних розрізів Західного Донбасу вивчена досить повно, базується в основному на даних геофізичних досліджень свердловин, що були виконані під час геологорозвідувальних робіт. Раціональний комплекс ГДС дозволить підняти на новий рівень вивчення геологічної будови вугільних розрізів, оцінку показників якості вугілля та інші задачі.

Ключові слова: Західний Донбас, геологічна будова, вугільні розрізи.

FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF COAL SECTIONS OF THE WESTERN DONBAS

I. V. Vasilyeva

Junior Researcher

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

The geological structure of coal seams in the Western Donbass has been studied quite fully, based mainly on data from geophysical well studies carried out during geological exploration. A rational complex of GDS will allow to raise the study of the geological structure of coal seams, assessment of coal quality indicators and other tasks to a new level.

Keywords: Western Donbas, geological structure, coal seams.

Вступ. В геологічній будові району бере участь потужний комплекс осадових утворень девонського, кам'яновугільного, пермського, тріасового, юрського, палеогенового і четвертинного віку, що лежать на породах докембрійського кристалічного фундаменту [1].

Основні дослідження. Кам'яновугільні відклади в районі представлені всіма свитами нижнього і середнього відділів. Основною продуктивною товщею нижнього карбону є самарська свита C_1^3 (C), яка розділяється на дві підсвіти.

Нижня підсвіта, потужна та продуктивна, укладена в інтервалі вапняків C_1 - C_5 і містить 60 вугільних пластів і прошарків, з яких 21 має промислове значення. Середня потужність нижньої підсвіти становить близько 400 м.

Верхня підсвіта має потужність 70-80 м і характеризується майже повною відсутністю вугілля.

Відклади середнього карбону мають широкий розвиток в північній частині району, де їх потужність досягає 1800 м. Всі свити середнього карбону містять вугільні пласти робочої потужності, але найбільш продуктивними є свити C_2^6 і

C₂⁷. Вміщуючі породи карбонових відкладів представлені перемежованими між собою шарами аргілітів, алевролітів, пісковиків і вапняків.

Західний Донбас приурочений до південно-східного крила Дніпровсько-Донецької западини. Площа характеризується типовою для древніх платформ двоповерховою будовою. Нижній структурний поверх – це кристалічний фундамент, а верхній – платформний чохол.

Кристалічний фундамент представлений складно дислокованими докембрійськими утвореннями. В межах УЩ вони перекриті малопотужними кайнозойськими відкладами, а в ДДА – ще й товщею мезозойських та палеозойських відкладів, загальна потужність якої досягає 1600 м. Комплекс осадових порід характеризується моноклінальним заляганням з кутами падіння 2-5° в напрямку до осі западини. Переважне простягання порід північно-західне.

Основним типом тектонічних порушень в басейні являються скиди. Скиди, як правило, круто падаючі, паралельні, рідко такі, що сходяться та створюють цілу систему розломів. Кути падіння площин змішувачів складають 40-85°, амплітуда зміщення від кількох до 350 метрів.

Складчасті форми дислокації спостерігаються на окремих, найбільш порушених ділянках та проявляються у вигляді хвилястого залягання порід, що місцями переходить у дрібну пологі складчастість з кутами падіння крил від 3-5° до 7-8°.

Потужність пластів аргілітів коливається від декількох сантиметрів до 20-30 м, алевролітів - до 40-50 м. Алевроліти часто перешаровуються тонкими пластами пісковиків. У аргілітах є включення кремнієво-глинистих нирок. Пласти пісковиків мають потужність до 45 м, вапняків - до 10 м.

Процентне співвідношення порід карбонових відкладень в розрізі, за даними пробурених при дослідженні свердловин, наступне:

- Аргіліти - 40,3%.
- Алевроліти - 29,7%.
- Пісковики - 27,0%.
- Вугілля - 1,5%.
- Вапняки - 1,5%.

Вугленосна карбонова товща перекрита мезозойськими відкладами потужністю від 50 до 300 і більше метрів, представленими в основному, піщано-глинистими породами. До глинистих порід відносяться щільні, в'язкі глини, строкато-кольорові та світло сірі, а також льосовидні суглинки четвертинного періоду. До піщаних порід відносяться слабо зцементовані дрібнозернисті пісковики та пухкі піски. Пісковики часто містять гальку і гравій.

Процентне співвідношення порід мезозойсько-кайнозойських відкладень наступне:

- Глини - 49,42%.
- Пісковики - 29,27%.
- Піски - 16,25%.

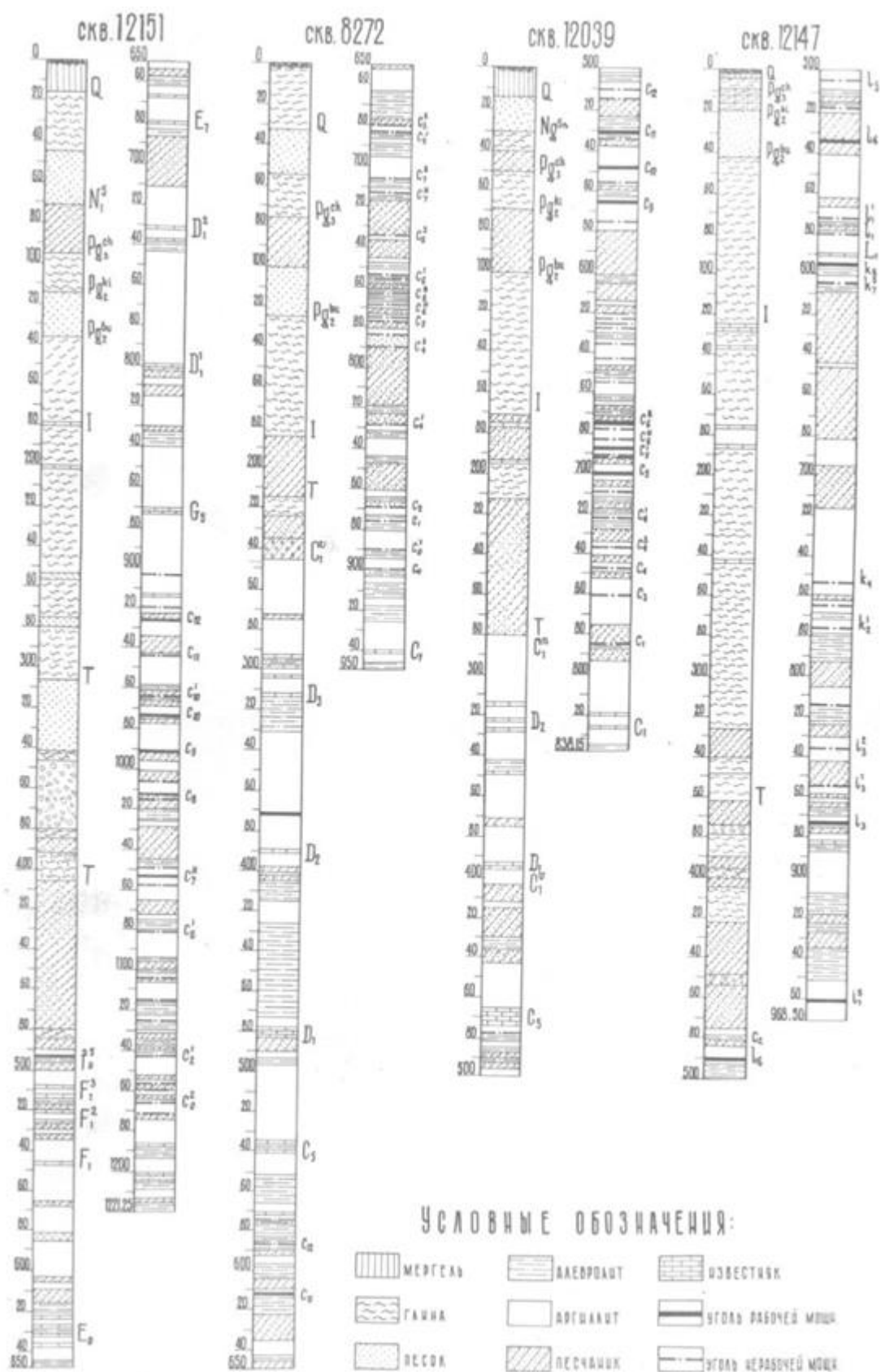


Рисунок 1. Геологічні розрізи свердловин, за матеріалами геолого-розвідувальних звітів.

- Конгломерати - 2,36%.
- Суглинки - 1,77%.

- Ґрунтовий шар - 0,45%.
- Вапняки - 0,18%.

Характерні для даного геологічно-промислового району розрізи представлені на рисунку 1.

Висновки.

Геологічна будова схилів Західного Донбасу вивчена досить повно, базується в основному на даних геофізичних досліджень свердловин, що були виконані під час геологорозвідувальних робіт [2]. Пробурені свердловини розташовані згідно затвердженій геологорозвідувальній мережі, що відповідає категорії підрахованих запасів вугілля та супутніх корисних копалин. Проте через недосконалість системи розвідки були пропущені та не досліджені деякі тектонічні порушення. Виявлена розбіжність між даними геологорозвідки та фактичними, отриманими в процесі видобування вугілля. Через брак інформації по окремим ділянкам шахтних полів були пробурені додаткові розвідувальні свердловини та проведені додаткові дослідження для отримання і коригування баз даних.

Раціональний комплекс геофізичних досліджень свердловин, як галузевий стандарт, дозволить підняти на новий рівень вивчення геологічної будови вугільних розрізів, оцінку показників якості вугілля, визначення фізико-механічних властивостей вуглевмісних порід. Необхідний та достатній комплекс ГДС, що складається з основних та додаткових методів є незамінним при геологічній документації вугільних розрізів [3].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильєва І. В. Фізико-механічні властивості порід та ускладнення при бурінні розвідувальних свердловин. *Мінеральні ресурси України*. 2024. № 3. С. 37-41. <https://doi.org/10.31996/mru.2024.3.37-41>
2. Васильєва І. В. Оцінка фізико-механічних властивостей і якості вугільних пластів за даними комплексу геофізичних досліджень свердловин. *Мінеральні ресурси України*. 2016. № 3. С. 8-11. <https://mru-journal.com.ua/index.php/mru/article/view/158>
3. Васильєва, І. В. Застосування геофізичних досліджень свердловин під час визначення якісних характеристик вугілля та фізико-механічних властивостей вуглевмісних порід. *Мінеральні ресурси України*. 2020. № 2. С. 32-35. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.2.32-35>.

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ШАХТНИХ ВОД ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ТЕКТОНІЧНОЮ БУДОВОЮ ВУГІЛЬНОГО МАСИВУ (КРАСНОАРМІЙСЬКА МОНОКЛІНАЛЬ)

В. В. Вергельська

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

Н. О. Дяченко

к. геол. н., зав. лаб.

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

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Досліджено зв'язок геохімічних особливостей шахтних вод (ШВ) Покровського району зі складною тектонічною будовою Красноармійської монокліналі (КМ) та можливість використання ШВ за для потреб промислового водопостачання. Встановлено, що тектонічна будова КМ умовно розділена на дві «зони» (північну та південну,) які відрізняються умовами переважання тектонічних напруг стиску та розтягу. Геохімічні особливості ПВ КМ мають деякі відмінності в залежності від належності до тектонічних «зон». Виявлена зональність поширення ШВ. Води ш. «Піонер» можна використовувати для технічних та побутових потреб за умови очищення.

Ключові слова: Красноармійська монокліналь, шахтні води, геохімічні особливості, тектонічна будова.

GEOCHEMICAL FEATURES OF MINE WATERS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE TECTONIC STRUCTURE OF THE COAL MASSIFS (KRASNOARMIYSK MONOCLINE)

V. V. Vergelska

SI "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the NAS
of Ukraine"

N. O. Dyachenko

Candidate of Geology, Head of Lab.

SI "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the NAS
of Ukraine", SI "Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine"

The paper investigates the relationship between the geochemical features of mine water (MW) in the Pokrovskii district and the complex tectonic structure of the Krasnoarmeyskaya monocline (KM) and the possibility of using MW for industrial water supply. It has been established that the tectonic structure of the KM is conditionally divided into two 'zones' (northern and southern), which differ in the conditions of predominance of tectonic compressive and tensile stresses. The geochemical features of the CBM have some differences depending on the tectonic 'zones'. The

zonal distribution of the CMM has been revealed. The waters of the Pioneer drainage can be used for technical and domestic needs, subject to treatment.

Keywords: Krasnoarmiyskaya monocline, mine waters, geochemical features, tectonic structure.

Необхідність вивчення шахтних вод (ШВ) Покровського району Донбасу обумовлена проблемою відсутності водного резерву господарсько-питного водопостачання на територіях, що зазнають впливу військової агресії проти України. ШВ, які утворюються внаслідок змішування підземних вод різних вугільних горизонтів через наявність гірничих виробок, є значним джерелом забруднення навколишнього середовища. Тим не менш, існує можливість використання ШВ для потреб промислового водопостачання, яка визначається їх належністю до класифікаційної групи за показниками якості, а також типом джерела водопостачання (діюча або ліквідована шахта). Формування припливів шахтних вод та їх хімічний склад визначаються низкою факторів, серед яких геолого-структурні, геодинамічні, гідрогеологічні умови, гірничотехнічні чинники розробки вугільного родовища [6]. Але питання зв'язку геохімічних особливостей ШВ Красноармійського геолого-промислового району зі складною тектонічною будовою Красноармійської монокліналі (КМ) та можливість їх використання за рахунок очищення, залишилось поза зоною уваги.

Саме тому, метою дослідження є визначення зв'язку геохімічних особливостей шахтних вод та їх мінералізації з тектонічною будовою вугільного масиву у межах КМ та можливість використання ШВ для потреб промислового водопостачання.

В геоструктурному відношенні досліджувана територія КМ розташована в південно-західній частині Кальміус-Торецькій улоговини. Структура витягнута в ПнЗ напрямі на 100 км по простягання, ширина смуги вугленосних відкладів (ВВ) 18-20 км. Геологічна будова КМ характеризується розвиненими осадовими породами середнього і верхнього карбону, що перекриті кайнозойськими, тріасовими, юрськими осадовими породами, сумарна потужність яких збільшується з півдня на північ. Кам'яновугільні відклади предсталенні чергуванням різних за складом та потужністю шарів вугілля, вапняків, пісковиків, аргілітів і алевролітів. Відносно спокійне залягання порід порушено тектонічними розривами різного орієнтування і морфології. Перша група розривів (рис. 1), морфологічно представлена насувами близькомеридіонального Пн-ПнЗ простягання (Красноармійський, Мерцаловський, північна частина Добропільського) і діагонального ПнС орієнтування (Селідовський, Центральний, південна частина Добропільського, серія Ново-Іверських розривів).

Друга – численні субпаралельні диз'юнктиви скидової морфології близькоширотного Пн-ПнЗ простягання (Червонолиманський, Глибокоярський, Карпівський, Грушівський, Федорівський, Самойлівський, Гнілушинський) і діагонального ПнС орієнтування - скид № 5, скид «В» (рис. 1, б, в, г, д).

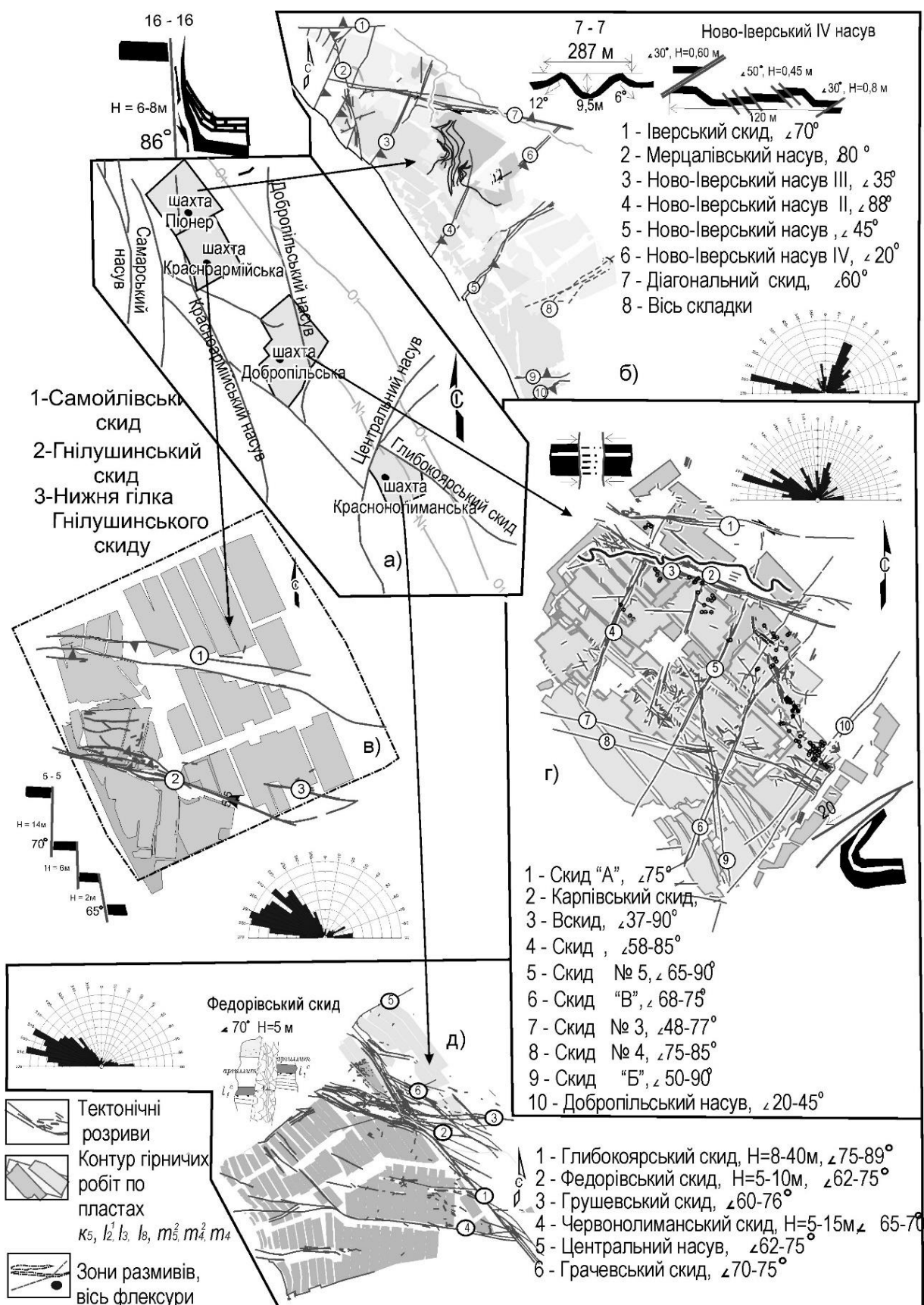


Рисунок 1. Схема шахт Красноармійського геолого-промислового району (а). Цифрові гірничо-геометричні моделі тектонічної порушеності вугільних пластів в межах гірничих відведень шахт: Піонер (б), Свято-Покровська («Красноармійська») (в), Добропільська (г), Красноноліманська (д) з деталізацією роз-діаграм

Аналіз структурного малюнка середньоамплітудної тектонічної порушеності вугільних пластів (рис. 1, б, в, г, д) в межах гірничих відведень шахт: «Піонер», «Красноармійська», «Добропільська» та «Краснонолиманська» дозволяє констатувати, що:

- субпаралельні середньоамплітудні диз'юнктиви переважно ПнС орієнтування (азимут $15-30^\circ$) незалежно від морфології (скиди або насуви) співвісні азимутальному орієнтуванню Центрального й південній частині Добропільського насувів та служать межами паралелограмоподібних блоків, утворюючи або лускаті пакети, або пакети скидових уступів (залежно від морфології розриву), що обмежені за простяганням скидовими зміщувачами Пн-ПнС і Пд-ПдЗ падіння. У разі лускатих пакетів в орієнтуванні падіння зміщувачив домінує С-ПдС напрямом, розриви, що обмежують скидови уступи, характеризуються зустрічним З-ПнЗ напрямом падіння;

- середньоамплітудні розриви різної морфології представлені не єдиним зміщувачем, а серією порушень на всіх стратиграфічних горизонтах, що формують вертикальні тектоносмуги (рис. 1, б, в, г, д);

- середньоамплітудні розриви ПнС орієнтування локалізуються у зонах, що примикають до великоамплітудних насувів Пн-ПнС простягання (Красноармійський, північна частина Добропільського). При цьому, середньоамплітудні насуви вищезгаданого орієнтування характерні виключно для найбільш північної ділянки аналізованої площі (шахта «Піонер»). У міру віддалення в південно-східному напрямку, в центральній частині блоку, замкненого між великоамплітудними насувами Пн-ПнЗ простягання, середньоамплітудні насувні структури зникають (шахта «Красноармійська») і поступаються місцем скидовим (шахта «Добропільська»). Відсутність розривів ПнС орієнтування фіксується в південно-східній частині аналізованої території (гірничі відведення шахти «Краснолиманська»);

- розриви ПнС орієнтування, морфологічно представлені зсуво-насувами, з глибиною змінюють не лише кут падіння (з 35° до 85° , тобто виположуються при наближенні до поверхні у бік опущеного крила), але і азимут простягання (з $20-25^\circ$ до 50°), утворюючи в плані віялове оперення основного розриву, азимутне орієнтування яких відповідає орієнтуванню широкій (до 270 м) зоні плікативних дислокацій на східному крилі гірничого відведення шахти «Піонер» (рис. 1, 7-7);

- у найбільш північній частині аналізованої ділянки (шахта Піонер) значний розвиток отримали прирозривні антиклінальні структури ПнС орієнтування в лежачих крилах, що виположуються до поверхні насувів (рис. 1, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4);

- середньоамплітудні субпаралельні розриви близькоширотного З-ПнЗ орієнтування (азимут $270-290^\circ$) скидової морфології переважно крутого падіння (кут падіння $65-90^\circ$) фіксуються на всіх планах тектонічної порушеності аналізованих шахт (рис. 1).

- особливий інтерес представляють крутопадаючі розриви скидової морфології Пн-ПнЗ орієнтування (Мерцалівський, Глибокоярський скиди),

азимут простягання яких становить $330-350^\circ$, які мають велику зону дроблення, часто заміщені пісковиком і, за сутністю, представлені розсувом (рис. 1);

- на загальному фоні розривоутворення малоамплітудна тектоніка розвинена достатньо локально, сконцентрована в тектоносмугах, що орієнтовані співвісно середньоамплітудним розривам різної морфології, при цьому, вона розміщена в об'ємах скидових або чешуйчато-насувних пакетів, межами яких служать розриви ПнС орієнтування;

- у ПдС частині гірничого відведення шахти «Піонер» сформований дуплекс стиснення (режим транспресії), виражений складчастою системою, шириною до 287 м і фрагментами пологих, змінюючих простягання, Новоіверських насувів (рис. 1, б);

Підсумовуючи вищенаведене та виходячи з загальноприйнятої концепції утворення насувних та скидових структур: перші формуються в обстановці локального стиснення, другі – в обстановці локального розтягу - системи розривів повинні були сформуватися в різних геодинамічних умовах, що, вочевидь, не відповідає дійсності [8]. На думку [5] «Просторові взаємини всіх виділених систем розривів свідчать про те, що вони одновікові або близько одновікові». В результаті використання кінематичного аналізу тріщино-розривних структур, автори прийшли до висновку, що структури «могли закладатися як зсуви». В роботі [8] автори прийшли до висновку, що розриви сформувалися в обстановці зсувного поля напружень, вісь укорочення простору (σ_1) внаслідок горизонтального зсуву орієнтована по азимуту $160-170^\circ$ ($340-350^\circ$), вісь подовження (σ_3) - $70-80^\circ$ ($250-260^\circ$). З огляду на вищевикладене, вищеописані системи розривних дислокацій відносяться до зсувної асоціації структур з певними системами зсувних деформацій і внутрішньою структурою зсувних дуплексів. За даними авторів [8], горизонтальне зміщення розривів опіріння уздовж Мерцаловського насуву в межах вугільного пласта l_8 шахти «Піонер» склало майже 150 м. На прояв тектонічних процесів в режимі горизонтального зсуву вказує і ряд літологічних ознак. Це, перш за все, зони заміщення вугілля, що контролюються зонами згущення тріщинуватості, та свідчить про те, що русла древніх водотоків дренавали зони порушень. Виявлена закономірність підтверджується фактичним орієнтуванням штрихів ковзання на площинах зміщувачей, які були зафіксовані під час картування розривів в гірничих виробках, тобто поряд зі скидовими і скидово-зсувними зміщеннями задокументовані правозсувні зміщення по субширотним і лівозсувні зміщення по субмеридіональним розривам [5]. Автори досліджень [4] вказують на значну динамічність тектоно-седиментаційного режиму формування вугільних покладів в межах гірничого відведення шахти «Краснолиманська», що підтверджується багаторазовими розщепленнями вугільних пластів, мінливістю їх потужності, численними розмивами та виклінюваннями. Вчені стверджують, що скиди утворилися в зонах розтягу на межі блоків кристалічного фундаменту. Але, на думку дослідників, насуви утворилися внаслідок стиснення під дією сугоризонтальних напруг. У роботі підкреслюється, що ряд скидів ш. «Краснолиманська» розривають палеоген-

неогенові та четвертинні відклади. Тобто, сучасний погляд на цей факт свідчить про те, що тектонічні розриви мають відношення до неотектонічної активності, яка мала стискаючи та розтягуючи напруги в субгоризонтальній площині.

На наш погляд, на півночі КМ превалювали стискаючи напруги, в південній частині КМ – напруги розтягу, що підтверджується тектонічною будовою окремих шахтних полів (рис.1). В цьому сенсі, тектонічна будова ш. «Піонер» яка має велику кількість насуві, відрізняється від тектонічної будови ш. «Краснолиманська» де вони відсутні (окрім Центрального). Існуюча геодинамічна обстановка вочевидь, вплинула на зональність підземних вод КМ.

Аналіз результатів хімічного складу, жорсткості та рН вод середнього карбону, які складають водоносний комплекс кам'янської, алмазної і горлівської світ та є найбільш поширеними в межах Красноармійського вуглепромислового району (табл. 1) показав, що геохімічні особливості підземних вод КМ також мають деякі відмінності в залежності від приуроченості до південної, центральної або північної частини досліджуваної території. Найнижчий показник зафіксовано на ш. «Піонер», найвищий - ш. «Краснолиманська» пласт І₃. Водоносний комплекс представлений переважно середньо- та високо мінералізованими водами (мінералізація 1371,6-25443,5 мг/дм³). При цьому, показники мінералізації шахтних вод ш. «Краснолиманська» досягають значень 7225,7 – 25443,5 мг/дм³. При цьому, водневий показник рН варіює в межах 6,8 - 8,05, що відповідає ГОСТу.

Таблиця 1.

Данні хімічного аналізу вод на шахтах Красноармійського вуглепромислового району

№ п/п	Назва підприємства, місце відбору проби	Загальна мінералізація, мг/дм ³	рН
1.	«Курахівська Гірняк», пласт h	4763,2	8,05
2.	Ш. «Краснолиманська» пласт І ₃ (заскидова зона)	25443,5	6,95
3.	Ш. «Краснолиманська» пласт І ₃ ПК 23	14236,9	7,7
4.	Ш. «Краснолиманська» пласт m ₄ ² ПК 33+8	7225,7	6,8
5.	Ш. «Піонер», пласт m ₄ ²	1371,6	7,4
6.	Ш. «Свято-Покровська», пласт m ₄ ²	2587,4	6,8

За даними [7] на західній частині аналізованої площі (ділянка Красноармійська-Західна 2-3 та Терешковська № 3, рис. 2) раніше зустрічалася майже ропа (мінералізація 150 г/л). Автори наполягають на тому, що у Покровському районі збільшення мінералізації підземних вод пов'язано з глибиною (з глибин 500 м – 3 г/л).

Умовно, за хімічним складом та якісними характеристиками води Красноармійського вуглепромислового району (рис. 2) можливо поділити на три зони: південну, центральну та північно-західну. Води південної зони не значні за кількістю та мають наступні характеристики: рН 8,05 та мінералізація 4763,2 мг/дм³. Тобто, вочевидь, що у Красноармійському вуглепромисловому районі, існує закономірність зниження показника загальної мінералізації з центральної частини на північ. У північно-західній зоні, геологічною службою шахт, зафіксовано найбільший притік вод у вугільні виробки та відносно найменша їх глибина, переважно – це пласти групи m (горлівська світа). Головною особливістю вод даного горизонту є їх агресивність до залізних та, на окремих ділянках, до залізо-бетонних конструкцій. ШВ північно-західної зони характеризуються такими показниками: рН 6,8 – 7,4 та загальна жорсткість шахтних вод 2,5 – 5 мг-екв/дм³, мінералізація 1371,6 – 2587,4 мг/дм³.

Більш того, у водах алмазної світи, вугільного пласта l₃, ш. «Краснолиманська» в межах заскидової зони (рис. 1, д) зафіксовано та визначено дві особливості: підвищена температура води та вміст нафтопродуктів [2] (табл. 1). У суфлярах ш. «Білицька» (КМ) [1] виявлено високий вміст бутану C₄H₁₀ (24,5%) та гелію (He) - 2,2%. Високий вміст важких вуглеводнів (C₂H₆, C₃H₈,) та He було виявлено в двох районах західного борту КМ: ділянки «Добропільська-Капітальна» та ділянка «Північно-Родинська». На цих же площах у пісковиках світ C₂⁷, C₂⁶, C₂⁵ встановлено наявність бітумів, а при бурінні свердловини була розкрита локальна ділянка покладів газу з характерним для газових родовищ незатухаючим в часі припливом вільного газу.

Висновок.

Всі ці дані вказують на можливий процес підтікання глибинних флюїдів з подальшим перерозподілом вуглеводневих газів в масиві гірських порід в результаті дії тектонічного поля напружень (у режимі транстенсії та транспресії). Саме тому, води ш. «Свято-Покровська» за період її закриття мокрою консервацією, трансформувалися у водо-газоносний горизонт [3]. Більш того, окремі хімічні елементи шахтних вод змінюються відповідно до особливостей геологічної та тектонічної будови шахтного поля, глибини розробки вугілля та, виявленої під час досліджень, зональності поширення шахтних вод (рис. 2). Тим не менш, згідно проведених досліджень, при незначному очищенні ШВ ш. «Піонер» можна використовувати для технічних та побутових потреб.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анциферов А. В., Канін В. А., Голубев А. А., Галемський П. В. Дані про глибинні підтоки флюїдів, що формують сучасну газонасність порід Донбасу. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2014. № 14. С. 384-398.
2. Вергельська В. В., Верховцев В. Г. Аналіз гідрохімічного складу шахтних вод красноармійського вуглепромислового району Донбасу. *Геохімія техногенезу*. 2023. № 9 (37). С. 26-30. <https://doi.org/10.32782/geotech2023.37.04>

3. Вергельська Н. В., Правоторова О. В. Особливості геологічної будови окремих вугільних пластів Красноармійського вуглепромислового району (на прикладі шахти «Краснолиманська»). *Тектоніка і стратиграфія*. 2009. Вип. 36. С. 54-59.
4. Вергельська Н. В., Вергельська В. В., Соболев М. Ю. Гідрогеологічні особливості Красноармійського вуглепромислового району Донецького басейну. *Матеріали науково-практичної конференції «Проблеми гідрогеології на сучасному етапі»* пам'яті І.К. Решетова. м. Харків, 05-06 листопада 2014 р. С. 15–16.
5. Павлов І. О. Корчемагін В.О., Сухініна О. В. Поля напруг та особливості розривної тектоніки шахтних полів Красноармійського району Донбасу. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2009. № 5 (частина II). С. 181-188.
6. Улицький О. А. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації. автореф. дис. д. геол. н.: 21.06.01; НАН України, ДУ "Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН України". Київ, 2014. 40 с.
7. Шевченко О. А., Осіпенко А. Б. Геохімія підземних вод кам'яновугільних відкладів Донбасу (на прикладі Красноармійського району). *Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна»*. 2002. № 2 (10). С. 20-26.
8. Bezruchko K., Diachenko N. Structural-kinematic relationships at the development of shear dislocations and their impact on localization of gas-dynamic phenomena on the example of Krasnoarmiiska monocline at Donbas. *Geodynamics*. 2020. V 2(29). P. 66-78. <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.066>.

ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА СЕЙСМІЧНІСТЬ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ: ГЕОФІЗИЧНИЙ АСПЕКТ

В. В. Ігнатишин

Кандидат фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 03680, м. Київ, проспект Академіка Палладіна, 32

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ, Україна, 90202, м. Берегове, площа Кошута, 6

Д. В. Малицький

Доктор фізико-математичних наук

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79000, м. Львів, вул. Наукова, 3 б

Б. Є. Купльовський

Кандидат фізико-математичних наук

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79011, м. Львів, Вул. Ярославенка, 27

Т. Й. Іжак

Кандидат географічних наук, PhD

С. С. Молнар Д

Кандидат географічних наук, PhD

А. Й. Рац

PhD

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ, Україна, 90202, м. Берегове, площа Кошута, 6

М. Б. Ігнатишин

Провідний інженер

А. В. Ігнатишин

Інженер I категорії

Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, 79011, м. Львів, Вул. Ярославенка, 27

Карпатський регіон в тому числі Закарпаття є сейсмонебезпечним регіоном, де можуть відбуватися місцеві землетруси різного енергетичного класу, які в свою чергу можуть суттєво вплинути на екологічний стан регіону. Досліджено геодинамічний стан регіону та його зв'язок із сейсмічними явищами в Карпатському регіоні. Проведено вивчення впливу геодинамічного стану регіону на параметри геофізичного поля, наприкладі електромагнітної емісії в діапазоні 12.5 кГц та виявлено взаємозв'язки із проявами місцевої сейсмічності.

Ключові слова: землетруси, електромагнітна емісія, сучасні горизонтальні рухи кори, деформації, екологічний стан

DEFORMATIONS OF THE EARTH'S CRUST AND SEISMICITY OF THE CARPATHIAN REGION: GEOPHYSICAL ASPECT

V. V. Ignatyshyn

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, 03680, Kyiv, 32
Akademika Palladina Avenue

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Ukraine, 90202,
Berehove, Kossuth Square, 6

D. V. Malytsky

Doctor of Physical and Mathematical Sciences

Carpathian Branch of the S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of
Sciences of Ukraine, 79000, Lviv, 3b Naukovo Street

B. E. Kuplyovskiy

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Department of Seismicity of the Carpathian Region, S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National
Academy of Sciences of Ukraine, 79011, Lviv, 27 Yaroslavenka St.

T. Y. Izhak

Candidate of Geographical Sciences, PhD

S. S. Molnar D

Candidate of Geographical Sciences, PhD

A. Y. Rats

PhD

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Ukraine, 90202,
Berehove, Kossuth Square, 6

M. B. Ignatyshyn

Lead Engineer

A. V. Ignatyshyn

First Class Engineer

Carpathian Region Seismicity Department, S.I. Subbotin Institute of Geophysics, National
Academy of Sciences of Ukraine, 79011, Lviv, 27 Yaroslavenka Street

The Carpathian region, including Transcarpathia, is a seismically hazardous region where local earthquakes of various energy classes can occur, which in turn can significantly affect the ecological state of the region. The geodynamic state of the region and its connection with seismic phenomena in the Carpathian region have been studied. The influence of the geodynamic state of the region on the parameters of the geophysical field was studied using the example of electromagnetic emission in the 12.5 kHz range, and correlations with manifestations of local seismicity were identified.

Keywords: earthquakes, electromagnetic emission, modern horizontal crustal movements, deformations, ecological state

Вступ. Екологічний стан Закарпаття залежить від багатьох чинників, проте найбільш суттєвими є метеорологічні та пов'язані із ними гідрологічні. На території Закарпаття та прилеглих територіях щорічно відбуваються сотні місцевих землетрусів різного енергетичного класу, серед яких важливо відмітити відчутні. Геодинамічний стан регіону відіграє ключову роль в активізації сейсмічного стану. Відомо, що геомеханічні процеси у верхніх шарах земної кори можуть змінювати фізичні характеристики гірських порід, які відображаються у варіаціях параметрів геофізичних полів.

Метою роботи є дослідження сеймотектонічних процесів в

сейсмонебезпечному регіоні та відгуку на них електромагнітної емісії.

В [12] показано, що електромагнітні явища в діапазоні ультранизких частот можуть бути перед землетрусами, що досягають глибин до 30 км, це можна вважати перспективним ефективним діапазоном виявлення передвісників землетрусів. Підвищення величини кількості опадів супроводжується підвищенням величини кількості зареєстрованих місцевих землетрусів у Закарпатському внутрішньому прогині [4]. В [1] показано, що аномалії електропровідності земної кори та верхньої мантиї свідчать про можливі зони проявів геодинамічної активізації. Результати моделювання в [10] показують, що зсувні деформації антиклінальних геоструктур під дією сили тяжіння залежать від форми, розмірів. Аналіз місцевої сейсмічності та сучасних горизонтальних рухів кори у зоні Оашського глибинного розлому вказав підвищення сейсмічності регіону в інтервалах інтенсивних рухів кори [8]. Прогнозування землетрусів залишається найважливішим завданням сейсмологічних досліджень, незважаючи на досить скромні досягнення [11]. Показано існування процесів зміни знаку в горизонтальних рухах земної кори в Закарпатському внутрішньому прогині в досліджуваному часовому інтервалі [9]. Представлено результати дослідження геофізичних аспектів екологічного стану Закарпаття та його гідрогеологічного аспекту [2,3]. Геофізичні та астрофізичні аспекти екологічного стану Закарпаття розглянуто в [5, 7]. У статті [6] представлено результати вивчення зв'язків магнітного поля Землі та сеймотектонічних процесів в Закарпатті на фоні інтенсивних рухів кори та реєстрації місцевих землетрусів в тому числі і відчутних.

Розглянуто сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому в 2024 році. Проведені вимірювання деформацій земної кори на пункті деформетричних спостережень „Королеве” дослідно-методичної геофізичної та сейсмологічної партії Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАН України за допомогою горизонтального кварцового деформографа базою 24.5 м, азимут приладу 80°(схід-захід). Протягом 2024 року в зоні Оашського глибинного розлому зареєстровано розширення порід величиною +33.94 мкм, при цьому деформації порід становлять 1385 нстр(13.85×10^{-7}). Розраховані деформації порід підтверджують середній віковий хід деформацій в регіоні, який дорівнює $+10 \times 10^{-7}$. Досліджено сучасні горизонтальні рухи кори для вивчення зв'язків геодинамічного та сейсмічних станів регіону та відгуку окремих геофізичних полів на сеймотектонічні процеси в екологічно-небезпечних регіонах. При стисненні порід електромагнітна емісія представлена підвищеними величинами. Після знакозмінного процесу при розширенні порід також реєструються підвищені величини електромагнітної емісії проте меншої величини в порівнянні із періодами стиснення порід. Чим більша швидкість тим інтенсивніша електромагнітна емісія зареєстрована на режимній геофізичній станції „Тросник” Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (Закарпатська обл., Берегівський район, с. Тросник).

В Карпатському регіоні згідно сейсмологічного бюлетеню Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І. Субботіна НАН України в 2024 році зареєстровано більше сотні місцевих землетрусів, серед яких 32 підземні поштовхи відбулися в Закарпатті. Місцеві землетруси відбуваються на фоні інтенсивних сучасних горизонтальних рухів кори. На сучасні рухи кори в регіоні та на розрядку напружено деформованого стану порід реагують геофізичні поля, зокрема електромагнітна емісія в діапазоні 12.5 кГц через прояв підвищених її величин. Реакція електромагнітної емісії на сеймотектонічні процеси проявляється через короткий часовий термін (1-3 доби). Методика досліджень важлива при вивченні реакції інших геофізичних полів на екологічно небезпечні процеси у верхніх шарах земної кори, при викладанні природничих дисциплін та вирішенні екологічних проблем досліджуваного регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Бурахович Т., Кушнір А. Історія, сучасний стан та напрями розвитку геоелектромагнітних досліджень в Україні. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2023. 1(100). Сс. 58-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.100.07>
2. Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин М.Б., Вербицький С.Т. Геофізичні аспекти екологічного стану в Закарпатському внутрішньому прогині за 2020 рік. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 4(37). 200 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.17>
3. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Вербицький С.Т., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Гідрогеологічний аспект екологічного стану Закарпаття за 2020 рік. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 6(39). С. 42-49.
4. Ігнатишин В., Малицький Д., Іжак Т., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Моніторинг сеймотектонічних процесів у Закарпатському внутрішньому прогині за результатами комплексних геофізичних спостережень. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2022. 3(98). С. 42-48. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.98.05>
5. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Вербицький С.Т., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Геофізичні та астрофізичні аспекти екологічного стану Закарпаття. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – № 3(42). – 236 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.16>
6. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б. Магнітне поле Землі та геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину: екологічний аспект. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 1(46). 210 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.19>
7. Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Іжак Т.Й., Молнар Д.С.С., Рац А.Й., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В. Варіації астрофізичних параметрів та сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому за 2022 рік. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика». 2024. № 1(52). Т.1. 236 с. <http://ecoj.dea.kiev.ua/52-1-2024>
8. Ігнатишин В., Малицький Д., Іжак Т., Молнар С., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Геодинамічний стан Закарпатського внутрішнього прогину за результатами

- деформметричних спостережень в регіоні. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2024. 1(104). С. 13-21. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.104.02>
9. Ігнатишин В., Малицький Д., Купльовський Б., Їжак Т., Молнар С., Рац А., Ігнатишин М., Ігнатишин А. Геофізичні аспекти сучасних горизонтальних рухів у центральній частині Закарпатського внутрішнього прогину. *Геофізичний журнал*. 2025. 47 (2). С. 221-225. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.320370>
10. Лубков М. Моделювання зсувних деформацій під дією сили тяжіння. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2023. 2(101). С. 25-30. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.101.03>
11. Микуляк С. Складні системи в геофізиці: методи дослідження та прогнозування їхньої поведінки. *Геофізичний журнал*. 2025. 47 (1). С. 120-148. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i1.312874>
12. Пирієв Р. Огляд електромагнітних моніторингових досліджень у прогнозі землетрусів: останні результати та нові перспективи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2022. 1(96). С. 40-45. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.96.06>

ІЛЬМЕНІТОНОСНІСТЬ ПОРІД РОЗКРИВУ ДІЛЯНКИ ЄМИЛІВСЬКА МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА

М. С. Ковальчук

доктор геологічних наук

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

Л. А. Фігура

кандидат геологічних наук

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

Подано відомості про глибину залягання, товщину та вміст ільменіту різних за віком і генезисом порід розкриву ділянки Ємилівська Межирічного родовища. На основі атрибутивної бази даних побудовано карти рельєфу підшви, поверхні, товщини та латерального розподілу середньозваженого вмісту ільменіту в породах розкриву.

Ключові слова: Межирічне родовище, ділянка Ємилівська, породи розкриву, ільменіт, латеральне поширення.

ILMENITE CONTENT OF THE OVERBURDEN ROCKS IN THE EMYLIVSKA SECTION OF THE MEZYRICHNE DEPOSIT

M. S. Kovalchuk

Doctor of Geological Sciences

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

L. A. Figura

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

Information is provided on the depth, thickness, and content of ilmenite in rocks of different ages and genesis in the overburden of the section Emylivska of Mezhyrichne deposit. Based on the attribute database, maps of the relief of the base, relief of the surface, thickness, and lateral distribution of the average ilmenite content in the overburden rocks have been constructed.

Keywords: Mezhyrichne deposit, Emylivska section, overburden rocks, ilmenite, lateral distribution.

Вступ. Вважається, що розкривні породи – це породи які залягають над корисною копалиною, не містять корисних копалин та переміщаються у зовнішні або внутрішні відвали при відкритій розробці родовища, або ж використовуються як будівельна мінеральна сировина. Подекуди мінерально-сировинний потенціал розкривних порід недооцінений з низки причин. Здебільшого породи розкриву вміщують неконденційну мінеральну сировину, яка при існуючих технологіях не залучається до технологічного процесу, але в перспективі, при створенні ефективних технологій, може бути залучена до

переробки. Зокрема при розробці циркон-ільменітових розсипів не експлуатуються ділянки родовища з непромисловим вмістом корисних компонентів, або ж технологічним процесом збагачення руд не вилучаються зерна мінералів дуже дрібних розмірів, які згодом потрапляють у відвали. Зважаючи на сказане інформація про рудоносність порід розкриву має фундаментальний і прикладний аспекти, оскільки дозволяє відтворити геологічну історію території родовища та може мати практичний інтерес у майбутньому. Не виключенням є породи розкриву різних ділянок надрокористування Межирічного родовища титанових руд, зокрема Ємилівської.

Фактичний матеріал та методологія досліджень. Методико-методологічною основою досліджень були напрацювання авторів зі структурно-літологічного моделювання різних ділянок Межирічного родовища [2–4]. Фактичним матеріалом для досліджень були виробничі звіти, зокрема звіт [1]. Картографічні побудови здійснено з використанням програмного забезпечення Golden Software Surfer.

Результати досліджень. Межирічне розсипне родовище титанових руд, розташоване в північно-західній частині Українського щита, в межах Волинського мегаблоку, в центральній частині Коростенського плутону, в північно-східній частині Володарсько-Волинського масиву. В орографічному відношенні район родовища – слабо хвиляста моренно-зандрова рівнина Житомирського Полісся з загальним нахилом на північний схід. Ємилівська ділянка розташована у південно-західній частині Межирічного родовища і безпосередньо прилягає до західної околиці с. Ємилівка. У геологічній будові ділянки беруть участь палеопротерозойські метаморфізовані вулканогенно–осадкові відклади, інтрузивні породи коростенського комплексу, які перекриті мезозой–кайнозойською корою вивітрювання кристалічних порід, мезозойськими, кайнозойськими різногенетичними відкладами. Повсюдно, плащеподібно на породах кристалічного фундаменту залягає кора вивітрювання яка іноді (більшість свердловин у межах Ємилівської ділянки не розкрили кору вивітрювання на повну її товщину) включена до продуктивних відкладів. Середній вміст ільменіту в елювії – 3,2–446,3 кг/м³. Відклади Іршанської світи (апт-нижній альб) виповнюють давню поховану долину в корі вивітрювання і представлені континентальними утвореннями алювіального, алювіально–делювіального генезису. Континентальні відклади складають основну частину продуктивних відкладів Ємилівської ділянки. В літологічному плані переважають різнозерністі піски каоліністі, підпорядковане значення мають перевідкладені каоліни з різним ступенем записоченості та гравійно-галькові піщанисті каоліни. Найбагатші розсипи пов'язані з різнозерністими пісками в яких середній вміст ільменіту 2,5–192,1 кг/м³, максимальний – 666,66 кг/м³. Узбережно-морські відклади мошно-руднянської світи спорадично трансгресивно залягають на розмитій поверхні нижньокрейдових відкладів. Товщина узбережно-морських відкладів 1,0–8,0 м; середній вміст ільменіту 2,0–54,6 кг/м³.

Породи розкриву представлені моренними суглинками і супісками, надморенними дрібнозернистими пісками, алювіальними суглинками і супісками, різнозернистими пісками, ґрунтово-рослинним шаром.

Морені супіски і суглинки залягають на глибинах 1,0–12,0 м; їхня середня товщина – 1,8 м; вміст ільменіту – 0,5–18,0 кг/м³ [1]. Надморенні піски залягають на глибинах 0,5–14,5 м; їхня середня товщина – 2,3 м; вміст ільменіту – 0,8–12,7 кг/м³ [1]. Сучасні алювіальні суглинки і супіски залягають на глибинах 1,0–8,0 м; їхня середня товщина – 1,9 м; вміст ільменіту – 1,5–12,5 кг/м³ [1]. Сучасні алювіальні піски залягають на глибинах 0,5–11,0 м; їхня середня товщина – 4,2 м; вміст ільменіту – 0,5–11,4 кг/м³ [1]. Ґрунтово-рослинний шар залягає на глибинах 0,0–0,5 м.

Глибина залягання порід розкриву до 14,5 м. Абсолютні відмітки залягання підосви порід розкриву 173,3–188,78 м, покрівлі – 184,0–191,58 м. Товщина порід розкриву 1,5–16,5 м (середнє 7,94 м). Середній вміст ільменіту 1,1–14,32 кг/м³ (середнє 5,76 кг/м³). Результати картографічного дослідження рельєфу підосви, поверхні, товщини порід розкриву та латерального поширення в них середнього вмісту ільменіту представлено на рисунку 1.

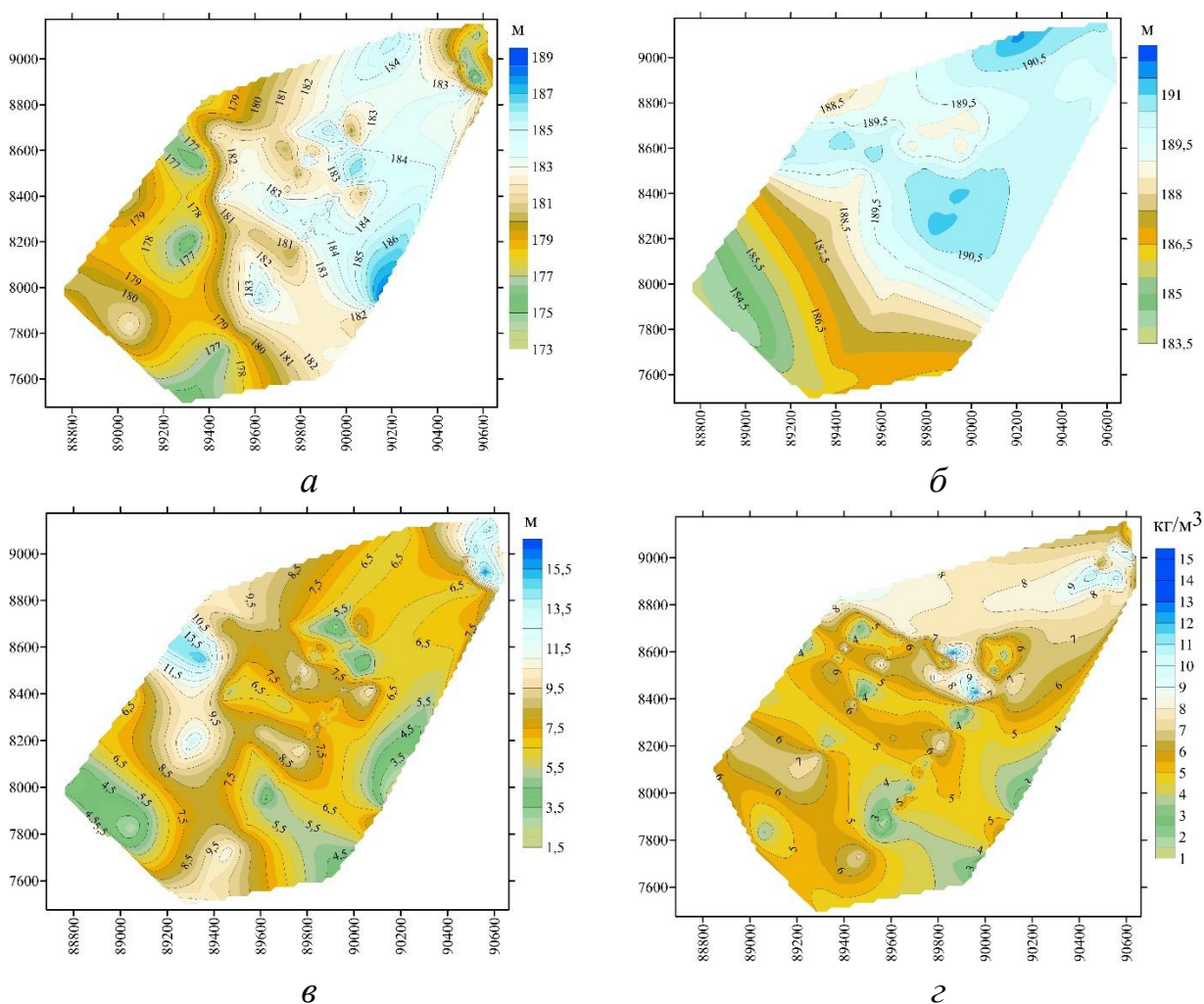


Рис. 1. Ізогіпси підосви (а), поверхні (б), ізопахіти товщини (в) порід розкриву та латеральний розподіл в них середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (з)

Загальне заглиблення підосви відкладів наявне у північно-східному напрямку. Для ділянки характерний нерівномірний розподіл товщини порід розкриву. Найбільша товщина утворень притаманна центрально-західній і північно-східній частинам ділянки (див. рис. 1, в). Ореоли поширення найбільшого середнього вмісту ільменіту розташовані в північно-східній частині ділянки, а також утворюють декілька розрізнених ореолів, які просторово тяжіють до центральної частини ділянки.

Кореляційним аналізом у породах розкриву за латераллю встановлено такі напрями і сила кореляційних зв'язків: між рельєфом підосви і покрівлі – прямий слабкий (+ 0,22); між рельєфом підосви відкладів і їхньою товщиною – обернений сильний (– 0,86); між рельєфом підосви відкладів і середнім вмістом у них ільменіту – обернений слабкий (– 0,29); між товщиною відкладів і середнім вмістом у них ільменіту – прямий помірний (+ 0,35).

Висновки.

Отримані результати дають уявлення щодо рельєфу підосви і покрівлі, товщини та ільменітоносності різногенетичних порід розкриву та можуть слугувати інформаційно-картографічною базою щодо геологічної будови і рудоносності Межирічного родовища і його окремих ділянок надрокористування.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестеренко Т. Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Емільвська, Юрська, Осінова та Букинська). Кривий Ріг, 2018.
2. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Рудоносність Осінової ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Геохімія та рудоутворення*. 2022. Вип. 43. С. 59–73. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
3. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Геологічна будова та рудоносність Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Мінералогічний журнал*. 2023. Вип. 45. №4. С. 100–117. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>
4. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Поліхронно-полігенна просторово-парагенетична ільменітоносність Букинської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, серія «Геологія, географія, екологія»*. 2023. Вип. 59. С. 55–71. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05>

ІЛЬМЕНІТОНОСНІСТЬ ПОРІД РОЗКРИВУ ДІЛЯНКИ СЕРЕДНЯ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА

М. С. Ковальчук

доктор геологічних наук

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

Л. А. Фігура

кандидат геологічних наук

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

Подано відомості про глибину залягання, товщину та вміст ільменіту різних за віком і генезисом порід розкриву ділянки Середня Межирічного родовища. На основі атрибутивної бази даних побудовано карти рельєфу підосви, поверхні, товщини та латерального розподілу середньозваженого вмісту ільменіту в породах розкриву.

Ключові слова: Межирічне родовище, ділянка Середня, породи розкриву, ільменіт, латеральне поширення.

ILMENITE CONTENT OF THE OVERBURDEN ROCKS IN THE SEREDNYA SECTION OF THE MEZYRICHNE DEPOSIT

M. S. Kovalchuk

Doctor of Geological Sciences

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

L. A. Figura

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

Information is provided on the depth, thickness, and content of ilmenite in rocks of different ages and genesis in the overburden of the section Serednya of Mezhyrichne deposit. Based on the attribute database, maps of the relief of the base, relief of the surface, thickness, and lateral distribution of the average ilmenite content in the overburden rocks have been constructed.

Keywords: Mezhyrichne deposit, Serednya section, overburden rocks, ilmenite, lateral distribution.

Вступ. При розробці розсипних родовищ титанових руд, які залягають у надрах на певній глибині, відкритим способом, першочергово необхідно видалити породи розкриву. Як правило, породи розкриву не містять корисні копалини в промислових кондиціях і тому вилучаються і складуються, утворюючи відвали, які завдають екологічної шкоди навколишньому середовищу. Не виключенням є Межирічне родовище титанових руд, яке розробляється відкритим способом. У межах родовища на сьогоднішній день виокремлено п'ять ділянок надрокористування: Букінська, Ємилівська, Осінова, Середня і Юрська. На теперішній час відпрацьовуються запаси

Юрської ділянки; балансові запаси Ємилівської та Середньої ділянок відпрацьовані, а запаси Букінської та Осинової – знаходяться у резерві. У попередніх наших публікаціях ми дослідили просторове поширення ільменіту в корі вивітрювання, нижньо- і верхньокрейдових відкладах та породах розкриву в межах Букінської, Ємилівської, Осинової і Юрської ділянок [2-4]. У цій публікації, ми представляємо результати дослідження латерального поширення середньозваженого вмісту ільменіту в породах розкриву в межах ділянки Середня.

Фактичний матеріал та методологія досліджень. Методико-методологічною основою досліджень були напрацювання авторів зі структурно-літологічного моделювання циркон-ільменітових розсипів, зокрема й окремих ділянок Межирічного родовища. Фактичним матеріалом для досліджень ділянки Середня були виробничі звіти, зокрема звіт [1]. Картографічні побудови здійснено з використанням програмного забезпечення Golden Software Surfer.

Результати досліджень. У межах ділянки Середня Межирічного родовища значні вмісти ільменіту діагностовано у корі вивітрювання магматичних порід основного складу, в нижньокрейдових континентальних відкладах іршанської світи, яка з розмивом залягає на корі вивітрювання, а також в узбережно-морських відкладах мошно-руднянської світи верхньої крейди, що з розмивом залягають на корі вивітрювання і породах іршанської світи та утворилися за рахунок розмиву і перевідкладення підстилаючих утворень. До продуктивних відкладів ділянки віднесено континентальні утворення іршанської світи, які представлені делювіально-алювіальними, алювіальними і озерними відкладами. В літологічному плані – це піски каоліністі та перевідкладені каоліни з різним вмістом піщаної фракції. Товщина продуктивного пласта змінюється від 0,5 м до 29,5 м (середнє 12,13 м). Середньозважений вміст ільменіту в пісках 0,1–161,7 кг/м³; в перевідкладених каолінах – 3,95–256,1 кг/м³.

На продуктивних відкладах іршанської світи залягають породи розкриву, які представлені відкладами верхньої крейди і четвертинної системи. Відклади верхньої крейди представлені піщано-кремневим горизонтом мошно-руднянської світи, що нагромадився за узбережно-морських фаціальних умов. Товщина піщано-кремневого горизонту змінюється від 0,5 м до 11,5 м (середнє 3,89 м). Середньозважений вміст ільменіту в піщано-кремневому горизонті – 0,3–122,9 кг/м³. Використовуючи атрибутивну базу даних, яка включає координати свердловин, їх опис, результати опробування, ми побудували карти структурних і речовинних параметрів відкладів мошно-руднянської світи (рис. 1). Рельєф підосви і покрівлі узбережно-морських відкладів подібні. Розподіл товщини горизонту і середньозваженого в ньому вмісту ільменіту нерівномірний і має плямистий розподіл. Кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і рельєфом покрівлі прямий середній (+0,65). Кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і товщиною піщано-кремневого горизонту обернений помірний (– 0,47). Кореляційний зв'язок між товщиною горизонту і середньозваженим вмістом ільменіту відсутній.

У складі четвертинної системи поширені: підморенні піски; моренні супіски і суглинки; надморенні піски; сучасні суглинки, супіски, піски, ґрунтово-рослинний шар. Підморенні піски залягають на глибинах 2,0–14,0 м; їхня середня товщина – 3,3 м; вміст ільменіту – 0,5–20,2 кг/м³ [1]. Моренні супіски і суглинки залягають на глибинах 2,0–9,0 м; їхня середня товщина – 1,6 м; вміст ільменіту – 0,7–11,2 кг/м³ [1]. Надморенні піски залягають на глибинах 0,5–8,0 м; їхня середня товщина – 1,8 м; вміст ільменіту – 0,5–12,9 кг/м³ [1]. Сучасні алювіальні суглинки і супіски залягають на глибинах 0,0–4,0 м; їхня середня товщина – 1,6 м; вміст ільменіту – 0,2–3,7 кг/м³ [1]. Сучасні алювіальні піски залягають на глибинах 0,5–14,0 м; їхня середня товщина – 5,2 м; вміст ільменіту – 0,1–2,9 кг/м³ [1]. Ґрунтово-рослинний шар залягає на глибинах 0,0–0,5 м. Таким чином, серед четвертинних порід розкриття підморенні, моренні і надморенні відклади характеризуються більшим вмістом ільменіту, аніж сучасні алювіальні утворення.

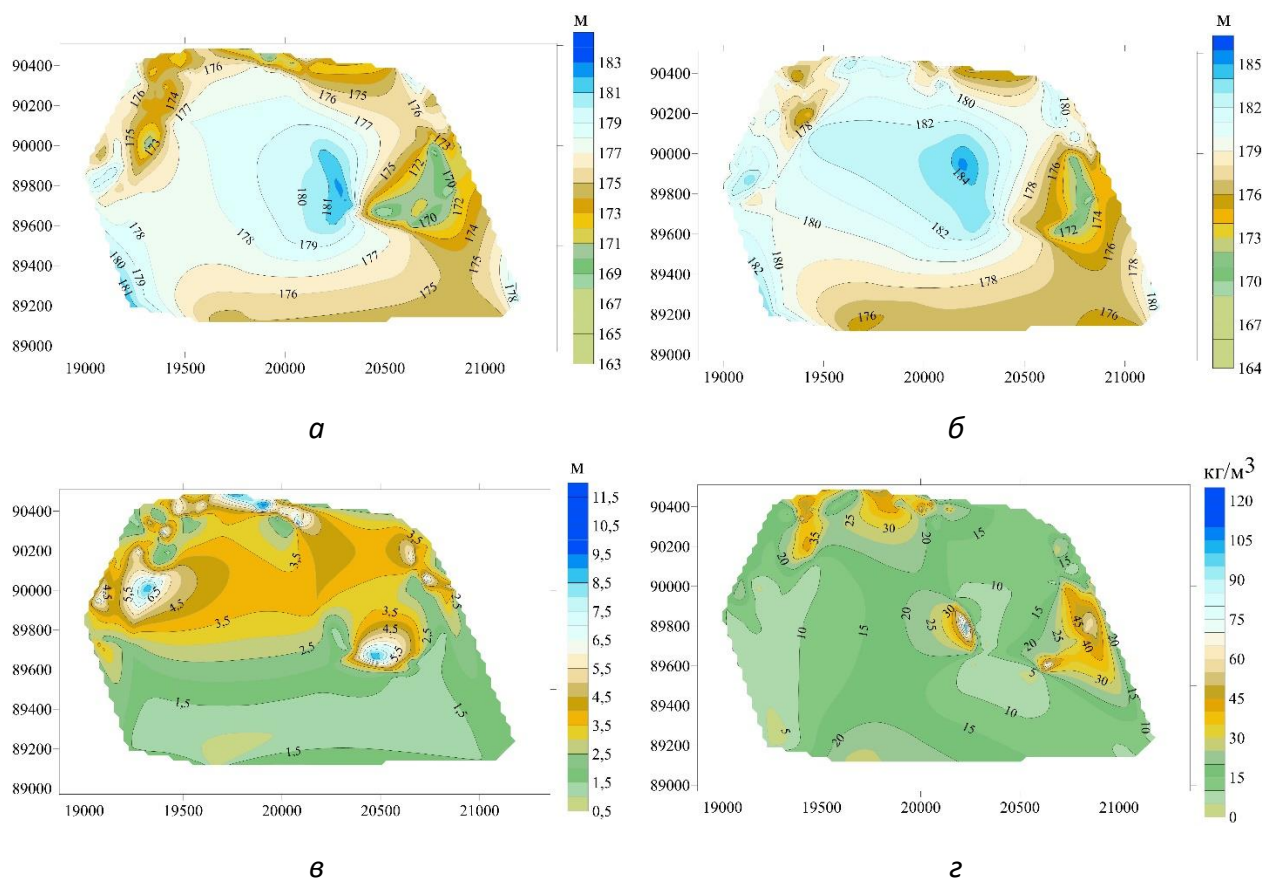


Рис. 1. Ізогіпси підшови (а), поверхні (б), ізопахіти товщини (в) та ізогіпси середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (г) в піщано-кремневому горизонті

Оскільки різні за літологічним складом і генезисом відклади четвертинної системи самостійно не мають промислової значущості, ми їх об'єднали і побудували карти структурних і речовинних їх параметрів загалом (рис. 2). Цілком логічно, що рельєф підшови і покрівлі різновікових і різногенетичних утворень просторово не збігається. Рельєф покрівлі є рівномірним і плавним. Товщина і латеральний розподіл середньозваженого вмісту ільменіту

нерівномірні. Частково ділянки підвищеного середньозваженого вмісту ільменіту просторово збігаються з ділянками підвищеної товщини.

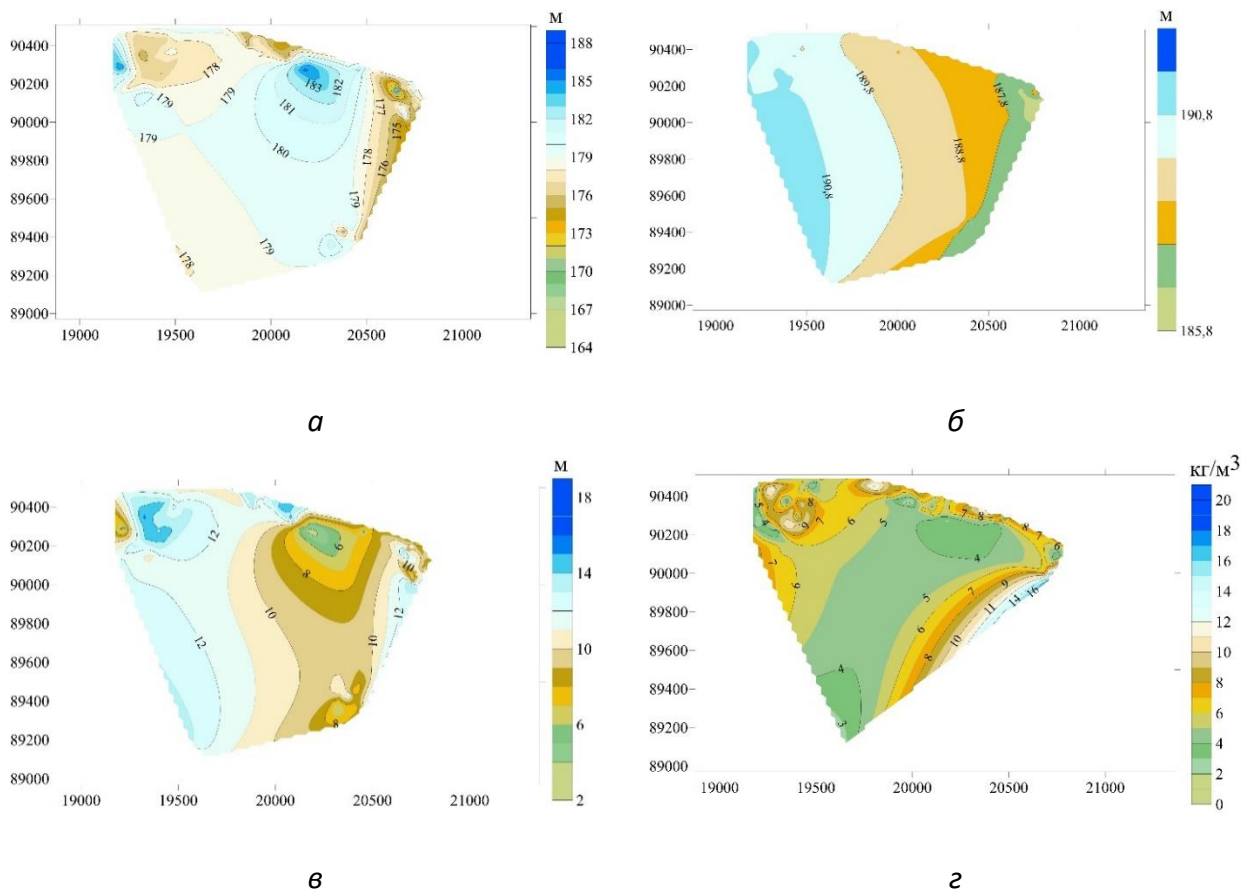


Рис. 2. Ізогіпси підовши (а), поверхні (б), ізопахіти товщини (в) та ізогіпси середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (з) в породах розкриву

Висновки.

У межах Межирічного родовища до порід розкриву, як правило, зараховують утворення палеогенової системи (бучацька і київська світи) та різногенетичні утворення четвертинної системи. Піщано-кремений горизонт також часто зараховують до порід розкриву, однак на деяких ділянках родовища, де вміст ільменіту в породах мошно-руднянської світи досягає промислових значень, ці відклади зараховують до продуктивних. Ділянки максимальної товщини і підвищеного середньозваженого вмісту ільменіту в піщано-кремєневому горизонті та четвертинних утвореннях просторово не збігаються.

Дослідження структурних і речовинних параметрів порід розкриву в межах ділянки Середня загалом підтвердили висновки геологів-виробничників щодо перспектив їхньої рудоносності.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестеренко Т. Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Емільвська, Юрська, Осінова та Букинська). Кривий Ріг, 2018.
2. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Рудоносність Осінової ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Геохімія та рудоутворення*. 2022. Вип. 43. С. 59–73. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
3. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Геологічна будова та рудоносність Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Мінералогічний журнал*. 2023. Вип. 45. №4. С. 100–117. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>
4. Фігура Л. А., Ковальчук М. С. Поліхронно-полігенна просторово-парагенетична ільменітоносність Букінської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, серія «Геологія, географія, екологія»*. 2023. Вип. 59. С. 55–71. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05>

STRAIN-DEFORMATIONS IN SANDSTONE SiO₂, NANOCOMPOSITES

**A. P. Onanko¹, L. V. Kuzmych², Y. A. Onanko², M. V. Yatsiuk², G. V. Voropai²,
S. A. Kuzmych², O. P. Dmytrenko¹, M. P. Kulish¹, A. P. Naumenko¹, T. M.
Pinchuk-Rugal¹, A. G. Rugal¹, P. P. Il'in¹**

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, 01601, Kyiv, Volodymyrs'ka str., 64/13

²Institute of Water Problems and Land Reclamation NAASU, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 37

The development of the process of accumulating mechanical damage due to irreversible bulk deformation, which depends on the stress state, can be positive (dilatancy) or negative (compaction), leading to the destruction of rocks. Strain-deformations in sandstone SiO₂, functionalized nanocomposites of polyamide, polyethylene, polyvinylchloride and multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) is represented. The correlation between the crystalline and amorphous components of polymer macromolecules interacting with rigid MWCNTs influences on elastic and anelastic characteristics of the nanocomposites.

Keywords: sandstone, rocks, strain, deformations, nanocomposites.

НАПРУГИ-ДЕФОРМАЦІЇ У ПІСКОВИКУ SiO₂, НАНОКОМПОЗИТАХ

**А. П. Онанко¹, Л. В. Кузьмич², Ю. А. Онанко², М. В. Яцюк², Г. В. Воропай²,
С. А. Кузьмич², О. П. Дмитренко¹, М. П. Куліш¹, А. П. Науменко¹, Т. М.
Пінчук-Ругаль¹, О. Г. Ругаль¹, П. П. Ільїн¹**

¹Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 01601, м. Київ, вул.
Володимирська, 64/13

²Інститут Водних Проблем і Меліорації НААНУ, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 37

Розвиток процесу накопичення механічних пошкоджень внаслідок незворотної об'ємної деформації, який залежить від напруженого стану, може бути позитивним (дилатансія) або негативним (ущільнення), що призводить до руйнування гірських порід. Представлено напруги-деформації у пісковіку SiO₂, функціоналізованих наноккомпозитах з поліаміду, поліетилену, полівінілхлориду та багатостінних вуглецевих нанотрубок (БШВНТ). Співвідношення між кристалічними та аморфними компонентами полімерних макромолекул, що взаємодіють із жорсткими БШВНТ, впливає на пружні та непружні характеристики наноккомпозитів.

Ключові слова: пісковик, гірські породи, напруга, деформації, наноккомпозити.

Experimental methods

Samples sandstone SiO₂, nanocomposites were cut [1,2,6]. Finishing was performed with diamond paste with a grain size $d_G = 14/20 \mu\text{m}$. The four-component piezoelectric vibrator at a frequency of $f \approx 118 \text{ kHz}$, and the electrostatic method of bending resonance oscillations at a frequency of $f \approx 1 \text{ kHz}$ with deformation $\varepsilon \approx 10^{-6}$

in vacuum $P \approx 10^{-3}$ Pa were used [3-5]. The measuring error relative change of elastic modulus $\frac{\Delta E}{E_0} \approx 0.1\%$ and internal friction (IF) $\frac{\Delta Q^{-1}}{Q^{-1}} \approx 10\%$.

Results and discussion

The distribution diagrams of polarization vectors $\vec{P}$ of quasilongitudinal $V_{\parallel}$, “fast” quasitransversal $V_{\perp 1}$ velocity, of “slow” quasitransversal $V_{\perp 2}$ velocity in SiO_2 shows in Fig. 1, Fig. 2, in Fig. 3 respectively.

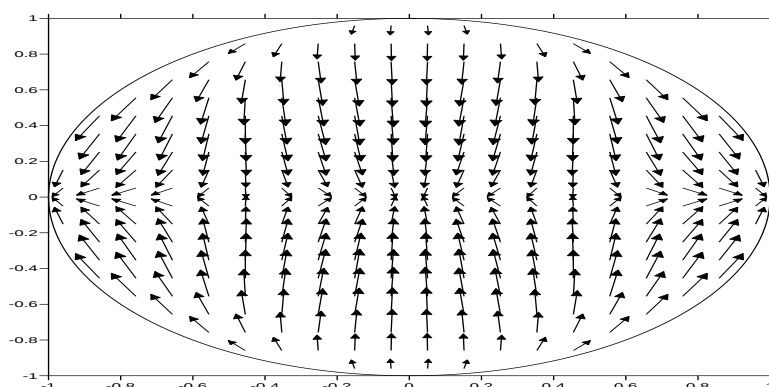


Fig. 1. The distribution diagrams of polarization vectors $\vec{P}$ of quasilongitudinal $V_{\parallel}$ velocity in SiO_2 .

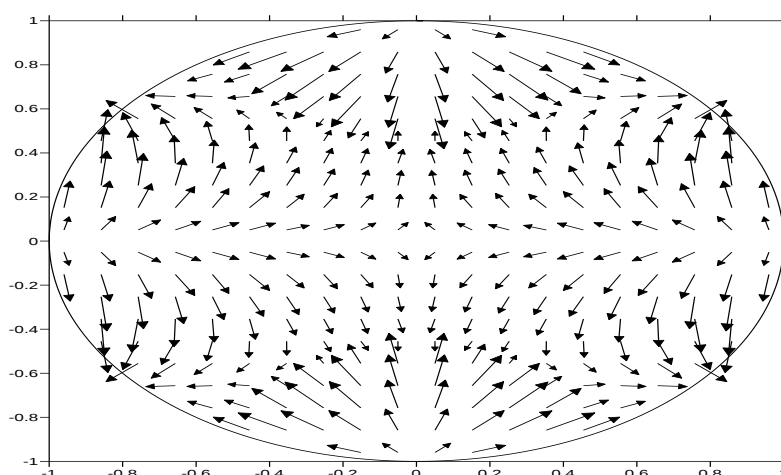


Fig. 2. The distribution diagrams of polarization vectors $\vec{P}$ of “fast” quasitransversal $V_{\perp 1}$ velocity in SiO_2 .

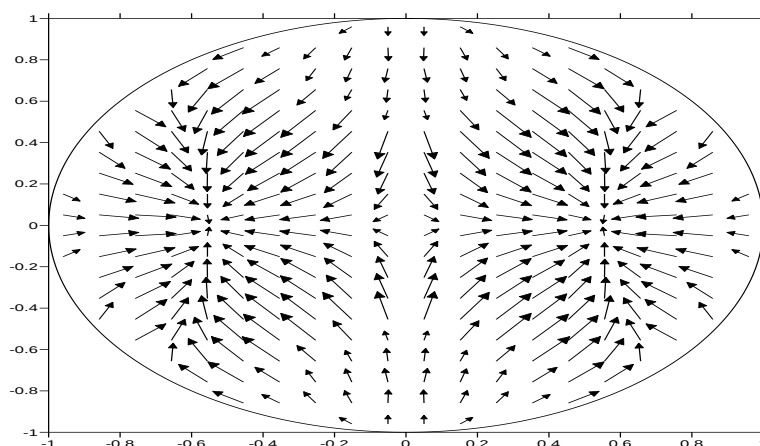


Fig. 3. The distribution diagrams of polarization vectors $\vec{P}$ of “slow” quasitransversal $V_{\perp 2}$ velocity in SiO_2 .

The stereoprojection of polarization angle - deviation of the vector of elastic displacements $\vec{U}$ from the direction of wave normal $\vec{n}$ $\varphi_p = (\vec{U}, \vec{n})$ SiO_2 (isolines - in degrees) is represented in Fig. 4.

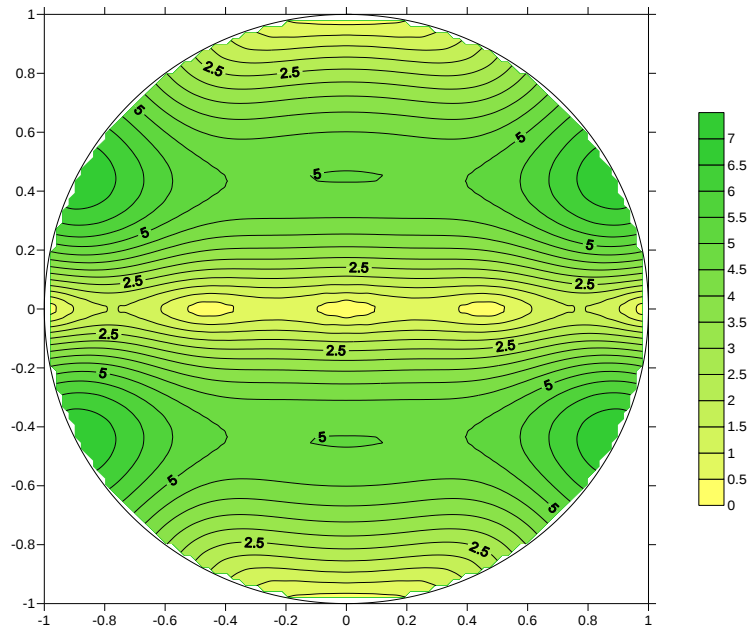


Fig. 4. The stereoprojection of polarization angle - deviation of the vector of elastic displacements $\vec{U}$ from the direction of wave normal $\vec{n}$ $\varphi_p = (\vec{U}, \vec{n})$ SiO_2 (isolines - in degrees).

The stereoprojection of differential coefficient of elastic anisotropy A_d of SiO_2 (isolines - in %) is presented in Fig. 5.

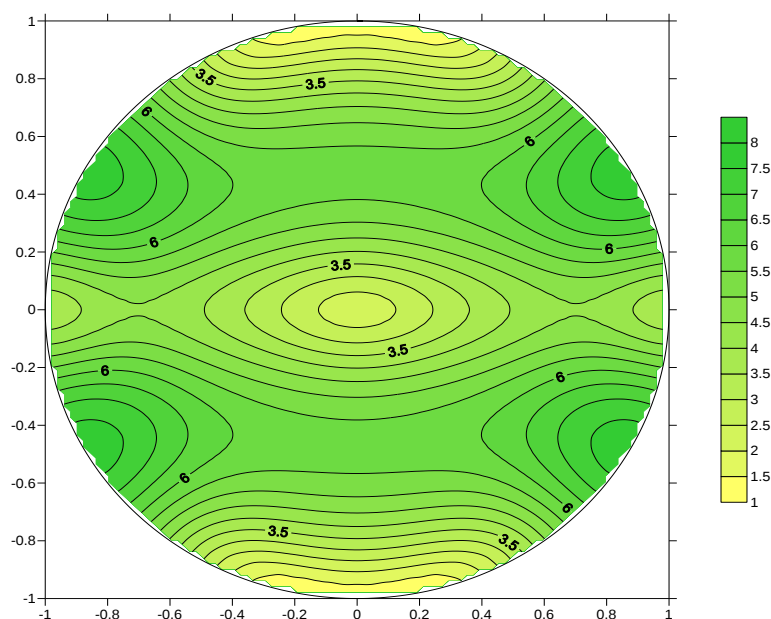


Fig. 5. The stereoprojection of differential coefficient of elastic anisotropy A_d of SiO_2 (isolines - in %).

Conclusions

1. The analysis of elastic anisotropy parameters A_d , A_μ of sandstone SiO_2 showed that the rhombic approximation provided the maximum harmonization of the calculated and the experimental data and the efficiency of using the invariant-polarization method to solve the acoustic texture analysis problems.
2. The polarization angle – the deflection of elastic displacements vector $\vec{U}$ from wave normal direction $\vec{n}$ $\varphi_{\vec{P}} = (\vec{U}, \vec{n})$ and differential coefficient of elastic anisotropy A_d , elastic anisotropy integral coefficient $\overline{A}_\mu$ are the most universal characteristics of anisotropy and testify about anisotropic deformation ε in sandstone SiO_2 .
3. For the capture of external geological data thermogeoprobe contains devices for the selection of geological rocks and their express-analysis. Thermogeoprobe can be used for getting of deep minerals, underground penetration, deep geophysical secret service, gasket the tunnel, which can penetrate on no-bottoms in Earth rocks, by mealting of rocks by means of heat, which is generated.
4. The work of such analyzers must be built on use of chemical reagents, on characteristic property of mountain rock, which mealting. In case of secret service of deep sensors must be adjusted on concrete descriptions of oil, gas CH_4 , coal and also on concomitant them elements. Methods of transmitting information and control signals to the superdeep thermogeoprobe and vice versa are selected depending on the conditions of its operation - with or without preservation of the wellbore.

Acknowledgements

This work has been supported by Ministry of Education and Science of Ukraine: Grant of the Ministry of Education and Science of Ukraine for perspective development of a scientific direction "Mathematical sciences and natural sciences" at Taras Shevchenko National University of Kyiv.

REFERENCES

1. Azarenkov N. A., Beresnev V. M., Pogrebnyak A. D. Structure and properties of protective covering and modify materials layers. Charkov: CNU, 2007. 560 p.
2. Molodkin V. B., Nizkova A. I., Shpak A. P. Diffractometria nanosize defects and geterolayers in crystals. Kyiv: Academy periodic, 2005. 364 p.
3. Onanko A. P., Charnyi D. V., Onanko Y. A. et al. Conference Proceedings of Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, 2020. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo040>
4. Onanko Y. A., Kuzmych L. V., Onanko A. P. et al. Influence of irradiation on indicatory surface of anelastic-elastic body of AgZn alloy // (Q2)Materials Research Express, 2025. V. 12, № 1. P. 016516(8). DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1591/adabbc>
5. Onanko Y. A., Kuzmych L. V., Onanko A. P. et al. Indicatory surface of anelastic-elastic properties of Ti alloys // (Q2)Materials Research Express, 2023. V. 10, № 10. P. 106511(7). DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1591/acfecc>
6. Shpak A. P., Kunickiy Y. A., Karbovskiy V. L. Clusters and nanostructure materials. Kyiv: Academy periodic, 2001. 588 p.

ОСОБЛИВОСТІ КРУШИНСЬКОЇ СТРУКТУРИ ПЕРЖАНСЬКОГО РОДОВИЩА БЕРИЛІЮ

Т. В. Охоліна¹, Г. О. Кузьманенко¹, І. В. Мельник²

¹ кандидат геол. наук, ²кандидат геол.-мін. наук,

¹Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55 б

²ДНВП «Геоінформ України», 03057, м. Київ, вул. А.Цедіка, 16

У роботі переосмислено просторову будову рудних зон Крушинської структури і класифіковано проби за вмістом BeO та метровідсотком, що дозволило виокремити два статистично стійкі рудні тіла.

Ключові слова: Пержанське родовище, Крушинська структура, берилій.

FEATURES OF THE KRUSHYNSKA STRUCTURE OF THE PERZHANSKE BERYLIUM DEPOSIT

T. Okholina¹, H. Kuzmanenko¹, I. Melnyk²

¹PhD in Geological Sciences; ²PhD in Geological and Mineralogical Sciences

¹ Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine 55b O. Honchara St., Kyiv, 01054, Ukraine

²SRPE "Geoinform of Ukraine" 16 A. Tsedika Street, Kyiv, 03057, Ukraine

The study reinterprets the spatial structure of ore zones within the Krushynska structure and classifies samples based on BeO content and metal percentage, which enabled the identification of two statistically stable ore bodies.

Keywords: Perzhanske deposit, Krushynska structure, beryllium.

Пержанське родовище берилію розташовано в межах Суцано-Пержанської металогенічної зони, у вузлі перетину Суцано-Пержанської та Північно-Поліської зон активізації, на північному заході Українського щита. Воно займає центральну частину Пержанського рудного поля та належить до фенакіт-гентгельвінового типу, що генетично пов'язаний із лужними рідкісноземельними гранітами та польовошпатовими метасоматитами.

У межах родовища виділяються дві рудоносні структури — Крушинська та Північна (рис. 1), які охоплюють площу 21,0 км². Обидві структури локалізовані в зоні розвитку пержанських гранітів, що формують смугу північно-східного — субширотного простягання, узгоджену з орієнтацією основних структурних елементів Суцано-Пержанської тектоно-метасоматичної зони.

Геологічна характеристика Крушинської структури

Крушинська рудоносна структура є основним об'єктом для можливої розробки гентгельвінових руд. Руди тут сконцентровані на двох ділянках: західній — на лівобережжі р. Перга (рудні зони I і IV) і східній — на правобережжі р. Перга (рудні зони II, III і V). Запаси руд розподіляються в

такий спосіб: на західній ділянці – 996,8 ум. од. при середньому вмісті 0,529% і 128,6 ум. од. забалансових руд; на східній ділянці – 1149,2 ум. од. при вмісті 0,532% і 116,5 ум. од. забалансових руд [1, 2]. Крім цього, в рудних зонах є багато неврахованих рудних тіл із забалансовими запасами.

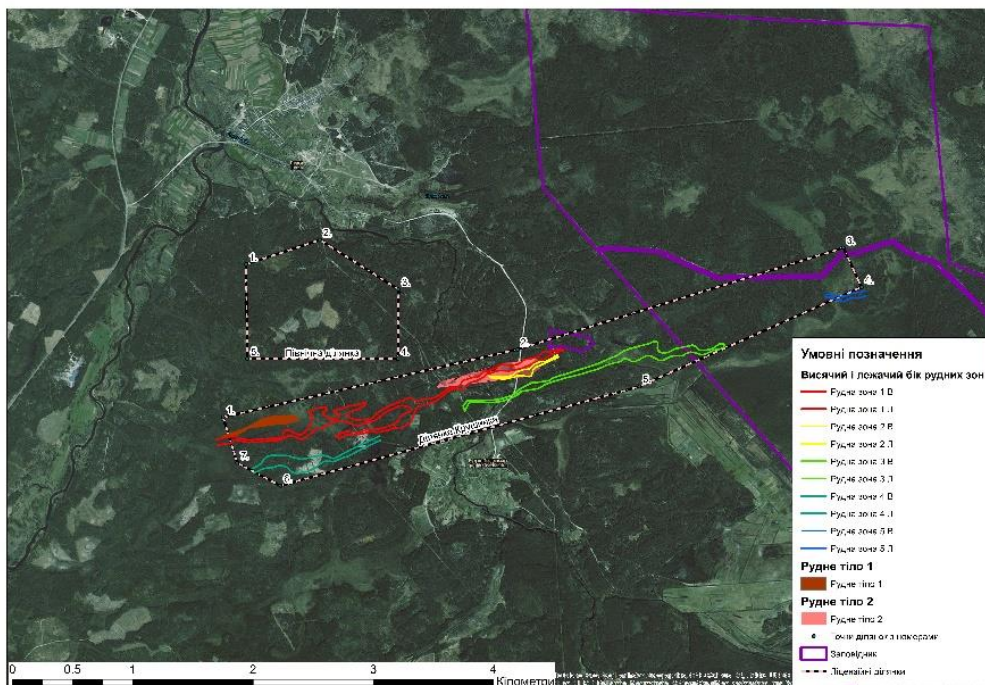


Рис. 1. Карта розташування рудоносних структур в межах Пержанського родовища

Рудні тіла мають кулісоподібну форму, потужність — від кількох до 20–30 метрів. Основними мінералами-концентраторами берилію є гентгельвін (0,55–13,0% BeO, 90,8–97,2% запасів) та фенакіт (43,7–44,0% BeO, 2,6–8,9% запасів).

Попередніми роботами (Металіді та ін. [1, 2]) у межах Крушинської структури було виділено рудні тіла невеликих розмірів, об'єднаних у 5 рудних зон. За цими зонами підраховано запаси BeO при середньому вмісті близько 0,5%. Рудні блоки мають невеликі розміри та розподілені зі значним вертикальним інтервалом.

Аналіз просторового розподілу проб (рис. 2) виявив відсутність чіткої кореляції між кольоровим зонуванням та фактичним положенням рудних тіл, що свідчить про низьку інформативність візуального моделювання. Встановлено хаотичний характер розміщення проб, який значно ускладнює інтерпретацію зон мінералізації. На основі статистичної обробки даних здійснено об'єднання проб зон 1 і 2 як єдиної області мінералізації, а також уточнено межі зони 4 шляхом її розділення на окремі структурно-геохімічні елементи.

Для об'єктивної оцінки рудних тіл застосовано класифікацію проб за двома параметрами: вмістом BeO та метровідсотком (потужність рудного інтервалу, перетворена в умовний вертикальний запас). Це дозволило уникнути

викривлень, пов'язаних із неоднозначністю співвідношення потужності та вмісту.

У результаті виділено два рудні тіла: «Західне» (рис. 2) (жильного типу), що включає проби з двох зон і характеризується однорідним розподілом метровідсотків та «Східне» (рис. 3) (штокверкового типу), що включає проби з трьох зон та має три ділянки з підвищеним вмістом ВеО.

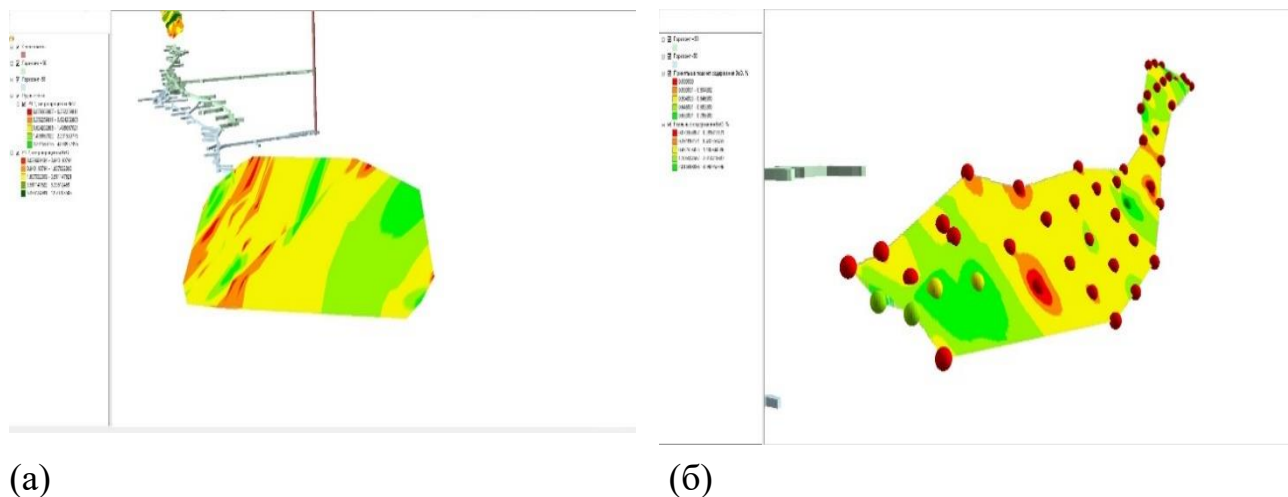


Рис. 2. Розподіл метровідсотків ВеО (а) та вмісту ВеО, % (б) у рудному тілі «Західне»

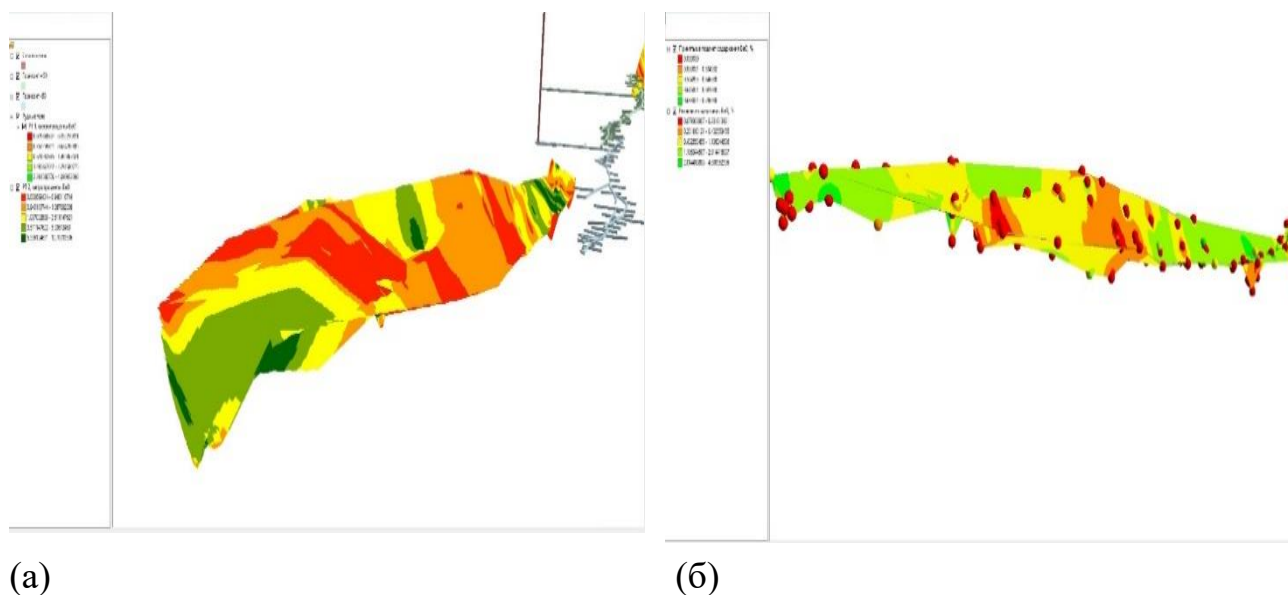


Рис. 3. Розподіл метровідсотків ВеО (а) та вмісту ВеО, % (б) у рудному тілі «Східне»

Застосовані раніше обмеження щодо «ураганних» проб виявилися необґрунтованими через малу кількість проб, що потрапили у рудні тіла.

Висновки

Крушинська структура (рис. 4) є перспективною для розробки гентгельвінових руд. Просторова переоцінка проб дозволила уточнити межі рудних тіл, а класифікація за метровідсотком виявилася ефективним

інструментом для виділення статистично стійких рудних тіл. Нововиділені тіла не перетинаються з територіями заповідника чи лісництва, що сприяє їх потенційній промисловій розробці.

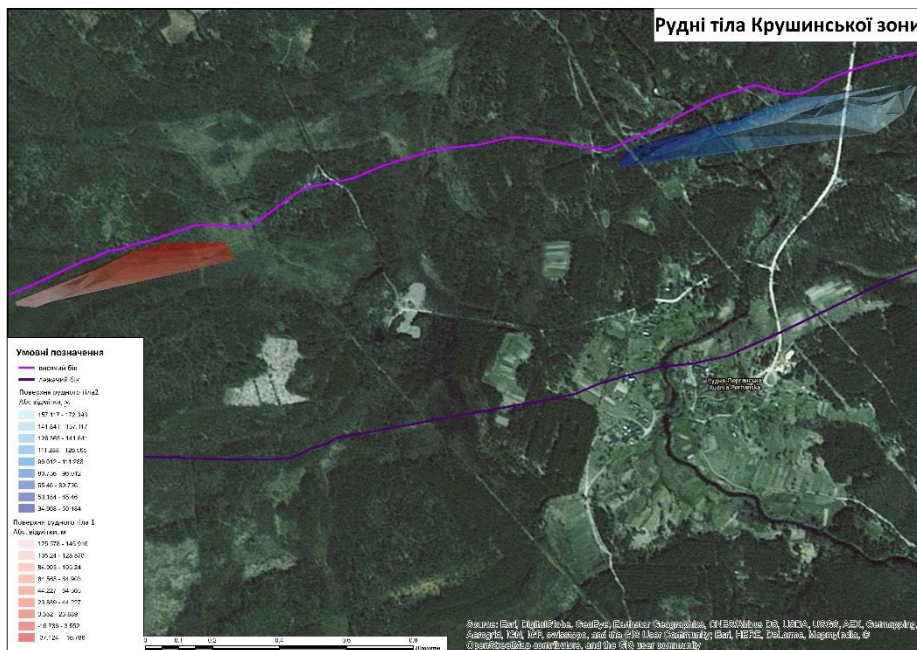


Рис. 4. Рудні тіла Крушинської структури

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Металіди С. В., Нечаєв С. В. Суцано-Пержанська зона (геологія, мінералогія, рудоносність) Київ: Наукова думка. 1983. 136 с.
2. Металіди В.С. Пержанське берилієве родовище: Звіт про результати розвідки 1962-1977 років. Фонди Житомирської ГЕ. 1977.

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА ОЦІНКА ЗАПАСІВ ВАПНЯКІВ ДУБОВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА В ГАЛИЦЬКОМУ РАЙОНІ ІВАНО- ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. В. Палійчук

кандидат технічних наук

Н. В. Гоптарьова

кандидат геологічних наук

Л. В. Уграк

М. І. Медвідь

Т. А. Уграк

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

В роботі викладені дані про геологічну будову Дубовецького родовища в Галицькому районі Івано-Франківської області за результатами експлуатаційної розвідки та дорозвідки, а також за матеріалами минулих геологорозвідувальних робіт в межах ділянки надр. Висвітлені дані повторної геолого-економічної оцінки запасів вапняків.

Ключові слова: вапняк, геологорозвідувальні роботи, корисна копалина, підрахунок запасів, родовище.

GEOLOGICAL STRUCTURE AND ASSESSMENT OF LIMESTONE RESERVES OF THE DUBOVETSKE DEPOSIT IN THE HALYCH DISTRICT, IVANO-FRANKIVSK REGION

O. V. Paliychuk

PhD (Technical Sciences)

N. V. Goptarova

PhD (Geological Sciences)

L. V. Uhrak

M. I. Medvid

T. A. Uhrak

Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 15 Karpatska Street, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine

The paper presents data on the geological structure of the Dubovetske deposit located in the Halych District of Ivano-Frankivsk Region, based on the results of production exploration and supplementary prospecting, as well as on materials from previous geological surveys within the subsoil area. The study highlights the results of a revised geological and economic assessment of limestone reserves.

Keywords: limestone, geological exploration, mineral resource, reserve estimation, deposit.

Дубовецьке родовище вапняків, придатних як карбонатна складова для виробництва портландцементу марок 400 і 500, а також придатні для виробництва порошку мінерального неактивованого марки МП І, розташоване на відстані близько 1,5 км на північний схід від с. Дубівці Галицького району Івано-Франківської області.

Дубовецьке родовище цементної сировини розробляється з 1932 року.

Залягання вапняків близьке до горизонтального, місцями простежується слабкий нахил в північно-східному напрямі 1-2°.

У 2019 році планом передбачались розкривні роботи в обсязі 40 тис. м³. Фактично об'єм розкривних порід становив 105 тис. м³. Фактичний видобуток становив – 2 548 000 т.

Вапняк макроскопічно світло-сірий, щільний, в значній степені тріщинуватий. По тріщинах часто спостерігається гідроокис заліза. Середня потужність цього вапняку – 1,7 м. Вапняк чистий макроскопічно білий, структура пеліто-морфна текстура масивна.

Серіями вертикальних і горизонтальних тріщин вапняк розбитий на блоки. Відстань між тріщинами 15-50 см. Середня потужність цього вапняку – 16 м.

Нині розкривні роботи в кар'єрі вапняку фактично завершені і нерозкритою корисна копалина лишається лише в південно-західній частині.

Гідрогеологічні умови родовища сприятливі. Підземні води зустрічаються тільки нижче горизонту +212 м. Водоприток з водоносного горизонту – 600 м³/добу. З підшови кар'єру вода, яка утворюється під час атмосферних опадів відкачується насосом і скидається за межу кар'єру.

Нині під час видобувних та геологорозвідувальних робіт спостерігається самовилив підземних вод з підшови та стінок кар'єру.

Самовилив води зі свердловини № 204 тривав близько доби. Рівень води поступово знизився до 1,57 м і стабілізувався. За даними дослідної відкачки (додаток 30Д, 31Д), яка проведена протягом 7 годин 25 хв при відкачці здійснювався постійно із продуктивністю 19,4 м³/год, через 2 год від початку відкачки рівень води в свердловині поступово знизився на 1,46 см, і протягом наступних 6 год відкачки залишався стабільним, коливаючись в межах 1,46-1,47 м. Кінцеве досягнуте зниження рівня становить 1,47 м. Після зупинки відкачки рівень води у свердловині відновився на 99 % через 3 години.

Родовище розміщене в 1,5 км на північ від центру с. Дубівці і умовно розділений на 2 черги. Перша черга – 1 видобувний уступ (південна частина кар'єру), друга черга – 3 видобувних і 1 розкривний уступ. Фронт робіт І-ї черги – 420 м, 2-ї черги – 190 м

В районі робіт з відкладами верхнього відділу крейдової систем пов'язані інші родовища цементної сировини, що входять до складу мінерально-сировинної бази виробництва цементу ПрАТ "Івано-Франківськцемент", зокрема Межигірсько-Дубовецьке родовище мергелів, вапняків і гіпсів, Межигірське родовище гіпсу, ділянка мергелю та вапняку "Межигірська" Межигірсько-Маринопільського родовища цементної сировини, Медухівське

родовище гіпсу, а також запланована до розробки ділянка "Східна Межигірсько-Дубовецького родовища (площі №№ 1, 2) цементної сировини.

В зв'язку з тим, що Межигірсько-Дубовецьке родовище та ділянка "Східна Межигірсько-Дубовецького родовища (площі №№ 1, 2) цементної сировини безпосередньо є продовженням покладу Дубовецького родовища та фактично є частиною єдиної продуктивної товщі, нижче наводиться коротка характеристика геологічної будови цього родовища.

Геологія Межигірсько-Дубовецького родовища мергелю відносно проста. В геологічній будові родовища в межах глибин, розкритих розвідувальними свердловинами, беруть участь породи четвертинної, неогенової та крейдової систем [2].

До основної корисної копалини на родовищі віднесені сірі, темно-сірі, світло-сірі мергелі дубовецької світи верхньокрейдяного віку, міцні, щільні, місцями тріщинуваті. Потужність основної корисної копалини змінюється в межах від 1,0 до 85,1 м (середня 31,6 м).

До основної корисної копалини віднесені органогенно-уламкові світло-сірі вапняки дубовецької світи верхньокрейдяного віку. Розкрита потужність вапняків змінюється в межах від 0,8 до 48,0 м (середня 15,6 м). Вапняки підстеляють товщу мергелів з абсолютних відміток +210,2-251,2 м і розкриті в західній, де розташований діючий кар'єр, і східній частинах родовища.

До спільно залягаючої корисної копалини, що залягає в розкритих породах мергелю, віднесені сірі, світло-сірі, темно-сірі дрібно-, середньо-, крупнокристалічні гіпси тираської світи неогенового віку. Потужність гіпсів змінюється в межах від 0,3 до 50,8 м (середня 17,2 м), потужність порушених вивітрюванням гіпсів – в межах від 0,6 до 3,5 м (середня 1,6 м). На родовищі виділені три ділянки розповсюдження покладів гіпсів, що залягають у вигляді лінз і відокремлені одна від одної потужними зонами карсту.

Пухкі розкриті породи представлені ґрунтово-рослинним шаром потужністю від 0,1 до 2,6 м (середня 0,7 м), суглинком потужністю від 0,4 до 41,6 м (середня 10,7 м), піском потужністю від 1,5 до 7,9 м (середня 4,9 м), алевритистою глиною косівської світи потужністю від 0,0 до 30,6 м (середня 10,9 м), глинисто-карстовими утвореннями тираської світи потужністю від 0,0 до 19,6 м (середня 5,4 м), глинистими утвореннями опільської світи потужністю від 0,1 м до 16,1 м (середня 4,7 м). Загальна потужність порід пухкого розкриття змінюється в межах від 0,2 до 48,5 м (середня 19,7 м). Породи скельного розкриття представлені перешаруванням пісковиків і вапняків косівської світи потужністю від 0,1 до 8,2 м (середня 2,3 м), що залягають над товщею мергелів між горизонтами з абсолютними відмітками + 303-307 м.

У товщі гіпсів поширений поверхневий (карстові воронки) і внутрішній (карстові порожнини, приурочені переважно до верхньої і середньої частин гіпсової товщі) карст. Зони розмиву поширені вздовж простягання куполів гіпсових покладів. Карстові форми заповнені глинистим матеріалом з уламками гіпсів (карстовий заповнювач). Потужність карстових порожнин (внутрішнього карсту) змінюється в межах від 0,0 до 19,6 м (середня 5,4 м). Закарстованість

гіпсової товщі у контурі підрахунку балансових запасів змінюється від 7,8 до 12,3 % (середня 10,1 %). Карстові порожнини відносяться до внутрішнього скельного розкриву, який розроблятимуть селективно при проведенні видобувних робіт.

Підстеляючими породами є вапняки нижче горизонту підрахунку запасів +210 м.

За складністю геологічної будови Межигірсько-Дубовецьке родовище мергелів, вапняків і гіпсів обґрунтовано віднесене авторами до таких, що характеризується простою геологічною будовою (1 група) відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр [1].

Підрахунок запасів корисних копалин на Дубовецькому родовищі виконано на топографічній основі масштабу 1:2 000 методом геологічних блоків з визначенням необхідних параметрів способом середньоарифметичного або середньозваженого.

Вибір методу підрахунку запасів визначався простою геологічною будовою родовища, масивними покладами гірських порід однорідного складу з витриманими фізико-механічними та іншими властивостями, з непорушеним заляганням, достатнім і досить рівномірним ступенем геологічної вивченості родовища як по площині, так і на глибину.

Виходячи з цього, Дубовецьке родовище вапняку за складністю геологічної будови віднесене до I групи з підрахунком запасів корисної копалини по категорії A+B+C₁, обґрунтованих гірничими виробками і мережею розвідувальних виробок [3].

На площі родовища знаходиться діючий кар'єр з видобутку вапняку і пробурена мережа розвідувальних свердловин. Відстані між свердловинами для підрахунку запасів за категорією A наближені до 50 – 100 м, за категорією B до 100 – 200 м, за категорією C₁ до 300 – 400 м.

Об'єми розкривних порід підраховані окремо з поділом за літологічними різновидами.

Підрахунок балансових запасів вапняку виконаний в контурі кар'єру на кінець відпрацювання згідно коригування робочого проекту розробки до горизонту з абсолютною відміткою +150,0 м для запасів категорії A+B+C₁.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берсим І.О. Детальна геолого-економічна оцінка запасів мергелів, вапняків і гіпсів Межигірсько-Дубовецького родовища за результатами експлуатаційної розвідки в Галицькому районі Івано-Франківської області. Київ. ТОВ "ГЕО-КРАТОН", 2020 р.
2. Ващенко В. Геологічна будова і корисні копалини території аркуша М-35-XXV (Івано-Франківськ), 2005 р.
3. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432.

СПАДКОВІСТЬ ПАЛЕО- І СУЧАСНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ДОНЕЦЬКОМУ БАСЕЙНІ

Л. І. Пимоненко

доктор геологічних наук

К. А. Безручко

доктор геологічних наук

С. Ю. Приходченко

кандидат геологічних наук

Д. М. Пимоненко

кандидат технічних наук

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

Досліджено зв'язок сучасних та палеотектонічних процесів в Донецькому басейні. Загальна палеодислокованість вуглевміщуючих масивів і інтенсивність сучасних рухів пов'язані, що підтверджує пряму спадковість тектонічних процесів у більшості районів Донбасу. Встановлено, що у регіональному плані інтенсивність сучасних вертикальних рухів на південному борту басейну вища, ніж на північному.

Ключові слова: Донецький басейн, сучасні та палеотектонічні рухи, спадковість тектонічних процесів.

SUCCESSION OF PALEO- AND MODERN TECTONIC PROCESSES IN THE DONETS BASIN

L. I. Pymonenko

Doctor of Geological Sciences

K. A. Bezruchko

Doctor of Geological Sciences

S. Yu. Pryhodchenko

Doctor PhD (of Geological sciences)

D. M. Pymonenko

Doctor PhD (of Technical sciences)

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

The relationship between modern and paleotectonic processes in the Donets Basin has been investigated. The overall paleodislocation of coal-bearing masses and the intensity of modern movements are interconnected, confirming the direct succession of tectonic processes in most areas of the Donbas. It has been established that, on a regional level, the intensity of modern vertical movements on the southern margin of the basin is higher than on the northern one.

Keywords: Donets Basin, modern and paleotectonic movements, succession of tectonic processes.

Основними факторами, що впливають на гірничо-геологічні умови розробки вугільних родовищ, є: газоносність, викидонебезпечність, порушеність і фізико-механічні властивості вугільних пластів та вміщуючих порід. Необхідно зазначити, що якщо вплив ступеня метаморфізму на викидонебезпечність, газоносність і властивості вугілля дослідниками розкрито досить ґрунтовно, то вплив тектоніки розглядався, головним чином, на прикладі окремих складок та порушень [2, 4]. Вплив напруженого стану враховувався за глибиною, яка приймалася як головний фактор, що сформував напружений стан масиву під час утворення вугільних відкладів. Однак і на сучасному етапі в масиві відбуваються не менш активні процеси. У тектоніці плит під сучасними рухами розуміються як вертикальні, так і горизонтальні переміщення блоків фундаменту [8, 9].

Треба відзначити, що горизонтальні рухи та їх просторова орієнтація кількісно визначаються методом локального гідророзриву і їх значень для Донбасу занадто мало, щоб провести регіональні дослідження [4].

Дослідженню режимів вертикальних рухів в голоцені присвячена відносно незначна кількість робіт [10, 11]. Треба відзначити, що одержані за запропонованими методами характеристики знаку і інтенсивності рухів є відносними та недостатньо точними, а їх абсолютні значення залежать від особливостей неотектонічного режиму площі, яка прийнята за фоновий ландшафт, і точності урахування внеску тектогенних і нетектогенних факторів у загальну деформованість ландшафту.

А.В. Полівцевим [6] розроблений метод і для окремих районів Донецького басейну побудовані карта вертикальних рухів, які відбувалися в голоцені. Відсутність даних по всім районам, обмежила можливості її застосування.

В роботі [7] наведено спосіб кількісної оцінки голоценових (і сучасних) вертикальних тектонічних рухів, розроблений в ІГН АН України Ю.О. Мещеряковим та В.А. Фількіним. За ерозійно-аккумуляційною діяльністю водотоків і геодезичними вимірюваннями була побудована карта сучасних вертикальних рухів (мм/рік), яка на даний час є найбільш повною і достовірною. Однак вимірювання, які використовували автори при побудові, занадто нерівномірно розподілені за площею, що не дозволяє розглянути регіональні закономірності та локальні особливості їх латерального розподілу. Тому для дослідження регіональних особливостей інтенсивності вертикальних сучасних тектонічних рухів Донбасу, карта була поділена на окремі квадрати площею 400 км². У кожному квадраті розраховувалося значення максимального розмаху (амплітуди) вертикальної складової (ΣA) і відносилося до центру квадрата. За цими значеннями, методом інтерполяції, була побудована карта інтенсивності вертикальної складової сучасних рухів (рис. 1).

Виходячи з того, що фундамент і осадова товща басейну розбиті на блоки, які під дією тектонічних зусиль переміщуються, то можна припустити, що величина зміщень і форми аномальних ділянок відображають регіональну динаміку руху блоків. На карті виділено ділянки з різною амплітудою рухів.

Для частини Донбасу, розташованої західніше м. Луганськ – Ровеньки, аномальні ділянки мають витягнуту форму, їх простягання субмеридіональне і північно-західне; просторово вони збігаються з зонами глибинних розломів і тепловими аномаліями, що, на нашу думку, свідчить не лише про просторовий, але й про генетичний зв'язок з рухами по цих розломах. Особливо чітко виділяється субмеридіональна аномалія, приурочена до зони Кальміус-Джигінського субмеридіонального глибинного розлому. Цей розлом, що перетинає всю ВЄП з півдня на північ, являє собою широку зону інтенсивної тріщинуватості, кулісоподібно розташованих крутих складок і дрібних розломів. Рухи по ньому відзначені з докембрію і тривають до теперішнього часу та генетично пов'язані з геодинамічними процесами, що відбувалися у Середземноморському регіоні.

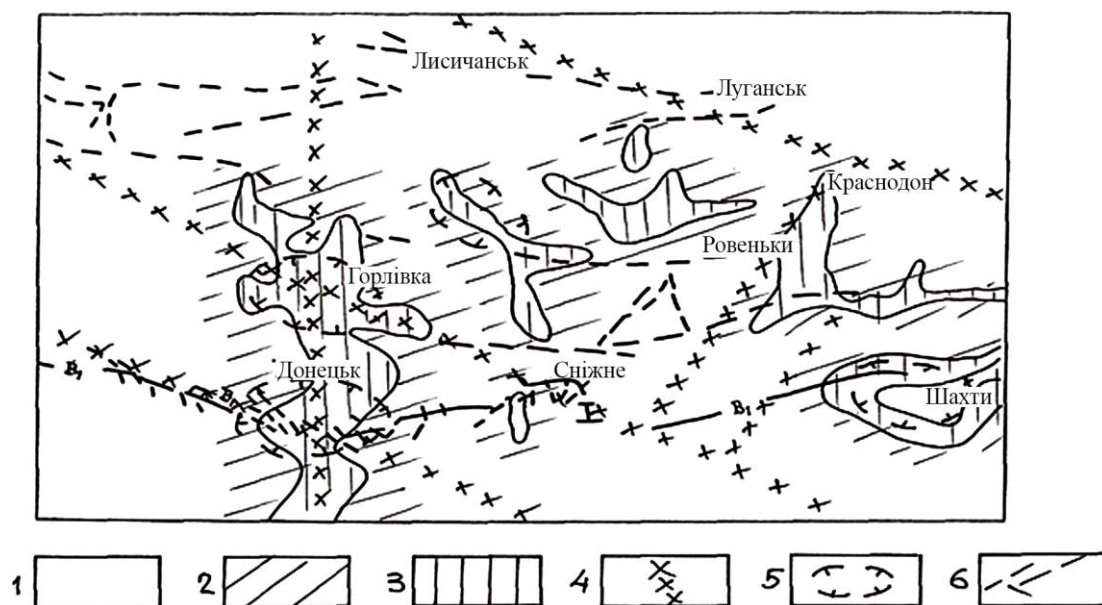


Рис. 1. Схема максимальної амплітуди сучасних вертикальних рухів у Донбасі: 1 - $\Sigma A < 3$ мм / рік; 2 - $\Sigma A - 3 - 4$ мм / рік; 3 - $\Sigma A > 5$ мм / рік; 4 – розломи фундаменту; 5 – теплові аномалії; 6 – розривні порушення [4].

Ділянки найбільш активних вертикальних рухів, розташовані на сході, мають неправильну форму. Більшість із них збігається з тепловими аномаліями, які, на думку Р.І. Кутаса [3] та ін., просторово й генетично пов'язані з глибинними розломами та зумовлені зміною теплового режиму земної кори на альпійському етапі її розвитку. Загалом активність рухів в межах південного борту басейну вища, ніж північного, що пояснюється його більшою рухливістю (табл. 1).

Практично всі тектонічні фази, що проявилися в Криму, знайшли відображення в будові Вовчанської структури, але не відобразилися на північному борту Донбасу. Це можна пояснити тим, що потужна дрібношарова осадова – квазіпружна – товща басейну не передавала ці зусилля. Порівняймо отримані дані з сучасною геодинамікою півдня СЄП. Сейсмотектонічне поле

напружень і схема орієнтації головних осей напружень, наведені у праці [1], показують, що по різні боки від Кальміус-Джигінського розлому характер полів напружень і орієнтація осей напружень Землі різні. На заході – переважають субширотні розтягувальні напруження, на сході – субмеридіональні стискаючі.

На думку авторів [4,5] стискання зумовлене процесами субдукції, що відбуваються в районах Криму і Кавказу, і підтверджується приуроченістю землетрусів до зон субмеридіональних розломів та позитивними аномаліями теплових потоків у зонах Кіровоградського та Оріхово-Павлоградського глибинних розломів. Осадова товща басейну розбита на різні за параметрами і формою блоки, які в умовах розтягування мають більшу свободу рухів, ніж в умовах стискання. Східна частина Донбасу розташована в полі субмеридіонального стискання, тому інтенсивність рухів у ній є меншою; західна – у полі розтягувань, тому диференційованість ділянок та інтенсивність у ній вища. Більша рухливість південної зони (порівняно з північною) підтверджується підвищеними фоновими температурами й вищим термічним градієнтом.

Таблиця 1

Тектонічні фази у структурах Донбасу й Криму

Крим	Старобільсько-Мілеровська монокліналь	Вовчанська структура
Савська	-	Аттична
Піренейська	-	Савська
Ларамійська	Ларамійська	Ларамійська
Австрійська	Австрійська	Австрійська
Новокімерійська	-	Новокімерійська
Адигейська	-	Адигейська
Донецька	-	Донецька
Давньокімерійська	-	Давньокімерійська
Пфальцька	-	Пфальцька
Немає даних	-	Заальська
	Астурійська	-
	Леонська	-
	-	Рудногірська
	-	Кушногірська
	Судетська	Судетська
	-	Бретонська
	-	Тельбеська

Для дослідження взаємозв'язку інтенсивності сучасних рухів і палеотектонічних умов були використані дані з карти загальної палеодислокованості, методика побудови якої детально описана в роботі [4].

Коефіцієнт кореляції між показниками палеодислокованості та інтенсивності сучасних рухів (за 180 значеннями) дорівнює 0,74. Розраховані критерії Романовського свідчать про невинновиковість отриманих зв'язків.

Висновки.

Встановлено, що у регіональному плані інтенсивність сучасних вертикальних рухів на південному борту басейну вища, ніж на північному, що пояснюється більшою його рухливістю, генетично пов'язаною з геодинамічними процесами, що відбуваються на півдні Східно-Європейської платформи. У межах басейну загальна палеодислокованість вуглевміщуючих масивів та інтенсивність сучасних рухів пов'язані ($r = 0,74$), що підтверджує пряму спадковість тектонічних процесів у більшості районів Донбасу, але відносно низький коефіцієнт кореляції та слабкі зв'язки між показниками сучасних рухів і різними типами дислокацій показують необхідність їх більш детального вивчення в кожному районі окремо.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геофизические исследования и тектоника юга Европейской части СССР. Отв. ред. С. И. Субботин. К.: Наукова думка. 1969. 247 с.
2. Забигаило В. Е., Николин В. И. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность. К.: Наук. думка. 1990. – 168 с.
3. Кутас Р. И. Поле тепловых потоков и термическая модель земной коры. К.: Наукова думка. 1978. 140 с.
4. Лукинов В. В., Пимоненко Л. И. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса. К.: Наукова думка. 2008. 352 с.
5. Павлюк М. І. Геодинамічна модель формування структури Кримсько-Чорноморської нафтогазоносної провінції. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1998. № 1(102). С. 26–32.
6. Полівцев А. В. Наземні геохімічні методи в геодинамічному районуванні вугільних родовищ. *Геотехнічна механіка*. 1998. № 10. С. 98–104.
7. Полівцев А. В. Пошук достовірних геолого-геоморфологічних способів індикації голоценових вертикальних тектонічних рухів. *Геодинаміка*. 2006. № 1(5). С. 21–34.
8. Ступка О. С. Геодинамічна еволюція та структура земної кори півдня європейської частини Радянського Союзу в докембрії. К.: Наукова думка. 1986. 218 с.
9. Isacks B., Oliver J., Sykes L. R. Seismology and the New Global Tectonics. *Journal of Geophysical Research*. 1968. № 73(18), P. 5855–5899.
10. Frye J. C. Pleistocene succession of the central interior United States. *Quaternary Research*. 1973. № 3. P. 275–283.
11. Verm R., Hilterman F. Lithology color-coded seismic sections: The calibration of AVO crossplotting to rock properties. *The Leading Edge*. 1995. № 8 (14), P. 847-853.

ВПЛИВ ЛІТОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗКРИВНИХ ПОРІД НА РОЗРОБКУ БІЛАНІВСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РОДОВИЩА

М. Ю. Саакян

аспірант

Державна наукова установа «Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України», 01054, м. Київ, вул. Олесь Гончара, 55 б

У статті розглянуто значення літологічного аналізу при плануванні та веденні відкритих гірничих робіт на Біланівському залізорудному родовищі. Приведено характеристику розкривних товщ, проаналізовано їх фізико-механічні властивості та поведінку в умовах гірничого навантаження. Встановлено вплив літологічної будови на конфігурацію кар'єру, розміщення відвалів, а також на заходи з екологічної безпеки. Дослідження базується на польових роботах, лабораторних випробуваннях та математичному моделюванні, що дозволило запропонувати рекомендації для оптимізації гірничої розробки.

Ключові слова: літологія, розкривні породи, Біланівське родовище, залізні руди, геотехнічна оцінка.

INFLUENCE OF LITHOLOGICAL ANALYSIS OF OVERBURDEN ROCKS ON THE DEVELOPMENT OF THE BILANIVSKE IRON ORE DEPOSIT

M. Yu. Saakyan

PhD student

State Scientific Institution “Center for Problems of Marine Geology, Geoecology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine”,
01054, Kyiv, Olesia Honchara str., 55 b

This article examines the importance of lithological analysis in planning and conducting open-pit mining operations at the Bilanivske iron ore deposit. The characteristics of overburden strata are presented, their physical-mechanical properties and behavior under mining loads are analyzed. The influence of lithological structure on quarry configuration, dump placement, and environmental safety measures is established. The study is based on field work, laboratory tests, and mathematical modeling, which enabled the development of recommendations for optimizing mining development.

Keywords: lithology, overburden rocks, Bilanivske deposit, iron ores, geotechnical assessment.

Вступ

У контексті сучасного гірничого виробництва актуальним є удосконалення методів прогнозування гірничо-геологічних умов для забезпечення безпеки та економічної ефективності видобутку корисних копалин. Одним із ключових елементів такого прогнозування є літологічний аналіз розкривних товщ [1]. Саме цей аспект часто недооцінюється при проектуванні, однак на практиці він впливає на кожен етап розробки — від буро-вибухових робіт до рекультивації порушених земель [8].

Біланівське родовище, розташоване в Полтавській області України, є одним з найбільших запасів залізних руд у Європі. Воно входить до складу Кременчуцького залізорудного району і характеризується складною геологічною будовою [3]. Обсяг розкривних робіт оцінюється в десятки мільйонів м³, тому помилки в оцінці фізичних властивостей порід призводять до значних втрат, включаючи аварійні ситуації, такі як зсуви чи обвали, а також екологічні проблеми, як забруднення ґрунтових вод [5].

Метою дослідження є комплексний аналіз літологічних особливостей розкривних порід Біланівського родовища та оцінка їх впливу на параметри гірничої розробки. Завдання включають: характеристики основних літотипів, оцінку фізико-механічних властивостей, моделювання стабільності схилів та розробку практичних рекомендацій. Актуальність теми підкреслюється глобальними тенденціями до стійкого розвитку гірничої промисловості, де геоекологічні аспекти відіграють ключову роль (згідно з рекомендаціями Міжнародної гірничої асоціації) [5].

Геолого-структурна будова родовища

Родовищний масив розташований у центральній частині Українського щита, в межах Кременчуцької тектонічної зони. Рудні тіла представлені масивами магнетитових кварцитів нижнього протерозою, які залягають серед метаморфічного комплексу — гнейсів, амфіболітів, біотитових сланців. Ці породи утворилися в архейську еру та зазнали інтенсивних метаморфічних перетворень, що призвело до їхньої високої міцності [5].

Над рудоносними товщами залягає розкривна товща, представлена переважно осадовими породами мезо-кайнозойського періоду:

- Крейдяна система: мергелі, пісковики, вапняки з потужністю 20–40 м;
- Третинна система: глини, суглинки, піски потужністю до 50 м;
- Четвертинна система: алювіальні, елювіальні відклади, делювій з потужністю 10–30 м.

Сукупна потужність розкривних порід становить 70–120 м залежно від морфології рудного тіла. Геоструктурні особливості включають тектонічні розломи, які впливають на гідрогеологічний режим, сприяючи локальним зонам водонасичення [6].

Методика дослідження

В основу дослідження покладено комплексний підхід, що поєднує польові, лабораторні та аналітичні методи:

- Польове літологічне картування: проведено на східній та південній частинах родовища з використанням GPS-картографії для фіксації меж літотипів;
- Аналіз кернових матеріалів: вивчено зразки з 6 свердловин глибиною 100–150 м, з фокусом на стратиграфію та петрографічний опис;
- Лабораторні випробування: у геомеханічній лабораторії визначено вологість (за ГОСТ 5180-84), щільність (за ДСТУ Б В.2.7-71), пластичність (індекс пластичності за Атербергом), кут внутрішнього тертя та зчеплення (за методом триаксіального стиску). Всього проаналізовано 45 зразків;

- Математичне моделювання: поведінка схилів моделювалася за методикою Фелленіуса в програмному забезпеченні GeoStudio, з урахуванням коефіцієнтів безпеки ($FS > 1.3$ для стійких схилів);

- Архівні дані: залучено геолого-експлуатаційні звіти ПАТ "Полтавський ГЗК" (з 2010–2020 рр.) та матеріали інженерно-геологічних зйомок.

Дані оброблено статистичними методами (середнє значення, стандартне відхилення) для оцінки варіабельності властивостей.

Результати: Характеристика розкривних порід

Розкривні породи Біланівського родовища демонструють значну неоднорідність, що впливає на їхню геотехнічну поведінку.

1. Глинисті породи: Потужні товщі пластичних глин (індекс пластичності 15–25) зустрічаються в північній та центральній частинах кар'єру. Вони мають високу водоємність (до 28%), низьку проникність (10^{-7} м/с), а при зволоженні зчеплення знижується з 38 до 15 кПа. Ці породи схильні до повзучості на уступах вище 18 м, з ризиком зсувів (коефіцієнт стабільності $FS = 1.1–1.4$).

2. Піски: Піски четвертинного та неогенового віку є пухкими, незцементованими, з високою проникністю (до 10^{-3} м/с). Вони створюють небезпеку під час весняного водонасичення — обвалення уступів та зсуви. Щільність у сухому стані 1.6–1.8 г/см³, кут тертя 28–32°.

3. Пісковики та мергелі: Ці породи мають середню тріщинуватість (індекс RQD 60–80%), добре піддаються буро-вибуховому руйнуванню. В зонах контакту з глинами утворюються капілярні бар'єри, що підвищує рівень ґрунтових вод на 2–5 м.

Літотип	Щільність (г/см ³)	Вологість (%)	Зчеплення (кПа)	Кут тертя (°)	Проникність (м/с)
---------	--------------------------------	---------------	-----------------	---------------	-------------------

-----	-----	-----	-----	-----	-----
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Глини	1.9 ± 0.2	25 ± 3	25 ± 10	20 ± 5	10 ⁻⁷
-------	-----------	--------	---------	--------	------------------

Піски	1.7 ± 0.1	15 ± 2	5 ± 2	30 ± 3	10 ⁻³
-------	-----------	--------	-------	--------	------------------

Пісковики	2.2 ± 0.3	10 ± 1	50 ± 15	40 ± 5	10 ⁻⁵
-----------	-----------	--------	---------	--------	------------------

Обговорення отриманих результатів: Вплив літологічної неоднорідності на розробку родовища

Літологічна неоднорідність безпосередньо впливає на ключові аспекти гірничої розробки [5]:

1. Розрахунок параметрів уступів: Проведено зонування території, після чого розраховано оптимальні параметри бортів: у глинах — уступ 12 м, кут укосу 35° ($FS=1.5$); у пісковиках — уступ 18 м, кут 55° ($FS=1.8$); у пісках — необхідне терасування з горизонтальним дренажем для запобігання ерозії [4].

2. Розміщення внутрішніх відвалів: Породи з різними властивостями вимагають сортування: глини не використовувати як основу для пісків, щоб уникнути просідань (моделювання показало ризик зсуву до 20% без дренажу) [7].

3. Екологічні ризики: Глинисті товщі ускладнюють інфільтрацію, сприяють застою вод, що призводить до заболочування (площа до 5 га). Рекомендовано комбінований дренаж: траншеї глибиною 3 м та вертикальні свердловини [5].

Порівняно з аналогічними родовищами (наприклад, Кривбас), Біланівське вирізняється вищою часткою пластичних глин, що вимагає адаптації технологій.

Практичне значення отриманих результатів

Результати дослідження можна впровадити в проект розробки Біланівського родовища. На їхній основі:

- Переглянути систему водовідведення кар'єру для зменшення ризику зсувів на 30% [6];
- Змінити орієнтацію транспортних шляхів на південно-східному фланзі для уникнення зон високої пластичності;
- Адаптувати технологію складування порід у відвалах із сортуванням за групами стійкості, що підвищить ефективність на 15–20% (за розрахунками моделі) [5].

Ці рекомендації можуть бути застосовані до інших родовищ Українського щита, сприяючи стійкому розвитку галузі [2].

Висновки

1. Розкривні породи Біланівського родовища характеризуються значною літологічною неоднорідністю, що суттєво впливає на стабільність кар'єрних схилів і вимагає диференційованого підходу.

2. Застосування літологічного аналізу дає змогу оптимізувати параметри гірничої розробки та зменшити ризики техногенного впливу, включаючи зсуви та забруднення.

3. Особливої уваги потребують зони розвитку глин середньої та високої пластичності, які схильні до зсувних процесів при зволоженні; рекомендовано посилений моніторинг.

4. Інтеграція результатів літологічного аналізу у проектування дозволяє досягти більшої безпеки, економічної ефективності та екологічної стійкості гірничих робіт.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гніденко Л.В. Основи літології: підручник. Київ: Либідь, 2004. 248 с.
2. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Основи та фундаменти. Метод випробування ґрунтів. [Чинний від 2009-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 22 с.
3. ПАТ "Полтавський ГЗК". Геологічна характеристика [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ferrexpro.com.ua> (дата звернення: 2023).
4. Ткаченко С.М. Інженерна геологія: практикум. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2018. 144 с.
5. Goodman, R.E. Introduction to Rock Mechanics. 2nd ed. New York: Wiley, 1989. 562 p.
6. Hoek, E., Brown, E.T. *Practical Rock Engineering*. — Toronto: Rocscience, 2019. 342 p.
7. International Council on Mining and Metals (ICMM). *Mining and the Environment*. London: ICMM, 2022. 98 p.
8. Kitizig, M.C., Kepic, A., Grant, A. Near real-time classification of iron ore lithology by applying fuzzy inference systems to petrophysical downhole data. *Minerals*. 2018. Vol. 8, No. 7. P. 276.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЮВІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ТРОСТЯНИЦЬКОГО ТА ПІВДЕННОЇ ДІЛЯНКИ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩ ІЛЬМЕНІТУ

А. В. Чумак¹, М. Д. Мережко²

¹ аспірант кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

² аспірантка відділу геології корисних копалин

¹ Державний університет «Житомирська політехніка» Факультету гірничої справи, природокористування та будівництва, 10005, Україна, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103

² Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55 б

У роботі здійснено порівняльний аналіз елювіальних відкладів Тростяницького та Південної ділянки Межирічного родовищ ільменіту. Встановлено відмінності у потужності продуктивних пластів, гранулометричному складі та вмісті ільменіту. Отримані результати дозволяють уточнити перспективи промислової розробки родовищ.

Ключові слова: ільменіт, елювіальні відклади, родовище, каолін, продуктивний пласт

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ELUVIAL DEPOSITS OF THE TROSTIANETS AND SOUTHERN SECTOR OF THE MEZHRYICH ILMENITE DEPOSIT

A. Chumak¹, M. Merezko²

¹ PhD student, Department of Mining Technologies and Construction named after Prof. M.T. Bakka

² PhD student (female), Department of Mineral Deposit Geology

¹ State University “Zhytomyr Polytechnic” Faculty of Mining, Environmental Management and Construction 103 Chudnivska Street, Zhytomyr, 10005, Ukraine

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

This study presents a comparative analysis of eluvial deposits from the Trostianytsia and Southern sector of the Mezhyrich ilmenite deposits. Differences in productive layer thickness, grain-size distribution, and ilmenite content were identified. The results help refine the prospects for industrial development of these deposits.

Keywords: ilmenite, eluvial deposits, deposit, kaolin, productive layer

Одним із основних мінеральних стратегічних ресурсів України є титан. Технологічний розвиток багатьох галузей економіки потребує збільшення ресурсної бази цього мінералу, який є незамінним в медицині, оборонній та хімічній промисловості та багатьох інших галузях.

Волинський титаноносний регіон є провідним серед інших. Багато родовищ, що розробляються відносяться саме до Волинського регіону, як, наприклад, Межирічне та Тростяницьке родовища. Незважаючи на відносну близькість розташування, Межирічне та Тростяницьке родовища мають ряд

відмінностей. Багато з них полягають у різних за простяганням та рудоносністю корах вивітрювання.

До складу Межирічного родовища входять 8 ділянок (Середня, Юрська, Осина, Середня, Ємилівська, Букинська, Ісаківська, Південна), що «розкидані» між річками Ірша та Тростяниця (Гудков, 1971; Наунець, 1989). Переважно алювіальні розсипи, що мають промислове значення, представлені мезозойськими нижньокрейдовими континентальними відкладами. Також у будові промислового алювіального пласта в тій чи іншій мірі беруть участь верхньокрейдові морські відклади, палеогенові, неогенові та четвертинні континентальні відклади.

Найближчою на місцевості ділянкою Межирічного родовища до Тростяницького є Південна. Потужність розкритих порід Південної ділянки складає 7,3 м, тоді як потужність алювіального промислового пласта 8,1 м (Мухін, 1974). Алювіальний промисловий пласт представлений каолінами вторинними та різнозернистими каоліністими та глинистими кварцовими пісками, рідше супісками, вуглистими глинами, глауконітовими пісками. Елювіальні відклади не є балансовими на Південній ділянці.

Тростяницьке родовище, своєю чергою, розподіляється на дві окремі ділянки: південну (І) та північну (ІІ). Перша з них безпосередньо прилягає до розвіданих запасів Межирічного родовища, а друга розташована на відстані 1,5–2 км від нього (Базалійська, 2008).

Продуктивний горизонт складений двома типами руд: осадовими утвореннями алювіально-делювіального походження та ільменітоносною корою вивітрювання. Потужність алювіально-делювіального пласта в межах Північної ділянки Тростяницького родовища становить 4,5 м при середньому вмісті ільменіту 102,9 кг/м³. Потужність кори вивітрювання — 3,1 м, із середнім вмістом ільменіту 73,2 кг/м³. Сумарна потужність продуктивного горизонту становить 7,6 м, із середнім зведеним вмістом ільменіту близько 90,7 кг/м³ (Проскурін та ін., 1978). Таким чином, у межах Тростяницького родовища кора вивітрювання включена до складу продуктивної товщі.

Порівняння елювіального пласта Південної ділянки Межирічного родовища та Тростяницького родовища. На відміну від Тростяницького родовища, елювіальні відклади Південної ділянки не є промисловими. Спостерігаються локальні ділянки потужністю 2–6 м з середнім вмістом ільменіту – 41 кг/м³. Тоді як середній вміст ільменіту для всієї площі родовища по каолінах первинних коливається всього від 20 до 30 кг/м³. Потужність елювію від 1 до 17 м.

У межах Тростяницького родовища елювіальні відклади розвинені значно ширше і формують до 40 % загального об'єму руд. Ільменітова кора вивітрювання представлена численними скупченнями потужністю 1,0–10,5 м (у середньому 3,1 м) і має середній вміст ільменіту 73,2 кг/м³, локально до 170 кг/м³.

Ільменіт концентрується переважно у нижніх частинах кори, де разом із важкими мінералами формує плямисті збагачені ділянки. Крім ільменіту, у породах кори вивітрювання виявлені інші важкі мінерали: лейкоксенізований

ільменіт — до 2,71 кг/м³; лейкоксен — до 0,62 кг/м³; сидерит — до 13,7 кг/м³; апатит — до 16,2 кг/м³; рутил — до 0,14 кг/м³; циркон — до 1,28 кг/м³; пірит — до 5,14 кг/м³, а також поодинокі — ільменомagnetит, піроксен і титаномagnetит.

Висновок.

Таким чином, незважаючи на приуроченість кір вивітрювання Південної ділянки Межирічного родовища та Тростяницького родовища до південно-східної окраїни Володарсько-Волинського масиву основних порід, територіальну близькість, схожість літологічної будови пласта, елювіальні відклади мають ряд значних відмінностей.

Причинами цих відмінностей є різне за інтенсивністю збагачення кір вивітрювання ільменітом корінних основних порід на обох родовищах та більш інтенсивний вимив крупнозернистих піщаних часток, що вміщують важкі мінерали, на Південній ділянці Межирічного родовища чим на Тростяницькому родовищі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базалійська Л.М. Детальна розвідка Тростяницького розсипного родовища ільменіту: Звіт. Київ. 2008.
2. Гудков А.І. Звіт про геолого-розвідувальні роботи, виконані комбінатом на ділянках Іршинського, Леменського, Верхньо-Іршинського та Межиріченського родовищ ільменіту у 1970–1971 рр. ГНПП «Геоінформ України», Київ. 1971.
3. Мухін Ю.М. Звіт про геолого-розвідувальні роботи, проведені Іршинським ГОК ГР-73гт по дорозвідці Леменського і Межиріченського родовищ ільменіту. ГНПП «Геоінформ України», Київ. 1974.
4. Наунець Л.Л. Результати дорозвідки та геолого-технологічного картування ділянок, представлених у відпрацюванні (Середня ділянка Межиріченського родовища) у 1988–1989 рр. ГНПП «Геоінформ України», Київ. 1989.
5. Проскурін Г.П., Швайберов С.К., Токарська Г.Г., Єщенко Л.П. Звіт про результати пошуків похованих розсипів ільменіту на Тростяницькій ділянці, проведених Житомирською експедицією у 1975–1978 рр. Київ: Київський ордена Леніна геологорозвідувальний трест. 1978.

MODERN RESEARCH METHODS

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

РУДНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛКИ-ГАЦЬКІВСЬКОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ

О. А. Ганжа

кандидат геологічних наук

К. М. Стародубець

кандидат геологічних наук

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

Є. С. Луньов

кандидат геологічних наук

І. М. Луньова

кандидат геологічних наук

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

Валки-Гацьківське родовище ільменіту приурочене до площинної каолінової кори вивітрювання та середньоюрських, нижньокрейдових і палеоген-неогенових осадових відкладів. Досліджено особливості розподілу ільменіту в осадовому чохлі та в корі вивітрювання родовища. Виявлено, що середні значення товщини та середньої концентрації ільменіту більші для осадової частини родовища

Ключові слова: Валки-Гацьківське родовище, ільменіт, рудні характеристики, осадовий чохол, кора вивітрювання.

ORE CHARACTERISTICS OF THE VALKY-HATSKIVKA ILMENITE DEPOSIT

O. A. Ganzha

PhD (Geology)

K. M. Starodubets

PhD (Geology)

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

Ye. S. Lunov

PhD (Geology)

I. M. Lunova

PhD (Geology)

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

Valky-Hatskivka ilmenite deposit is confined to the planar kaolin weathering crust and Middle Jurassic, Lower Cretaceous and Paleogene-Neogene sedimentary deposits. The features of the distribution of ilmenite in the sedimentary cover and in the weathering crust of the deposit have been studied. It was found that the average values of the thickness and average concentration of ilmenite are greater for the sedimentary part of the deposit.

Keywords: Valky-Hatskivka deposit, ilmenite, ore characteristics, sedimentary cover, weathering crust.

Вступ. Валки-Гацьківське родовище ільменіту розташоване в Житомирському районі Житомирської області та належить до Волинського розсипного району [1]. Найближчими населеними пунктами є село Кропивня (на захід від родовища), село Рудня-Гацьківська (на південь від родовища), село Гацьківка (на схід від родовища), село Лісобуда (на північ від родовища). Досліджуваний район являє собою рівнину на правому березі ріки Ірша з ухилом на південь.

Родовище відкрито в 1962-67 рр. під час пошукових робіт на ільменіт в лівобережній частині р. Ірші, в 1969-72 рр. – проведена некондиційна попередня розвідка, в 1988-91 рр. – попередня розвідка, 1992-98 рр. – детальна розвідка.

Валки-Гацьківське родовище ільменіту приурочене до осадових відкладів мезозой-кайнозою алювіального генезису (59,1% від загального об'єму продуктивного пласта) та площинної каолінової кори вивітрювання (40,9% від загального об'єму продуктивного пласта), що безпосередньо залягає під верхнім пластом або виходить за межі поширення алювію. За об'ємами в будові алювіальної частини продуктивного пласту беруть участь: середньоярські (батбайос) – 16%, нижньокрейдові (апт-альб) – 34%, палеоген-неогенові (еоцен-міоцен) – 50% відклади

На основі даних детальної розвідки було побудовано структурно-літологічну модель Валки-Гацьківського родовища ільменіту, яка включала в себе 873 свердловини. Метою даної роботи є представлення карт товщин продуктивного пласту та латерального розподілу середньої концентрації ільменіту в продуктивному пласті по сумі балансових та позабалансових запасів в осадовому чохлі та корі вивітрювання Валки-Гацьківського родовища. Для виконання картографічних побудов було використано дані 529 свердловин в осадовому чохлі та 651 – в корі вивітрювання.

За результатами проведеного дослідження побудовані карти товщин продуктивного пласта в осадовому чохлі та корі вивітрювання на Валки-Гацьківському родовищі (рис. 1). Максимальне значення товщини продуктивного пласта в осадовому чохлі – 23,5 м, в корі вивітрювання – 32 м. Мінімальне значення товщини продуктивного пласта в осадовому чохлі та корі вивітрювання – 0,5 м. Середнє значення товщини продуктивного пласта в осадовому чохлі – 7,1 м, в корі вивітрювання – 5,8 м. Максимальні значення товщини в осадовому чохлі продуктивного пласта фіксуються у вигляді смуги субмеридіонального простягання яка охоплює північну, центральну та південну частини родовища, максимальні значення товщини в корі вивітрювання продуктивного пласта відносяться до центральної та північної частин родовища. Мінімальні значення в осадовому чохлі фіксуються в західній частині родовища, в корі вивітрювання – в південній частині.

За результатами проведеного дослідження побудована карти латерального розподілу середньої концентрації ільменіту продуктивного пласта в осадовому

чохлі та корі вивітрювання на Валки-Гацьківському родовищі (рис. 2). Максимальне значення середньої концентрації ільменіту продуктивного пласта в осадовому чохлі – $306,7 \text{ кг/м}^3$, в корі вивітрювання – $337,9 \text{ кг/м}^3$. Мінімальне значення середньої концентрації ільменіту продуктивного пласта в осадовому чохлі – $4,5 \text{ кг/м}^3$, в корі вивітрювання – 8 кг/м^3 . Середнє значення концентрації ільменіту продуктивного пласта в осадовому чохлі – $66,1 \text{ кг/м}^3$, в корі вивітрювання – $49,8 \text{ кг/м}^3$. Максимальні значення середньої концентрації ільменіту в осадовому чохлі належать до центральної та північної частин родовища, для кори вивітрювання – в центральній частині.

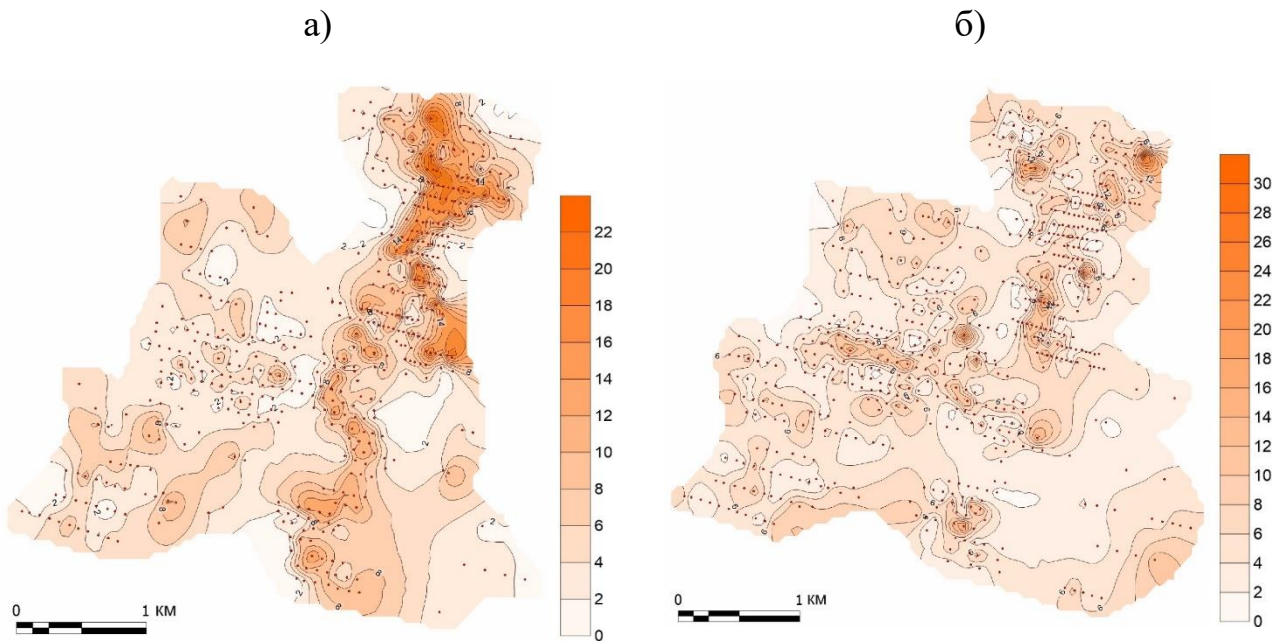


Рис. 1. Карти товщин продуктивного пласта (м) в осадовому чохлі (а) та корі вивітрювання (б) на Валки-Гацьківському родовищі

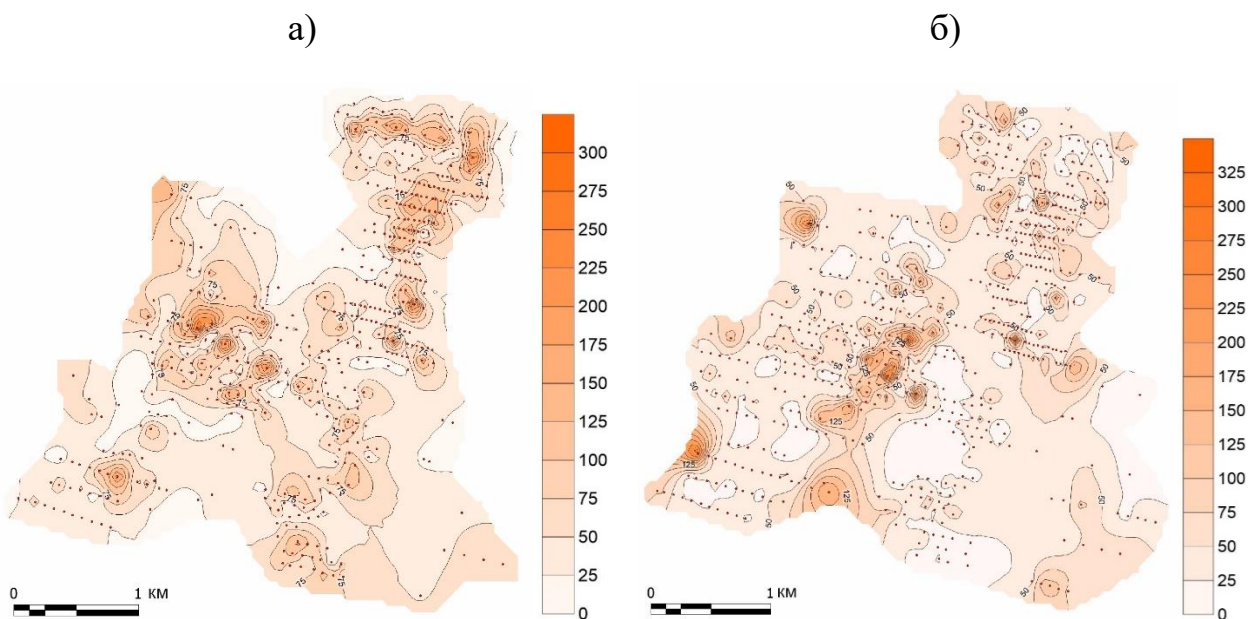


Рис. 2. Карти латерального розподілу середньої концентрації ільменіту (кг/м^3) продуктивного пласта в осадовому чохлі (а) та корі вивітрювання (б) на Валки-Гацьківському родовищі

Висновок.

За допомогою сучасних методів інформаційного забезпечення досліджено особливості розподілу ільменіту в осадовому чохлі та в корі вивітрювання Валки-Гацьківського родовища ільменіту. Виявлено, що середні значення товщини та середньої концентрації ільменіту більші для осадової частини родовища, в той час як для кори вивітрювання наявна більша кількість свердловин з промисловими вмістами ільменіту.

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>

РУХОМІ ФОРМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТОВИХ ВІДКЛАДАХ ЗАБРУДНЕНИХ В РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ

І. В. Кураєва¹

доктор геологічних наук

Т. О. Кошлякова¹

доктор геологічних наук

О. В. Дерюгіна¹

провідний інженер

О. Т. Азімов²

доктор геологічних наук

Л. В. Лемеш¹

провідний інженер

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, 03142, м. Київ, просп. Акад. Палладіна, 34

²ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", 01054, м. Київ, вул. Олесь Гончара, 55-б

В роботі були дослідженні ґрунти зони бойових дій м. Буча та м. Охтирка. Визначено валовий вміст мікроелементів, а також їх рухомі форми. Середній валовий вміст важких металів у ґрунтах досліджуваних територій перевищує природний геохімічний фон. Середні значення концентрацій рухомих форм за всіма елементами у зразках ґрунту м. Буча та м. Охтирка нижче рівня гранично допустимих концентрацій (ГДК), але перевищують фонові показників.

Ключові слова: ґрунти, важкі метали, рухомі форми.

MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN SOIL DEPOSITS CONTAMINATED AS A RESULT OF COMBAT OPERATIONS

I. V. Kuraeva¹

Doctor of Geological Science

T. O. Koshliakova¹

Doctor of Geological Science

E. V. Deriuhina¹

Leading Engineer

O. Azimov²

Doctor of Geological Science

L. Lemesh¹

Leading Engineer

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

²Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

The work investigated the soils of the combat zone of Bucha and Okhtyrka cities. The gross content of trace elements, as well as their mobile forms, was determined. The average gross content of heavy metals in the soils of the studied territories exceeds the natural geochemical background. The

average values of the concentrations of mobile forms for all elements in the soil sample of Bucha and Okhtyrka are below the maximum permissible concentrations (MPC), but exceed the background indicators.

Keywords: soils, heavy metals, mobile forms.

Екологічна ситуація, яка зложилась в Україні в результаті військової діяльності, визиває необхідність проведення постійного ґрунтового-геохімічного моніторингу. З дослідженням геохімії важких металів в ґрунтових відкладах тісно пов'язані проблеми виявлення техногенних аномалій, особливо в теперішній час в результаті проведення бойових дій на території України. Негативна дія цих аномалій потребує дослідження захисних властивостей ґрунтів до забруднення їх важкими металами. Для цього необхідно визначити показники рухомості хімічних елементів в ґрунтах з подальшою їх можливістю переходу в суміжні середовища, насамперед в рослинне, а також в ґрунтові та підземні води.

Авторами були досліджені рухомі форми окремих мікроелементів у найпоширеніших типах ґрунтів м. Буча (Київська обл.) - дерново-середньопідзолисті оглеєні та м. Охтирка (Сумська обл.) - чорноземи типові. Ці території були обрані на основі інформації, яка вказує на те, що вони були зоною активних бойових дій [1]. Проби ґрунту відбирали з верхнього гумусного горизонту відповідно до ДСТУ 4287:2004. В роботі були використано дані фонових концентрацій наведені в роботі [2]. Для визначення валового вмісту ВМ використовували метод атомно - емісійного спектрального аналізу. Вміст важких металів визначали методом мас - спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS) на аналізаторі *Element - 2* (Німеччина) в ІГМР НАН України.

У досліджуваних зразках ґрунту м. Буча (дерново - середньопідзолисті оглеєні) спостерігається підвищений середній валовий вміст **свинцю** - 22 мг/кг, **міді** - 33 мг/кг, **хрому** - 15 мг/кг, **цинку** - 53 мг/кг та **ванадію** - 31 мг/кг ґрунту в порівнянні з фоновими показниками. Схожа ситуація простежується у чорноземі типовому м. Охтирка. Ґрунтові зразки мають підвищений вміст по **свинцю** - 45 мг/кг, **міді** - 73 мг/кг, **нікелю** - 24 мг/кг, **цинку** - 110 мг/кг, **ванадію** - 38 мг/кг та **кобальту** - 30 мг/кг ґрунту в порівнянні із фоном [3].

При забрудненні ґрунтів ВМ зазнає змін не тільки їх валовий вміст, а і значення концентрації рухомих форм. Авторами визначено іонообмінні рухомі форми ВМ з використанням ацетатно - амонійного буферу з рН 4.8. Отримані результати концентрацій рухомих форм важких металів в основних типах ґрунтів досліджуваних територій - м. Буча та м. Охтирка в порівнянні з ГДК наведено в табл. 1.

Дослідження показали, що середні значення концентрацій рухомих форм за всіма елементами у проаналізованих зразках ґрунту м. Буча та м. Охтирка нижче рівня ГДК. Однак, слід відмітити, що вміст деяких елементів, наприклад **цинку** в чорноземі типовому м. Охтирка на окремих площадках відбору досягає 15,8 мг/кг та 33 мг/кг, а **свинцю** - 8,3 мг/кг, що перевищують їхні ГДК. Також, спостерігається перевищення фонових показників рухомих форм по **свинцю**, **цинку**, **міді** та **нікелю** в декілька разів.

Таблиця 1.

Середні вміст рухомих форм важких металів у досліджуваних ґрунтах, мг/кг

Хімічний елемент	Дерново - середньопідзолисті оглеєні ґрунти м. Буча	Чорноземи типові м. Охтирка	ГДК рухомих форм у ґрунтах (за Постановою Кабміну України від 15.12.2021 р., № 1325)
Ni	0,18	0,47	4
Cr	0,03	0,13	6
Zn	3,64	19,70	23
Co	0,04	0,07	5
Cu	0,12	0,79	3
V	0,04	0,20	—
Pb	0,30	3,27	6

Примітка: "- " - ГДК не встановлено або дані не наведені.

Проведені еколого - геохімічні дослідження ґрунтів зони активних бойових дій у межах Київської та Сумської областей (м. Буча та м. Охтирка) з використанням атомно - емісійного спектрального аналізу, методик із визначення форм знаходження важких металів та метода *ICP – MS* дали змогу зробити наступні висновки:

- середній валовий вміст мікроелементів у всіх досліджуваних зразках ґрунту перевищує фонові показники.
- середній вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах м. Буча та м. Охтирка не перевищує значення ГДК, але вище за фонові показники.

Для окремих ділянок відбору, все ж таки спостерігається перевищення по ГДК показників рухомості цинку та свинцю для ґрунтів м. Охтирка.

В майбутньому, все ж необхідно розширити площу досліджень в межах міст Буча та Охтирка з визначенням як більшої кількості рівномірно розташованих площадок відбору зразків ґрунту, так і поповнюючи список мікроелементів, вміст яких в них визначатиметься.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України: оцінка державних заходів з відновлення ґрунтів // *Презентація на конференції*. Семінар АПД. Харків, 8 вересня 2023.
2. Жовинський, Е.Я., Кураєва, І.В. Еколого - геохімічні дослідження об'єктів довкілля України. Київ: Альфа-реклама, 2012.
3. Кураєва І. В., Кошлякова Т. О., Дерюгіна О. В., Азімов О. Т., Лемеш Л.В., Локтіонова О. П. Вплив бойових дій на закономірності розподілу важких металів у ґрунтах. Збірник тез всеукраїнської наукової конференції: *Геологічна будова та корисні копалини України*. Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України - Київ, 2025.С. 311-314.

СТАТИСТИЧНА КОРЕКЦІЯ ПРИПОВЕРХНЕВИХ СПОТВОРЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ СЕЙСМІЧНИХ ДАННИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

О. В. Піскунов

аспірант

О. К. Тяпкін

докт. геол. наук

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
49000, Дніпро, пр. Д.Яворницького, 19

Надійність інструментів машинного навчання для сейсмічної інтерпретації обмежується якістю вхідних даних, яка часто погіршується через спотворення у верхній частині геологічного розрізу (ВЧР). У роботі представлено статистичний метод для характеристики та корекції цих спотворень шляхом декомпозиції сейсмічних амплітуд. Точність цього методу підтверджено на синтетичній моделі, що доводить його здатність кількісно оцінювати властивості приповерхневих шарів. Далі, ми використовуємо контекстно-залежну мережу з довгою короткочасною пам'яттю (LSTM) як приклад, демонструючи, що такі інструменти можуть проводити інтерпретацію на «чистих», геологічно складних даних. Зроблено висновок, що гібридний робочий процес, де надійна, фізична підготовка даних передусе аналізу за допомогою ШІ, є необхідною умовою для успішного застосування машинного навчання в реальних сейсмічних задачах.

Ключові слова: статистична обробка, глибинне навчання, геологічна інтерпретація сейсмічних даних, нейронні мережі, обробка сейсмічних даних.

STATISTICAL CORRECTION OF NEAR-SURFACE DISTORTIONS FOR INCREASING THE RELIABILITY OF SEISMIC DATA INTERPRETATION USING MACHINE LEARNING

O. V. Piskunov

PhD student

O. K. Tiapkin

Doctor of Geological Sciences, Professor

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

The reliability of ML tools for seismic interpretation is fundamentally limited by input data quality, which is often degraded by distortions from the near-surface (UPGS). This paper presents a statistical method to characterize and correct for these distortions by decomposing seismic amplitudes. The accuracy of this technique is validated on a synthetic model, confirming its ability to quantify near-surface properties. We then use a context-aware Long Short-Term Memory (LSTM) network as a case study, demonstrating that such tools can achieve accurate interpretations on clean, geologically complex data. We conclude that a hybrid workflow, where robust, physics data conditioning precedes AI-based analysis, is a prerequisite for enabling the successful application of machine learning in real-world seismic exploration

Keywords: statistical processing, deep learning, geological interpretation of seismic data, neural networks, seismic data processing

Глобальна необхідність у забезпеченні надійними енергетичними ресурсами продовжує бути стимулом для розвідки на все більших глибинах і геологічно складніших умовах. Зі зростанням обсягу та складності сейсмічних даних виникає потреба в передових автоматизованих системах, які можуть допомогти геофізикам в ефективній та точній інтерпретації глибоких горизонтів. Методи штучного інтелекту (ШІ), такі як нейронні мережі з довгою короткочасною пам'яттю (LSTM) та згорткові нейронні мережі (CNN), демонструють потенціал для структурної інтерпретації сейсмічних даних [1], але їх практичне застосування стикається з серйозними перешкодами.

Однією з проблем як для традиційної, так і для машинної інтерпретації є значне спотворення сигналу, викликане приповерхневим шаром – верхньою частиною геологічного розрізу (ВЧР) [2]. Цей шар діє як «лінза», вносячи затримки часу приходу (статика) і викликають значне згасання амплітуд та спотворення форми хвилі, що є критичним для подальшої обробки. Ці ефекти погіршують якість сейсмічного зображення, порушуючи безперервність відбиваючих горизонтів, на яку спираються більшість автоматизованих систем. Представлено дослідження вдосконаленої архітектури LSTM моделі, що враховує просторовий контекст, для інтерпретації горизонтів. Проаналізовано її ефективність на синтетичних даних, та виявлено обмеження та артефакти, що виникають під час застосування. Такі артефакти можуть бути аналогічні ефектам некоригованих спотворень у вхідних даних, які в реальних умовах часто спричинені ВЧР. Для вирішення цих потенційних проблем ми демонструємо спосіб характеристики приповерхневих умов шляхом статистичної декомпозиції сейсмічних амплітуд. Припущено, що інтеграція такого кроку підготовки даних є важливим фактором для підвищення надійності будь-якого робочого процесу на основі ШІ.

Підхід представлений у двох частинах. Спочатку описано статистичний метод для характеристики приповерхневих ефектів, що є основним фокусом. Друга частина – представлення вдосконаленої контекстно-залежної LSTM моделі як приклад для демонстрації критичного впливу якості даних на інтерпретацію за допомогою ШІ.

Запропонований статистичний метод для характеристики приповерхневих ефектів базується на фізичному принципі, згідно з яким амплітуда зареєстрованого сейсмічного запису є добутком кількох незалежних та розділюваних факторів, включаючи енергію джерела, умови прийому та збудження, а також приповерхнєве згасання. Для спрощеної двошарової моделі, що представляє ВЧР (шар 1) та нижчу частину розрізу (шар 2), кінцеву зареєстровану амплітуду $A(t)$ можна виразити як

$$A(t) \approx A_0 * \frac{V_0}{V_1^2 * t_1 + V_2^2 * t_2} * e^{-\alpha_1 * V_1 * t_1 - \alpha_2 * V_2 * t_2} \quad (1)$$

де V_i , t_i та α_i представляють інтервальну швидкість, подвійний час пробігу (TWT) та ефективний коефіцієнт згасання для i -го шару відповідно.

Ця фізична модель показує, що властивості ВЧР (V_1 , t_1 , α_1) мають першочерговий та мінливий вплив на кінцеву амплітуду. Щоб виділити ці ефекти, моделюємо амплітуду $A_{ij}(t)$ для джерела i та приймача j як добуток незалежних компонентів:

$$A_{ij}(t) = A_0 * \frac{B_{i+j}}{2} * C_i(t) * D_j(t) * E_{rand} \quad (2)$$

Де змінні представляють базову енергію (A_0), глибинну геологію (B), ефекти джерела (C), ефекти приймача (D) та випадковий шум (E_{rand}). Шляхом побудови та розв'язання системи лінійних рівнянь, отриманої з цієї моделі, можна виділити компоненту приймача D_j , яка служить надійним індикатором амплітудних спотворень, викликаних ВЧР у кожній точці прийому.

Для демонстрації важливості якості даних, ми використовуємо контекстно-залежну LSTM – архітектуру нейронної мережі, розроблену для послідовних даних, таких як сейсмічні траси. Оновленням цієї моделі є система з двома входами, яка обробляє як поточну сейсмічну трасу, так і результат інтерпретації з попередньої траси. «Контекстний» вхід дозволяє моделі вивчати геологічний принцип горизонтальної безперервності, що робить її інструментом для автоматизованої та допоміжної інтерпретації.

Точність статистичного підходу була перевірена на синтетичній моделі з відомими параметрами ВЧР. Рисунок 1 показує крос-плот істинної товщини ВЧР із синтетичної моделі проти розрахованого нами коефіцієнта d_j . Висока кореляція демонструє, що метод може характеризувати приповерхневі умови, надаючи надійний інструмент для підготовки даних. Цей результат підтверджує, що статистичний коефіцієнт є валідним індикатором фізичних властивостей ВЧР.

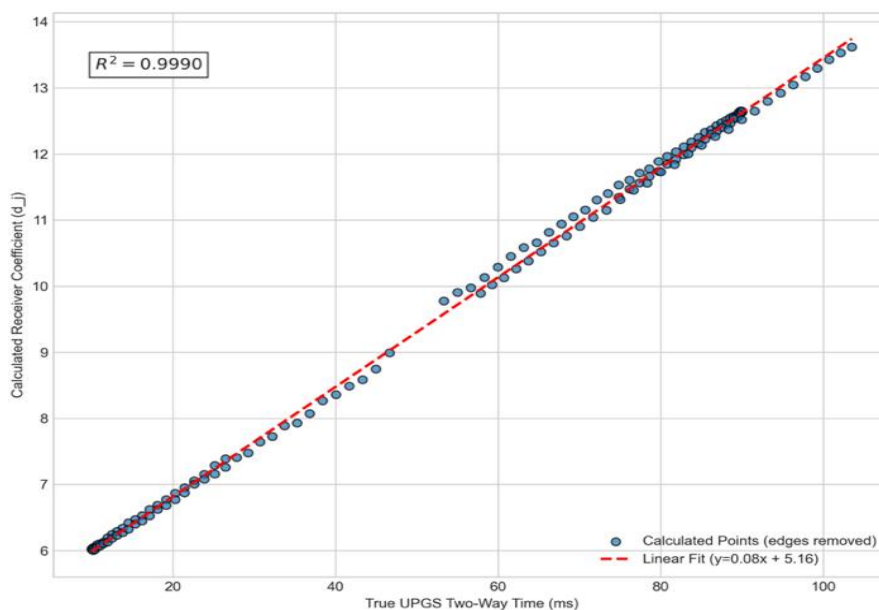


Рис. 1. Крос-плот, що порівнює істинну товщину ВЧР із синтетичної моделі з розрахованим коефіцієнтом приймача d_j

Модель при застосуванні на «чистих» синтетичних сейсмічних даних працює з достатньою точністю, успішно простежуючи горизонти (Рисунок 2). Це представляє сценарій, коли якість вхідних даних є ідеальною. Однак ефективність такої моделі може бути значно знижена за наявності некоригованих приповерхневих спотворень, які вносять шум і порушують безперервність сейсмічних даних.

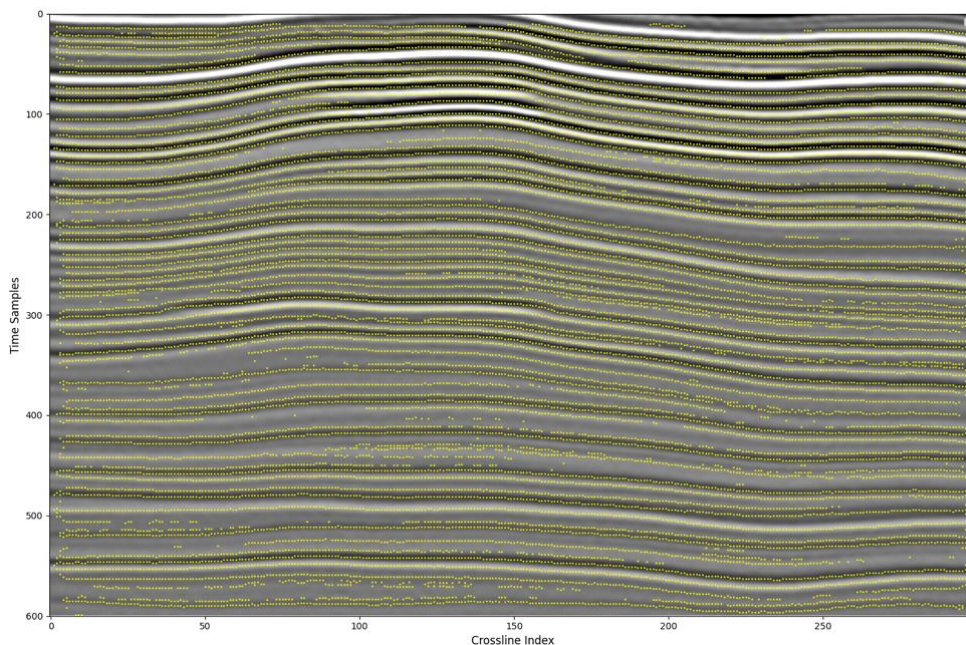


Рис. 2. Результати роботи моделі LSTM на чистих синтетичних сейсмічних даних

Це підкреслює зв'язок між двома частинами досліджуваного підходу. Висока ефективність статистичного методу показує, що ті самі спотворення, які можуть призвести до збою інструменту машинного навчання, можуть бути кількісно оцінені. Застосування такої корекції як кроку попередньої обробки є потенційно критичним фактором для забезпечення надійного застосування інструментів, подібних до цієї LSTM, до реальних сейсмічних даних. Такий гібридний робочий процес є важливим для подолання розриву між продуктивністю моделі на ідеальних синтетичних даних та її застосуванням до реальних завдань розвідки родовищ вуглеводнів.

Отримані нами результати підкреслюють залежність інструментів інтерпретації на основі ШІ від якості вхідних сейсмічних даних. На прикладі контекстно-залежної LSTM було продемонстровано, що хоча такі моделі добре працюють на «чистих» синтетичних даних, їх послідовний, контекстно-залежний характер робить їх вразливими до спотворень, що часто зустрічаються в реальних наборах сейсморозвідувальних даних.

Представлений статистичний метод для характеристики та кількісної оцінки одного зі значних джерел цих спотворень – верхньої частини розрізу (ВЧР). Для успішного та надійного впровадження інструментів на основі ШІ в

сейсмічній розвідці їх не слід розглядати як самостійне рішення. Натомість потрібен гібридний робочий процес, де застосовується попередня обробка, як представлена статистична корекція для забезпечення можливої якості вхідних даних.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Піскунов О.В., Тяпкін О.К. Можливість використання методів глибинного навчання у інтерпретації елементів геологічного розрізу на сейсмічних даних. *Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції*. Київ. ДУ НЦ ГГГІ НАН України, 2024. С.90-94.
2. Tiapkin O.K., Onyshchenko S.A., Piskunov O.V. Engineering-ecological research of the upper part of geological section using seismic data. *Geofizychnyi Zhurnal*. 2025. 47(2). P. 150-155.

ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНОК ІЗ ПІРАМІДАМИ

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 обстеження в рекогносцирувальному режимі локальних ділянок з пірамідами в різних регіонах світу. Проведені експериментальні дослідження показують, що стародавні піраміди в різних регіонах земної кулі розміщені в межах базальтових вулканічних комплексів по яких природний водень мігрує в атмосферу над планетою. При пошуках скупчень водню райони розміщення пірамід заслуговують на увагу.

Ключові слова: піраміди, водень, базальти, червоний фосфор, обробка фотознімків.

FREQUENCY-RESONANCE TECHNOLOGY OF SATELLITE AND PHOTO IMAGES PROCESSING: RESULTS OF SITES WITH PYRAMIDS INVESTIGATION

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 reconnaissance survey of local areas with pyramids in different regions of the world are presented. Experimental studies show that ancient pyramids in different regions of the globe are located within basalt volcanic complexes through which natural hydrogen migrates into the atmosphere above the planet. When searching for hydrogen accumulations, the areas where the pyramids are located deserve attention.

Keywords: pyramids, hydrogen, basalts, red phosphorus, photo processing.

Вступ. В 2019-2024 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 повідомленні нижче наведені результати обстеження в

рекогносцирувальному режимі ділянок з пірамідами в різних регіонах світу з метою вивчення особливостей глибинної будови на ділянках їх розміщення.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального та детального 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 ділянок із пірамідами. В процесі апробації частотно-резонансних методів обробки супутникових і фото знімків [1-4] встановлено, що опубліковані в електронних виданнях фотознімки сейсмічних розрізів являються інформативними для обробки. Результати застосування технології для обробки георадарних (GPR) розрізів також виявились позитивними. Зокрема, під час частотно-резонансної обробки георадарного розрізу (рис. 1) на ділянці з єгипетськими пірамідами Гізи [5] з 3-ої секунди

інструментальних вимірів почали фіксуватися відгуки на частотах 6-ої групи магматичних порід (габро і базальти).

Такі результати експерименту обумовили доцільність проведення додаткового обстеження ділянок розміщення стародавніх пірамід в різних регіонах з метою визначення типу вулканічних структур, в межах яких піраміди розташовані. Результати обстеження в рекогносцирувальному режимі ділянок з пірамідами зводяться до наступного.

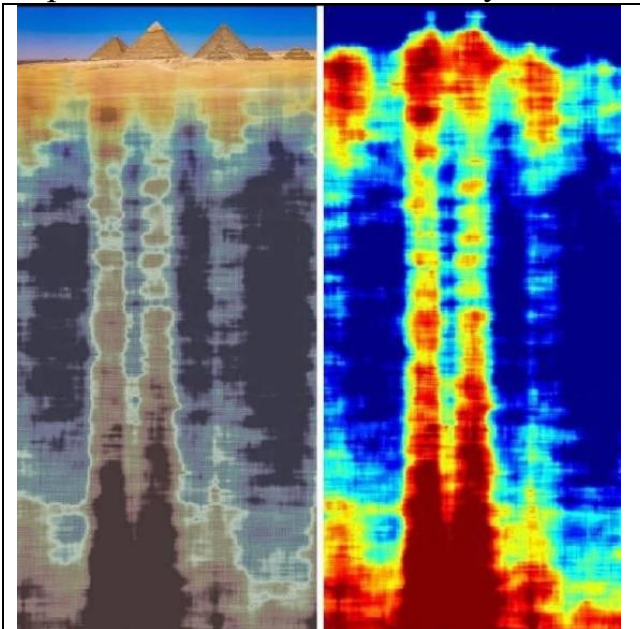


Рис.1. Фотографія георадарного розрізу під єгипетськими пірамідами Гізи [5].

Ділянка з пірамідами в Єгипті. В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка (рис. 2а) з трьома пірамідами в районі Гізи (Єгипет) зафіксовані сигнали (відгуки) на частотах червоного фосфору, водню, водневих бактерій, гелію. На глибині 57 км зафіксовані тільки сигнали 8-ої і 10-ої груп осадових порід, а також 6-ої групи магматичних порід (габро і базальти).

При обробці знімків лише кожної із трьох пірамід (рис. 2б, в, г) окремо з поверхні зафіксовані сигнали на частотах червоного фосфору, водню, водневих бактерій. Інструментальними вимірами зафіксовані також процеси

дегазації червоного фосфору і водню в атмосферу. На глибині 57 км фіксувались тільки сигнали 6-ої групи магматичних порід (габро і базальти). Корінь базальтового вулкана визначено на глибині 218 км.

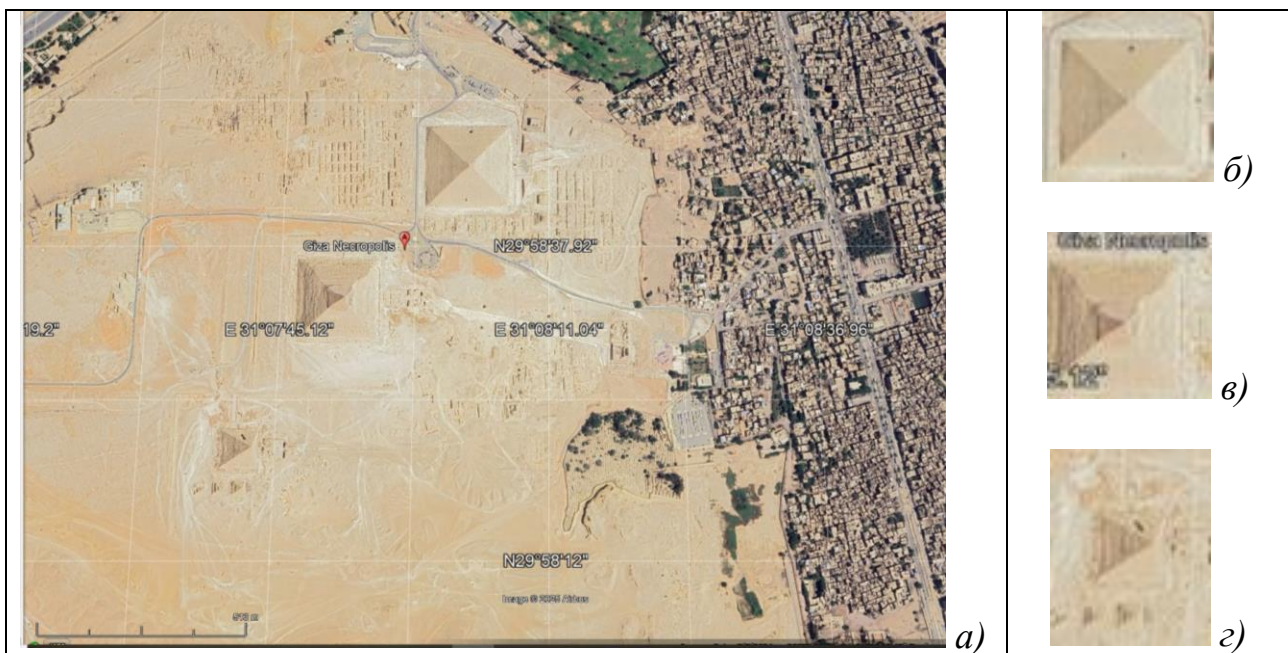


Рис. 2. Супутниковий знімок ділянки з пірамідами в Єгипті.

Фотомонтаж ділянок 1. В процесі частотно-резонансної обробки фотознімка з 20 пірамідами в різних регіонах земної кулі на глибині 57 км зафіксовані спільні сигнали тільки із базальтами та габро.

Фотомонтаж ділянок 2. На знімку з 8-ма пірамідами наведені фотографії 4-х єгипетських пірамід – Khufu, Khafre, Snefru, Menkaure і 4-х мезоамериканських – Chichen Itza, Uxmal, Pyramid of the Moon, Tikal. В процесі частотно-резонансної обробки фотознімка на глибині 57 км також зафіксовані спільні сигнали тільки із 6-ою групою магматичних порід (габро і базальти).

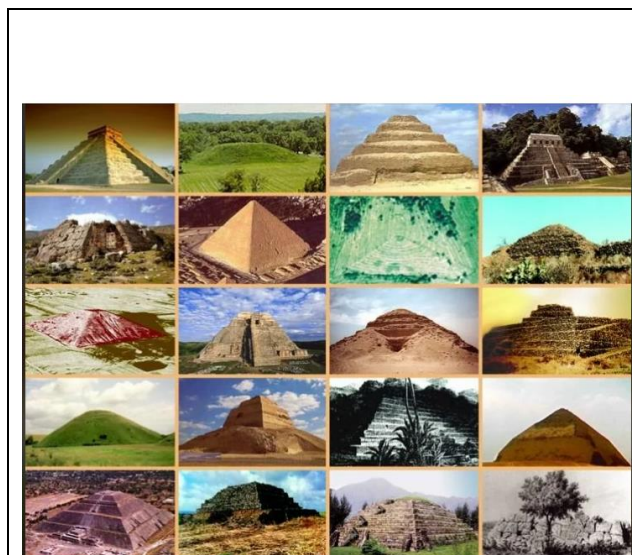


Рис. 3. Стародавні піраміди світу [6].

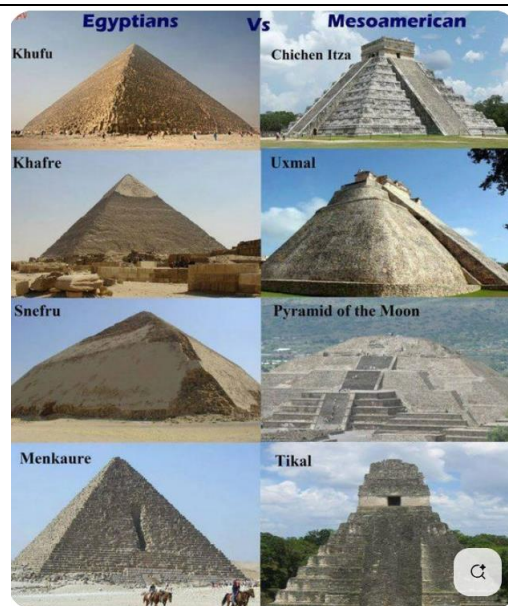


Рис. 4. Стародавні піраміди світу [7].

Висновки.

Результати проведених рекогносцирувальних досліджень з реалізацією обмеженої кількості процедур інструментальних вимірів дозволяють констатувати, що стародавні піраміди в різних регіонах земної кулі, як і круги на полях [3], розміщені в межах базальтових вулканічних структур по яких природний водень мігрує в атмосферу над планетою.

Детальне (в площинному режимі) обстеження крупних ділянок з пірамідами надасть можливість оцінити доцільних проведення в районах їх розміщення пошукових геолого-геофізичних робіт та буріння свердлових на природний водень.

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. 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](https://doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2023.22)
4. 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>
5. What do think about the recent discovery under the Giza Pyramids. <https://www.facebook.com/groups/414159739451521/posts/1729724367895045/>
6. Ancient Pyramids around the World https://www.reddit.com/r/pics/comments/1vhi7l/ancient_pyramids_around_the_world/?rdt=51754
7. Ancient pyramids all over the world. <https://www.pinterest.com/pin/668854982168763899/>

ВУГЛЕВОДНЕВІ ФЛЮЇДИ В ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУРАХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ОКРАЇН СХІДНОЇ АНТАРКТИДИ (ЗА ДАНИМИ ЧР-СКАНУВАНЬ)

М. А. Якимчук

доктор фіз.-мат. наук, професор, yakymchuk@gmail.com
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ.

В. Д. Соловйов

кандидат геол. – мин наук, valera@igph.kiev.ua
Інститут геофізики ім.С. І. Субботіна НАН України

І. М. Корчагін

доктор фіз.-мат. наук, професор, korchagin.i.n.@gmail.com
Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України

Проведено локальне дистанційне частотно-резонансне сканування (ЧР) для окремих пунктів в межах морів східної континентальної окраїни Антарктиди. Вперше ЧР методами отримані дані для ділянок, перспективних на прояви глибинних вуглеводнів. Мобільна ЧР-технологія обробки та декодування супутникових знімків дозволяє проводити дистанційні дослідження блоків, вибирати найперспективніші ділянки для подальших детальних досліджень з використанням традиційних геофізичних методів. Ці нові дані можуть допомогти оцінити вплив глибинних факторів на існуючі прогностичні оцінки потенційно нафтогазоносних басейнів у регіоні та підтвердити існування скупчень нафти та газу в межах структур (море Девіса – море д'Юрвіля) континентальної окраїни Східної Антарктиди.

Ключові слова: мобільні технології, глибинні вуглеводні, водень, Східна Антарктика, море Дейвіса, море Моусона-Дюрвіля

HYDROCARBON FLUIDS IN LOCAL STRUCTURES OF THE CONTINENTAL MARGINS OF EAST ANTARCTICA (BY FR SCANS DATA)

M. A. Yakimchuk

Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor, yakymchuk@gmail.com Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kiev

V. D. Solovyov,

Candidate of Geology – Min. of Sciences, valera@igph.kiev.ua
Institute of Geophysics Sciences NAS of Ukraine

I. M. Korchagin,

Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor, korchagin.i.n.@gmail.com
Institute of Geophysics Sciences NAS of Ukraine

Local remote frequency resonance (FR) scanning has been conducted for some points within the seas of the eastern continental margin of Antarctica. For the first time, data have been obtained using FR methods for areas with potential for deep hydrocarbons. Mobile FR technology for processing and decoding satellite images enables block remote exploration, allowing for the selection of the most promising areas for further detailed exploration using traditional geophysical

methods. These new data can help assess the impact of deep-sea factors on existing forecast estimates of potentially oil and gas-bearing basins in the region and confirm the existence of oil and gas accumulations within the structures (Davis Sea - D'Urville Sea) of the continental margin of East Antarctica.

Keywords: mobile technologies, deep hydrocarbons, hydrogen, East Antarctica, Davis Sea, Mawson-Durville Sea

Для окремих локальних структур сегменту седиментаційних басейнів континентальних окраїн Східної Антарктики від моря Дейвіса до морів Моусона-Дюрвіля (з потужністю осадового чохла до 7-8 км), виконані дистанційні частотно-резонансні (ЧР) сканування для вивчення особливостей процесів регіонального нафтидогенезу та уточнення існуючих прогнозних оцінок перспектив нафтогазоносності локальних структур регіону.

ЧР методами отримані дані про можливі ділянки, перспективні на прояви глибинних вуглеводнів. Частотні сигнали від вуглеводнів принципово підтверджують існування нафтових та газових накопичень в межах цих структур. Детальні дослідження здатні з'ясувати характер прогнозної нафтогазоносності і доповнити уявлення про вплив глибинних чинників на існуючі прогнозні оцінки потенційно нафтогазоносних басейнів Східної Антарктиди.

Результати. Наведені результати ЧР досліджень пунктів сканування для локальних структур осадових басейнів континентальних окраїн Антарктиди (від моря Дейвіса до моря Дюрвіля (Рис.1А).

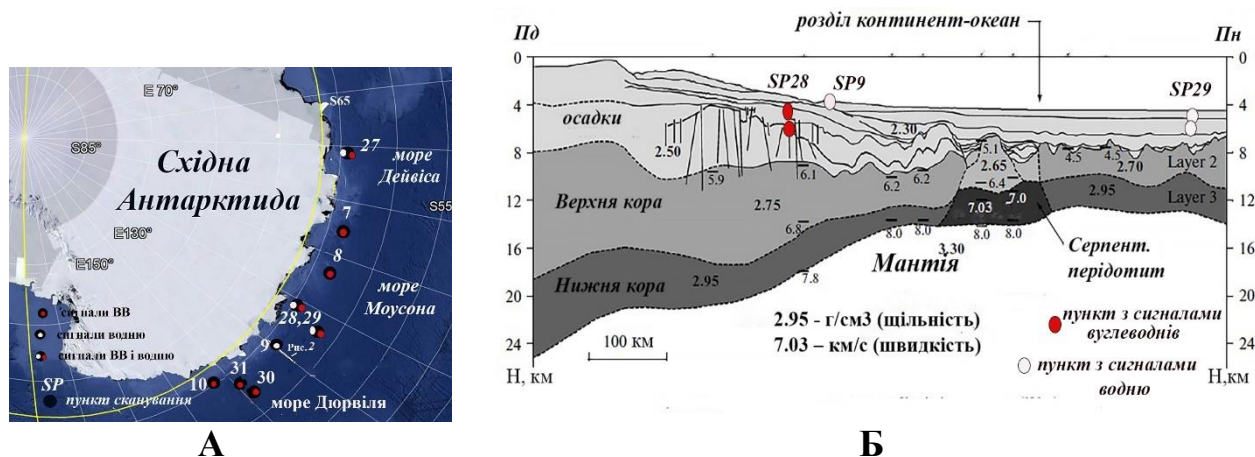


Рис. 1. Супутниковий знімок узбережжя Східної Антарктиди (А) з пунктами частотного сканування (SP7-10, 27-31); Б - модель структури земної кори центральної частини басейну :морів Моусона-Дюрвіля [Leichenkov et al., 2014] з пунктами сканування SP9,28 29

Море Дейвіса. В межах океанічної ділянки із підйомом глибинних магматичних порід [Leitchenkov et al., 2014] фіксується (SP27, Рис.1) спільний сигнал водню і базальтів в інтервалах глибин :539 - 1317 м, 1457 – 2218 м, 2465 – 3238 м, 3322 – 3723 м, 4428 – 5019м. На поверхні зафіксовані сигнали ВВ, вуглекислого газу, водню, а на глибині - сигнали від гранітів, базальтів та ультраосновних порід.

Басейн морів Моусона і Дюрвіля (SP7-10, 28- 31; Рис.1,2).

Для **SP7** з поверхні зафіксовані сигнали на частотах вуглеводнів і встановлена міграція газу і жовтого фосфору в атмосферу. Із інтервалу розрізу до 9 км отримано відгуки від 7-ої групи осадових (карбонатних) порід (вапняки).

Для **SP8** з поверхні зафіксовані сигнали на частотах вуглеводнів. Із інтервалу розрізу до 8 км отримано відгуки від 7-ої групи осадових (карбонатних) порід (вапняки). Результати локальних сканувань показали, що в західній частині моря Моусона (SP7) отримані сигнали вуглеводнів, а також зафіксована міграція газу. В східній частині моря (SP8) також отримані сигнали від вуглеводнів.

В центральній частині басейну морів Моусона-Дюрвіля (SP28) результати сканування показали, що на поверхні фіксуються сигнали ВВ, вуглекислого газу, водню та водневих бактерій. Фіксується спільний сигнал ВВ і гранітів фундаменту (Рис.1) в інтервалах глибин: 3364 – 3661 м, а також сильний сигнал на глибині 4160 – 5556 м (зондування проведено також до глибини 5600 м).

Сканування для SP29 показало, що в цій частині моря (Рис.1) на поверхні фіксуються сигнали ВВ, вуглекислого газу, водню, а також спільного сильного сигналу водню і базальтів в інтервалах глибин: 3327 – 4262 м та 4695 – 5594 м (зондування проводилося до глибини 5600м). Це свідчить про наявність локальних глибинних джерел витоків флюїдів в морі Моусона.

Море Дюрвіля. В східній частині моря Моусона-Дюрвіля (SP9) фіксується сигнал водню, водневих бактерій, а на поверхні спостерігається його дегазація.

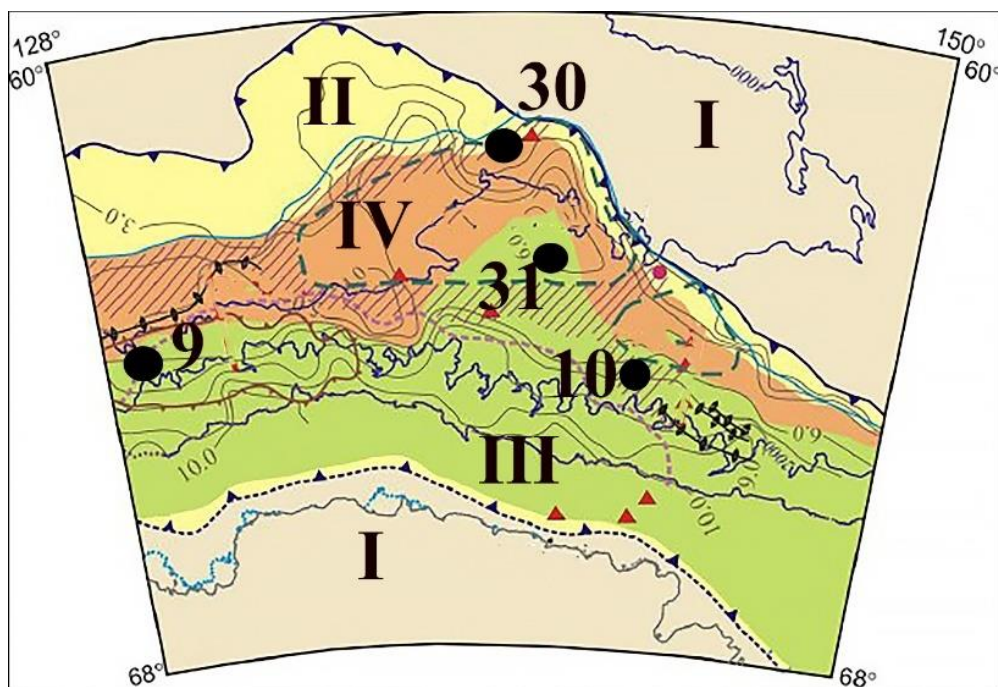


Рис. 2. Схема перспектив на вуглеводні басейну моря Дюрвіля [Safonova et al.,2022]. Показано положення пунктів сканування (SP9, 10, 30, 31). Умовні позначення та перспективи ділянок на вуглеводні: I-відсутні; II - низькі; III – середні; IV-високі, за [Safonova et al.,2022].

На схемі перспектив на вуглеводні (Рис.2) зони окраїнного рифту з осадовим чохлам потужністю 4-8 км, повним набором осадових комплексів з прогріванням та генерацією метану при серпентинізації перидотитів у зоні підйому мантийних порід (Рис.2) вважаються високо-перспективними [Safonova et al., 2022]. До зони низьких перспектив віднесено нижню частину підніжжя континентального схилу та океанічне ложе з осадовим чохлам потужністю 2- 4 км. Будова континентальної окраїни у районі моря Дюрвіля (136° до 150° східної довготи) ускладнена континентальними блоками, відокремленими від Антарктиди зоною мантийного підйому, де серпентинізовані мантийні породи виділяють безпосередньо під осадовим чохлам загальною потужністю до 10 км [Leitchenkov et al., 2014]. Інтерпретація матеріалів раніше проведених багаторічних експедиційних досліджень показала, що в осадовій товщі басейну моря Дюрваля є всі умови для утворення потенційних нафтоматеринських товщ, в тому числі існування локальних структур, які можуть бути пастками для скупчень нафти і газу.

В морі Дюрвіля, в межах трансформного розлому Георга V (серії трансформних розломів), результати сканування фіксують **сигнали ВВ**, вуглекислого газу, гелію та ін. На глибинах 3029 – 4081 м, 4337 – 4709 м (SP30) фіксується сильний спільний **сигнал ВВ** і гранітів (зондування проводилося до глибини 5 км). Зондування для SP31 показало, що тут фіксується сильний спільний **сигнал ВВ** і вапняків в інтервалах глибин: 3684 – 5190 м (зондування виконано до глибини 5200 м). Для пункту зондування SP10 фіксуються **сигнали вуглеводнів**, вуглекислого газу, сигнали дегазації газу та осадових порід до глибини 6 км.

Результати сканування (SP10,30,31) підтвердили існуючі дані [Safonova et al., 2022] про наявність вуглеводнів в межах локальних пунктів сканування, розташованих в цій частині моря Моусона- Дюрвіля, і доповнюють уявлення про вплив глибинних чинників на існуючі прогностні оцінки даних потенційно нафтегазоносних басейнів регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Leitchenkov G. L., Y. B. Guseva, V. Gandyukhin et al. Structure of the Earth's crust and tectonic evolution history of the Southern Indian Ocean (Antarctica). *Geotectonics*. 48, 5–23 (2014).
2. Safonova L.V., Guseva Yu.B. Hydrocarbon potential prospects of the D'Urville Sea sedimentary basin (East Antarctica) and adjacent areas based on intercomparison with sedimentary basins located on Australian conjugate margin. *Neftegasovaâ geologiâ. Teoriâ i praktika*. 2022. T.17. №2, P. 1-20.
3. Yakymchuk M., Korchagin I., Soloviev V Universal Direct Search Frequency-resonance (FR) Technologies in Geology (overview of some results). Lambert Academy Publishing, ISBN: 978-620-7-65227-3, 2024. P.177

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ НЕОТЕКТОНІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ КРИВБАСУ НА ПРОЦЕСИ ТЕХНОГЕННОГО ПІДТОПЛЕННЯ

С. О. Яремій

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Досліджено вплив неотектонічних рухів і розломної структури Кривбасу на процеси техногенного підтоплення. Повторні геофізичні спостереження методом ВЕЗ показали зниження питомого опору порід, що свідчить про зростання зволоження та проникнення мінералізованих вод у водоносні горизонти. Запропоновано створення регіональної системи геофізичного моніторингу для зменшення геоекологічних ризиків.

Ключові слова: Кривбас, неотектоніка, розломи, підтоплення, геофізичний моніторинг, мінералізовані води.

ON THE ISSUE OF THE INFLUENCE OF THE NEOTECTONIC STATE OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE KRYVBAS TERRITORY ON THE PROCESSES OF TECHNOGENIC FLOODING

S. O. Yaremiy

National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine

The influence of neotectonic movements and the fault structure of Kryvbass on the processes of man-made flooding has been investigated. Repeated geophysical observations using the VES method showed a decrease in the specific resistance of rocks, indicating an increase in moisture and the penetration of mineralised waters into aquifers. The creation of a regional geophysical monitoring system to reduce geo-ecological risks is proposed.

Keywords: Kryvbass, neotectonics, faults, flooding, geophysical monitoring, mineralised waters.

Вступ. Криворізький залізорудний басейн (Кривбас) є найбільшим гірничо-металургійним районом України та однією з найбільш техногенно навантажених територій Українського щита [1, 5, 6]. Інтенсивний видобуток руди, масові вибухові роботи й накопичення відходів у хвостосховищах та відвалах сформували складну геотехногенну систему з істотним порушенням природного гідрогеологічного режиму [7]. Більш як 3 млрд т. хвостів та 9 млрд т. розкривних порід беруть участь у сучасних геодинамічних процесах. Аналіз неотектонічного стану геологічного середовища території Кривбасу показує, що він впливає на процеси природного та техногенного підтоплення, які призводять до руйнування захисних бар'єрів підземних вод сприяють їхньому забрудненню та зростанню ризику надзвичайних ситуацій на гірничих гідротехнічних спорудах. В цих умовах комплексний геофізичний моніторинг стає головним інструментом оцінки стійкості геологічного середовища та запобігання аваріям [3, 4, 5].

Тектонічна основа геоекологічної інтерпретації повторних геофізичних досліджень.

Тектонічні рухи Українського щита різноманітні за типом і проявами, утворюючи системи розломів, які безпосередньо визначають екологічну стабільність Кривбасу. Виділено шість основних систем розломів з азимутами від 0° до 347°, що виступають природними шляхами міграції вод. Зони перетину розломів є ослабленими блоками земної кори, більш порушеними та проникними, де активізуються процеси фільтрації, суфозії й зсувні явища. У Кривбасі сучасна геодинаміка та висока розущільненість порід призводять до зростання вразливості підземних вод. Мінералізовані води зі сховищ проникають в горизонти водоносних пластів, викликаючи засолення ґрунтів і розвиток карсту. Внаслідок цього на території формується висока ймовірність техногенно-природних надзвичайних ситуацій. Зв'язок небезпечної сучасної геодинаміки з блоково-розломною структурою було встановлено під час повторних геолого-геофізичних досліджень.

Повторні геофізичні дослідження поблизу гірничих відвалів і водойм-накопичувачів.

Через обмежені економічні ресурси геоекологічне картування у Кривбасі часто виконується у поєднанні з геофізичною розвідкою. Найбільш ефективним методом виявився вертикальний електричний зондувальний (ВЕЗ). Для покращення кількісних та якісних розрахунків при повторному вивченні геологічного розрізу потребують нових методичних прийомів, що, є актуальною повсякденної проблемою. Використання диференційних характеристик [2] дозволило значно підвищити ефективність робіт з виділення та локалізації обводнених масивів порід мінералізованими підземними водами на території всього Кривбасу.

Повторні ВЕЗ-дослідження (2008–2012 рр.) виявили значні зміни у геоелектричних параметрах. Балка збігається з регіональною зоною розломів [8, 9, 10], що підвищує її вразливість. Інтенсивна тектонічна порушеність знижує фільтраційну стійкість порід і прискорює поширення мінералізованих вод. Дані 14 профілів ВЕЗ показали зниження питомого опору майже у всіх горизонтах, особливо у верхніх 50 м розрізу (рис. 1).

Запропонований підхід дозволів виконати переінтерпретацію раніше отриманих матеріалів електророзвідки та побудувати більш детальні розрізи та карти, які дозволяють оперативне картувати положення стратиграфічних меж, зон розривних порушень з інтенсивною тріщинуватістю відкритого типу та локальні прирозломні зони. Використання диференційних характеристик потенційних полів дозволило ідентифікувати тектонічні порушення та відслідковувати зміни гідрогеологічних умов у балці Свистунова, де розташоване водоймище мінералізованих шахтних вод.

Це свідчить про активне зволоження та формування зон підвищеної проникності. Поєднана тектонічна карта зі змінами питомого опору (рис. 2) наочно демонструє вплив блокової структури на міграцію підземних вод у напрямку річки Інгулець. Процеси посилюються техногенним навантаженням

через надмірне заповнення водойми, що може спричинити аварійне спорожнення та забруднення водоносних горизонтів.

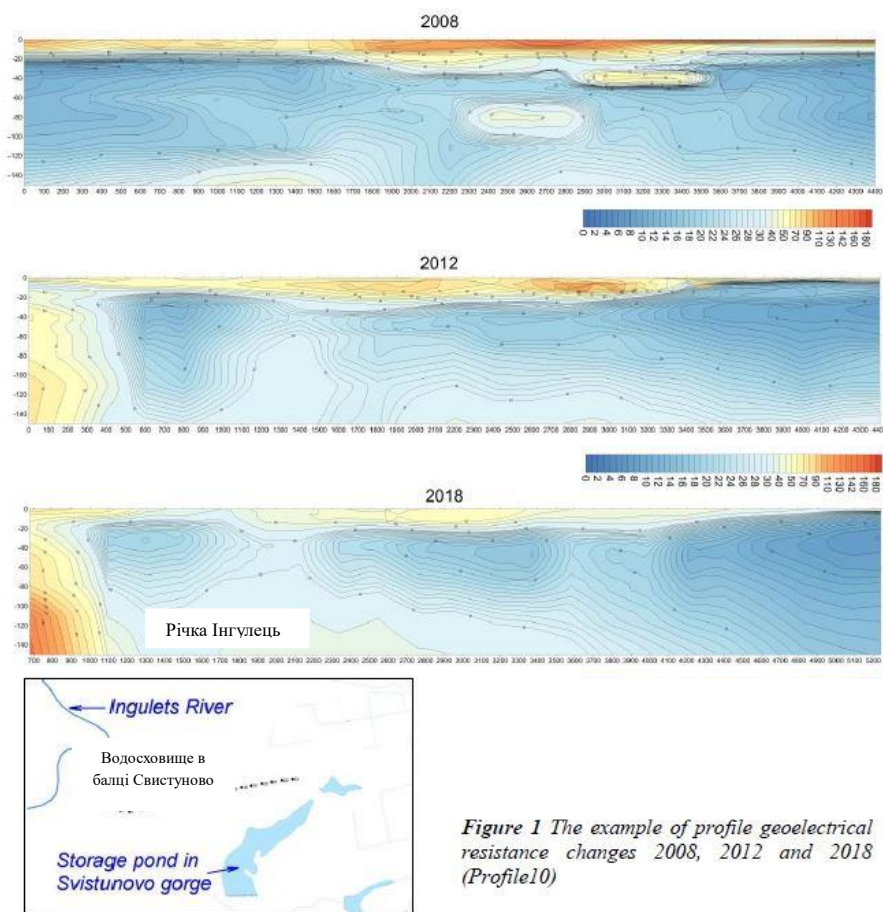


Figure 1 The example of profile geoelectrical resistance changes 2008, 2012 and 2018 (Profile10)

Рис. 1. Приклад змін профілю геоелектричного опору у 2008, 2012 та 2018 роках (Профіль 10)

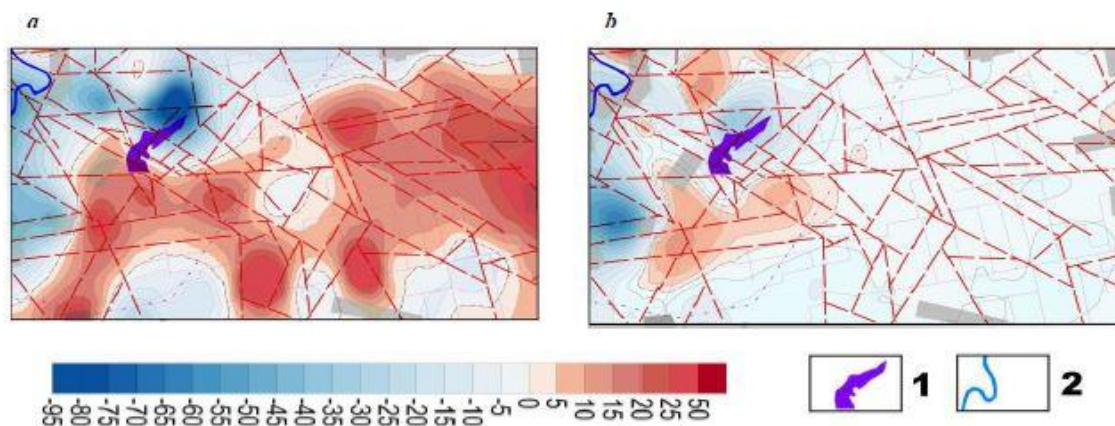


Figure 2 Combining constructed tectonic map and geoelectrical resistance change (from 2008 to 2012) map: a – $AB/2=2$ m, b – $AB/2=11$ m (1 – storage pond in the Svistunovo gorge, 2 – Ingulets river)

Рис. 2. Поєднання побудованої тектонічної карти та карти зміни геоелектричного опору (з 2008 по 2012 рік): а – $AB/2=2$ м, б – $AB/2=11$ м (1 – водосховище в балці Свистуново, 2 – річка Інгулець)

Висновки.

Результати повторних геофізичних досліджень у Південному Кривбасі доводять, що тектонічна порушеність гірських порід є головним чинником виникнення небезпечних геоекологічних процесів. На прикладі Свистунової балки показано, що мінералізовані шахтні води проникають в горизонти підземних вод уздовж зон розломів, викликаючи їхнє забруднення, засолення ґрунтів і активізацію карсту. Зниження питомого опору за 2008–2012 рр. підтверджує зміни у неотектонічному стані геологічного середовища території Кривбасу та показує, що він впливає на процеси природного та техногенного підтоплення та призводить до коливання зволоження стратиграфічних горизонтів і зростання водопроникності порід.

Пропонується для зменшення ризиків надзвичайних ситуацій на гірничих гідротехнічних спорудах необхідно створити регіональну систему геофізичного моніторингу з центром у Дніпрі та трьома локальними підсистемами у Кривбасі, Нікопольському марганцевому басейні та Західному Донбасі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьменко, Є. Д., Багрій, С. М. Еколого-геологічний моніторинг Калуського гірничопромислового району — плани та реалії. *GeoInformatics 2013 – 12th International Conference on Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects*. 2013. Київ. Україна.
2. Логвін, В.М., Пігулевський, П.Г., Яремій, С.О. Використання диференційних характеристик потенційних полів при обробці геоелектричних спостережень. *Geofizychnyi Zhurnal*. 2025. 47(2), 251-256.
3. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К., Кирилюк, О.С. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану південно-західного Кривбасу. Частина 2. Результати застосування геоелектричних методів при обстеженні ділянок підтоплення. *Geoinformatika*. 2016. № 4 (60). С. 62-74.
4. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К., Кирилюк, О.С. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану Південно-Західного Кривбасу. Частина 4. Використання потенціальних полів при вивченні сучасної тектоніки. *Геоінформатика*. 2017. №3 (63). С. 48-55.
5. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К. Геофізичні дослідження процесів під-топлення в промисловому Кривбасі. Харків. ФОП Мезіна В.В., 2018. 210 с.
6. Рудько, Г.І., Яковлев, Є.О. Регіональні техногенні зміни еколого-геодинамічних умов розробки залізрудних родовищ Кривбасу. *Мінеральні ресурси України*. 2018. 2, 43-50. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mru_2018_2_8
7. Pihulevskiy, P., Svystun, V., Tiapkin, O., Tolkunov, A., Slobodianiuk, S. Repeated Geophysical Researches Of hazardous Geoecological Processes Near Mining Waste Storage Facilities Of Southern Kryvbas. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of XIII International Scientific Conference*. Kyiv, Ukraine, 2019. 5 p.
8. Pihulevskiy 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*. 2021 | conference-paper. p. 12. https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/4561/1/2018_Pihulevskiy_2021_J_Phys.%20_Conf._Ser._1840_012018.pdf
9. Pihulevskiy, P.H., Kendzera, O.V., Babi, K.V., Anisimova, L.B., & Kyryliuk, O.S. Connection of Kryvbas tectonics with natural and technogenic seismicity. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. (2), 5-10. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/005>

10. Pigulevskiy, P., Svystun, 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.1-5.
11. Petro Pihulevskyi, Serhii Yaremii, Larysa Anisimova, Vasyl Logvin, Oleksandr Kyryliuk (2025). Petrophysical features of the rocks of the sedimentary cover of the Kryvyi Rih iron ore basin. *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025» 6-9 October 2025, Lviv, Ukraine*.

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH

ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ МІГРАЦІЇ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ ПРИ ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ

Н. В. Вергельська

доктор геологічних наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», Київ, Україна

Оюунтугс Магсар

Dr (PhD)

Монгольський державний університет науки і технологій (MUST), Школа геології та гірничої справи, Улан-Батор, Монголія

О. О. Паришев

кандидат геологічних наук

Державна наукова установа “Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України” Київ, Україна

В. Р. Дубосарський

кандидат геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Активізація міграції газів до поверхні відбувається при розробці вугільних пластів і найбільше фіксується на поверхні у зонах тектонічних порушень (якщо це підземні виробки), у місцях відпрацювання вугільних пластів (якщо це відкриті виробки) та у вуглепородних відвалах.

Ключові слова: вугільні басейний, міграція газу, тектонічні порушення

GEOLOGICAL FACTORS OF HYDROCARBON GASES MIGRATION DURING COAL MINING

N. V. Vergelska

Doctor of Geological Sciences

SI "Scientific Center for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Oyuntugs Magsar

Dr (PhD)

Mongolian State University of Science and Technology (MUST), School of Geology and Mining, Ulaanbaatar, Mongolia

O. O. Paryshev

Candidate of Geological Sciences

State Scientific Institution "Center for Problems of Marine Geology, Geoecology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine" Kyiv, Ukraine

V. R. Dubossarskyi

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Activation of gas migration to the surface occurs during the development of coal seams and is most often recorded on the surface in areas of tectonic disturbances (if these are underground workings), in places where coal seams are mined (if these are open pits) and in coal dumps.

Keywords: coal basins, gas migration, tectonic disturbances

У зв'язку з дослідженням впливу вуглевидобувної промисловості на довкілля, одним головних питань є визначення міграції газів до поверхні у межах шахтних полів. Активація міграції газів до поверхні відбувається при розробці вугільних пластів і найбільше фіксується на поверхні у зонах тектонічних порушень (якщо це підземні виробки), у місцях відпрацювання вугільних пластів (якщо це відкриті виробки) та у вуглепородних відвалах.

В основу дослідження використані матеріали, отримані авторами у 2006-2021 роках під час дослідницької роботи на вугледобувних підприємствах Донбасу, у 2022 р. у Львівсько-Волинському басейні й Закарпатті, у 2024 р. на вуглерозрізі Багаанур (Монголія). Лабораторні хроматографічні дослідження проб газу виконані в ДП «Укрнаукагеоцентр» м. Полтава. У лабораторії визначені показники вуглеводневих газів (CH_4 - C_6H_{14}), CO_2 , H_2 та N_2 дозволяють порівнювати з газовими сумішами вугільних виробках. Гірничі роботи суттєво впливають на штучне формування нової геохімічної ситуації, що є основою для розробки методу досліджень.

На основі досліджень газових сумішей вугільно-породних масивів (метан, важкі вуглеводні, вуглекислий газ, водень, гелій та азот) обґрунтовано полігенетичний склад природного газу у вугільних пластах вугільних басейнів та родовищ України. Це дозволяє класифікувати їх як рухомі газогеодинамічні системи, в яких досі відбуваються інтенсивні процеси газопереносу та міжформаційних газових зв'язків, як у вугільних пластах, так і у вміщуючих газонасичених породах. Аналогічні процеси продовжуються у вуглепородних відвалах.

Більшість шахтних полів розділені розривними порушеннями. При наближенні до розломів на відстань 250 – 300 м фіксується у пробах збільшення кількості вуглеводневих газів, які й проявляються на поверхні.

На ділянках дослідження за межами розломів, вміст показників вуглеводневих газів мінімально вищий за фонові для даного району.

Для вуглепородних відвалів встановлено: вуглисті породи мають нижчі показники вмісту вуглеводневих газів ніж безвугільні. Це пов'язано з тим, що виведені на денну поверхню вуглисті породи поглинають вуглеводневі гази, а безвугільні – їх утримують за прикладами колекторів.

Під час горіння вуглепородних відвалів формуються зони із ненасиченими вуглеводнями. Для відвалів Донбасу характерний у газових сумішах ацетилен, а для Львівсько-Волинського басейну – етилен.

У відкритих виробках Закарпаття встановлено значний вміст азоту, що вказує на близькість вулканічних комплексів неогену. А для вуглепородного відвалу – незначний вміст етилену.

У вуглерозрізі Багаанур визначені всі різновиди бутанів (і-Бутан і- C_4H_{10} , н-Бутан н- C_4H_{10} , Бутин C_4H_6) та пентанів (нео-Пентан нео- C_5H_{12} , і-Пентан і-

C_5H_{12} , н-Пентан $n-C_5H_{12}$). Незначний вміст кисню (1,5 – 2%) та діоксиду вуглецю (2,3 до 4,7 %). Присутній етилен.

Висновок.

1. Розривні тектонічні порушення є головними шляхами міграції газу на поверхню.
2. При наближенні гірничих виробок до розривних порушень на поверхню більш активно мігрують гази. У більшості випадків зниження міграції газів на поверхню відбувається протягом 1-3 місяці після закінчення відпрацювання виробки.
3. Моніторинг газової міграції у порушених зонах у межах шахтних полів дозволить контролювати збагачення атмосфери вуглеводневими газами.
4. Моніторинг газових сумішей у вуглепородних відвалах дозволить проводити актуальний розрахунок впливу вуглевидобувних підприємств на атмосферу.

ВПЛИВ ЕНДОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ НА ФОРМУВАННЯ ПОКЛАДІВ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН УКРАЇНИ

Н. В. Вергельська

доктор геологічних наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН
України», Київ, бул. Ак. Вернадського 34 а

Г. А. Лівенцева

кандидат геологічних наук

GEO3BCN-CSIC, Барселона, Іспанія

І. М. Скопиченко

кандидат геол.-мін. наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН
України», Україна, Київ, бул. Ак. Вернадського 34 а

На території України представлені всі відомі генетичні типи вугленосних, нафтогазоносних та горюче сланцевих відкладів у віковому діапазоні їх формування від початку карбону до неогену, а також антропогенові торфовища. Геологічний матеріал дозволяє визначити вплив ендегенних факторів на органогенний седименто- і літогенез вуглецевих формацій осадової товщі південного заходу Східноєвропейської платформи.

Ключові слова: горючі копалини, ендегенні процеси, тектоно-магматичний процес, вуглеводнево-водневий підтік.

INFLUENCE OF ENDOGENOUS PROCESSES ON THE FORMATION OF FUEL FOSSIL DEPOSITS IN UKRAINE

N. V. Vergelska

Doctor of Geological Sciences

State Institution «Scientific Center for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure
Development of the NAS of Ukraine», Ukraine

G. A. Liventseva

Candidate of Geological Sciences

GEO3BCN-CSIC, Barcelona, Spain

I. M. Skopychenko

Candidate of Geological and Mining Sciences

State Institution «Scientific Center for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure
Development of the NAS of Ukraine», Ukraine

On the territory of Ukraine, all known genetic types of coal-bearing, oil-gas-bearing and oil-shale deposits in the age range of their formation from the beginning of the Carboniferous to the Neogene, as well as anthropogenic peatlands, are represented. Geological material allows us to determine the influence of endogenous factors on the organogenic sedimentary and lithogenesis of carbonaceous formations of the sedimentary stratum of the southwest of the East European Platform.

Keywords: fossil fuels, endogenous processes, tectono-magmatic process, hydrocarbon-hydrogen underflow.

На території України представлені всі відомі генетичні типи вугленосних, нафтогазоносних та горюче сланцевих відкладів у віковому діапазоні їх формування від початку карбону до неогену, а також антропогенові торфовища Полісся та лісостепової частини України, товщі сапропелевих мулів лагун та кіс Чорноморсько-Азовського узбережжя [2, 4, 9, 10]. Тобто, є систематичний геологічний матеріал для реконструкції історії органогенного седименто- і літогенезу та визначення геологічних позицій вуглецевих формацій більшої частини розрізу осадової товщі південного заходу Східноєвропейської платформи.

На основі матеріалів геологічної розвідки та матеріалах отриманих при власних дослідженнях у межах внутрішньо-платформних та крайових прогинів простежується безперервний природний взаємозв'язок органогенного седименто- та літогенезу з ендегенними факторами.

Історія розвитку осадових басейнів внутрішніх та крайових прогинів Східноєвропейської платформи, у складі яких значні обсяги займають продукти органогенного седименто- та літогенезу з часу рифею-венду, дає підстави стверджувати про спадковість тектоно-магматичних і седиментаційних процесів протягом їх формування. При цьому вертикальні тектонічні рухи створюють перервно-неперервну, невитриману горизонтальну, стратиформну зональність у результаті як вулканічних (тектоно-магматичних) так і осадових процесів [8, 9, 10].

Тектоно-магматичний процес, що розпочався у геологічній історії Землі раніше процесу органогенного седиментогенезу, а потім простежувався у часі у зв'язку з ним в такому ж порядку, представлений переривчасто-послідовним рядом подій в еволюції глибинної речовини планети, в напрямку її розуцілення (Радзівіл, 1994). У формуванні складу біосфери, її відмерлої законсервованої частини – горючих копалин – ці процеси відграють провідну роль, займаючи різні еволюційні рівні речовини, енергії та структури тектоносфери [8].

Поєднання закономірної зональності океанічної та континентальної земних кір та їх складових, наявність перехідних між ними структур, створюють можливості вивчити (за комплексом геологічних та геофізичних методів) залежність розміщення та формування вуглеводневих, вугільних, вугільно-вуглеводневих та вуглецевих формацій від глибинних структур: глибинних розломів, глибинних діапирів та тектоно-магматичних флюїодіапирів.

Прикладом періодично повторюваної успадкованості торфонакопичення є північно-західна частина Доно-Дніпровсько-Прип'ятського прогину. Досліджений болотний седиментогенез має характерну рису сучасного континентального осадконакопичення з ознаками успадкованого вуглегенераючого тектонічного режиму розвитку структури протягом формування прогину (рис. 1). Процес болотного седиментогенезу підпорядкований певній ритмічності різного масштабу, і на сьогодні

представлений у річкових долинах. У розрізі відкладів антропогену можна простежити елементарний ритм континентального седиментогенезу, який відображає зміни тектонічних обстановок від активних – на початку ритму, до спокійних болотних – наприкінці. Початок ритму представлений піщаними та грубоуламковими осадами, кінець ритму завершує торфовище або сучасний ґрунтово-рослинний шар [3 - 6, 9].

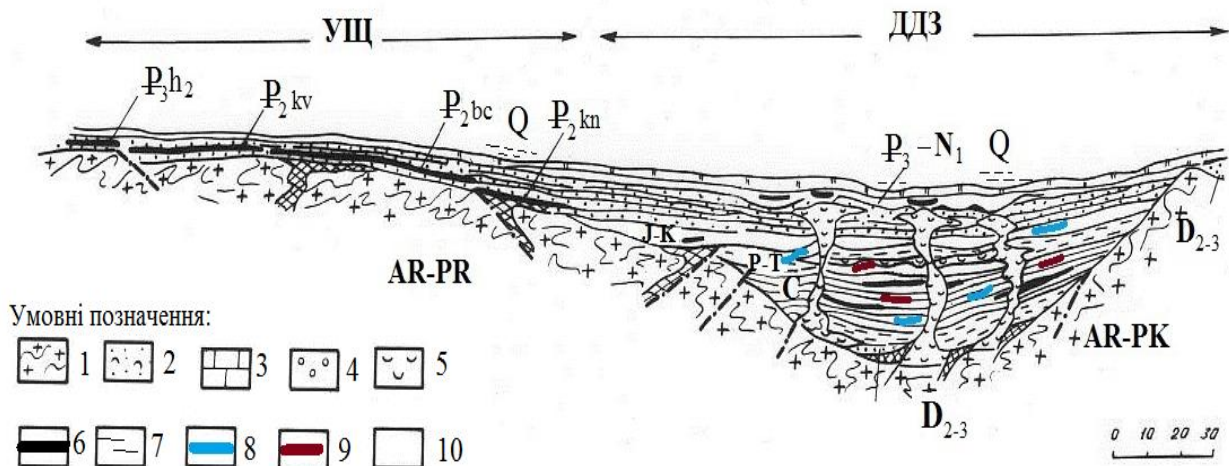


Рис. 1. Схема стратиграфічного розташування вугільно-вуглеводневих покладів у межах структур ДДЗ та УЩ [5, 8].

Умовні позначення: 1 - щит; 2 - кора вивітрювання; 3 - карбонатні товщі; 4 - конгломерати; 5 - сіль; 6 - вугілля; 7 - сучасні торфовища; 8 - газ; 9 - нафта; 10 - теригенні товщі.

Завдяки ендегенним факторам, відбувається зміна торфоутворення, а також і газовий елементарний склад атмосфери, який може змінюватись у залежності від вулканічної активності, що призводить до підвищення вмісту CO_2 . За дослідженнями П. К. Заморія, вулканічний попіл, виявлений у верхньочетвертинних відкладах півдня України, віднесено до рис-в'юрмського часу [2]. Саме з цією міжльодовиковою епохою пов'язують початок інтенсивного торфоутворення у більш північних широтах Європи, у тому числі й в Україні.

Підтвердження зміни похідного рослинного матеріалу під впливом ендегенних факторів знаходимо у матеріалах дослідження речовинного складу як на буровугільній так і на кам'яновугільній стадії. Наприклад на макроскорічному рівні: зразки бітумінізованої скам'янілої деревини на окремих вуглерозрізах Дніпробасу, Закарпатської вугленосної площі та Донбасу [4].

Накопичується дедалі більше фактів концентрації у вугільному пласті, як продуктів перетворення автохтонного рослинного матеріалу, так і компонентів аллохтонного, зокрема глибинного походження. Найбільш чітко вплив глибинного походження фіксується: у збагачені бітумами нижні частини вугільних пластів Дніпровського буровугільного басейну, горючих сланців Бовтишської депресії, ураноносних родовища у межах Дніпробасу та Донбасу, ненасичених та важких вуглеводнях у торфовищах Дніпровсько-Донецької

западини та кам'яному вугіллі Донбасу, а також водень, гелій та фтор у вугільних пластах. Тобто у вуглепородних масивах встановлено вуглеводнево-водневу міграцію газів із глибших горизонтів, у тому числі й глибинну (якщо до складу входить гелій) [1, 2, 4, 6-9, 10].

Висновок.

На сучасному етапі дослідження впливу ендегенних процесів на формування покладів горючих копалин – газоносність є однією із головних ознак. Газові суміші з вуглеводнями можуть зберігатися у сучасних осередкових структурах, які розкриті гірничими виробками та дозволяють фіксувати ділянки з глибинним вуглеводнево-водневим газовим підтоком. Формування торфовищ у структурах дозволяє прогнозувати сучасний воднево-вуглеводневий підтік та розглядати як один із пошукових критеріїв на поклади горючих копалин на глибину.

Вплив ендегенних процесів на перетворення органічної речовини та формування родовищ горючих корисних копалин є незаперечний та розкривається і в інших роботах авторів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vergelska N. The dependence of the type of brown coal from geostructural conditions of their formation in Ukraine. *M-ly XXXIII Sympozjum "Geologia Formacji Węglonosnych"* 21-22.04.2010. Krakow. 2010. P. 95 - 100.
2. Бондар А.Д., Зарецький П.В., Радзівілл А.Я. Про вплив вуглеводнево-водневого глибинного газового потоку на перетворення біогенної органічної речовини та формування покладів горючих копалин. *Геологічний журнал*. 1999. № 1. С. 15-22.
3. Вергельська Н.В. До стану первинного рослинного матеріалу палеоторфовища буровугільних пластів по аналогії з сучасними торфовищами. *Зб. наук. праць Донецького націонал. технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна»*. Донецьк, 2011. Вип. № 15 (192). С. 84-87.
4. Вергельська Н.В. Лігніти (деревина) різного стану збереження в бурому вугіллі Дніпробасу. *Зб. наук. праць ІФД. К.: ЛОГОС*. 2007. С. 49 – 56.
5. Вергельська Н.В. Моделі формування сучасних торфовищ. *Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: збірник наукових праць*. 2015. Вип. 12. С. 139–149.
6. Вергельська Н.В. Можливі перспективи вивчення перетворення органічної речовини в системі торф – вугілля – антрацит. *Тектоніка і стратиграфія*. 2011. Вип. 38. С. 35–41.
7. Вергельська Н.В. Структурно-тектонічні особливості формування покладів газу у вуглепородних масивах Донбасу. *Нафтогазова галузь України*. 2015. № 2. С. 26–29.
8. Радзівілл А. Я. Вуглецеві формації та тектоно-магматичні структури України. Київ: Наук. думка. 1994. 174 С.
9. Радзівілл А.Я., Александрова А.В., Пристінська Л.А., Чижик Н.В. Буровугільні родовища крайових систем південного заходу Східно-Європейської платформи. *Геологічний журнал*. 2003. № 3. С. 34–45.
10. Радзівілл А.Я., Іванова А.В., Зайцева Л.Б. Геологія вуглегазових басейнів (провінцій) України. Київ. ЛОГОС. 2007. 179 с.

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА АВТОХТОННОЇ ПОВЕРХНІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ПОБЛИЗУ КОРДОНУ З ПОЛЬЩЕЮ

Т. В. Калиній

асистент

В. Г. Омельченко

кандидат геологічних наук

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

У доповіді розглянуто особливість геологічної будови автохтонної поверхні Карпат у транскордонній зоні з Польщею. Створена авторами геологічна модель свідчить про складну геологічну будову території та високі перспективи її у нафтогазоносному відношенні.

Ключові слова: родовище, нафта, газ, платформа.

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE AUTOCHTHONOUS SURFACE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS NEAR THE BORDER WITH POLAND

T. V. Kalinii

Assistant

V. G. Omelchenko

Candidate of Geological Sciences

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

The report examines the peculiarity of the geological structure of the autochthonous surface of the Carpathians in the transborder zone with the Republic of Poland. The geological model created by the authors indicates the complex geological structure of the territory and its high prospects in terms of oil and gas.

Keywords: field, oil, gas, platform.

Геологічна будова автохтонної поверхні Карпат дотепер залишається актуальним питання при пошуках нових родовищ нафти і газу. Особливо це стосується ділянок Карпатської дуги на північному та південному сході, де доальпійська основа залягає на менших (4 – 6 км) глибинах по відношенню до центрального Долинського перетину (10 – 12 км).

На території України платформна неоген-мезозойська автохтонна поверхня розкрита свердловинами на глибині 4000 – 4300 м у Покутських Карпатах на площі Лопушна. Досі Лопушнянське нафтогазове родовище є єдиним під покровом Карпат. Ряд глибоких та надглибоких свердловин (Шевченкове-1, Синьовидне-1 при вибої більше 7000 м) не вийшли з алохтонних крейдово-палеогенових відкладів Карпатської споруди. На території Польщі автохтонна поверхня Карпат поблизу кордону з Україною розкрита свердловиною Kuzmina-1 (7541 м).

Поверхня частково розкрита у передгір'ї Карпат під Самбірським

покривом. На прилеглій до кордону з Польщею території найглибшою серед них є свердловина Посада-1, яка на вибої завглибшки 4706м зустріла відклади, вік яких, ймовірно, відноситься до верхнього протерозою. Поблизу кордону на території Польщі автохтонна поверхня розкрита свердловинами на площах Przemysl, Jaksmanica. Вони розкрили відклади протерозою або палеозою (кембрій) на глибинах 2500 – 2600 м, які занурюються у південно-західному напрямку. Свердловина Leszczyny-1 на глибині 4739 м не вийшла із стебницьких відкладів.

Автохтонна поверхня під Самбірським покривом на території України представлялася у вигляді складної блокової будови з наявністю розломів північно-західного і північно-східного напрямів. Як пріоритетні у блочній будові виділялися поздовжні прямолінійні північно-західного напрямку Меженецький та Передкарпатський розломи. Було виділено низку антиклінальних піднять, на більшості яких згодом пробурені свердловини Посада-1, Чижки-1, Дроздовичі-1 та інші, які, на жаль, не виявили покладів вуглеводнів.

Згідно з результатами геолого-геофізичних досліджень прикордонної території, даними буріння окремих свердловин, які розкрили доальпійську основу, та результатами переінтерпретації сейсмічних досліджень, нами запропоновано нову модель будови поверхні доальпійської основи.

Отримана модель геологічної будови автохтонної доальпійської поверхні свідчить про ерозійний характер її розвитку, на відміну від попередньої блокової. Підтверджується наявність на досліджуваній території Меженецького розлому, проте вимальовується ступінчасто подібна зона, а не лінійна форма скиду, ускладненого численними нерівностями внаслідок дії ерозійних процесів. У північно-західному напрямку форма площини Меженецького скиду змінюється по крутості еродованого уступу, що ускладнений терасами. Проте характер змін форми Меженецького скиду однозначно проглядається на сейсмічних профілях через прикордонні площі за типовим малюнку хвильового сейсмічного поля.

Зона Меженецького розлому поділяє площу досліджень за умовами залягання автохтонної поверхні на підняту частину на північному сході та опущену на південному заході.

У південно-західній частині території вимальовується велика палеодолина з ерозійним виступом у районі свердловини Посада-1. Тут слід очікувати складнішу за деталями будову виступу з огляду на невисоку в цілому інформативність стратифікованих з автохтоном відображень часових розрізів. У той самий час значення часу реєстрації пружних хвиль у районі виділеного виступу в автохтонній поверхні може бути значно заниженими, оскільки у часових розрізах фіксується ряд великих часових відбитків. За цих обставин можна очікувати, що свердловина Посада-1 не вийшла з алохтонних відкладів.

Геологічна будова поверхні на транскордонній території з Польщею розглядається із позиції ерозійних процесів, які зумовили глибокі палеоврізи поздовжнього північно-західного простягання, закладені біля Польщі. На карті

яскраво вимальовується великий палеовріз наглибині 7000 м біля підніжжя Меженецького розлому, що відокремлює у південно-західній частині України великий Посадський палеовиступ .

Висновок.

Отже, аналізуючи створену модель геологічного будови можна зробити висновок про складну геологічну будову території та високі перспективи її у нафтогазоносному відношенні. Отримана об'ємна модель поверхні автохтону загальної українсько-польської території досліджень ілюструє фактичну форму основи фундаменту. На глибині близько 6000 м у межах Посадського палеопідняття нами прогнозується залягання нафтогазоперспективних мезозойських відкладів, які за умов екранування зпівнічного сходу, можуть зберігати поклади вуглеводнів. Посадський об'єкт рекомендується на довивчення сейсморозвідкою з підготовкою добування глибокої свердловини.

ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ ДІЛЯНОК З КРУГАМИ НА ПОЛЯХ В РІЗНИХ РЕГІОНАХ

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 додаткової апробації частотно-резонансних методів обробки супутникових і фото знімків на ділянках з кругами в різних регіонах світу. Практично в межах всіх кругів інструментальними вимірюваннями зареєстровані сигнали на частотах водню та базальтів. При пошуках скупчень природного водню доцільно звертати увагу на зони та області з кругами на полях в різних регіонах земної кулі.

Ключові слова: Австралія, круги на полях, базальти, водень, прямопошукові методи.

DEEP STRUCTURE PECULIARITIES OF LOCAL SITES WITH CROP CIRCLES IN DIFFERENT REGIONS

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 additional testing of frequency-resonance methods of satellite and photo images processing in areas with crop circles in different regions of the world are presented. Practically within all circles, signals at the frequencies of hydrogen and basalts have registered by instrumental measurements. When searching for natural hydrogen accumulations, it is advisable to pay attention to zones and local areas with crop circles in different regions of the globe.

Keywords: Australia, crop circles, basalts, hydrogen, direct-prospecting methods.

Вступ. В 2019-2024 рр. супер-мобільна технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків [1, 2] пройшла широку апробацію в межах крупних блоків і локальних ділянок з метою вивчення особливостей глибинної будови структурних елементів Землі різних типів та 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 та ділянки з кругом на льоду озера Цінхай в Китаї, наведено в [3, 4]. В даному повідомленні представлені результати додаткового обстеження в рекогносцирувальному режимі ділянок з кругами на полях в різних регіонах світу.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження 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 [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 та магматичних порід, мінералів та хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань охарактеризовані детальніше в [1].

Результати експериментальних досліджень. В процесі апробації частотно-резонансних методів обробки супутникових і фото знімків [1] на ділянках з кругами на полях в Англії та на льоду в Китаї [3, 4] на всіх кругах інструментальними вимірюваннями зареєстровані сигнали на частотах водню і базальтів та встановлено факти міграції водню в атмосферу. Результати додаткового обстеження в 2025 р. ділянок з кругами в різних регіонах зводяться до наступного.

Фотомонтаж ділянок 1. В процесі частотно-резонансної обробки фотознімка 12 локальних ділянок зафіксовані сигнали на частотах червоного фосфору, водню, водневих бактерій. На глибині 57 км зареєстровано лише сигнали 6-ої групи магматичних порід (габро і базальти).

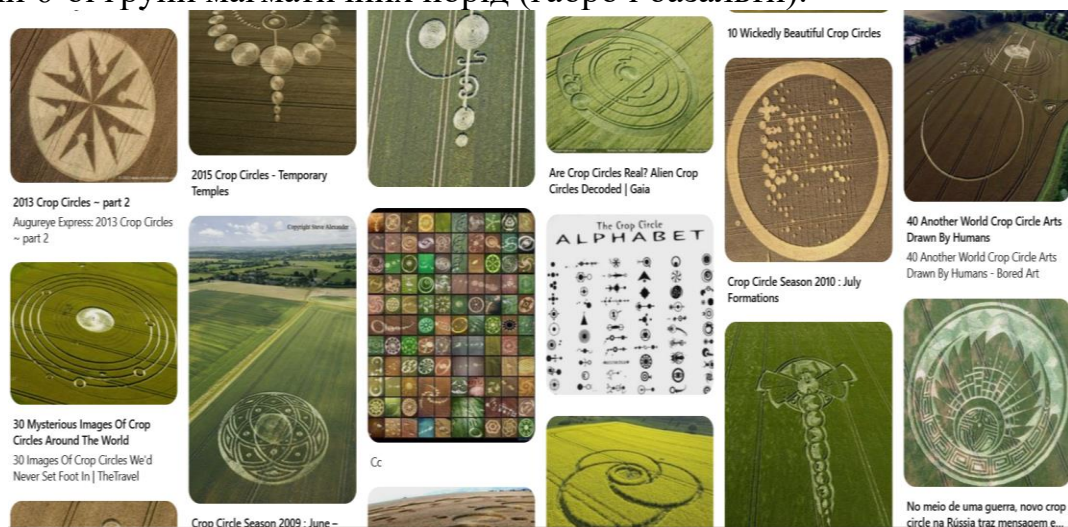


Рис. 1. Фотографії кругів на полях в різних регіонах (копія екрана монітора 1).

Фотомонтаж ділянок 2. На рис. 1 в третій колонці наведена фотографія 110 локальних ділянок з кругами на полях. При обробці цього фотознімка окремо отримано результати, аналогічні наведеним вище.

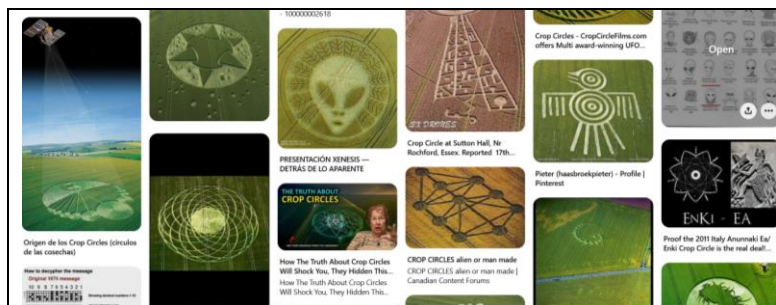


Рис. 2. Фотографії кіл на полях в різних регіонах (копія екрана монітора 2).

Ділянка із кругом в Лондоні. На обстеженій ділянці сигнали на частотах базальтів отримано лише із інтервалу глибин 29-3423 м (насув). На глибині 57 км зафіксовано сигнали 9-ої групи осадових порід (мергелі).

Локальна ділянка 1. На обстеженій локальній ділянці (рис. 5а) з поверхні фіксуються сигнали на частотах водню, водневих бактерій, червоного фосфору і базальтів. Верхня кромка базальтового вулкана зафіксована на глибині 34 м, а нижня (корінь) – на 470 км!

Крупна ділянка. В процесі обробки супутникового знімка ділянки (рис. 4) з поверхні зафіксовано відгуки на частотах ВВ (нафта, газ, конденсат), бурштину, вуглекислого разу, вуглеводневих бактерій, червоного і жовтого фосфору, водню, водневих бактерій, алмазів, 1-6, 7-ої, 8-ої, 9-ої, 10-ої груп осадових порід і 6-ої (габро і базальти) та 11-ої (кімберліти) груп магматичних порід.

Під час частотно-резонансної обробки зображень усіх обстежених локальних ділянок з кругами було виконано обмежений набір вимірювальних процедур – проведено рекогносцирувальні дослідження. В процесі обстеження більш крупних площ з кругами в детальному режимі перспективні ділянки для буріння пошукових свердловин на природний водень можуть бути локалізовані, а реалізацією процедур вертикального сканування (зондування) розрізу глибини та товщини насичених воднем інтервалів визначені.

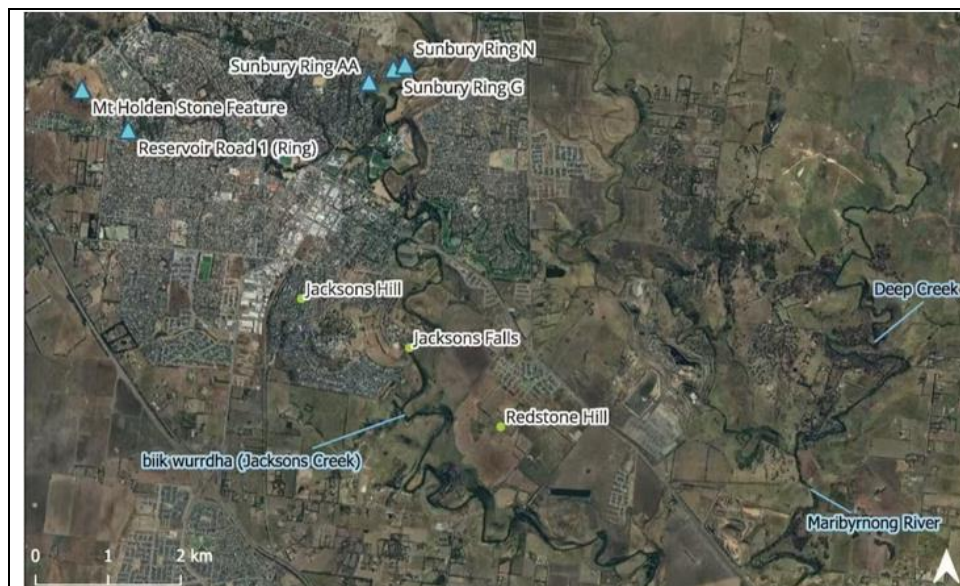


Рис. 4. Супутниковий знімок ділянок з кругами на південному сході Австралії [5].



a)



б)

Рис. 5. Ділянки з кругами [5].

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. Зокрема, в інформаційному повідомленні на сайті [6] наведені фотографії трьох НЛО різної конфігурації, зафіксованих в різних регіонах. Матеріали повідомлення надали можливість провести обробку фотографій НЛО. Результати проведеної обробки фотознімків трьох НЛО з реалізацією обмеженої кількості інструментальних вимірювань можна вважати додатковими свідченнями (фактами) на користь припущення про те, що кола на полях у різних регіонах земної кулі [3, 4] можуть формуватися позаземними літальними апаратами у процесі їх заправки воднем.

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. 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](https://doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2023.22)
4. Корчагін І.М., Якимчук М.А. Особливості глибинної будови локальної ділянки з кругом на озері Цінхай в Китаї. Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів V Міжнародної наукової конференції (Київ, 26 – 24 листопада 2024 р.). ДУ НЦ ГТГРІ НАН України: Київ, 2024. С. 136-140. [https:// doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2024.29](https://doi.org/10.59911/conf.mpmgg.2024.29) SBN 978-617-8324-34-6
5. New excavation of ‘rings of mystery’ in Victoria reveals rich Aboriginal history. <https://theconversation.com/new-excavation-of-rings-of-mystery-in-victoria-reveals-rich-aboriginal-history-246408>
6. Viral CIA file about aliens attacking soldiers takes off with UFO intrigue. <https://www.foxnews.com/us/viral-cia-file-about-aliens-attacking-soldiers-takes-off-ufo-intrigue>

НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ КРОСНЕНСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ**О. М. Остап***аспірант***В. Г. Омельченко***кандидат геологічних наук*

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

Перспективи відкриття промислових покладів нафти і газу у зоні Кросно на території України, підтверджується отриманням непромислових припливів вуглеводнів у низці свердловин, що пробурені поблизу встановлених структурних об'єктів. У доповіді представлено результати аналізу даних буріння свердловин на території досліджень.

Ключові слова: свердловина, нафта, газ, структура.

OIL AND GAS BEARINGS OF THE KROSNO ZONE OF UKRAINE**O. M. Ostash***aspirant***V. G. Omelchenko***Candidate of Geological Sciences*

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

The prospects for the discovery of industrial oil and gas deposits in the Krosno zone on the territory of Ukraine are confirmed by the receipt of non-industrial hydrocarbon inflows in a number of wells drilled near established structural objects. The report presents the results of the analysis of well drilling data in the research area.

Keywords: well, oil, gas, structure.

Кросненська зона починається біля Головного вододілу біля верхів'я річки Вуж за лінією регіонального Дуклянського насуву (Ужоцький перевал – північний схил Пікуйського хребта – с. Задильське – м. Воловець). У її межах за характером будови та за типами розрізу відкладів палеогену розрізняють дві підзони: південну, Сойменську та північну, Турківську.

У межах Кросненської зони тектонічним аналогом Бориславсько-Покутських складок вважається Переддуклянська смуга, яка частково перекрита Дуклянським покривом, де прогнозується нагромадження глибинних флішових складок-зсувів, похованих у кросненських відкладах. Однією з таких складок є Ветлінська, яка розміщена на території Польщі, де виявлено промислові поклади газу в олігоцені.

Прояви нафти і бітумів у Кросненській зоні відзначалися в картувальних свердловинах на площі Луги у межах Південної та Північно-Лузької складок, а також у відкладах олігоцену.

Велика кількість природних поверхневих проявів вуглеводнів у районі площі Луги була причиною постановки тут пошукових робіт на нафту.

За наявності пасток у зоні зчленування Дуклянського і Кросненського

покривів, можна очікувати тут відкриття промислових покладів газу та газоконденсату.

Кросненська зона слабо вивчена сейсморозвідкою та бурінням, тому сейсморозвідка є основним методом вивчення структурних елементів геологічної будови складчастої споруди Кросненської зони. Згадані структурні елементи, як правило, на результуючих часових розрізах, знаходять лише часткове, фрагментарне відображення. Інтерпретація таких хвильових полів разом із даними глибокого буріння та поверхневої геології дозволяють створювати моделі геологічної будови, які найбільш наближені до реальної геологічної ситуації.

За результатами кореляції часових розрізів та даними буріння було зроблено висновок про те, що Кросненська зона є покривом з вузькою крутозалягаючою лускою, яка виведена на поверхню і є несприятливою для утворення покладів вуглеводнів, що суперечить результатам буріння на суміжній території Польщі.

Натомість зв'язок більшості джерел нафти з поздовжніми дислокаціями підтверджує наявність можливих скупчень покладів нафти та газу на великих глибинах, звідки і відбувається їх вихід на поверхню. У зв'язку з цим виник новий напрямок оцінки перспектив нафтогазоносності, який пов'язувався з піднасувовими параавтохтонними структурами Кросненської зони.

Глибинна будова осадових відкладів зони Кросно вивчена сейсмічними дослідженнями, з яких можна зробити наступні висновки:

- вивченість глибинної будови Кросненської зони недостатня.
- недостатня кількість регіональних поперечних сейсмічних профілів за повної відсутності поздовжніх.
- низька інформативність часових розрізів і відсутність прив'язки сейсмічних горизонтів, до впевнених стратифікованих реперів у параавтохтонних частинах геологічного розрізу.

Проведені в межах Кросненської зони дистанційні дослідження підтвердили загальний депресивний характер її будови. За даними результатів дистанційних досліджень, найбільш перспективною вважається північно-західна частина Кросненської зони, де на тлі регіональної депресії виділяються значні за розмірами локальні позитивні морфоструктури.

Кросненська зона більшістю дослідниками вважається найперспективнішою територією для пошуків вуглеводнів у Складчастих Карпатах.

На суміжній території Польщі в Сілезькій (Кросненській) зоні відкрито десятки родовищ нафти та газу.

В результаті аналізу геолого-геофізичних матеріалів можна зробити наступні висновки:

- детально зона вивчена лише геологічною зйомкою.
- перспективи пошуків покладів вуглеводнів у Кросненській зоні слід пов'язувати з алохтонними та параавтохтонними флішовими утвореннями та мезо-палеозойськими структурами Карпат.

**ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF
TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS**

**ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ
ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ**

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ТВЕРДИХ ВІДХОДАХ ТЕС

Я. В. Антіпович

кандидат геологічних наук

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

У роботі наведено результати аналізу розподілу рідкісноземельних елементів (РЗЕ) у зразках шлаку Придніпровської ТЕС. Встановлено, що антрацитовий шлак характеризується вищим сумарним вмістом РЗЕ та менш вираженим фракціонуванням, що характеризує його як більш перспективне техногенне джерело рідкісноземельних елементів.

Ключові слова: шлак, кам'яне вугілля, антрацит, рідкісноземельні елементи.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF RARE EARTH ELEMENTS IN SOLID WASTE FROM TPP

Y. V. Antipovych

Candidate of Geological Sciences

M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the NAS of Ukraine

The study presents the results of an analysis of rare earth element (REE) distribution in slag samples from the Prydniprovsk Thermal Power Plant. It was found that anthracite slag is characterized by a higher total REE content and less pronounced fractionation, which identifies it as a more promising technogenic source of rare earth elements.

Keywords: slag, bituminous coal, anthracite, rare earth elements.

Вступ. Постійно зростаючий попит на критично важливі елементи та складні геополітичні реалії спонукають країни до пошуку альтернативних джерел мінеральних ресурсів і зниження залежності від зовнішніх постачальників. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є переробка техногенних відходів, що вже накопичені внаслідок попередньої промислової діяльності. Такий підхід дозволяє суттєво знизити витрати, пов'язані з геологорозвідувальними роботами та створенням відповідної інфраструктури.

Попередні дослідження, зокрема аналіз продуктів згоряння вугілля теплових електростанцій (ТЕС), показали, що цей тип відходів є перспективним джерелом критично важливих елементів, зокрема рідкісноземельних (РЗЕ) [1]. Окрім того, переробка таких відходів сприяє рекультивації територій, порушених попередньою промисловою діяльністю, та впровадженню принципів циркулярної економіки, що робить цей напрям як ресурсно, так і екологічно доцільним.

На теплових електростанціях під час спалювання вугілля утворюються тверді продукти згоряння трьох основних типів: зола виносу (*fly ash*),

залишкова або донна зола (*bottom ash*) та котельний шлак (*boiler slag*), які відрізняються умовами утворення, фракційним складом і хімічними властивостями. В Україні у відвалах накопичено близько 360 млн т золошлакових матеріалів, причому щороку утворюється орієнтовно 7–9 млн т нових відходів. Рівень утилізації цих матеріалів залишається низьким — близько 10–12 %, тоді як у країнах ЄС переробка золи досягає приблизно 40–50 % [3].

Таким чином, дослідження твердих відходів ТЕС як альтернативного джерела критичної сировини є актуальною задачею, вирішення якої дозволить оптимізувати використання техногенних ресурсів, знизити залежність від імпорту стратегічних компонентів та створити передумови для розвитку вітчизняних технологій її вилучення.

Метою даної роботи є проведення порівняльного аналізу концентрацій та геохімічного розподілу РЗЕ у продуктах згоряння кам'яного вугілля різного ступеня вуглефікації.

Об'єкти і методи дослідження. Для проведення дослідження з відвалів Придніпровської ТЕС були відібрані проби шлаку, які є продуктом згоряння вугілля марки Д-Г та антрациту. Первинна підготовка проб (висушування, подрібнення) проводилася у Лабораторії дослідження структурних змін гірських порід ІГТМ НАН України.

Вміст РЗЕ визначали методом ICP-MS (Thermo Element 2, Thermo Scientific, Німеччина) у Лабораторії мікроелементного та ізотопного аналізу ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України. Попередній кислотний розклад виконували у мікрохвильовій системі ETNOS (Milestone, Італія) з використанням суміші $\text{HNO}_3\text{--HF--HCl}$ за стандартною методикою [6]. Калібрування здійснювали стандартом Inorganic Ventures CMS-1 із внутрішнім індикатором In (10 ppb); контроль якості проводили за сертифікованим стандартом JG-1a [2]. Концентрації РЗЕ у зразках шлаку були нормалізовані відносно значень СІ-хондриту для побудови графіків розподілу [4]. Аномалії Європію (Eu/Eu^*) були розраховані за формулою: $\text{Eu}_N/(\text{Sm}_N \cdot \text{Gd}_N)^{1/2}$. Аномалії церію (Ce/Ce^*) розраховувалися за формулою: $\text{Ce}_N/(\text{La}_N \cdot \text{Pr}_N)^{1/2}$.

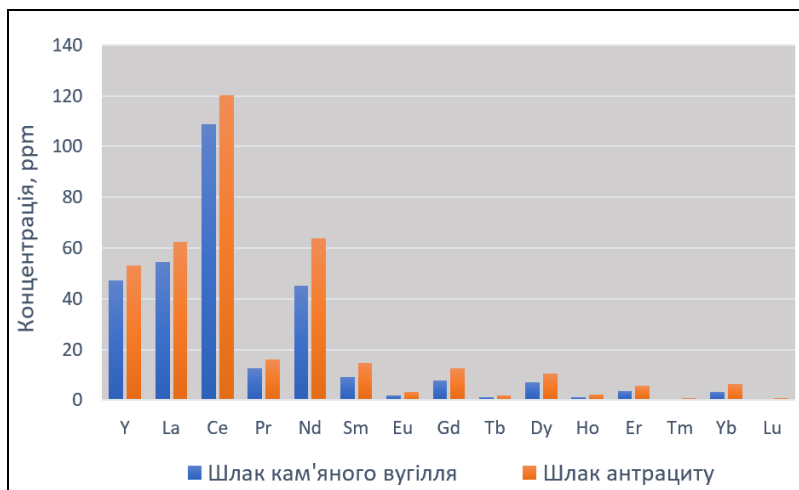


Рис. 1. Концентрації РЗЕ у шлаку кам'яного вугілля та антрациту, ppm.

Результати досліджень. У результаті ICP-MS аналізу встановлено вміст РЗЕ у шлаку кам'яного вугілля (марка Д-Г) та антрациту. З рисунка 1 видно, що для обох типів шлаку характерне переважання легких РЗЕ (La–Eu) над важкими (Gd–Lu). Найвищі концентрації РЗЕ спостерігаються в антрацитовому шлаку з максимальними значеннями для Ce (120 ppm), Nd (64 ppm), La (62 ppm) та Y (53 ppm). Ці елементи також домінують у шлаку кам'яного вугілля марки Д-Г, однак їхні концентрації дещо нижчі. Це може свідчити про більшу частку мінеральної складової в антрацитовому шлаку, з якою пов'язані рідкісноземельні елементи. Концентрації важких РЗЕ (Gd–Lu) для обох типів шлаку не перевищують 5–10 ppm.

Хондрит-нормовані профілі розподілу РЗЕ у шлаку Придніпровської ТЕС показують чітке збагачення легкими рідкісноземельними елементами у всіх пробах, проте найбільш концентрований вміст характерний для антрацитового шлаку. Спільною рисою зразків є негативна аномалія європію (Eu), що відображає специфіку мінералого-геохімічних процесів, які відбуваються під час високотемпературного спалювання вугілля (рис. 2). Формування цієї аномалії, ймовірно, пов'язане із селективним включенням Eu^{2+} у кристалічні ґратки польових шпатів, а також з окисненням Eu^{2+} до Eu^{3+} та частковим переходом європію у летку фазу [5]. Не виключено, що певну роль відіграє й успадкування мінералогічних характеристик вихідної золи вугілля.

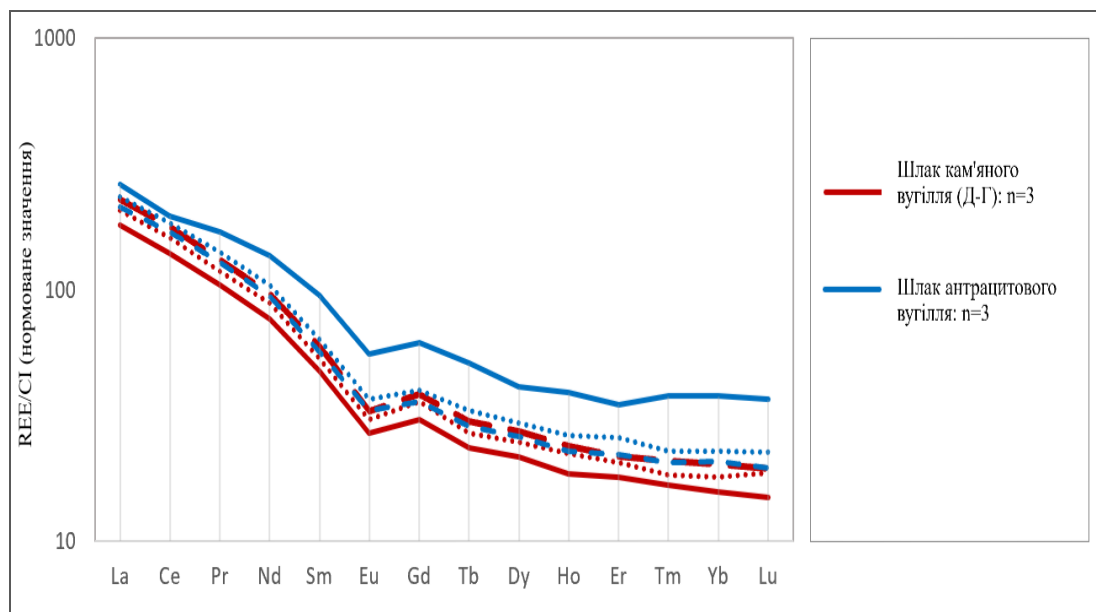


Рис. 2. Профілі розподілу РЗЕ у шлаку Придніпровської ТЕС нормовані на СІ-хондрит

Хондрит-нормовані параметри розподілу РЗЕ у шлаках Придніпровської ТЕС, утворених під час спалювання кам'яного вугілля та антрациту, показали певні відмінності у рівнях збагачення та характері фракціонування (табл. 1). Сумарний вміст РЗЕ у шлаках антрациту ($\Sigma\text{REE}_N = 859\text{--}1200$) перевищує аналогічні показники для шлаків кам'яного вугілля ($\Sigma\text{REE}_N = 707\text{--}896$), що,

ймовірно, зумовлено вищою зольністю антрациту та інтенсивнішими високотемпературними процесами плавлення.

У всіх досліджених зразках спостерігається переважання легких РЗЕ ($LREE/HREE = 2.5-3.5$) та характерне збагачення легкими елементами (La–Sm) порівняно з важкими (Gd–Lu), що відображає вплив алюмосилікатної матриці на розподіл РЗЕ у шлакових продуктах. В антрацитових шлаках фіксується відносно менше фракціонування між легкими та важкими РЗЕ, про що свідчать нижчі значення співвідношень $LREE/HREE$ і $(La/Yb)_N$ (6.9–10.3), що може бути результатом більш гомогенного складу розплаву та часткового переходу важких елементів у склоподібну фазу.

Таблиця 1.

Хондрит-нормовані параметри РЗЕ у шлаку Придніпровської ТЕС

Продукт згоряння	№ проб и	$\Sigma LREE_N$	$\Sigma HREE_N$	ΣREE_N	$LREE/HREE$	$(La/Yb)_N$	Eu/Eu^*	Ce/Ce^*
Шлак кам'яного вугілля	5307	627,246	185,356	812,602	3,384	11,486	0,692	1,029
	5308	694,778	201,420	896,198	3,449	11,359	0,687	1,021
	5309	547,693	159,531	707,224	3,433	11,494	0,704	1,015
Шлак антрациту	5267	728,795	222,641	951,436	3,273	10,288	0,727	1,018
	5268	860,534	339,600	1200,134	2,533	6,979	0,724	0,929
	5269	662,151	196,747	858,898	3,365	10,289	0,731	1,022

Характерною ознакою для всіх зразків є відсутність суттєвої церієвої аномалії (значення Ce/Ce^* близькі до 1), що вказує на стабільно окисні умови формування шлаку.

Висновок. Порівняльний аналіз зразків шлаку Придніпровської ТЕС, утворених під час спалювання кам'яного вугілля та антрациту, показав, що обидва типи продуктів згоряння збагачені переважно легкими рідкісноземельними елементами. Антрацитовий шлак характеризується вищим сумарним вмістом РЗЕ та менш вираженим фракціонуванням, що характеризує його як більш перспективне техногенне джерело рідкісноземельних елементів. Варто зазначити, що практична реалізація цього потенціалу можлива лише за умови застосування сучасних технологій вилучення та збагачення, що визначатиме економічну й екологічну доцільність процесу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bennet S.T., Dimitriadis P., Kundu C., Vuppalladiyam S.S.V., Singh Raman R.K., Bhattacharya S. Extraction and separation of rare earth elements from coal and coal fly ash: a review on fundamental understanding and on-going engineering advancements. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2024. Vol. 12. Issue 3. P. 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.112769>
2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). Geochemical standard sample JG-1a. [Electronic resource]. Available at: <https://gbank.gsj.jp/geostandards/igneous.html> (accessed 03.06.2025).

3. Shevchenko H., Cholyshkina V., Sukhariev V., Kurilov V., Lipska H. Technology for processing dry fly-ash from Thermal Power Plants to obtain high-quality building materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2025. Vol. 1491. № 1. P. 012015.
4. Taylor S.R., McLennan S.M. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 1985.
5. Weill D.F., Drake M.J. Europium anomaly in plagioclase feldspar: experimental results and semiquantitative model. *Science*. 1973. Vol. 180. № 4090. P. 1059–1060. <https://doi.org/10.1126/science.180.4090.1059>
6. Самчук А.І., Огар Т.В., Сукач В.В., Вовк К.І. Хіміко-аналітичні особливості визначення рідкісноземельних елементів методом мас-спектрометрії в базит-ультрабазитах. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*. 2014. № 3–4. С. 168–177.

ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Д. М. Головченко¹, А. О. Нікітіна^{1,3}, Є. І. Скопиченко¹, Д. Ваковські²,
С. М. Озірська¹**

¹ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», Київ, бул. Ак. Вернадського 34 а

²Технічний університет, Болгарія, Софія

³Державна наукова установа «Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України» Київ, Україна

Антропогенний вплив на геологічне середовище, у зв'язку з розробкою корисних копалин, може бути спрямований на різні його складові: масив гірських порід, ґрунти, підземні води, газову складову та, в цілому, на літосферу. Максимальне антропогенне навантаження внаслідок високого розвитку гірничодобувної промисловості та формування техногенних ландшафтів спостерігається у межах Донецького та Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів та Дніпровського буровугільного басейну.

Ключові слова: екологія вугледобувних регіонів, довкілля, вугільні басейни

IMPACT OF THE COAL MINING INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT

**D. M. Golovchenko¹, A. O. Nikitina^{1,3}, E. I. Skopychenko¹, D. Vakovski²,
S. M. Ozirska¹**

¹SI "Scientific Center for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the NAS of Ukraine", Kyiv, 34 a, A. Vernadsky Blvd.

²Technical University, Bulgaria, Sofia

³State Scientific Institution "Center for Problems of Marine Geology, Geoecology and Sedimentary Ore Formation of the NAS of Ukraine" Kyiv, Ukraine

Anthropogenic impact on the geological environment, in connection with the development of minerals, can be directed at its various components: rock massif, soils, groundwater, gas component and, as a whole, on the lithosphere. The maximum anthropogenic load due to the high development of the mining industry and the formation of technogenic landscapes is observed within the Donetsk and Lviv-Volyn coal basins and the Dnieper brown coal basin.

Keywords: ecology of coal-mining regions, environment, coal basins

В основі виникнення більшості екологічних проблем вугледобувних регіонів України є техногенні зміни головних груп факторів: інженерно-геологічних, геохімічних, гідрогеологічних та біологічних. Прогнозування можливості відновлення техногенного геологічного середовища у вугледобувних районах, під впливом природно-техногенних факторів,

необхідне для забезпечення геоекологічної безпеки та безпеки для здоров'я населення.

Максимальне антропогенне навантаження внаслідок високого розвитку гірничодобувної промисловості та формування техногенних ландшафтів спостерігається у межах Донецького та Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів та Дніпровського буровугільного басейну. Вуглевидобувні райони, які розташовані у західній, східній та центральній частині України, є природно-антропогеновими системами, які активно впливають на довкілля, наповнюючи рештками руйнування порід териконів, які поширюються за сприяння водних поків та вітру. Водночас природний та антропогенний ландшафт над виробленим простором шахт, крім териконів, покривається водою чи створює «шагреневу шкіру» що порушує природні умови регіону [1].

Антропогенний вплив на геологічне середовище, у зв'язку з розробкою корисних копалин, може бути спрямований на різні його складові: масив гірських порід, ґрунти, підземні води, газову складову та, в цілому, на літосферу. Видобуток корисних копалин, зокрема вугілля, змінює природні та створює нові еколого-гідро-геохімічні умови на поверхні геологічного середовища і, як наслідок, призводить до незворотніх змін. За попередніми дослідженнями, початкову дату незворотніх змін геологічного середовища вуглевидобувних регіонів варто віднести до першої половини минулого сторіччя [2, 3]. Гірничовидобувні регіони, а особливо вуглевидобувні, визначаються незворотною трансформацією природних екосистем, де чітко простежується їх деградація. Маси виведених на поверхню гірських порід та новоутворених форм (пустот) у верхніх шарах літосфери створюють техногенне геологічне середовище. Техногенез у геологічному середовищі набуває масштабів геологічного процесу, який може бути порівняний з природними геологічними явищами.

Всі природні процеси і явища, які відбуваються у геологічному середовищі та у техногенному геологічному середовищі вуглевидобувних регіонів, розглядаються насамперед з точки зору кардинальних геолого-екологічних змін довкілля та їх небезпеки для життя людей. В основі виникнення більшості екологічних проблем вуглевидобувних регіонів України є техногенні зміни головних груп факторів: інженерно-геологічних, геохімічних, гідрогеологічних та біологічних. При оцінці впливу вуглевидобувної промисловості на екологічну ситуації у регіонах варто розглянути можливості відновлення техногенного геологічного середовища до природно стану чи наближеного до нього. Оскільки техногенне геологічне середовище вуглевидобувних регіонів сформоване протом століть, то й його відновлення варто розглядати у тривалій перспективі.

За рахунок тривалого забруднення геологічного середовища у вуглевидобувних регіонах його можливості до адаптації наслідків гірничих робіт та виведених на денну поверхню порід без зміни довкілля – неможливе. Зважаючи на вище наведене, у вуглевидобувних районах сформоване

техногенне геологічне середовище. На сьогодні, одним із основних завдань є оцінка техногенного геологічного середовища до можливості його адаптації та відновлення у наближеному стані до природнього. Найбільшими екологічними проблемами вуглевидобувних регіонів є: зміна ландшафту, зміна рельєфу, забруднення атмосфери, забруднення ґрунтів, забруднення підземних та поверхневих вод [1-3].

Проведення моніторингу за основними параметрами впливу на техногенне геологічне середовище та його компоненти для покращення екологічного стану вуглевидобувних регіонів доцільно на таких рівнях [1]:

- Регіональний рівень, що визначається загальними фоновими параметрами антропогенного впливу на техногенне геологічне середовище;
- Особливий рівень впливу, що характеризує антропогенне навантаження на техногенне геологічне середовище у межах вуглевидобувних регіонів, у тому числі, на ділянках закритих шахт;
- Локальний рівень відновлення техногенного геологічного середовища, зумовлений конкретними впливом на довкілля.

Висновки.

Вуглевидобувні регіони України є регіонами прояву процесів виснаження надр, що характеризуються ускладненням гірничо-геологічних умов експлуатації вуглевидобувних підприємств та безповоротною трансформацією геологічного середовища у техногенне геологічне середовище.

Для збереження екологічно безпечного стану техногенного геологічного середовища вуглевидобувних регіонів варто систематичне проведення нормування природокористування, екологічний моніторинг та відновлення ландшафтів (парків, рекреаційних зон чи сільськогосподарських угіль) у новоствореному рельєфі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Довгий С.О., Коржнев М.М., Курило М.М., Ляшенко О.І., Малахов О.І., Трофимчук О.М., Чумаченко С.М., Яковлев Є.О., Захзарій Н.В., Сухіна О.М. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні: НАН України, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. Київ: Ніка-Центр, 2012. 316 с.
2. Лівенцева Г.А., Вергельська В.В., Мельник В.В. Еколого-гідрогеологічні проблеми вугледобувних регіонів України. *Тектоніка і стратиграфія*. 2019. Вип. 46. С. 133–140.
3. Скопиченко Є.І., Вергельська В.В., Вергельська Н.В., Головченко Д.М., Озірська С.М. Моніторинг впливу вугільних техногенних ландшафтів на атмосферу вугледобувних регіонів. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2022. №2(5). С. 39-49. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082)

СУЧАСНИЙ ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

В. Г. Губіна

кандидат геолого-мінералогічних наук

С. С. Чорноног

аспірант

В. Г. Верховцев

доктор геологічних наук

С. Д. Чорноног

провідний інженер

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України,
03380 м Київ, пр. Палладіна, 34а

В статті проаналізовано сучасний геоecологічний стан Криворізького залізорудного басейну. Показано, що багаторічний видобуток і переробка залізних руд привела до незворотних природних процесів, таких як зміна природного ландшафту, утворення нових форм рельєфу, зміна гідрогеологічного і гідрологічного режимів підземних і поверхневих вод, значним підтопленням територій, забрудненню четвертинного водоносного горизонту.

Ключові слова: Криворізький залізорудний басейн, природний ландшафт, нові форми рельєфу

CURRENT GEOECOLOGICAL STATE OF THE KRYVORYZH IRON-ORE BASIN

V. G. Gubina

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

S. S. Chornonog

Postgraduate Student

V. G. Verkhovtsev

Doctor of Geological Sciences

S. D. Chornonog

Leading Engineer

Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine,
34a Palladina Ave., Kyiv, 03380

The article analyzes the current geoecological state of the Kryvyi Rih Iron-ore Basin. It is shown that many years of mining and processing of iron ores have led to irreversible natural processes, such as changes in the natural landscape, the formation of new landforms, changes in the hydrogeological and hydrological regimes of groundwater and surface waters, significant flooding of territories, and pollution of the Quaternary aquifer.

Keywords: Kryvyi Rih iron ore basin, natural landscape, new landforms

Вступ. Основою народногосподарського комплексу м. Кривий Ріг є залізорудна промисловість, яка базується на одному з найбільших в світі родовищ залізної руди. До складу комплексу міста входять гірничодобувна та переробна галузі промисловості. Розташування промислових підприємств міста пов'язано з сировинною базою і сформувалась у вигляді смуги довжиною до 100 км вздовж залізорудних родовищ із східної його сторони. Селітебна зона тривалий час формувалась безпосередньо біля шахт, рудників і заводів. Місто займає площу 40,7 тис. га, з яких 20,6 тис. га зайняті під промисловими підприємствами та виробництвами.

Ціль роботи. Проаналізувати екологічні наслідки гірничодобувної та переробної діяльності на території міста та прилеглих територій.

Аналіз досліджень та публікацій. Питаннями сучасного екологічного стану Криворізького басейну займалися багато дослідників: геологи, географи, біологи, технологи. Значна увага приділена екологічній безпеці геологічного середовища (Є. Яковлев, М. Коржнев, Г. Рудько, І. Малахов, І. Багрій), змінам природних ландшафтів (В. Казаков, С. Ярков, В. Коцюрба, Г. Денесик, М. Сметана), порушенню гідрогеологічного і гідрологічного режимів підземних і поверхневих вод регіону (Н. Шерстюк, В. Хільчевський, І. Малахов, Р. Кравчинський), умовам формування сучасних донних осадків природних поверхневих водних об'єктів (І. Малахов, А. Бобко, Т. Алехіна, В. Іванченко, М. Агаджанов), забрудненню ґрунтів району розташування підприємств (В. Савосько, М. Сметана), впливу об'єктів гірничо-добувної галузі (кар'єрів, хвостосховищ, відвалів на навколишнє середовище (П. Бересневич, Ю. Вілкул, М. Голярчук), зв'язку сучасних рухів земної кори з оповзневими явищами на території Кривбасу (Ю. Ахкозов, Ю. Мечников).

Викладення матеріалу. Розробка залізних руд в Кривбасі ведеться з 1881 р. (майже 145 років). За цей час з надр вилучено 20 млрд т гірничої маси (біля 8 млрд м³), з якої отримано 5,6 млрд т товарної залізної руди та 14,4 млрд т відходів виробництва [11].

Загальні обсяги земної кори, які втягнуті до в техногенні геотехнічні процеси складають 20 млрд м³ або 50 млрд т. Утворились кар'єрні та шахтні ємності, які витягнуті в меридіональному напрямку з депресійною воронкою довжиною 80 км, шириною 3-6 км при глибині 400-1300 м. Площа одного кар'єру, в середньому, складає 2-8 км². Проектна глибина криворізьких – 500-700 м. Між кар'єрами –гігантами розташовані відпрацьовані кар'єри, де раніше видобували багату залізну руду. Площа таких кар'єрів, зазвичай знаходиться в межах 0,1-0,6 км², глибина до 100 м. Іноді вони заповнені водою, а частина їх у межах міста засипана [7].

Поруч з кар'єрами розташовані відвали розкривних порід, які займають площу понад 36 тис. га, що займає третину земельного відводу, порушеного гірничими роботами. Висота відвалів – до 90 м, довжина – понад 3 км. У відвалах закладовані кристалічні породи протерозою, що залягають вище продуктивних горизонтів (сланці, залізисті кварцити, метапісковіки, , «вуглисті

сланці» та карбонатні породи, а також пухкі породи кайнозою – піски, монтморилонітові глини, алевроліти, вапняки, мергелі тощо [6].

В процесі збагачення залізистих кварцитів утворюються відходи збагачення (хвости), які являють собою суміш, що складається з рідини та твердих часток у відношенні 90 – 95 % рідини на 5-10 % твердих часток, серед яких 75-97 % мають розмір часток менше 0,005 мм. Вони спрямовуються у спеціальні гідротехнічні споруди – хвостосховища, які на території міста займають площу близько 8 тис. га, що складає 40 % площі гірничих відводів підприємств. Хвостосховища розташовані у природних балках, не мають екрануючого ложа, тому технічна вода потрапляє у водоносні горизонти та забруднює їх.

На сьогодні на території міста розташовано 6 хвостосховищ, які експлуатуються понад 50-60 років кожне. За даними [10] в діючих хвостосховищах на території міста розміщено понад 4 млрд т відходів збагачення. Висота греблі більшості з них перевищує 100 м.

Крім відходів збагачення у хвостосховища скидають шахтні води з середньої солоністю 50 г/л та побутові стоки. З шахт, в процесі видобутку багатой залізної руди відкачується щорічно, в середньому, 10 млн м³ шахтної води, 3-4 млн з якої щорічно скидається у рр. Інгулець і Саксагань - притоки Дніпра. А на початку 2000-х років промисловими підприємствами міста скидалось понад 100 млн м³ високомінералізованих шахтних вод 9 млн м³ з яких – шахтні води. На 1 т сирової руди на шахтах Кривбасу відкачується 0,3-11,0 м³ солоних вод.

Мінералізація підземних шахтних вод з поглибленням шахт збільшується майже в лінійній залежності, наприклад, з глибини 400 м до 1000 м вона зростає з 1-2 г/дм³ до розсолів з загальним вмістом солей 125 г/дм³. Але в процесі техногенезу це явище ускладнюється. В процесі проходки і осушування нового горизонту аналізи фіксують зменшення мінералізації у порівнянні з попереднім [2]. З глибиною змінюється і склад вод. Чим на більшій глибині ведеться розробка, тим більше вода містить сульфатів, хлоридів і нітратів.

Спочатку шахтна вода накопичується у підземних колекторах, а потім подається на поверхню і в теперішній час скидається у два об'єкта: спеціально відведена для цього балка Свистунова, яка розташована в південній частині міста і хвостосховище Північного ГЗК.

В результаті, загальна мінералізація ставків-освітлювачів хвостосховищ ГЗК варіює від 2526 мг/л у хвостосховищі Інгулецького ГЗК до 20842 мг/л у хвостосховищі «Об'єднане», яке заповнюється сумісно ГЗК АрселорМіттал Кривий Ріг і Південним ГЗК.

Фільтрація техногенних вод з хвостосховищ у р. Саксагань та Інгулець та на території поруч хвостосховищ складає 15 млн м³ на рік.

Фільтраційні процеси техногенних вод з хвостосховищ привели до забруднення підземних та поверхневих вод, а також до підтоплення та заболочування прилеглих територій в радіусі до 10 км. Фільтраційні втрати більшості ГЗК Кривбасу складають 500-2500 м³ на рік.

Для попередження переповнення хвостосховищ, щорічно в межвегетаційний період рідина з хвостосховищ скидається в річки Інгулець та Саксагань - притоки Дніпра і промивається водою, що беруть з Карачуновського водосховища у кількості 60-70 млн м³. Рівень мінералізації у р. Інгулець найменше значення має під час літньо-осінньої межені - 3062,7 мг/дм³, підвищується під час зимової межені – 3991,3 мг /дм³, і досягає максимального значення під час весняного водопілля – 4126,1 мг/дм³ [5]. Для порівняння, мінералізація в р. Дніпро до інтенсивної промислової діяльності і будівництва каскаду водосховищ складала 287,1 [3].

На багатьох хвостосховищах прийнята схема їх заповнення в окремі так звані карти. З карт, які не заповнюються відходами окремих проміжків часу рідина випаровується і вони починають запилювати навколишню територію. Разом з кар'єрами з хвостосховищ викидається у повітря до 1 млн т забруднюючих речовин. Так, при швидкості вітру від 4 до 9 м/с на дамбі обвалування концентрація пилу коливається від 32 до 600 мг/м³. Іноді концентрація пилу перевищувала ГДК в 5 разів на відстані 3-3,5 км від хвостосховища. Загальна кількість пилу, яка піднімається з хвостосховищ складає 33 тис. т на рік.

Одним з джерел інтенсивного пиловиділення є масові вибухи на кар'єрах. При масових вибухах на кар'єрах в Кривбасі концентрація пилу в повітрі на відстані 1-1,5 км протягом години складає 6-10 мг/м³, що в 15-20 разів перевищує ГДК для населених пунктів. Підраховано, що при масових вибухах із пилогазової хмари на протязі 1-4 годин в радіусі 2-4 км розсіюється від 200 до 500 т пилу, який вміщує 93,6-99,6 % часток розміром менше 5 мкм [8].

Таким чином техногенний вплив гірничо-переробних підприємств на навколишнє середовище дуже значний. Щорічне техногенне навантаження на місто від викидів, скидів та утворених на промислових підприємствах відходів наведено в таблиці 6. (за даними Криворізького міськвиконкому і Регіональних доповідей про стан природнього навколишнього середовища в Дніпропетровській області).

Таблиця 1.

Кількість промислових викидів, скидів та утворених відходів підприємствами Кривого Рогу

Рік	Викиди у повітря, тис. т	Скиди у водойми, тис. м ³	Утворення промислових відходів, млн т
2019	342,9	7937,1	208,4
2020	215,3	3531,7	309,4
2021	211,2	4656,7	...
2022	56,3	8103,2	190,9
2023	66,7	4358,7	116,0
2024	70,2	5633,6	140,7

Дані таблиці засвідчують, що під час військового стану кількість викидів у повітря і утворення промислових відходів скоротилась, а динаміка обсягів води, що відкачується з шахт і кар'єрів не змінюється, що і зрозуміло.

До негативних явищ внаслідок гірничо-видобувної і переробної діяльності в Кривбасі стало масштабне порушення земної кори і розвиток техногенних екзогенних процесів, таких як зсуви, провали, утворення брекчій обрушення просідання ґрунтів, порушення фундаментів будівель, а також неотектоничні процеси – рух блоків земної кори у горизонтальному напрямку 3-10 мм/рік, які зафіксовані, у вертикальному напрямку – 2-5 мм/рік. Декілька разів спостерігались землетруси техногенного характеру до 4 балів [1, 2, 7, 9].

Проблемою є те, що всі гірничо-переробні підприємства розташовані в межах міста, де побудовані житлові масиви, дороги, лікарні, зони відпочинку (парки, сквери тощо). Багато з цих об'єктів зазнали техногенного впливу (підтоплення підвалів будинків, тріщини на стінах домів внаслідок просідання ґрунту тощо), не говорячи про повітря, яке постійно забруднюється викидами промислових підприємств і питну воду яка постачається з водосховищ, розташованих в Криворізькому районі.

Таким чином, техногенне навантаження на земну поверхню, повітря, поверхневі та підземні води у Криворізькому басейні зазнало критичних позначень. Але місто залишається однією з основних баз гірничо-металургійної галузі і постачальником товарної залізорудної продукції України на світовий ринок. Тому треба вжити невідкладні заходи щодо стабілізації техногенного навантаження на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів в регіоні.

Висновки.

Сучасна екологічна криза у Криворізькому промисловому регіоні характеризується наступними техногенними навантаженнями на навколишнє середовище:

- утворення техногенних форм рельєфу у вигляді циркообразних западин (кар'єри) глибиною 200-400 м та платообразних форм (вфдвали) висотою 50-100 м;
- утворення штучних водоймищ у вигляді хвостосховищ загальною площею близько 8 тис. га;
- забруднення четвертинного водоносного горизонту внаслідок щорічного відкачування на поверхню високомінералізованих шахтних вод з наступним їх скиданням у межвегетаційний період в річки Інгулець і Саксагань з послідуною промивкою русел питною водою з Карачунівського водосховища в обсязі 60-70 млн м³;
- забруднення рік Інгулець і Саксагань промисловими стічними водами, фільтраційними водами з хвостосховищ, дощовими стоками;
- накопичення шкідливих хімічних елементів на дні річок і водойм;
- підтоплення міської території;
- забруднення ґрунтів викидами в атмосферу підприємств міста;
- збіднення видового складу флори.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ахкозов Ю.Л., Мечніков Ю.П., Кузьменко А.П. Про зв'язок сучасних рухів земної кори з зсувними явищами біля Кривбаса. *Металургійна і гірничорудна промисловість*. 2001. № 6. С. 78-81.
2. Бересневич П.В., Вілкул Ю.Г., Голишев О.М. та ін. *Екологія гірничого виробництва*. Кривий Ріг: Мінерал. 1998. 109 с.
4. Голярчук Н.Г., Колосов В.А. Концепція раціонального природокористування у Криворізькому басейні. *Якість мінеральної сировини*. Кривий Ріг: Друкарня ТОВ «Тріонік». 2008. С. 26-39.
5. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. *Гідрохімія України*. К. Вища школа. 1995. 307 с.
6. Євтехов В.Д., Паранько І.М., Євтехов Є.В. *Альтернативна мінерально-сировинна база Криворізького залізрудного басейну*. Кривий Ріг: Вид-во Криворізького технічного університету. 70 с.
7. Малахов І.М. *Техногенез у геологічному середовищі*. Кривий Ріг. 2003 р. 100 с.
8. Рудько Г.І. *Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних геосистем*. Київ. 2006. С. 325.
9. Покалюк В., Верховцев В., Губіна В., Яценко В., Заборовська Л., Лавриненко О., Майборода Є. Брекчії обрушення – «новий» тип техногенних геологічних утворень тіл / родовищ Криворізького залізрудного басейну. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2023. Т. 4 (103). С.90-97.
10. Реєстр місць видалення відходів у Дніпропетровській області. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/MVV-REESTR-20-08-2021.pdf>. Дата звернення 1.10. 2025 р.
11. Stupnik Mykola, Shatokha Volodymyr *History and Current State of Mining in the Kryvyi Rih Iron Ore Deposit* URL: www.researchgate.net/publication/349251231_History_and_Current_State_of_Mining_in_the_Kryvyi_Rih_Iron_Ore_Deposit Дата звернення 10.11.2025 р.

ВІДНОВЛЕННЯ ТИТАНОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЯК ЧИННИК ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ УКРАЇНИ

М. В. Жикаляк

*доктор економічних наук, доктор філософії по геології, генеральний директор ДРГП
«Донецькгеологія», dongeo@ukr.net*

М. С. Ковальчук

*доктор геологічних наук, професор, завідувач відділу літології
Інституту геологічних наук НАН України, kms1964@ukr.net*

Розглянуто мінерально-сировинну базу титану, стан гірничо-збагачувального та гірничо-металургійного виробництва України як стратегічного важливого сектору національної економіки. Охарактеризовано проблемні аспекти галузі та перспективи відновлення і сталого розвитку титанової промисловості на середньо-довгострокову перспективу.

Ключові слова: Україна, титан, мінерально-сировинна база, проблеми, перспективи.

RESTORATION OF THE TITANIUM INDUSTRY AS A FACTOR OF ENSURING UKRAINE'S SUSTAINABILITY

M. V. Zhykalyak

*Doctor of Economics, Doctor of Philosophy in Geology, General Director
State Enterprise «Donetskgeologiya», dongeo@ukr.net*

M. S. Kovalchuk

*Doctor of Geology, Professor, Head of the Department of Lithology
Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The mineral and raw material base of titanium, the state of mining and enrichment and mining and metallurgical production of Ukraine as a strategically important sector of the national economy are considered. Problematic aspects of the industry and prospects for the restoration and sustainable development of the titanium industry in the medium and long term are characterized.

Keywords: Ukraine, titanium, mineral and raw material base, problems, prospects.

Вступ. Україна володіє потужною мінерально-сировинною базою і входить до провідних країн світу за цим показником. Серед мінеральних ресурсів особливе місце посідають критичні корисні копалини, які широко використовуються в сучасних високотехнологічних галузях, зокрема для енергетичних технологій, в аерокосмічній і оборонній промисловості; для акумуляторних технологій та ін. До переліку критичних корисних копалин входить і титан, основним мінеральним носієм якого є ільменіт. Титан використовують у легких високоміцних сплавах для авіації, аерокосмічних апаратів, у галузі оборони, суднобудування, виготовлення медичних приладів,

хімічній промисловості тощо. Мінерально-сировинна база титану оцінюється ресурсами і запасами діоксиду титану. Через те, що діоксид титану застосовують у виробництві товарів широкого вжитку, світовий попит на нього корелює зі зростанням прибутку від продажу, а споживання на душу населення є певним індикатором рівня життя, оскільки за виручкою від продажу на світовому ринку діоксид титану поступається лише золоту, алюмінію та міді. Проблема забезпечення вітчизняної промисловості титановою сировиною має стратегічне значення для економіки і для розвитку й функціонування військово-промислового комплексу держави. Без розвитку мінерально-сировинної бази титану неможливий сталий розвиток країни.

Мінерально-сировинна база України налічує 27 родовищ зокрема одне унікальне, 13 великих і 10 середніх і понад 30 рудопроявів різного ступеня вивченості [3]. З них розробляються лише 5 розсипних родовищ. Переробна титанова промисловість знаходиться в занедбаному стані, тому розглянемо особливості титанового виробництва, проблемні аспекти та перспективи відновлення титанової промисловості України на середньо-довгострокову перспективу.

Мінерально-сировинна база титану

Ресурси титану у світі досягають 1,3 млрд. т двоокису титану в 48 країнах, а розвідані запаси в надрах 20 країн складають близько 650 млн. т, які зосереджені в родовищах трьох геолого-промислових типів [1, 2]:

- давні й сучасні алювіальні та узбережно-морські розсипи (63,3 %);
- корінні ільменіт-магнетитові, ільменіт гематитові та ільменіт рутилові поклади в габро-анортозитах (22,7 %);
- анатаз-перовскіт-рутилові родовища в корі вивітрювання карбонатитових комплексів (14,0 %).

Близько 72,2 % розвіданих запасів титану зосереджені в розсипних і корінних родовищах ільменіту; 8,3 % – у рутилових покладах. Запаси титану в анатазі розвідані в Бразилії із середнім вмістом двоокису титану в рудах кори вивітрювання карбонатитових комплексів. Видобуток титанових руд здійснюють 14 країн, а основними виробниками титанового концентрату є Австралія, Канада, Південно-Африканська республіка (ПАР), Норвегія, Україна, Малазія, США та С'єра-Леоне (переважно рутилового концентрату).

В Україні створена потужна сировинна база титану. Магматичні корінні поклади титану представлені Стремигородським, Федорівським, Кропивнянським і попередньо розвіданим Носачівським родовищами; гіпергенні (елювіальні) кори вивітрювання докембрійських порід – Торчинським родовищем, а розсипні родовища – Іршанською групою родовищ, Малишівським (Самотканським), Зеленоярським, Тарасівським, Селищанським, Правобережним, Вовчанським, Краснокутським та іншими родовищами і проявами [1, 2]. Детально розвідано та підготовлено до промислового освоєння 11 родовищ, з яких лише 5 експлуатуються Іршанським гірничозбагачувальним комбінатом (Іршинське, Гацківське, Лемнівське та Межирічне розсипні родовища і Верхньодніпровським (Вільногірським) гірничо-металургійним

комбінатом (Малишівське узбережно-морське). Для освоєння корінних покладів титану найкраще підготовлене Стремигородське родовище, яке приурочене до малих інтрузій рудних габроїдів серед габро-анортозитів Чоповицького масиву [1].

Загалом розвідані запаси та оцінені ресурси титану корінних і розсипних покладів у геологічних комплексах України забезпечать надійне функціонування видобувної та переробної промисловості із довготривалою перспективою виробництва титановміщувальної сировини для забезпечення вітчизняних і експортних потреб.

Виробництво титанових концентратів, титанової губки та металу. Обсяги виробництва титанових концентратів у світі складають близько 4 млн. т TiO_2 , головним чином у розвинутих країнах (79 %). Провідне місце належить Австралії (28,5 %), ПАР (18,9 %), Канаді (15,6 %), Норвегії (8,3 %) та США (5 %); частка України складає 6 %, С'єра-Леоне – 4,7 %, інших країн, що розвиваються – 12 % [2]. Виробництво титанового шлаку з вмістом TiO_2 (70 %) з ільменітового концентрату в обсязі 1450-1660 тис. т здійснюється в ПАР, Канаді та Норвегії [2].

Основними виробниками титанової губки для металургії в обсязі 53,7–78,9 тис. т/рік є Японія, Росія, Казахстан, США, Україна, Китай та Великобританія. Крім того, не менше 90 % титанової сировини в 25 країнах світу використовується для виробництва (переважно хлоридним методом) пігментного двоокису титану [2].

В Україні титановий концентрат отримують на Вільногірському (Верхньодніпровському) ГМК при розробці Малишівського родовища та при збагаченні на Іршанському ГЗК ільменітових алювіальних розсипів Іршанської групи родовищ. У минулому, на Вільногірському ГМК, максимальний річний обсяг виробництва ільменітового концентрату досягав 296,9 тис. т/рік; рутилового – 1208, тис. т/рік [1, 2]. При цьому, 58,7 % виготовлених концентратів експортувалося в Росію та Казахстан. Крім титанових концентратів в Україні щорічно вироблялося 8–12 тис. т титанової губки, яка є основним продуктом для отримання металічного титану та 45 тис. т/рік у 1991 р. титанового пігменту з вмістом TiO_2 – 42 % для хімічної промисловості [2]. Потреби Сумського ВО «Хімпром» і Кримського ВО «Титан» у титановому шлаці з вмістом TiO_2 70 % забезпечувалися за рахунок імпорту [2].

Титанову губку в обсязі 16-20 тис. т/рік випускав Запорізький титаново-магнієвий комбінат (ТМК), яка повністю вивозилася для виробництва металічного титану і прокату на Верхньосолдинському металургійному об'єднанні в Росії та Усть-Каменогорському титано-магнієвому комбінаті в Казахстані [2]. В Україні первинний металічний титан і вироби з нього не вироблялися. В обмеженій кількості із скрапа отримували лише вторинний титан.

Проблемні аспекти функціонування вітчизняної титанової галузі. Володіючи значними запасами титану і маючи потужні підприємства з видобутку та збагачення титанової сировини з отриманням ільменітового

концентрату на Іршанському ГЗК і Верхньодніпровському (Вільногірському) ГМК, Україна зараз не має можливості переробляти титановий концентрат з отриманням продукції переробки з більш високою доданою вартістю.

Втративши після анексії Криму в 2014 році ВО Кримський «Титан» в м. Армянську, основою вітчизняної титанової галузі став Запорізький ТМК – єдиний в Європі виробник титанової губки. Свого часу успішний його запуск сприяв розширенню виробництва титану в СРСР та був найбільшим постачальником напівфабрикату із титану для аерокосмічної та військової промисловості, авіа- та суднобудування в колишньому Радянському Союзі [4]. Однак чиновники від Мінпромполітики України свого часу не підготували Запорізький ТМК до співпраці ні з німецькою компанією «Дойче Титан», ні з американською «Boeing». В результаті «Boeing» налагодив співпрацю з Росією, яка володіє не лише магматичними ільменіт-титаномагнетитовими родовищами на Південному Уралі, а єдиним найбільшим в СНД заводом з виробництва металічного титану (Березниковський в Пермському краї), який працював на титановій сировині з України [2].

Після приватизації Запорізького ТМК у 2012 році, не зважаючи на 51 % пакет державних акцій, фактичним власником комбінату стала група Дмитра Фірташа, яка замість обіцяної його реконструкції довела Запорізький ТМК до загрози банкрутства та припинення випуску титанової губки. В повну власність держави комбінат повернувся лише у травні 2022 року. Однак, не зважаючи на ці важливі заходи, Російська Федерація, маючи фінальну частину виробництва металічного титану, до жовтня 2024 року використовувала титановий концентрат з українських титанових родовищ [4]. Лише після підписання мінерально-сировинної угоди між Україною та США припинилося використання української титанової сировини для виробництва Росією металічного титану і націлених на цивільні, енергетичні та інфраструктурні об'єкти України літаків і ракет рашистів.

Після підписання американсько-української угоди, компанія «Boeing» потенційно зайшла на український титановий ринок. Однак, на думку академіка Ореста Івасишина, щоб Україна зайняла для «Boeing» місце Росії, необхідно, перш за все, відродити вітчизняну титанову галузь, а для цього знадобиться щонайменше 10 років [4]. В Європі ситуація ускладнюється тим, що у 19 пакетах санкцій проти Російської Федерації відсутні обмеження на торгівлю країною-агресором титаном. Європа продовжує закуповувати в Росії титан для виробництва літаків Airbus тощо [4]. Навіть внесення у Бюро промисловості та безпеки Міністерства торгівлі США у вересні 2023 року російської металургійної корпорації «ВСМПО-Авісма» до переліку компаній-виробників зброї, не передбачає блокування діяльності цієї корпорації та припинення придбання металічного титану [4].

У цих умовах, на думку вітчизняних вчених і експертів, Україні в рамках угоди зі США необхідно не лише підвищити ефективність видобування унікальних покладів титану і суттєво удосконалити технологію збагачення та

переробки титанової сировини, а й модернізувати та розширити виробництво титанової губки тощо.

Перспективи відновлення і сталого розвитку титанової промисловості України. Після закінчення руйнівної масштабної воєнної агресії Російської Федерації проти України, мінерально-сировинна угода дозволить суттєво удосконалити державну надроресурсну політику і сприятиме підвищенню ефективності видобування та збагачення освоєних і резервних покладів критичних і стратегічних корисних копалин для забезпечення неоіндустріалізації національної економіки.

Повною мірою та комплексно Угода запрацює до 2040 року, але згідно заяви міністра економіки Олексія Соболева, стартуватиме протягом 2026 року завдяки початку функціонування трьох інвестиційних проєктів. Міністр також повідомив, що для цього американська сторона вже збільшила свій внесок в інвестиційний фонд з 25 млн. доларів до 75 млн. доларів. У першу чергу спільний американсько-український інвестиційний фонд фінансуватиме освоєння родовищ рідкісноземельних металів, літію, титану, цирконію та гафнію. З названих металів лише родовища титану і цирконію мають розвідані та підготовлені до видобування промислові запаси 24 високоліквідних добре вивчених родовищ, з яких лише 5 розробляються. Тобто реальні перспективи комплексного освоєння в рамках американсько-українського інвестиційного фонду мають 19 високоліквідних титанових і цирконій-титанових родовищ. Окрім того, із ільменітових концентратів у процесі хлоридної переробки можливе супутнє вилучення апатиту, ванадію, рідкісних земель, ніобію, танталу і цирконію [1, 2]. В цілому найкраще підготовленими щодо комплексного промислового освоєння є Стремигородське та Торчинське корінні магматичні родовища титану, а також Вовчанське, Зеленоярське, Краснокутське, Тарасівське та інші розсіпні родовища узбережно-морського типу.

Комплексне освоєння унікальної мінерально-сировинної бази України дозволить створити потужний гірничо-видобувний і переробний комплекс та суттєво модернізувати вітчизняну титанову промисловість в цілому. На період до 2040 року з метою сталого інноваційно-інвестиційного розвитку титанової промисловості та забезпечення зростаючих потреб у високоліквідній титановій продукції, доцільно наростити потужності з виробництва двоокису титану на 100 тис. т завдяки будівництву та експлуатації двох заводів – одного в районі Іршанської групи родовищ, а другого в районі Верхньодніпровського (Вільногірського) ГМК. Побудувати також виробничий комплекс для отримання високоякісних шлаків з вмістом TiO_2 70 % із ільменітового концентрату, придатного для хлоридної технології виробництва двоокису титану, в обсязі 100–150 тис. т/рік і титанової губки – до 50 тис. т/рік. Крім того, для потреб зростаючої хімічної промисловості необхідно збільшити до 150–180 тис. т/рік виробництво пігментного двоокису титану з використанням більш екологічно ощадливої хлоридної технології ПАР, на відміну від сульфатної, яка використовується в Канаді та Норвегії [2].

З інноваційних напрямків доцільно впровадити технології Інституту металофізики НАН України щодо реконструкції Запорізького ТМК, поновлення виробництва титанової губки і застосування методу порошкової металургії для виготовлення деталей для двигунів безпілотників та титанових імплантів [4].

Висновки.

Не зважаючи на стратегічну важливість титанової галузі для вітчизняної промисловості та наявність унікальної мінерально-сировинної бази титану, переробка титанових концентратів у державі знаходиться в занедбаному стані, а український титановий концентрат до підписання мінерально-сировинної Угоди між Україною та США використовувався Росією для виробництва металічного титану і літаків та ракет.

Доцільно провести ревізію рудоносного потенціалу територій у межах різних геоблоків Українського щита, де різновікові і різногенетичні родовища і рудопрояви титан-цирконієвих мінералів просторово суміщені. Саме можливість комплексної розробки усіх рудоносних стратиграфічних рівнів у межах таких об'єктів зумовлює інвестиційну привабливість.

Перспективи відновлення та сталого розвитку титанової промисловості на середньо-довгострокову перспективу залежатимуть від ефективності діяльності американсько-українського інвестиційного фонду та реалізації комплексних заходів щодо збільшення обсягів видобування титанової сировини, удосконалення технологій збагачення переробки титанових концентратів інноваційного розвитку виробництва титанової продукції.

З метою прискорення відновлення титанової промисловості України рекомендувати Міністерству економіки розробити та затвердити в установленому порядку державну програму «Титан України: розвиток гірничо-збагачувальної та металургійної промисловості на період до 2040 року».

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белоус Я.Т. Титан (геолого-економічний огляд). Київ: Геоінформ, 1998. 48 с.
2. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Металічні корисні копалини. Київ-Львів: Центр Європи. 2005. Т. 1. 785 с.
3. Інвестиційний атлас надрокористувача (стратегічні та критичні мінерали) 2021. Режим доступу – URL: <http://nadr.ukrayny.com.ua/wp-content/uploads/2021/01/%D0%86%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%96%D0%B8%CC%86%D0%BD%D1%96-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D1%96%D1%96%CC%88.pdf> (дата звернення 11.11.2024)
4. Gazeta.ua від 25.09.2025 р.

ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ДАРНИЦЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА

Т. О. Кошлякова

доктор геологічних наук

К. В. Вовк

кандидат геологічних наук

О. В. Дерюгіна

О. П. Локтіонова

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

Наведено результати дослідження загального хімічного та мікроелементного складу поверхневих і підземних вод Дарницького району м. Київ. Встановлено вплив антропогенних чинників на концентрування важких металів у воді та виявлено локальні перевищення нормативів, що засвідчує підвищене екологічне навантаження території.

Ключові слова: підземні води, поверхневі води, мікроелементи, важкі метали, екологічний стан.

ASSESSMENT OF TRACE ELEMENTS DISTRIBUTION IN WATER BODIES OF THE DARNYTSKYI DISTRICT, KYIV

T. O. Koshliakova

Doctor of Geology

K. V. Vovk

Candidate of Geological Sciences

O. V. Deriuhina

O. P. Loktionova

M. P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of Sciences of Ukraine

The results of the study of the general chemical and trace element composition of surface and groundwater of the Darnytskyi district of Kyiv are presented. The influence of anthropogenic factors on the concentration of heavy metals in water is established and local exceedances of standards are revealed, which indicates an increased ecological load on the territory.

Keywords: groundwater, surface water, trace elements, heavy metals, ecological state.

Проблематика забруднення довкілля потенційно токсичними мікроелементами та їхніми сполуками належить до ключових напрямів екологічної геохімії. Асоціації важких металів, притаманні урбанізованим територіям, формуються під впливом як природних геологічних особливостей, так і техногенного навантаження. У зв'язку з цим дослідження мікроелементного забруднення, зокрема важкими металами, доцільно

здійснювати на локальному рівні з урахуванням специфіки природних і антропогенних чинників території.

Дарницький район за кількістю населення (понад 338 тис.) і площею (13363 га) є одним із найбільших у Києві (далі – місто, столиця). Має розвинену промисловість. На його території розміщені великі екологічно небезпечні об'єкти міста: завод з переробки твердих побутових відходів «Енергія» (переробляє ~20 % усіх столичних відходів), ТОВ «Євро-Реконструкція» (підприємство експлуатує Дарницьку теплоелектроцентрально (ТЕЦ), Бортницька станція аерації Визначення критеріїв перевищення еколого-геохімічної стійкості об'єктів навколишнього середовища є особливо актуальним для таких територій з точки зору своєчасного екологічного прогнозу і сталого розвитку міста в цілому [2].

Дослідженню хімічного складу поверхневих і підземних вод столиці присвячено низку наукових публікацій останніх років [1, 4, 6]. За результатами цих робіт з'ясовано, що поверхневі водойми правобережної частини Києва забруднені більше, ніж лівобережні. Водночас еколого-геохімічний стан поверхневих водойм не є сталим, оскільки на нього впливає низка природних та антропогенних факторів, тому він потребує регулярних моніторингових досліджень. Крім того, існує необхідність у вивченні взаємозв'язку між поверхневими та ґрунтовими водами із залученням геохімічних даних, виходячи з тісного гідравлічного зв'язку між ними [3].

Об'єктами представленого дослідження є поверхневі і підземні води Дарницького району столиці. З-поміж поверхневих водойм було обрано озеро Вирлиця як найпредставницьке, враховуючи його близьке розташування до заводу «Енергія». Підземні води було відібрано з чотирьох водозабірних свердловин, розташованих на вул. Ревуцького, Харківському шосе та у парку Партизанської слави (пункти пробовідбору позначено на рис. 1). Пробовідбір було здійснено у червні 2023 року.



Рис. 1. Картографічна схема розташування територій відбору зразків води в межах Дарницького р-ну Києва. Оз. Вирлиця: 1 – поблизу міського пляжу; 2 – поблизу заводу «Енергія»; бювети: 3 – вул. Харківське шосе, 168-і; 4 – парк Партизанської слави; 5 – вул. Ревуцького, 5/7; 6 – вул. Ревуцького, 11

З гідрогеологічної точки зору досліджувана територія належить до північно-західного схилу Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Обстежені свердловини по вул. Ревуцького та Харківському шосе експлуатують водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди, який приурочений до пісків, пісковиків з прошарками вапняків, кременів, глин, алевроїтів, мергелів. Свердловина у парку Партизанської слави експлуатує водоносний горизонт у відкладах орельської світи середньої юри, приурочений до пісків різнозернистих із прошарками глин та лінзами бурого вугілля.

Загалом територія Київського родовища підземних вод слугує наочним прикладом гідрогеологічного об'єкта, на який тривалий час (понад 100 років) впливає комплекс антропогенних чинників. Поява нових водозаборів, меліоративних систем, гідротехнічних споруд змінила структуру та інтенсивність водообміну між водоносними комплексами (горизонтами), а також підземними і поверхневими водами [5].

Автори дослідили і порівняли загальний хімічний та мікроелементний склад поверхневих та підземних вод. Результати відображено у вигляді діаграми Пайпера (рис. 2) та графіку вмісту V, Cr, Co, Cd та Tl у досліджуваних підземних водах (рис. 3).

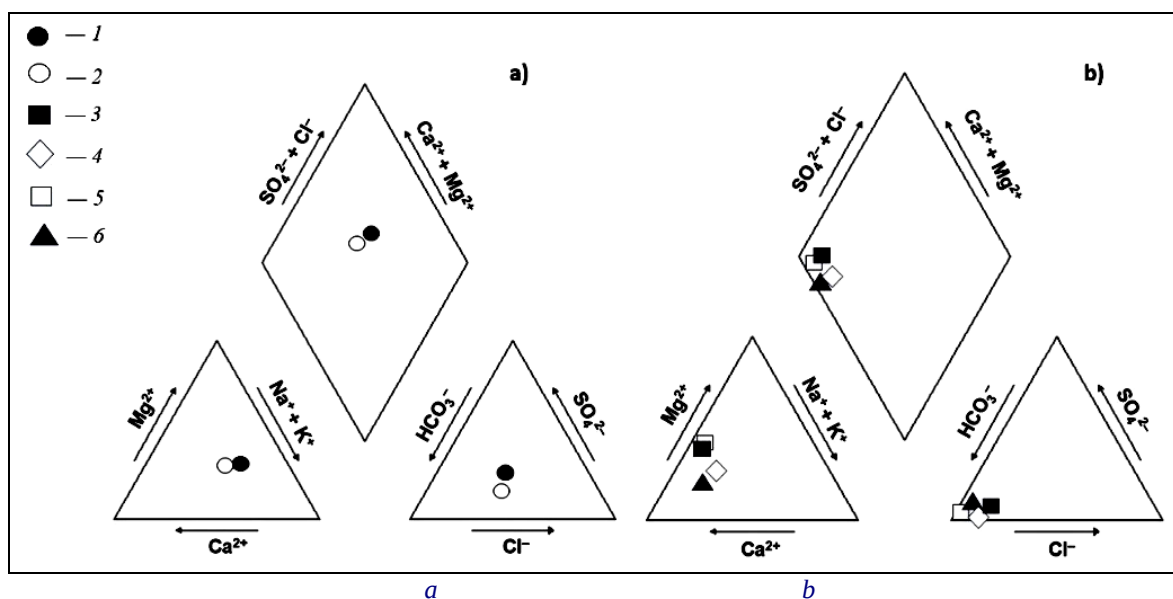


Рис. 2. Діаграма Пайпера, що відображає загальний хімічний склад досліджених поверхневих та підземних вод: *a* – поверхневі води: 1 – оз. Вирлиця поблизу заводу «Енергія»; 2 – оз. Вирлиця поблизу міського пляжу; *b* – підземні води: 3 – бювет на вул. Харківське шосе, 168-і; 4 – бювет у парку Партизанської слави; 5 – бювет на вул. Ревуцького, 5/7; 6 – бювет на вул. Ревуцького, 11

Порівняльний аналіз обстежених поверхневих та підземних вод уможливив виявити такі особливості.

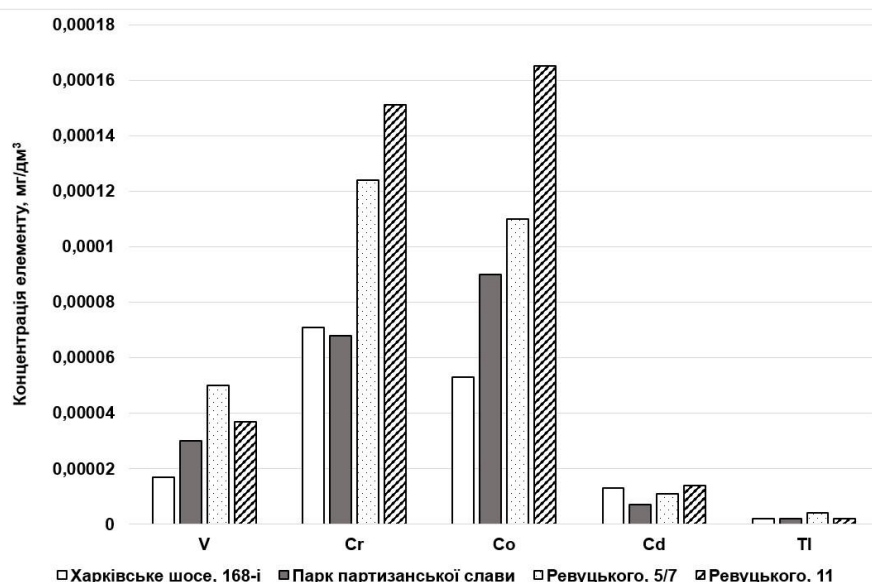


Рис. 3. Графік вмісту V, Cr, Co, Cd та Tl у досліджуваних підземних водах

Озеро Вирлиця. За хімічним складом вода є гідрокарбонатно-хлоридно магнієвою натрієво-калієвою. Результати оцінювання якості води (згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання») за блоком загальносанітарних хімічних показників характеризували досліджені поверхневі води за середніми значеннями блокового індексу ($I_{\text{П сер.}} = 2$, клас 2) як «добрі», чисті води прийнятної якості. Суттєвих відмінностей у хімічному складі зразків, відібраних на різних ділянках, не спостерігали. Винятком є сульфати, вміст яких поблизу заводу «Енергія» майже вдвічі вищий, ніж поблизу міського пляжу, а також концентрація загального заліза, вміст якого поблизу пляжу визначено на межі ГДК. Перевищення допустимих концентрацій зафіксовано для мангану та міді.

Підземні води. За хімічним складом води є гідрокарбонатно-сульфатними магнієво-кальцієвими. За блоком загальносанітарних хімічних показників і середніми значеннями блокового індексу ($I_{\text{П сер.}} = 2$, клас 3) є «добрими», чистими з ухилом до класу «задовільних», слабо забруднених вод прийнятної якості. Перевищень ГДК за макро- та мікроелементами не зафіксовано, натомість є перевищення допустимих нормативів за показником лужності, величина жорсткості – на рівні гранично допустимого значення. Найвищий вміст мікроелементів, зокрема важких металів, зафіксовано у буюетах, що розташовані на вул. Ревуцького, найнижчий – на Харківському шосе. Підвищений, порівняно з іншими буюетами, вміст V, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn та Pb у свердловинах на вул. Ревуцького автори пов'язують з близьким розташуванням оз. Сонячне, яке гідравлічно з'єднане з техногенним оз. Гарячка, що в свою чергу є шламонакопичувачем Дарницької ТЕЦ.

Отримані результати розкривають важливі аспекти екологічного стану території та можуть бути використані для прийняття рішень щодо охорони навколишнього середовища та збереження природних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневецький В. І. *Водойми Києва*. 2021. Київ: Ніка-Центр. 280 с.
2. Кошлякова Т. О., Вовк К. В., Грига М. Ю. Еколого-геохімічне оцінювання міських агломерацій на прикладі Дарницького району міста Києва. *Мінералогічний журнал*. 2025. № 3(47). С. 92-109.
3. Кошлякова Т. О., Кошляков О. Є., Швайка І. Д. Еколого-геохімічний стан поверхневих і приповерхневих вод міста Києва. *Геохімія техногенезу*. 2022. Вип. 35. № 7. С. 61-64.
4. Кураєва І. В., Кошлякова Т. О., Вовк К. В., Злобіна К. С. Особливості розподілу важких металів у компонентах довкілля паркових урболандшафтів міста Києва. *Мінералогічний журнал*. 2021. № 2(43). С. 58-73.
5. Кураєва І. В., Кошлякова Т. О., Злобіна К. С. Особливості розподілу Pb, Mo, Cu та Zn у водах артезіанських водоносних горизонтів (у межах Київського родовища). *Мінералогічний журнал*. 2020. № 2(42). С. 63-73.
6. Linnik P., Osadchy V., Osadcha N., Linnik R. Redox potential as an important characteristic of the chemical and biological state of surface waters (review). *Chemistry and Ecology*. 2023. Vol. 39. Issue 6. P. 640-672.

ПРО ВПЛИВ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ПРИРОДНІ ВОДНІ РЕСУРСИ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

І. В. Колодій

кандидат геологічних наук

О. З. Савчак

кандидат геологічних наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
м. Львів, вул. Наукова, 3а

Гірничовидобувні роботи суттєво впливають на природне середовище. Особливо це стосується підземних та поверхневих вод. Шахтні води вугільних підприємств серед таких факторів впливу займають чи не перше місце. Забруднені підземні води продуктивних вугільних товщ негативно впливають на підземні води, що використовуються для питного водопостачання, з якими вони мають гідравлічний взаємозв'язок у масивах гірських порід. А води шахтного водовідливу та збагачувальних комбінатів інтенсивно забруднюють поверхневі водоймища. Внаслідок цих процесів у природних водах збільшується вміст сульфатів і хлоридів, змінюються їх мікрокомпонентний склад, величини рН та Eh, збільшується мінералізація. Все це становить загрозу не лише для навколишнього середовища, а й для життєдіяльності людини.

Ключові слова: гірничовидобувна промисловість, природні ресурси, навколишнє середовище.

ON THE IMPACT OF THE MINING INDUSTRY ON NATURAL WATER RESOURCES AND THE ENVIRONMENT

I. Kolodiy

Candidate of geological sciences

O. Savchak

Candidate of geological sciences

Institute of Geology & Geochemistry of Combustible Minerals of NASU

Mining operations have a significant impact on the natural environment. This is especially true for formation and surface waters. Mine waters of coal enterprises are perhaps the most significant of these factors. Polluted formation waters from productive coal seams negatively affect groundwater used for drinking water supply, with which they have a hydraulic connection in the rocks. Mine drainage waters and waters of enrichment plants intensively pollute surface water bodies. As a result of these processes, the content of sulfates and chlorides in natural waters increases, their microcomponent composition, pH and Eh values change, and mineralization increases. All this poses a threat not only to the environment, but also to human life.

Keywords: mining industry, natural resources, environment.

Розвиток вугільної, а також гірничо-рудних галузей виробництва все більше впливає на екологічний стан довкілля. Вугілля та руди видобуваються як поверхневим так і підземним способом. Обидва ці види діяльності різко порушують природний баланс у системі «порода-вода», виводячи з

господарського обігу цілі водоносні горизонти і комплекси. Гідрогеологічні умови пов'язані з тектонічними особливостями, літологічним складом водовмісних порід і визначають різницю в хімічному складі підземних вод. Гідрогеохімічні процеси, включаючи реакції катіонного обміну, взаємодію води з породами та потік води, впливають на геохімію та еволюцію водоносних горизонтів. Тектонічна порушеність порід ускладнює гірничо-геологічні умови видобутку вугілля, сприяє обводненню гірничих виробок створюючи загрозу проникнення високомінералізованих вод в питні водоносні горизонти. Дослідження особливостей гідрогеології вуглепородних масивів за останні роки набуло ще більшої актуальності і стало окремим напрямком досліджень, що включає зокрема і вивчення шахтних вод та їх вплив на навколишнє середовище (В. Суярко, В. Білецький, В. Вергельська, С. Войтович та ін.).

На формування і хімічний склад шахтних вод впливає низка факторів. Серед природних виокремлені -тектонічний (наявність розривних порушень і гідродинамічних зв'язків між водоносними комплексами), літологічний (мінералогічний склад порід), гідрогеологічний (ступінь обводнення гірничої виробки, хімічний склад вихідних підземних вод), кліматичний. Серед антропогенних факторів-глибина гірничих робіт, протяжність гірничих виробок, транспортування гірничої маси.

Гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну полягає в зростанні мінералізації вод з глибиною і поступовій зміні їх хімічного складу від гідрокарбонатних кальцієвих вод зони гіпергенези (мінералізація 0,6 г/дм³) до хлоридних натрієвих вод зони застійного режиму (мінералізація 110 г/дм³). Природне забруднення вод в Львівсько-Волинського вугільного басейну пов'язане з розвантаженням високонапірних мінералізованих вод девону в вищезалягаючі водоносні горизонти крейдових і четвертинних відкладів [4]. Гідрогеохімічна зональність Дніпровсько-Донецької складчастої системи складна, обумовлена особливостями геологічного, палеогідрогеологічного розвитку, впливом розломної тектоніки, наявністю трьох гідродинамічних зон (інфільтраційної, елізійної та термодегідратаційної) [5]. Ці особливості спричинили формування строкатого складу підземних вод, від солоних гідрокарбонатних кальцієвих, сульфатно-гідрокарбонатних та сульфатних кальцієво-натрієвих (магнієвих) до метаморфізованих вод гідрокарбонатних натрієвих та хлоридних натрієвих (кальцієвих) солоних вод і солянок збагачених хлоридами і сульфатам. Перші – характеризують зону впливу гіпергенних чинників, другі – елізійну водонапірну систему. В зонах тектонічних порушень відбувається міграція сульфатно-хлоридних натрієвих вод з палеозой-мезозойських відкладів і розвантаження їх у вищезалягаючі відклади кайнозою. Відмінності між вугільними басейнами в потужностях, глибинах залягання водоносних комплексів, особливостях геолого-гідрогеологічних умов вплинули на формування і хімізм шахтних вод.

Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається, головним чином, за рахунок атмосферних опадів та перетоку води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням

глибин залягання в їхньому живленні зростає роль напірних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається зонами глибинних розломів [5].

У Центральному Донбасі зустрічаються води від кислих з рН від 4,5, мінералізацією 5-10 г/дм³ хлоридно-сульфатних магнієво-кальцієво натрієвих (кальцієво-магнієво-натрієвих) на глибинах від близько 100-1200 м до лужних з рН до більше як 8,5, мінералізацією до 30 г/дм³ хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатних кальцієво-натрієвих на глибинах 500-1300м. До 500м зустрічаються нейтральні та слаболужні води з рН від 6,5 до 8,5, мінералізацією 0,5-3,5 г/дм³ хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатні, гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатні магнієво-кальцієво-натрієві. Домінують сульфатно натрієві води. У Червоноградському гірничо-промисловому районі на глибинах до 500 м домінують нейтральні та слаболужні води з мінералізацією від 3 до 10 г/дм³ гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридні магнієво-кальцієво-натрієвого складу (хлоридно-натрієві), що є результатом змішування мінералізованих вод карбона (серпухівський ярус) з прісними водами верхньої крейди (сенон) [1]. Окрім підвищеної мінералізації шахтні води містять залізо, алюміній, манган, нікель, кобальт, мідь, цинк, стронцій, а також вміст бору, бром, літій та інших мікроелементів. Підземні води Львівсько-Волинського басейну збіднені на мікроелементний склад в незначних кількостях тут присутні молибден, свинець, ванадій, бром, нікель [3]. Накопичення мікроелементів в шахтних водах пов'язано з такими факторами як мінералізація вод, речовинний склад вуглевмісних порід, розвантаження підземних вод з горизонтів розташованих вище в гірничі виробки антропогенних забруднень в межах вугільного родовища. Вміст мікроелементів залежить від ступеня мінералізації вод.

В процесі відпрацювання вугільних пластів склад шахтних вод змінюється що залежить від глибини гірничих виробок і визначає хімічний склад вихідних підземних вод, а також наявності обводнених розривних порушень, що гідравлічно пов'язують підземні води різних гідрохімічних зон. У результаті цих процесів у водах збільшується вміст сульфатів і хлоридів і погіршується якісний склад підземних вод [2].

В районах шахтних полів спостерігається дренавання водоносних горизонтів, а поблизу кар'єрів – підтоплення населених пунктів. Через шахтний і кар'єрний водовідлив забруднення зазнають, передусім, води зони вільного водообміну, які часто використовуються для місцевого водопостачання. Основною гідрогеологічною особливістю областей видобування вугілля та руд завжди є місця різкого порушення гідрогеохімічної зональності, що завжди негативно впливає на рівень екологічної безпеки. Оскільки такі зміни швидко проявляються в часі і просторі, у видобувних регіонах обов'язковим є постійний гідрогеологічний моніторинг.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бучацька Г. М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Вісник Львівського Національного університету. Серія геологічна*. 2009. 23. 175–183.

2. Вергельська В. В. Особливості зміни шахтних вод на різних етапах розробки вугільних покладів. *Збірник наукових праць «Гідрогеологія: наука, освіта, практика»*. Харків. Стил-Іздат. 2020. 2. 17-20.
3. Войтович С. Еколого-гідрогеохімічне районування Червоноградського гірничо-промислового району. *Геологія і геохімія горючих корисних копалин*. 2015. 1-2. 161-173.<http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000651302>.
4. Підземні води західних областей України / За ред. О.Д. Штогрин. К. Наук.думка, 968.
5. Суярко В. Геохимия подземных вод Восточной части Днепро-Донецкого авлакогена. *ХНУ им. В. Н. Каразина*. Харків. 2006. 225.

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПОГЛЯДІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ РЕСУРСНОЇ БАЗИ СТРАТЕГІЧНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН (НА ПРИКЛАДІ ВЕЛИКОВИСКІВСЬКОЇ ПЛОЩІ, ПІВДЕННА ЧАСТИНА КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ)

Ю. В. Крошко

кандидат геологічних наук

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

Прагнення України вступити до Євросоюзу та долучитися до економічного та ресурсного блоку країн накладає на державу зобов'язання в багатьох галузях промисловості, виробництва та видобутку. Після підписання угоди про спільний контроль та видобуток стратегічних корисних копалин наші розробки мають підвищити національний та відповідати високим світовим стандартам у галузях видобутку корисних копалин, безпеки та охорони навколишнього середовища. Ресурси цирконію, які внесені до критично-стратегічної сировини в Україні є поширеними в її надрах, і в той же час потребують розширення та доповнення їхньої ресурсної бази.

Ключові слова: комплексні прояви, цирконій, стратегічна сировина, ГІС-дослідження.

APPLICATION OF THE LATEST TECHNOLOGIES AND APPROACHES TO EXPAND THE RESOURCE BASE OF STRATEGIC MINERALS (USING THE EXAMPLE OF VELKYA VYSKOVSKA SQUARE, THE SOUTHERN PART OF THE KORSUN-NOVOMYRHOROD PLATOON)

Yu. V. Kroshko

PhD (Geology)

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

Ukraine's desire to join the European Union and join the economic and resource bloc of countries imposes obligations on the state in many sectors of industry, production, and extraction. Following the signing of the agreement on joint control and extraction of strategic minerals, our developments must increase national production and meet high international standards in the fields of mineral extraction, safety and environmental protection. Zirconium resources, which are included in the list of critical and strategic raw materials in Ukraine, are widespread in its subsoil, and at the same time require expansion and replenishment of their resource base.

Keywords: complex manifestations, zirconium, strategic raw materials, GIS research.

Вступ.

Для розширення ресурсної бази видобутку цирконію можуть бути залучені раніше опошуквані але відкладені для видобутку ділянки через наявність об'єктів для видобутку, які відповідали часовим критеріям. Для прикладу комбіновані прояви цирконію, ніобію, танталу на Великовисківському масиві, південна частина Корсунь-Новомиргородського плутону. Рідкіснометально-рідкісноземельно-цирконієва в лужних сієнітах рудна формація локалізована в середніх за розмірами масивах і дрібних тілах лужно-польовошпатових сієнітів, які розміщені в крайній південній ендоконтактовій частині Корсунь-Новомиргородського плутону (Осикувацький корінний рудопрояв).

Ніобій-рідкісноземельно-цирконієва рудна формація в корі вивітрювання представлена в екзоконтактових зонах Новомиргородського масиву та Канізького масивів основних порід, де відомі декілька масивів граносієнітів і сієнітів, порід з мінералізацією циркону. Рудоносна кора вивітрювання має товщину 10-54 м. Як і в корінних породах, елювіальні руди зазвичай мають комплексний характер. Формація представлена Веселівським і Осикувацьким елювіальними проявами.

Прояви цирконію, які можуть мати промислове значення, пов'язані з лужними породами (монцосієнітами, сієнітами) південної ендоконтактової частини Корсунь-Новомиргородського плутону. Найперспективнішими є Веселівський елювіальний прояв та Осикувацький комплексний прояв корінних і елювіальних руд. Обидва прояви знаходяться в межах Великовисківського рудоносного поля.

Історія дослідження території. Дослідження перспективності Корсунь-Новомиргородського плутону проводиться з середини позаминулого століття. В 1955 році Кіровоградською пошуковою партією Східно-Української експедиції проводились пошукові роботи з метою виявлення промислових концентрацій ільменіту, рутилу, циркону в алювіальних відкладах і в корі вивітрювання основних порід. Роботи велись, головним чином, в долинах рік Велика Вись та Вільшанка. За результатами робіт з'ясовано, що алювіальні відклади не представляють промислового інтересу. Вихід концентрату мінералів важкої фракції в алювіальних відкладах не часто перевищував 10 кг/м³. В 1958 році Правобережною експедицією Українського геологічного управління в межах середнього Придніпров'я проводились пошукові роботи на титан-цирконієві руди, пов'язані з піщаними відкладами сарматського ярусу і полтавської світи (Вадимов Н.Т., 1958).

Під час проведення геологозйомочних робіт масштабу 1:200000 і 1:50000 було виявлено перспективні ділянки на пошуки ільменітових розсипів в нижньокрейдових піщано-глинистих відкладах і в корах вивітрювання кристалічних порід Новомиргородського габроанортозитового масиву, який знаходиться в південній частині Корсунь-Новомиргородського плутону, встановлено значні концентрації ільменіту в корах вивітрювання в межах габро-анортозитових масивів центральної і північної частини плутону.

В 1980-86 рр. виконано глибинне геологічне картування масштабу 1:200000 території, яка охоплює Корсунь-Новомиргородський плутон та його складчасте

облямування (Брянський В.П., 1981-86рр.; Володин Д.Ф., 1692) за результатами яких була підтверджена промислова ільменіт-апатитоносність габро-анортозитових масивів плутону.

Під час проведення ГГК-200 у південній частині Осикувацького прояву пробурено профіль свердловини, які підтвердили наявність підвищених концентрацій цирконію в сієнітах та їх корі вивітрювання.

Геологічна будова проявів.

Великовисківська ділянка охоплює південну ендоконтактову частину Корсунь-Новомиргородського плутону і складена основними і кислими породами Коростенського комплексу. Проміжне положення серед інтрузивних утворень займають породи групи монцосієнітів, уперше виділені при ГГК масштабу 1:200 000, у північно-західній частині території в екзоконтакті Канізького габро-анортозитового масиву. Тут же встановлено значне поширення сієнітів, що складають невеликі масиви й тіла. Ці утворення віднесено до інтрузивних утворень.

У межах Великовисківської ділянки (однойменного рудоносного поля) розташовані Веселівський, Осикувацький, Володимирський, Олександрійський елювіальні прояви й окремі точки підвищеної мінералізації циркону та рідкісноземельних елементів. У межах Веселівського та Осикувацького проявів підраховано прогнозні ресурси циркону та двоокису цирконію. У межах Володимирського та Олександрівського проявів прогнозні ресурси не підраховувалися через їхні незначні розміри та незначну товщину продуктивної товщі кори вивітрювання [1].

Окрім проявів циркону на Великовисківській ділянці під час проведення ГГК-200 було встановлено контрастні рудогенні геохімічні аномалії, перспективні на виявлення ніобій-рідкісноземельного зруденіння. Первинні контактні ореоли характеризуються стійкою асоціацією рідкісних і рідкісноземельних елементів – цирконію, ніобію, ітрію, ітербію, лантану, церію.

За даними хімічних і спектральних аналізів монофракцій встановлено, що ніобій в основному знаходиться у вигляді ізоморфної домішки в ільменіті і цирконі. З власних мінералів ніобію виявлені поодинокі зерна колумбіту. Вміст рідкісних земель за спектральним аналізом в контрастних ореолах складає 0,1-0,5%. Серед рідкісноземельних елементів переважає церієва група. Високий вміст суми рідкісних земель за даними нейтронно-активаційного аналізу (0,2-1% і більше) характерний для сієнітів Осикувацького прояву.

Осикувацький прояв корінних і елювіальних розташований поблизу південно-східної окраїни с. Осикувате Кіровоградського району Кіровоградської області.

Прояв приурочений до масиву сієнітів підковоподібної форми розміром 6х2,5 км, розміщеного в крайній південній ендоконтактовій частині Корсунь-Новомиргородського плутону. На рівні сучасного ерозійного зрізу масив складений лейкократовими сієнітами при підпорядкованому значенні меланократових різновидів. Останні зазвичай поширені в крайових ендоконтактових частинах масиву.

Наявність підвищених концентрацій цирконію до 0,3% (св.4881,4883) в сієнітах та їхній корі вивітрювання була виявлена при геологозйомочних роботах масштабу 1:50 000 (Злобенко В.Г., 1966). При пошукових роботах спеціалізованої експедиції КП «Кіровгеологія» в сієнітах і гранітах більш лужного складу, які їх оточують встановлено підвищені концентрації цирконію від 0,2% (св.75-123, 76-98) до 0,5% (св. 76-95, 8787).

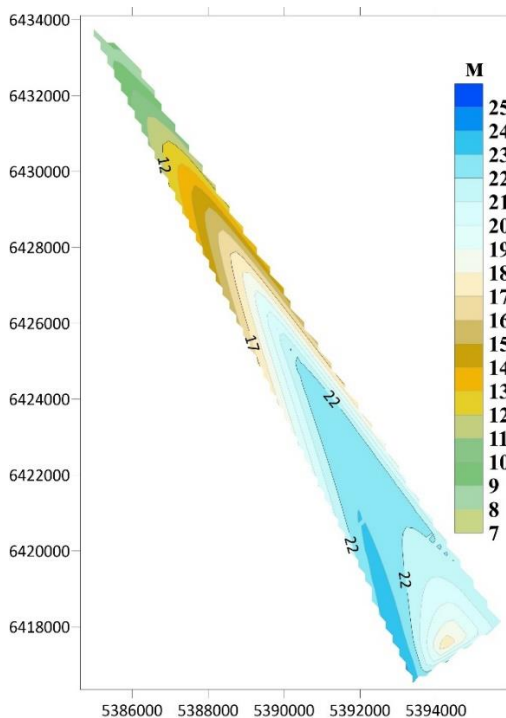


Рис.1. Ізопахіти товщини рудного інтервалу в межах Осикувацького прояву

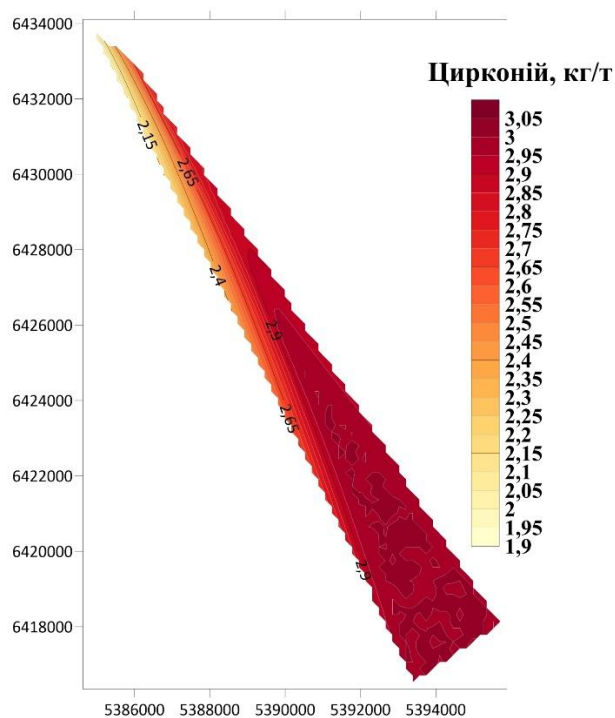


Рис.2. Середньо зважений вміст циркону (кг/т) в рудному інтервалі Осикувацького прояву

Елювіальний прояв. Максимальний вміст цирконію від 0,5 до 1 % встановлено спектральним аналізом в корі вивітрювання сієнітів (св. 861, інт.50,0-60,0 м). Вміст циркону, за даними шліхового аналізу, в корі вивітрювання по св. 864 (інт.50,0-70,0м) змінюється від 4,7 до 7,8 кг/т. Максимальні значення лантаноїдів встановлено в катаклазованому граносієніті (св. 862, інт. 53,7-83,0 м), де їх сума складає 0,31-1,1 %. Мінералогічним аналізом встановлено наявність в сієнітах і їх корі вивітрювання ортиту, монациту, іноді бастнезиту і ксенотиму. Таким чином, зруденіння Осикувацького прояву є комплексним рідкісноземельно-цирконієвим.

На сієнітах та навколишніх гранітах залягає їхня продуктивна кора вивітрювання, середня товщина якої становить 18,1 м. Середньозважений вміст циркону (за даними шліхового та спектрального аналізів) в корі вивітрювання 3,11 кг/т. Середня товщина розкриття 55,1м. Площа рудоносного покладу 5,25 км². Прогнозні ресурси циркону по прояву складають 537860,51 т.

Корінний прояв досліджений окремими картувальними свердловинами в середньому до глибини 100 м. Глибина прогнозу зруденіння по кристалічних

породах прийнята у двох варіантах – 300 і 500 м. Через відсутність даних про глибинну будову масиву сієнітів і його можливу глибинну диференціацію було прийнято умовно рівномірний розподіл корисного компонента (цирконію) в породі. Ділянка Осикувацького корінного прояву оконтурена за геохімічними даними. В її межах було виокремлено 3 перспективні ділянки (блоки) з вмістом цирконію від 0,1 до 0,5 %. Окремими свердловинами в сієнітах виявлено рудні зони товщиною 0,5 м з вмістом цирконію 1 %. Дані спектрального аналізу підтверджені результатами рентгенорадіометричного аналізу, за якими вміст двоокису цирконію коливається від 0,2 до 0,5 %, в середньому 0,3 %. Максимальна концентрація цирконію 1 % встановлена в св. 862 (інт.74,5-75,0 м), що вказує на можливість виявлення в сієнітах ділянок з багатим цирконієвим зруденінням.

Основним концентратором рідкісних земель церієвої групи є ортит та чевкініт – характерні акцесорні мінерали сієнітів. Крім ортиту і чевкініту в окремих пробах діагностовано бастнезит. Головним мінералом-концентратором ніобію є ільменіт, який вміщує до 0,4 % Nb_2O_5 . З власних мінералів ніобію діагностовано поодинокі зерна колумбіту в каоліновій корі вивітрювання сієнітів (св.863, шл.990).

Прогнозні ресурси цирконієвих руд Осикувацького корінного прояву оцінено і вони пройшли апробацію [2].

Висновки.

Сієніти Осикувацького масиву характеризуються стійкою ніобій-рідкісноземельно-цирконієвою геохімічною спеціалізацією. У межах Осикувацького масиву сієнітів встановлено первинні ореоли цирконію 0,3 % загальною площею близько 3 км². В асоціації з цирконієм спектральним аналізом встановлено ніобій (до 0,07 %, св.863), ітрій (до 0,1 %, св.861), лантан (до 0,1 %), церій (до 0,15 %, св.862).

Слід акцентувати увагу на важливість розширення мінеральної бази видобутку з застосуванням новітніх технологій та залучення до комплексного видобутку нових родовищ та рудопроявів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Брянский В.П., Кузьменко Л.С. Отчет по глубинному геологическому картированию масштаба 1:200 000 южной части Корсунь-Новомиргородского плутона территории листов М-36-XXVI, XXVII, XXXII, XXXIII. Киев. 1986г. 304 с.
2. Н. Флоре Переоцінка перспективних та прогнозних ресурсів провідних типів корисних копалин, виявлених та рериторії діяльності підприємства в результаті проведення геологозйомочних та пошукових робіт станом на 01.01.2001 року на площі М-36-XX-XXV, XXVI, XXVII, XXXII, XXXIII та в межах центральної і північно-західної частин Дніпровського буровугільного басейну. Черкаси. 2005р.

ГЕОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИДОБУВАННЯ ГАЗУ З НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРІВ СИЛУРУ І КЕМБРІЮ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

Я. Лазарук

доктор геологічних наук

Г. Гривняк, С. Гарасим

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова, 3а

Коротко охарактеризовано запаси та стан робіт з видобування газу з низькопроникних порід-колекторів у світі. Показаний ресурсний потенціал прогнозованих нетрадиційних газових покладів Олескої ділянки на заході України та ймовірні шляхи його освоєння. Оцінені основні чинники негативного впливу на навколишнє середовище та визначені ймовірні екологічні проблеми промислового видобування сланцевого газу.

Ключові слова: сланцевий газ, ресурси, гідророзрив пластів, видобуток, екологія.

GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL-ECOLOGICAL PROBLEMS OF GAS PRODUCTION FROM LOW-PERMEABILITY RESERVOIRS OF THE SILURIAN AND CAMBRIAN OF VOLYN-PODILLIA

Ja. Lazaruk,

Doctor of Geological Sciences

H. Hryvnyak, S. Harasym

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine,
79060, Lviv, 3a Naukova st.

The reserves and status of gas production from low-permeability reservoir rocks in the world are briefly described. The resource potential of the predicted unconventional gas deposits of the Oleska area in western Ukraine and the likely ways of its development are shown. The main factors of negative impact on the environment are assessed and the likely environmental problems of industrial shale gas production are identified.

Keywords: shale gas, resources, hydraulic fracturing, production, ecology.

У світі невпинно зростає попит на енергоносії. Для України, яка вже четвертий рік знаходиться у стані війни, питання забезпечення енергоресурсами, має екзистенційне значення. У 2024 році промисловістю і населенням держави спожито приблизно 19,8 мільярда кубометрів газу. Дещо менше за вказаний період видобуто державними і приватними газовидобувними компаніями. Частина газових родовищ виявилася на непідконтрольній Україні території. Відомі родовища вуглеводнів з традиційними колекторами вже достатньо виснажені. Це стимулює нафтогазові компанії розробляти нові технології освоєння вуглеводневих покладів, насамперед газових, пов'язаних з низькопроникними колекторами. Підвищення

світових цін на паливо зробило ці технології рентабельними і дало змогу видобувати нетрадиційний газ у промислових масштабах.

Якщо світові запаси традиційного природного газу становлять від 177 до 213 трлн м³, то прогнозні ресурси газу в низькопроникних колекторах за даними Управління енергетичної інформації Міністерства енергетики США та незалежної консалтингової компанії Advanced Resources International Inc. для 48 нафтогазоносних басейнів 32 країн світу досягають 1200 трлн м³ [1]. Певними ресурсами нетрадиційного газу володіють Австралія, Індія, Китай, а у Європі – Німеччина, Польща, Франція, Швеція, а також Україна. Промислова його розробка здійснюється лише у США і Канаді. Оптимальне поєднання законодавчих підходів, технологічних та екологічних рішень дало змогу США видобувати нетрадиційний газ у промислових масштабах. Вони вже декілька років поспіль є світовим лідером з видобування газу і практично задовольняють свої потреби власними ресурсами. Про масштабність технології гідророзриву пласта свідчить те, що останнім часом у США щорічно видобувається близько 150 млрд м³ сланцевого газу – приблизно чверть від загального об'єму в країні.

Україна теж має певний потенціал для видобутку низькопроникного газу. Одними з найперспективніших є відклади кембрію та силуру Олеської ділянки Волино-Подільської окраїни Східноєвропейської платформи, в яких прогнозується 1 трлн м³ газу [2, 4]. Однак його оцінка може бути суттєво завищеною. Зі згаданих відкладів у сусідній Польщі упродовж 2008-2014 рр. на сланцевий газ пробурені 56 свердловин, у 24 з них проведені гідророзриви пластів, однак отримати припливи газу вдалося лише у декількох свердловинах. Найбільшого результату досягла компанія Lane Energy Poland (підконтрольна Copoco Phillips), яка за добу отримувала до 8 тис м³ газу з глибини 3 км з тестової свердловини поблизу містечка Lembork на півночі країни. Технологія гідророзриву полягає в закачуванні в пласт великих об'ємів розчину, що складається з води, піску та хімічних сполук, які під високим тиском розривають породу (рис. 1). Це дає змогу вивільнити газ з ущільненої породи.

За нашими розрахунками для видобутку сланцевого газу Олеської ділянки з середнім коефіцієнтом вилучення 0,15 (тобто всього 150 млрд товарного газу) повинні бути пробурені 20240 свердловин. Загальна площа вилучених земель становила б 10 тис. га (рис. 2). Кожна свердловина потребуватиме до 50 кластерних гідророзривів з інтервалом 15-30 м, на що витратиться в середньому 20 тис. м³ води, тобто всього понад 400 млн м³ [3]. А це майже 30% річного стоку Дністра та Західного Бугу, у водозбірних басейнах яких знаходиться Олеська ділянка.

Перевезення великоваговим автотранспортом мільйонів тон вантажів призведе до викидів великої кількості продуктів згоряння дизельних моторів, значного пилового, вібраційного та шумового навантаження довкілля. Не уникнути забруднення і під час експлуатації численних свердловин (рис. 3).

Таким чином навіть у США, незважаючи на жорсткі екологічні норми стосовно буріння свердловин і проведення гідророзривів, є великі екологічні проблеми з освоєння родовищ газу низькопроникних колекторів.



Рис. 1. Скупчення техніки під час гідророзриву на буровому майданчику. Штат Техас, США (фото з Google Earth).

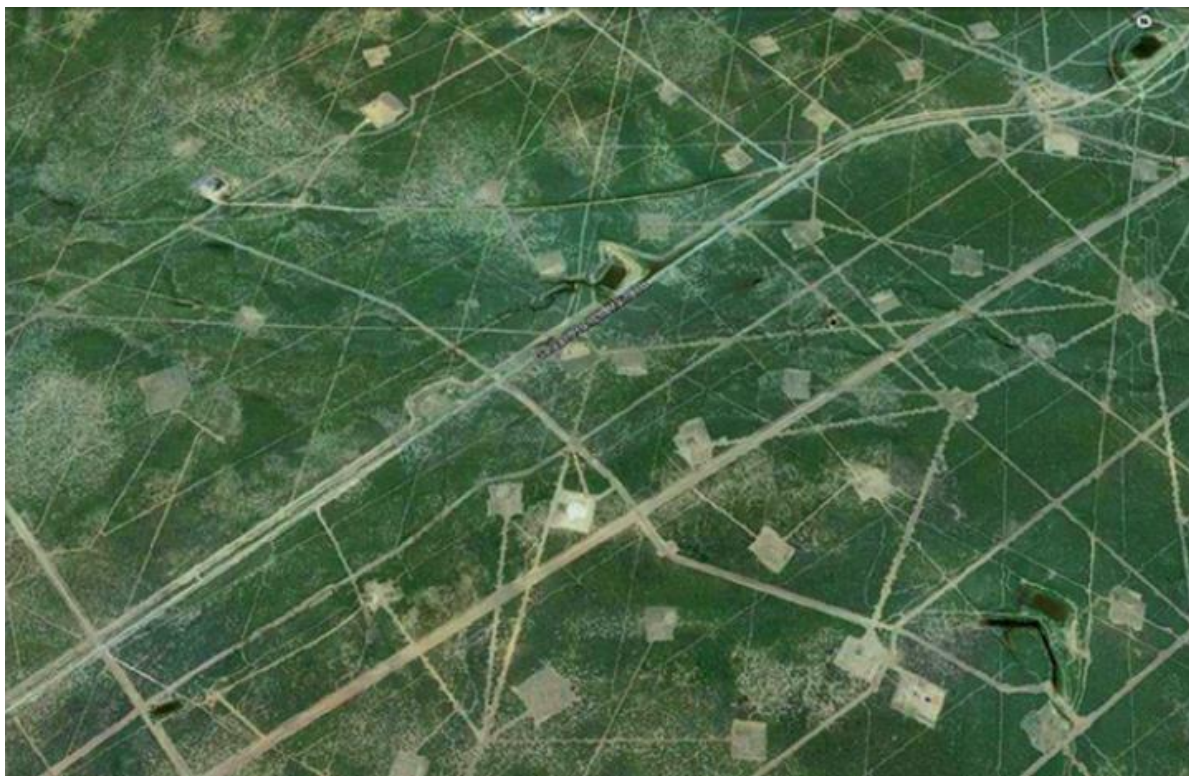


Рис. 2. Під'їзні шляхи та бурові майданчики на територіях видобування сланцевого газу. Штат Техас, США (фото з Google Earth).



Рис. 3. Забруднені території навколо свердловин з видобування сланцевого газу. Штат Техас, США (фото з Google Earth).

На заході України немає малозаселених територій, таких, наприклад, як в Техасі, Пенсільванії чи передгір'ї Скелястих Гір, а тому екологічні ризики можуть бути ще більшими. Прогнозовані ресурси сланцевого газу Олеської ділянки порівняно невисокі. Ними можна забезпечити потреби України приблизно на вісім років. Економічна доцільність видобування нетрадиційного газу теж під великим запитанням. Власне це зупинило геологорозвідувальні роботи в сусідній Польщі, де геологічні передумови формування родовищ сланцевого газу суттєво кращі. Окрім того є суттєва екологічна небезпека його видобування, пов'язана із застосуванням гідророзриву пластів, невирішеними проблемами джерел водопостачання промислів, утилізації технологічної рідини та інших видів навантажень на довкілля. Можливо, освоєння прогнозованих газових покладів слід відкласти до винайдення нових, екологічно безпечніших методик видобування сланцевого газу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтернативи газозабезпечення України: скраплений природний газ (СПГ) та нетрадиційний газ: (Аналітична доповідь Центру Разумкова). Національна безпека і оборона, 2011, № 9, С. 2–42.
2. 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.
3. Лазарук Я.Г. Перспективи та проблеми освоєння джерел нетрадиційної вуглеводневої сировини Волино-Подільської нафтогазоносної області України. Стаття 1. Перспективи сланцевого газу Олеської ділянки. *Геологічний журнал*. 2015. № 1. С. 7–16.
4. 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.

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

С. П. Мінєєв

доктор технічних наук, професор

Д. М. Пимоненко

кандидат технічних наук

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

Розглянуто нормативну базу, яка регулює організацію робіт з гасіння пожеж у гірничих виробках вугільних шахт. Внаслідок аналізу визначено, що існуючі нормативні документи не забезпечують повною мірою ефективну локалізацію підземних пожеж. У межах формування систем протипожежного захисту у якості технічних рішень розглянуто застосування водяних завіс та протипожежних розривів («голодних зон»).

Ключові слова: підземна пожежа, протипожежний розрив, водяна завіса, нормативні документи.

ON ENHANCING THE LEGAL FRAMEWORK FOR FIRE SAFETY IN COAL MINES

S. P. Minieiev

Doctor of Technical Sciences, Professor

D. M. Pymonenko

Candidate of Technical Sciences (Ph.D)

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

The paper examines the regulatory framework governing the organization of fire suppression activities in coal mine workings. The analysis demonstrates that the current normative documents do not provide sufficient mechanisms to ensure the effective containment of underground fires. Within the context of developing integrated fire protection systems as potential technical solutions, particular attention is given to the application of water curtains and firebreaks ("starved zones").

Keywords: underground fire, firebreak, water curtain, regulatory framework.

Підземні пожежі у гірничих виробках вугільних шахт мають системний вплив, що охоплює атмосферу, гідросферу, літосферу та соціальну сферу.

1. Атмосфера. Тривалі викиди CO_2 і CH_4 підсилюють парниковий ефект, а SO_2 і NO_x погіршують якість повітря та становлять небезпеку для здоров'я людей.
2. Гідросфера. Кислі шахтні води з сульфатами та важкими металами потрапляють у водоносні горизонти та річки, погіршуючи стан водних екосистем і джерел питної води.

3. Літосфера. Горіння пластів викликає просідання і тріщини, руйнує ґрунти, хімічне забруднення ґрунтів продуктами горіння знижує їх родючість та ускладнює відновлення рослинності.
4. Соціальна сфера. Погіршення якості повітря і води негативно впливає на здоров'я населення, підвищуючи захворюваність дихальної та серцево-судинної систем, спричиняє втрату сільськогосподарських угідь.

Багаторічний досвід проведення гірничорятувальних робіт засвідчує, що в шахтах із недостатнім рівнем протипожежної підготовки навіть відносно невеликі загоряння переростали у складні та тривалі аварійні ситуації. Натомість у шахтах з належно організованою системою протипожежного захисту пожежі зазвичай ліквідовувалися оперативно та без значних витрат ресурсів і зусиль.

На думку [1], пожежонебезпеку шахти можна представити наступною залежністю

$$P_{ш} = f(P_e, P_o, P_i, P_p, P_m, P_l), \quad (1)$$

де P_e – ймовірність наявності горючих речовин, матеріалів і обладнання, що містить їх; P_o – ймовірність наявності окислювача; P_i – ймовірність виникнення теплового імпульсу; P_p – ймовірність розвитку та поширення пожежі; P_m – ймовірність нанесення матеріальних збитків; P_l – ймовірність загрози життю захоплених пожежею людей.

Виникнення та поширення пожеж у гірничих виробках вугільних шахт доцільно розглядати як випадкові процеси, дослідження яких найповніше забезпечується застосуванням методів теорії ймовірностей і математичної статистики при побудові відповідних математичних моделей. Тому для кількісного оцінювання параметрів, що характеризують ці процеси, доцільно використовувати статистичні методи, здатні відобразити різноманітність і взаємодію випадкових чинників, які лежать в їх основі. Оцінку пожежної безпеки підземних об'єктів вугільних шахт можна здійснювати за допомогою індивідуального ризику R_i , тобто ймовірності виникнення небезпечних факторів пожежі, що виникають при аварії в певній точці простору протягом встановленого часу.

Під оцінкою ризику розуміють розрахунок індивідуального ризику для підземного об'єкта і порівняння його з нормативними значеннями, при цьому вважають, якщо $R_i < R^* = 10^{-6}$, то пожежна безпека об'єкта вважається забезпеченою, при $R^* < R_i < R_1 = 10^{-4}$ – вважають прийнятною, експлуатація об'єкта може здійснюватися після проведення додаткового обґрунтування, в якому буде показано, що вжито всіх необхідних та достатніх заходів для зниження пожежної небезпеки. При $R_i > 10^{-4}$ вважають, що пожежна безпека об'єкта не забезпечена та експлуатація його заборонена.

Розрахунковий індивідуальний ризик R_i для кожного об'єкта визначають за формулою [2]

$$R_i = P_n \cdot P_{np} \cdot (1 - P_e) \cdot (1 - P_{пз}), \quad (2)$$

де P_n – ймовірність пожежі на об'єкті протягом року; P_{np} – ймовірність присутності людей на об'єкті протягом року при роботі: 0,25 - в одну зміну; 0,50 – у дві зміни; 0,75 – у три

зміни; 1,00 – у чотири зміни; P_e – ймовірність евакуації людей на об'єкті протягом року; $P_{пз}$ – ймовірність ефективної роботи технічних засобів протипожежного захисту протягом року.

Заходи щодо локалізації підземних пожеж передбачені такими нормативними документами:

- наказом Мінпаливенерго України від 30 серпня 2002 р. №507 – наведено вимоги до організації протипожежних розривів на виїмкових ділянках, які відпрацьовують лави довгими стовпами. Рекомендовано влаштування протипожежних розривів довжиною 100 м через кожні 400 – 500 м гірничої виробки;

- Правилами пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України НАПБ Б.01.009–2004 [5] – містять вимоги до встановлення у гірничих виробках систем локалізації та гасіння пожеж водою, протипожежних дверей та арок, передбачено захист водяними завісами лінійної частини стрічкових конвеєрів, у додатку методика розрахунку гідравлічних параметрів протипожежного трубопроводу та витрати води для створення водяної завіси.

- Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10 [6] – встановлюють порядок безпечного ведення гірничих робіт і використання гірничошахтного, транспортного та електротехнічного обладнання, провітрювання та протиаварійного захисту гірничих виробок, забезпечення пилогазового режиму, виробничої санітарії та охорони праці.

При гасінні підземних пожеж у гірничих виробках, через які подається свіжий струмінь повітря, важливо запобігти поширенню вогню разом із повітряним потоком. Одним із ефективних заходів для надійної локалізації пожежі є встановлення водяних завіс на шляху руху розжарених газів. Найбільш ефективними є автоматичні водяні завіси, заздалегідь розташовані у відповідальних вузлах шахти.

Розпилення значно підвищує ефективність води, оскільки дрібні краплі випаровуються швидше, а інтенсивність теплопоглинання залежить від ступеня дисперсності: зі збільшенням поверхні частинок вода швидше випаровується. У табл. 1 показано, як змінюється площа поверхні розпиленої води залежно від ступеня її розпилення.

Таблиця 1

Зміна загальної поверхні 1 л води залежно від її розпилення

Діаметр краплі, мм	3,0	1,5	1	0,8	0,4	0,2	0,02
Поверхня крапель в 1 л води	2	4	6	8	16	30	300

При складанні проектів протипожежного захисту шахт враховуються такі фактори, що визначають параметри водяної завіси:

- 1) поперечний переріз гірничої виробки;
- 2) швидкість руху повітряного струменя;

- 3) кріплення гірничої виробки, що захищається;
- 4) температура samozаймання у потоці пожежних горючих матеріалів, які знаходяться у виробці;
- 5) інтенсивність теплообміну водяної завіси, що визначається конструктивними особливостями розпилювальних насадок, величиною тиску води, схемою розстановки розпилювальних насадок за перерізом гірничої виробки та ін. ;
- 6) розрахункова температура пожежних газів.

Температуру пожежних газів у зоні горіння описують залежністю [5]

$$t_{гк} = \frac{B_n \cdot V_{пож} \cdot (0,8 \cdot Q_n - 586) + 26 \cdot G_z + (0,1 + 0,08 \cdot V_{нов}) \cdot F_{см}}{(5,13 \cdot 10^{-3} + 4,11 \cdot 10^{-3} \cdot V_{нов}) \cdot F_{см} + 1,31 \cdot G_z}, \quad (3)$$

де $t_{гк}$ – температура пожежних газів, °С; B_n – пожежне навантаження у гірничій виробці, кг/м; $V_{пож}$ – швидкість руху пожежі по виробці, м/с; Q_n – нижча температурна здатність горючих матеріалів, кДж/кг; G_z – об'ємна витрата газового потоку, м³/с; $F_{см}$ – загальна площа поверхонь виробітку в зоні горіння, м²; $V_{нов}$ – швидкість вентиляційного струменя у виробці, м/с.

Підземні виробки вугільних шахт мають бути обладнані протипожежним трубопроводом, проте нині ряд вугільних шахт має значну кількість виробок, у яких з різних причин відсутнє протипожежне водопостачання. У ситуації, що склалася, необхідно вжити заходів або щодо відновлення протипожежного водопостачання шахт, або передбачити альтернативні заходи щодо захисту виробок, а саме організацію протипожежних розривів («голодних зон»). Метод розрахунку довжини протипожежних розривів досі відсутній у нормативній документації [4–6].

У гірничих виробках шахт протипожежний розрив («голодна зона») – це простір довжини, що нормується, між двома пожежонебезпечними об'єктами, що запобігає поширенню пожежі від одного об'єкта до іншого внаслідок теплопровідності, конвекції, променистого теплообміну або поширення полум'я по його поверхні. Довжина розриву та його місцезнаходження визначаються розрахунком. Силові та сигнальні кабелі повинні бути в межах протипожежного розриву («голодної зони») ізольовані шляхом їх розміщення в захисні металеві кожухи або бетонні оболонки товщиною не менше 100 мм шляхом набризку бетонно-пінної в'язкої суміші. Також необхідно замінити дерев'яне кріплення (або обробити вогнезахисним складом), замінити дерев'яну затяжку на з/б затяжку або металеву сітку-затяжку (або обробити вогнезахисним складом), прибрати трапи. При цьому слід врахувати, що даний спосіб протипожежного захисту не застосовується в конвеєрних виробках та очисних ділянках.

За відсутності горючих матеріалів у зоні протипожежного розриву його довжина $L_{пр}$ визначається [3]

$$L_{пр} = \frac{S \cdot V_{нов} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (t_{гк} - t_{займ})}{4,12 \cdot 10^{-3} \cdot (1,25 + V_{нов}) \cdot P \cdot (t_{гк} - t_{пор})}, \quad (4)$$

де $t_{займ}$ – температура займання горючих матеріалів, °С; $t_{пор}$ – температура гірських порід на великій глибині, °С; S – площа поперечного перерізу гірничої виробки, м²; P – периметр

поперечного перерізу гірничої виробки, м; c_{pe} – питома теплоємність пожежних газів (повітря), кДж/(кг·°С); ρ_e – щільність газового потоку, кг/м³.

У зв'язку з тим, що пожежа може виникнути в будь-якому місці гірничого вироблення, протипожежні розриви необхідно облаштовувати на всьому її протязі через певні проміжки,

Проведені дослідження дозволили сформулювати такі висновки: підземні пожежі діють як каталізатор деградації природних систем: локальне техногенне явище поступово охоплює атмосферу, воду, ґрунти, біоту та людину. Їх наслідки зберігаються десятиліттями, порушуючи екологічну рівновагу та соціально-економічну стабільність регіонів. У чинних нормативних документах [4–6] вимоги до організації гасіння підземних пожеж наведені фрагментарно, деяким питанням та методикам розрахунків не приділено належної уваги. Відсутня методика розрахунків параметрів протипожежних розривів («голодних зон»), рекомендації щодо їх розміщення у гірничих виробках. У новій редакції Правил протипожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України слід внести вимоги до облаштування у шахтах протипожежних розривів («голодних зон»), водяних завіс, розробити методику розрахунку протипожежних розривів та водяних завіс.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлюк А.І. Протипожежний захист вугільних шахт. Київ. «Техніка». 1980. 156 с.
2. Мамаєв В.В. Оцінка пожежної небезпеки підземних об'єктів шахт на основі розрахункового індивідуального ризику. *Пожежна безпека-2009*: зб. тез доповідей IX Міжнар. наук.-практ. конф. ЛДУ БЖД. Львів. 2009. С. 272- 273.
3. Мінеєв С.П., Пимоненко Д.М., Янжула О.С. Деякі аспекти організації протипожежного захисту гірничих виробок. *The XIV International Scientific and Practical Conference «Current problems of mankind and ways to solve them»*. December 02-04,2024. Munich. Germany. 439 p. P.125-130.
4. Інструкція з протипожежного захисту вугільних шахт: НПАОП 10.0-5.18-04. 2010. 23 с.
5. Правила пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України: НАПБ Б.01.009-2004. Київ. МінпаливенергоУкраїни. 2005. 161 с.
6. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10. Київ. 2010. 198 с.

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ РІДКИХ ТА ГАЗОПОДІБНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Наталія Сіра

кандидат геологічних наук

ДП ПРАТ «НАК «НАДРА УКРАЇНИ» «УКРАЇНСЬКИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ НАУКОВО-
ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР», м. Полтава, Україна

Кремена Дедеянова

доктор технічних наук

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ СОЮЗ ПО ГІРНИЧІЙ СПРАВІ, ГЕОЛОГІЇ ТА МЕТАЛУРГІЇ,
м. Софія, Болгарія

При дослідженні поточного стану довкілля у межах родовища необхідно враховувати: визначення поточного стану природного середовища, здоров'я населення та його соціальних умов до початку будь-якої діяльності; визначення початкового рівня для проведення моніторингу поточних змін; виявлення впливу техногенного навантаження від діяльності інших промислових підприємств; встановлення ділянок, на яких необхідно проводити спостережні роботи.

Ключові слова: охорона довкілля, видобуток вуглеводнів, оцінка впливу, моніторинг.

MONITORING OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENT DURING THE DEVELOPMENT OF LIQUID AND GASEOUS HYDROCARBON FIELDS

Nataliia Sira

Candidate of Geological Sciences

"NAK "NADRA UKRAINE" "UKRAINIAN GEOLOGICAL SCIENTIFIC AND
PRODUCTION CENTER", Poltava, Ukraine

Kremena Dedelyanova

Dr. Eng. Sciences

SCIENTIFIC AND TECHNICAL UNION FOR MINING, GEOLOGY AND
METALLURGY, Sofia, Bulgaria

When studying the current state of the environment within the deposit, it is necessary to take into account: determining the current state of the natural environment, public health and its social conditions before the start of any activity; determining the initial level for monitoring current changes; identifying the impact of technogenic load from the activities of other industrial enterprises; establishing areas where monitoring work should be carried out.

Keywords: environmental protection, hydrocarbon production, integrated impact assessment, monitoring

Питання охорони довкілля у видобувних регіонах, зокрема при видобутку вуглеводнів, є складовою всіх виробничих проєктів, які розробляються перед видобутком нафти та газу. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище

включає також вплив на здоров'я та безпеку місцевих жителів і працівників підприємств видобутку вуглеводнів, соціальну сферу та довкілля.

На сьогодні в Україні більшість проектів які розробляються та використовуються у видобувній галузі застосовують Європейські директиви та регламенти. У Європі, на загальноєвропейському рівні, існує кілька Директив, які регулюють процес видобутку вуглеводнів, у тому числі газу нетрадиційних колекторів [2-5].

Мета: На основі даних про сучасну розробку нафтових, газових та нафтогазових родовищ і відпрацьованих визначити основні аспекти моніторингу видобутку вуглеводнів.

Закон «Про оцінку впливу на довкілля» встановлює правові та організаційні засади оцінки впливу на довкілля, спрямованої на запобігання шкоді довкіллю, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів [1].

Проведення оцінки впливу повинне спиратися на стандарти, які сприяють ефективній діяльності з охорони навколишнього природного середовища видобувних підприємств та постійного моніторингу під час розробки родовищ.

У відповідності до оцінки впливу з охорони навколишнього природного середовища розроблено особливості моніторингу під час розробки родовища та оцінка їх екологічної ефективності [6].

Основні етапи для розробки моніторингу під час розробки родовищ та оцінка їх екологічної ефективності включатимуть: збір інформації, який проводиться з метою попередньої кількісної оцінки потенційних впливів на довкілля, здоров'я мешканців регіону у зоні впливу видобутку корисних копалин та соціальну сферу. Зважаючи на основні (надані видобувною організацією) та вторинні джерела інформації (бібліографічні матеріали, попередні дослідження, супутникові знімки тощо) визначається результат моніторингу та доповнюється картою контролю за кожен етап.

При дослідженні поточного стану довкілля у межах родовища необхідно враховувати: визначення поточного стану природного середовища, здоров'я населення та його соціальних умов до початку будь-якої діяльності; визначення початкового рівня для проведення моніторингу поточних змін; виявлення впливу техногенного навантаження від діяльності інших промислових підприємств; встановлення ділянок, на яких необхідно проводити спостережні роботи.

Встановлення та проведення заходів з мінімізації впливів повинні проводитися протягом всього часу розробки родовищ. На початкових етапах розробки родовища доцільно проводити моніторинг не рідше, ніж 1 раз на шість місяців; під час інтенсивного освоєння – не рідше 1 разу на 1-3 місяці. Розпочатий на початковій стадії розробки моніторинг дозволить виявити

негативний вплив на природне середовище на ранніх стадіях. Проведення моніторингу інтегрованої оцінка впливу розробки родовищ вуглеводнів на довкілля базується на технічних деталях та параметрах які спираються на Європейські директиви та регламенти.

Висновок.

Системний моніторинг дозволяє проводити поетапне зниження техногенного впливу на довкілля та може забезпечити своєчасне реагування на зміни у соціальній сфері та здоров'ї населення.

Проведення моніторингу впливу на довкілля дозволить перш за все оцінити екологічні ризики та розробити актуальні природоохоронні заходи, що сприятимуть зниженню негативних наслідків при видобутку вуглеводнів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII Про оцінку впливу на довкілля (з останніми змінами, внесеними Законом від 10.10.2024 № 4017-IX)
2. Directive 94/22/EC of the European Parliament and of the Council of 30 May 1994 on the conditions for granting and using authorizations for the prospection, exploration and production of hydrocarbons. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1994/22/oj/eng>
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/eng>
4. Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC - Statement by the European Parliament, the Council and the Commission. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/21/oj/eng>
5. Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/35/oj/eng>
6. Сіра Н., Дедеянова К., Арсова К. Інтегрована оцінка впливу на довкілля при видобутку вуглеводнів. *Гірнича геологія та геоecологія*. № 1- 2 (8-9). 2024. С. 48-53.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДІЯЛЬНОСТІ ЛИСИЧАНСЬКОГО НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ

І. В. Удалов

доктор геологічних наук, професор

Н. В. Міхалкова

аспірантка

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 61022, м. Харків, пл. Свободи, 4

В роботі розглянуто екологічні наслідки діяльності Лисичанського нафтопереробного заводу. Проаналізовано вплив нафтопродуктів на підземні води та проведено порівняння з аналогічними проблемами на іншому нафтопереробному підприємстві України. Розглянуто можливості застосування інженерних рішень для локалізації та зменшення впливу забруднюючих речовин.

Ключові слова: нафтопродукти, забруднення, підземні води, інженерні рішення, військові дії.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE LYSYCHANSK OIL REFINERY: CURRENT STATE AND REMEDIATION PROSPECTS

I. V. Udalov

Doctor of Geological Sciences, Professor

N. V. Mikhalkova

V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022

The article considers the environmental outcomes of the operation of the Lysychansk Oil Refinery. The impact of petroleum products on groundwater is analyzed, with a comparison to similar issues at another oil refining facility in Ukraine. Possible engineering solutions for the localization and mitigation of pollutants are considered.

Keywords: petroleum products, pollution, groundwater, engineering decisions, military actions.

Нафтопереробні заводи є потенційно небезпечними об'єктами з точки зору техногенного впливу на екологічний стан навколишнього природного середовища (НПС). Усі етапи їх функціонування – від транспортування сировини до зберігання та переробки нафтопродуктів – пов'язані з ризиками витоків, аварійних ситуацій, утворення плям забруднення на поверхні та, що більш небезпечно, інфільтрації нафтопродуктів в зону аерації з подальшим їх поширенням в підземній гідросфері як у плані, так і в глибину. Відомо, що в геологічному середовищі наслідки такого техногенного впливу зберігаються досить тривалий час, оскільки забруднюючі речовини затримуються в породах та акумулюються в зонах водотривів. Лисичанський нафтопереробний завод не є винятком: вже з перших років експлуатації на його території фіксувалися факти забруднення ґрунтів та підземних вод нафтопродуктами.

Незважаючи на те, що виробнича активність підприємства значно знизилася протягом останніх десятиліть (останні 10 років зовсім зупинилась),

наслідки техногенного навантаження для описаної території залишаються актуальними. Тривала діяльність заводу призвела до формування стабільного осередку нафтохімічного забруднення в геологічному середовищі.

З огляду на геологічні та гідрогеологічні особливості району, сформовані як природними процесами, так і змінені внаслідок техногенного втручання, створено передумови для формування та збереження осередків забруднення. Оцінено, що в цілому правобережна частина Лисичансько-Рубіжанської промислової агломерації, до якої входить Лисичанський НПЗ, є активною зоною інфільтраційного живлення підземних вод. У верхній частині розрізу нафтопродукти осідають у вигляді плаваючої плівки, особливо в місцях скупчення водотривких шарів. Доведено, що проникність забруднюючих речовин глибше від поверхні посилюється за рахунок шахтного дренажу – ця місцевість є найдавнішим вуглевидобувним регіоном [1]. Зміна природного напрямку руху вод сприяє підтягуванню поверхневих вод та перших від поверхні водоносних горизонтів, разом із забруднюючими речовинами, у глибші горизонти. Це створює умови для вертикальної та латеральної міграції нафтопродуктів, що утворюють плаваючу фазу на глибині 10–15 м і надалі проникають глибше.

Проаналізовано, що сформований осередок нафтохімічного забруднення охоплює не лише територію Лисичанського НПЗ, але й прилеглі ділянки. Враховуючи тривалий період техногенного навантаження (понад 40 років) та значну глибину проникнення нафтопродуктів у підземні горизонти (15–20 м і більше), можна стверджувати про формування стійкої та масштабної зони впливу, що становить серйозну загрозу для регіональної підземної гідросфери.

Проведена оцінка матеріалів дослідження дозволяє говорити про подібність екологічних ситуацій з формуванням ділянок забруднення нафтопродуктами, що спостерігались і на інших нафтопереробних об'єктах України. Показовим прикладом є Кременчуцький НПЗ, який, аналогічно Лисичанському, належить до нафтопереробних заводів з напівскладною схемою переробки (категорія В) та характеризується значною проєктною потужністю.

Згідно аналізу даних попередніх досліджень [2], на Кременчуцькому НПЗ було застосовано низку інженерно-технічних рішень, що сприяло суттєвому зменшенню впливу на НПС. Це дозволяє в майбутньому використовувати цей приклад як модель для розробки комплексу заходів з екологічної реабілітації території в районі Лисичанського НПЗ.

Оцінено, що вже в перші десятиліття з початку експлуатації Кременчуцького НПЗ на території проммайданчика були виявлені скупчення рідких нафтопродуктів у верхній частині розрізу. Плями забруднення були виявлені на окремих ділянках проммайданчика, що свідчило про локальний, а не суцільний характер забруднення. Тому на підприємстві було впроваджено комплекс локальних заходів на різних ділянках території з метою попередження горизонтального переміщення рідких вуглеводнів з потоком підземних вод та часткового їх вилучення із підземного простору.

На одній ділянці було впроваджено елемент системи інженерного захисту підземних вод від рідких нафтопродуктів, який представляє собою одиночну шурфо-свердловину і обладнаний агрегатом селективного вилучення. На іншій ділянці – система інженерного захисту, що включала в себе більше 10 очисних свердловин [2].

Оцінка матеріалів попередніх досліджень дозволяє констатувати, що ця система має профільний відсікаючий характер і вже через кілька місяців було продемонстровано її ефективність: у межах плям забруднення в зоні дії систем інженерного захисту зафіксовано зменшення потужності шару гравітаційних нафтопродуктів. Типові значення зменшення потужності становили від 40 до 90 %, що свідчить про значний рівень ефективності проведених робіт. На окремих ділянках було зафіксовано повне усунення забруднення. На деякому віддаленні від систем інженерного захисту ступінь спрацювання потужності зменшується до 10-20 %.

Таким чином, з початку роботи систем інженерного захисту вдалося практично призупинити просування фронту забруднення у плані (раніше його швидкість досягала 40–50 і більше метрів щорічно), що дозволяє робити висновки про можливість результативного використання цього досвіду та методології для інших підприємств нафтопереробного сектору.

Додатковим вагомим фактором стабілізації екологічної ситуації стало формування депресійної лійки, що сприяло локалізації забруднюючих речовин у геологічному середовищі та зменшенню їх міграції [3]. Як показує досвід Кременчуцького НПЗ, створення крупних депресійних лійок у зоні ґрунтових вод може забезпечити стягування рідких нафтопродуктів до ділянок, придатних для розміщення очисних систем, і тим самим сприяти більш швидкому вилученню забруднюючих речовин із підземної гідросфери.

На Кременчуцькому НПЗ депресійну лійку було сформовано з технічною метою – для проведення ремонтних робіт на резервуарах. У період максимального зниження рівнів підземних вод очисні свердловини опинялися в межах зони, де спостерігалось збільшення потужності шару нафтопродуктів і максимальні ухили. Це призвело до підсилення припливу забруднювачів і, відповідно, до зростання результативності роботи захисної системи.

З огляду на позитивний досвід локалізації та вилучення нафтопродуктів на Кременчуцькому НПЗ, доведено доцільність попередніх досліджень і експертних оцінок для розгляду можливості впровадження подібних інженерно-технічних рішень для території Лисичанського заводу після закінчення бойових дій. Оцінено, що створення профільних відсікаючих систем, а також депресійних лійок при відповідному гідрогеологічному обґрунтуванні може сприяти локалізації залишкових плям забруднення та зупинці їхнього поширення поза межі проммайданчика. На наш погляд, такий підхід є особливо актуальним з огляду на близькість населених пунктів, наявність підруслових потоків у напрямку річки Сіверський Донець, а також обмеженість фінансових ресурсів, що ускладнює впровадження сучасних та дорогавартісних технологій на непрацюючому підприємстві.

Актуальність впровадження інженерних заходів реабілітації підземної гідросфери (очищення від забруднюючих речовин) на території Лисичанського НПЗ значно зросла після пошкоджень, спричинених бойовими діями [4]. Констатується руйнування резервуарів, трубопроводів, ємностей в зоні очисних споруд, що спричинило неконтрольовані викиди техногенних речовин. Крім традиційних нафтопродуктів, у зону вторинного забруднення потрапляють речовини I–III класів небезпеки – залишки вибухових речовин, продуктів горіння, токсичних сполук, пов'язаних із бойовим оснащенням. Це значно ускладнює екологічну ситуацію та потребує інтегрованого підходу до моніторингу, оцінки ризиків та планування рекультиваційних заходів після отримання доступу на територію Лисичанського НПЗ.

Таким чином, сучасна екологічна ситуація на території Лисичанського НПЗ визначається поєднанням двох ключових чинників – наслідків промислової експлуатації та впливу військових дій. Це обумовлює необхідність не лише локалізації нафтопродуктів, а й контролю за вторинним забрудненням, яке може значно ускладнити відновлення геологічного середовища в регіоні.

Висновок. Проведений аналіз екологічного стану території Лисичанського НПЗ свідчить про збереження значного рівня техногенного навантаження на геологічне середовище. Досвід впровадження інженерних рішень на інших нафтопереробних підприємствах, зокрема на Кременчуцькому НПЗ, демонструє ефективність локалізації та вилучення нафтопродуктів із підземної гідросфери. Поєднання селективного вилучення рідких нафтопродуктів із формуванням депресійної воронки може стати реалістичною та економічно обґрунтованою стратегією для стабілізації екологічного стану у районі Лисичанського НПЗ, принаймні на першому етапі рекультивації.

Ситуація ускладнюється впливом військових дій, що підвищує ймовірність неконтрольованого поширення забруднюючих речовин. Тому лише комплексний підхід дозволить мінімізувати ризики та стабілізувати екологічну ситуацію в районі розташування Лисичанського НПЗ.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Казанський Д., Некрасова А., Савицький О., Павлов Ю., Смірнов П., Тарабанова С., Янова Г. Справжня ціна вугілля в умовах війни на Донбасі: погляд крізь призму прав людини / ГО «Східноукраїнський центр громадських ініціатив». Київ : Видавництво ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 140 с.
2. Бабенко В.Д., Солодовников Ю.С. Досвід створення систем інженерного захисту підземної гідросфери від забруднення рідкими нафтопродуктами. *Захист довкілля від техногенного впливу*: збірник наукових праць. № 1 (2). Кременчук. 1998. С. 142-149.
3. Петік В.О. Досвід використання крупної депресійної лійки з метою підвищення ефективності роботи системи інженерного захисту підземних вод від забруднення рідкими нафтопродуктами (на прикладі проммайданчика АТ «Укртатнафта»). *Захист довкілля від техногенного впливу*: збірник наукових праць. № 1 (2). Кременчук. 1998. С. 149-155.
4. Міхалкова Н.В., Кононенко А.В. Основні еколого-правові проблеми промислових підприємств в техногенно-навантаженому регіоні. *Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології*: збірник матеріалів III Міжнародної наукової конференції (Київ, 29-30 листопада 2022 р.). ДУ НЦ ГТГРІ НАН України. Київ. 2022. С. 176-179.

Зміст

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

<i>К. А. Безручко</i>	
ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЕОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПІДЗЕМНЕ БУДІВНИЦТВО	4
<i>І. В. Бучинська, А. В. Побережський, О. О. Ступка</i>	
ЛЮБЕЛЬСЬКЕ РОДОВИЩЕ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ КОКСІВНОГО ВУГІЛЛЯ	9
<i>І. В. Васильєва</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ВУГІЛЬНИХ РОЗРІЗІВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ	14
<i>В. В. Вергельська, Н. О. Дяченко</i>	
ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ШАХТНИХ ВОД ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ТЕКТОНІЧНОЮ БУДОВОЮ ВУГІЛЬНОГО МАСИВУ (КРАСНОАРМІЙСЬКА МОНОКЛІНАЛЬ)	18
<i>В. В. Ігнатишин, Д. В. Малицький, Б. Є. Купльовський, Т. Й. Іжак, С. С. Молнар Д, А. Й. Рац, М. Б. Ігнатишин, А. В. Ігнатишин</i>	
ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА СЕЙСМІЧНІСТЬ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ: ГЕОФІЗИЧНИЙ АСПЕКТ	27
<i>М. С. Ковальчук, Л. А. Фігура</i>	
ІЛЬМЕНІТОНОСНІСТЬ ПОРІД РОЗКРИВУ ДІЛЯНКИ ЄМИЛІВСЬКА МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА	32
<i>М. С. Ковальчук, Л. А. Фігура</i>	
ІЛЬМЕНІТОНОСНІСТЬ ПОРІД РОЗКРИВУ ДІЛЯНКИ СЕРЕДНЯ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА	36
<i>А. П. Онанко, Л. В. Кузьмич, Ю. А. Онанко, М. В. Яцюк, Г. В. Воропай, С. А. Кузьмич, О. П. Дмитренко, М. П. Куліш, А. П. Науменко, Т. М. Пінчук-Ругаль, О. Г. Ругаль, П. П. Ільїн</i>	
НАПРУГИ-ДЕФОРМАЦІЇ У ПІСКОВИКУ SiO_2 , НАНОКОМПОЗИТАХ	41
<i>Т. В. Охоліна, Г. О. Кузьманенко, І. В. Мельник</i>	
ОСОБЛИВОСТІ КРУШИНСЬКОЇ СТРУКТУРИ ПЕРЖАНСЬКОГО РОДОВИЩА БЕРИЛІЮ	45
<i>О. В. Палійчук, Н. В. Гоптарьова, Л. В. Уграк, М. І. Медвідь, Т. А. Уграк</i>	
ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА ОЦІНКА ЗАПАСІВ ВАПНЯКІВ ДУБОВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА В ГАЛИЦЬКОМУ РАЙОНІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	49
<i>Л. І. Пимоненко, К. А. Безручко, С. Ю. Приходченко, Д. М. Пимоненко</i>	
СПАДКОВІСТЬ ПАЛЕО- І СУЧАСНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ДОНЕЦЬКОМУ БАСЕЙНІ	53
<i>М. Ю. Саакян</i>	
ВПЛИВ ЛІТОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗКРИВНИХ ПОРІД НА РОЗРОБКУ БІЛАНІВСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РОДОВИЩА	58
<i>А. В. Чумак, М. Д. Мережко</i>	
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЮВІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ТРОСТЯНИЦЬКОГО ТА ПІВДЕННОЇ ДІЛЯНКИ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩ ІЛЬМЕНІТУ	62

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>О. А. Ганжа, К. М. Стародубець, Є. С. Луньов, І. М. Луньова</i>	
РУДНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАЛКИ-ГАЦЬКІВСЬКОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ	66
<i>І. В. Кураєва, Т. О. Кошлякова, О. В. Дерюгіна, О. Т. Азімов, Л. В. Лемеш</i>	

РУХОМІ ФОРМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ГРУНТОВИХ ВІДКЛАДАХ ЗАБРУДНЕНИХ В РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ	70
<i>О. В. Піскунов, О. К. Тяпкін</i>	
СТАТИСТИЧНА КОРЕКЦІЯ ПРИПОВЕРХНЕВИХ СПОТВОРЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ СЕЙСМІЧНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	73
<i>М. А. Якимчук, І. М. Корчагін</i>	
ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНОК ІЗ ПІРАМІДАМИ	78
<i>М. А. Якимчук, В. Д. Соловйов, І. М. Корчагін</i>	
ВУГЛЕВОДНЕВІ ФЛЮЇДИ В ЛОКАЛЬНИХ СТРУКТУРАХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ОКРАЇН СХІДНОЇ АНТАРКТИДИ (ЗА ДАНИМИ ЧР-СКАНУВАНЬ)	83
<i>С. О. Яремій</i>	
ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ НЕОТЕКТОНІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ КРИВБАСУ НА ПРОЦЕСИ ТЕХНОГЕННОГО ПІДТОПЛЕННЯ	87
НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ	
<i>Н. В. Вергельська, Оюунтугс Магсар, О. О. Паришев, В. Р. Дубосарський</i>	
ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ МІГРАЦІЇ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ ПРИ ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ	93
<i>Н. В. Вергельська, Г. А. Лівенцева, І. М. Скопиченко</i>	
ВПЛИВ ЕНДОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ НА ФОРМУВАННЯ ПОКЛАДІВ ГОРЮЧИХ КОПАЛИН УКРАЇНИ	96
<i>Т. В. Калиній, В. Г. Омельченко</i>	
ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА АВТОХТОННОЇ ПОВЕРХНІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ПОБЛИЗУ КОРДОНУ З ПОЛЬЩЕЮ	100
<i>І. М. Корчагін, М. А. Якимчук</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ ДІЛЯНОК З КРУГАМИ НА ПОЛЯХ В РІЗНИХ РЕГІОНАХ	103
<i>О. М. Остап, В. Г. Омельченко</i>	
НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ КРОСНЕНСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ	108
ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ	
<i>Я. В. Антіпович</i>	
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ТВЕРДИХ ВІДХОДАХ ТЕС	111
<i>Д. М. Головченко, А. О. Нікітіна, Є. І. Скопиченко, Д. Ваковскі², С. М. Озірська</i>	
ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	116
<i>В. Г. Губіна, С. С. Чорноног, В. Г. Верховцев, С. Д. Чорноног</i>	
СУЧАСНИЙ ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ	119
<i>М. В. Жикаляк, М. С. Ковальчук</i>	
ВІДНОВЛЕННЯ ТИТАНОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЯК ЧИННИК ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ УКРАЇНИ	125
<i>Т. О. Кошлякова, К. В. Вовк, О. В. Дерюгіна, О. П. Локтіонова</i>	
ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ДАРНИЦЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА	131

<i>І. В. Колодій, О. З. Савчак</i> ПРО ВПЛИВ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ПРИРОДНІ ВОДНІ РЕСУРСИ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	136
<i>Ю. В. Крошко</i> ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПОГЛЯДІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ РЕСУРСНОЇ БАЗИ СТРАТЕГІЧНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН (НА ПРИКЛАДІ ВЕЛИКОВИСКІВСЬКОЇ ПЛОЩІ, ПІВДЕННА ЧАСТИНА КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ)	140
<i>Я. Лазарук, Г. Гривняк, С. Гарасим</i> ГЕОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИДОБУВАННЯ ГАЗУ З НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРІВ СИЛУРУ І КЕМБРІЮ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ	145
<i>С. П. Мінецьєв, Д. М. Пимоненко</i> ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ	149
<i>Н. Сіра, К. Дедеянова</i> МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ РІДКИХ ТА ГАЗОПОДІБНИХ ВУГЛЕВОДНІВ	154
<i>І. В. Удалов, Н. В. Міхалкова</i> ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДІЯЛЬНОСТІ ЛИСИЧАНСЬКОГО НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ	157
Зміст	161

Content

MINING GEOLOGY AND GEOMECHANICS

<i>K. A. Bezruchko</i> ASSESSMENT OF THE GEOLOGICAL FACTORS INFLUENCE ON UNDERGROUND CONSTRUCTION	4
<i>I. V. Buchynska, A. V. Poberezhsky, O. O. Stupka</i> LUBEL DEPOSIT OF THE LVIV-VOLYN BASIN AND PROSPECTS FOR COKING COAL PRODUCTION	9
<i>I. V. Vasilyeva</i> FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF COAL SECTIONS OF THE WESTERN DONBAS	14
<i>V. V. Vergelska, N. O. Dyachenko</i> GEOCHEMICAL FEATURES OF MINE WATERS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE TECTONIC STRUCTURE OF THE COAL MASSIFS (KRASNOARMIYSK MONOCLINE)	18
<i>V. V. Ignatyshyn, D. V. Malytsky, B. E. Kuplyovskyi, T. Y. Izhak, S. S. Molnar D, A. Y. Rats, M. B. Ignatyshyn, A. V. Ignatyshyn</i> DEFORMATIONS OF THE EARTH'S CRUST AND SEISMICITY OF THE CARPATHIAN REGION: GEOPHYSICAL ASPECT	27
<i>M. S. Kovalchuk, L. A. Figura</i> ILMENITE CONTENT OF THE OVERBURDEN ROCKS IN THE EMYLIVSKA SECTION OF THE MEZYRICHNE DEPOSIT	32
<i>M. S. Kovalchuk, L. A. Figura</i> ILMENITE CONTENT OF THE OVERBURDEN ROCKS IN THE SEREDNYA SECTION OF THE MEZYRICHNE DEPOSIT	36
<i>A. P. Onanko, L. V. Kuzmych, Y. A. Onanko, M. V. Yatsiuk, G. V. Voropai, S. A. Kuzmych, O. P. Dmytrenko, M. P. Kulish, A. P. Naumenko, T. M. Pinchuk-Rugal, A. G. Rugal, P. P. Il'in</i> STRAIN-DEFORMATIONS IN SANDSTONE SiO ₂ , NANOCOMPOSITES	41
<i>T. Okholina, H. Kuzmanenko, I. Melnyk</i> FEATURES OF THE KRUSHYNSKA STRUCTURE OF THE PERZHANSKE BERYLIUM DEPOSIT	45
<i>O. V. Paliychuk, N. V. Goptarova, L. V. Uhrak, M. I. Medvid, T. A. Uhrak</i> GEOLOGICAL STRUCTURE AND ASSESSMENT OF LIMESTONE RESERVES OF THE DUBOVETSKE DEPOSIT IN THE HALYCH DISTRICT, IVANO-FRANKIVSK REGION	49
<i>L. I. Pymonenko, K. A. Bezruchko, S. Yu. Pryhodchenko, D. M. Pymonenko</i> SUCCESSION OF PALEO- AND MODERN TECTONIC PROCESSES IN THE DONETS BASIN	53
<i>M. Yu. Saakyan</i> INFLUENCE OF LITHOLOGICAL ANALYSIS OF OVERBURDEN ROCKS ON THE DEVELOPMENT OF THE BILANIVSKE IRON ORE DEPOSIT	58
<i>A. Chumak, M. Merezko</i> COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ELUVIAL DEPOSITS OF THE TROSTIANETS AND SOUTHERN SECTOR OF THE MEZHYRICH ILMENITE DEPOSIT	62

MODERN RESEARCH METHODS

<i>O. A. Ganzha, K. M. Starodubets, Ye. S. Lunov, I. M. Lunova</i> ORE CHARACTERISTICS OF THE VALKY-HATSKIVKA ILMENITE DEPOSIT	66
<i>I. V. Kuraeva, T. O. Koshliakova, E. V. Deriuhina, O. Azimov, L. Lemesh</i> MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN SOIL DEPOSITS CONTAMINATED AS A RESULT OF COMBAT OPERATIONS	70
<i>O. V. Piskunov, O. K. Tiapkin</i> STATISTICAL CORRECTION OF NEAR-SURFACE DISTORTIONS FOR INCREASING THE RELIABILITY OF SEISMIC DATA INTERPRETATION USING MACHINE LEARNING	73
<i>M. A. Yakymchuk, I. M. Korchagin</i> FREQUENCY-RESONANCE TECHNOLOGY OF SATELLITE AND PHOTO IMAGES PROCESSING: RESULTS OF SITES WITH PYRAMIDS INVESTIGATION	78
<i>M. A. Yakymchuk, V. D. Solovyov, I. M. Korchagin</i> HYDROCARBON FLUIDS IN LOCAL STRUCTURES OF THE CONTINENTAL MARGINS OF EAST ANTARCTICA (BY FR SCANS DATA)	83
<i>S. O. Yaremiy</i> ON THE ISSUE OF THE INFLUENCE OF THE NEOTECTONIC STATE OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE KRYVBAS TERRITORY ON THE PROCESSES OF TECHNOGENIC FLOODING	87

DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH

<i>N. V. Vergelska, Oyuntugs Magsar, O. O. Pypyshev, V. R. Dubosarskyi</i> GEOLOGICAL FACTORS OF HYDROCARBON GASES MIGRATION DURING COAL MINING	93
<i>N. V. Vergelska, G. A. Liventseva, I. M. Skopychenko</i> INFLUENCE OF ENDOGENOUS PROCESSES ON THE FORMATION OF FUEL FOSSIL DEPOSITS IN UKRAINE	96
<i>T. V. Kalinii, V. G. Omelchenko</i> GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE AUTOCHTHONOUS SURFACE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS NEAR THE BORDER WITH POLAND	100
<i>I. M. Korchagin, M. A. Yakymchuk</i> DEEP STRUCTURE PECULIARITIES OF LOCAL SITES WITH CROP CIRCLES IN DIFFERENT REGIONS	103
<i>O. M. Ostash, V. G. Omelchenko</i> OIL AND GAS BEARINGS OF THE KROSNO ZONE OF UKRAINE	108

ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS

<i>Y. V. Antipovych</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF RARE EARTH ELEMENTS IN SOLID WASTE FROM TPP	111
<i>D. M. Golovchenko, A. O. Nikitina, E. I. Skopychenko, D. Vakovsky, S. M. Ozirska</i> IMPACT OF THE COAL MINING INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT	116
<i>V. G. Gubina, S. S. Chornonog, V. G. Verkhovtsev, S. D. Chornonog</i> CURRENT GEOECOLOGICAL STATE OF THE KRYVORYZH IRON-ORE BASIN	119
<i>M. V. Zhykalyak, M. S. Kovalchuk</i>	

RESTORATION OF THE TITANIUM INDUSTRY AS A FACTOR OF ENSURING UKRAINE'S SUSTAINABILITY <i>T. O. Koshliakova, K. V. Vovk, O. V. Deriuhina, O. P. Loktionova</i>	125
ASSESSMENT OF TRACE ELEMENTS DISTRIBUTION IN WATER BODIES OF THE DARNYTSKYI DISTRICT, KYIV <i>I. Kolodiy, O. Savchak</i>	131
ON THE IMPACT OF THE MINING INDUSTRY ON NATURAL WATER RESOURCES AND THE ENVIRONMENT <i>Yu. V. Kroshko</i>	136
APPLICATION OF THE LATEST TECHNOLOGIES AND APPROACHES TO EXPAND THE RESOURCE BASE OF STRATEGIC MINERALS (USING THE EXAMPLE OF VELIKA VYSKOVSKA SQUARE, THE SOUTHERN PART OF THE KORSUN-NOVOMYRHOROD PLATOON) <i>Ja. Lazaruk, H. Hryvnyak, S. Harasym</i>	140
GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL-ECOLOGICAL PROBLEMS OF GAS PRODUCTION FROM LOW-PERMEABILITY RESERVOIRS OF THE SILURIAN AND CAMBRIAN OF VOLYN-PODILLIA <i>S. P. Minieiev, D. M. Pymonenko</i>	145
ON ENHANCING THE LEGAL FRAMEWORK FOR FIRE SAFETY IN COAL MINES <i>Nataliia Sira, Kremena Dedelyanova</i>	149
MONITORING OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENT DURING THE DEVELOPMENT OF LIQUID AND GASEOUS HYDROCARBON FIELDS <i>I. V. Udalov, N. V. Mikhalkova</i>	154
ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE LYSYCHANSK OIL REFINERY: CURRENT STATE AND REMEDIATION PROSPECTS	157
Content	161



Закарпатська вугленосна площа. Ільницький буровугільний розріз.

ISBN 978-617-8324-62-9

