

ДУ «Музей коштовного і декоративного каміння»
Міністерства фінансів України
ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та
інфраструктури НАН України»
Інститут геологічних наук НАН України
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
імені М.П. Семененка НАН України
Українське мінералогічне товариство
ТОВ «Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат»
Компанія Volyn Gems

МАТЕРІАЛИ XII НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ:
ШЛЯХИ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ»
(Хорошів, 3 жовтня 2025 року)

Хорошів – 2025

УДК 379.85 + 549 + 553

Збірник матеріалів дванадцятої науково-практичної конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання» (3 жовтня 2025 р. смт. Хорошів). – Хорошів, 2025. – 235 с.

У збірнику опубліковано статті, що охоплюють широкий спектр актуальних питань пов'язаних з дослідженням і оптимальним використанням мінерально-сировинних багатств України; моніторингом, охороною та використанням територій, порушених гірничими виробками, дослідженням проблем обліку і збереження геологічних пам'яток природи, туристично-рекреаційним потенціалом держави та музейною справою.

Collection of materials of the twelfth scientific-practical conference «Mineral resources of Ukraine: ways of optimal use» (October 3, 2025, Khoroshiv). – Khoroshiv, 2025. – 235 p.

The collection includes articles covering a wide range of topical issues related to: research and optimal use of mineral resources of Ukraine; monitoring, protection and use of areas disturbed by mining, research of problems of accounting and preservation of geological monuments of nature, tourist and recreational potential of the state and museum business.

Редакційна колегія: доктор геол. наук Вергельська Н.В., кандидат геол. наук Ганжа О.А.; доктор геол. наук Ковальчук М.С.; кандидат геол. наук Крошко Ю.В.; кандидат геол. наук Кузьманенко Г.О.; доктор геол. наук Кульчицька Г.О.; доктор геол. наук Мачуліна С.О.; доктор геол. наук Наумко І.М.; доктор геол.-мін. наук Павлишин В.І.; доктор геол. наук Нестеровський В.А.; кандидат геол. наук Охоліна Т.В.; Яковлєва В.В.

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та інфраструктури НАН України»; (Протокол № 07 від 17 вересня 2025 р.)

ISBN

- © ДУ «Музей кошового і декоративного каміння»
Міністерства фінансів України, 2025
- © ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології
та інфраструктури НАН України», 2025
- © Інститут геологічних наук НАН України, 2025
- © Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
імені М.П. Семененка НАН України, 2025
- © Українське мінералогічне товариство, 2025
- © ТОВ «Єривський гірничо-збагачувальний
комбінат», 2025
- © Компанія Volyn Gems, 2025

ВСТУП

У черговий раз державна установа «Музей коштовного і декоративного каміння» Міністерства фінансів України збирає в робочій і одночасно невимушено дружній атмосфері поважне коло шановних науковців, представників виробничої геологічної галузі, викладачів, аспірантів, студентів, краєзнавців, працівників музеїв і шанувальників геології щоб поділитися своїми науковими досягненнями щодо стану і шляхів оптимального використання мінерально-сировинних багатств України.

Цьогоріч – це вже дванадцята науково-практична конференція «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання», яка проводиться в приміщенні ДУ «Музей коштовного і декоративного каміння» Міністерства фінансів України. Другий раз поспіль науково-практична конференція проходить в умовах повномасштабної воєнної агресії російської федерації проти незалежної, демократичної України.

Співорганізаторами науково-практичної конференції цьогоріч стали «Музей коштовного і декоративного каміння» Міністерства фінансів України, Інститут геологічних наук НАН України, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка, «Науковий центр гірничої геології, геоекології та інфраструктури НАН України», Українське мінералогічне товариство, ТОВ «Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат», Компанія Volyn Gems.

Незважаючи на повномасштабну війну російської федерації проти України, інтерес до конференції не зменшився. Як завжди – значна кількість учасників, організацій-учасниць.

Програмою конференції передбачено екскурсії на кар'єр, в музей коштовного і декоративного каміння та на огранувальну фабрику АТ «Кварцсамоцїти», пам'ятні сувеніри учасникам.

Загалом у роботі конференції взяли участь 86 учасників, наукові досягнення яких висвітлено у 38 наукових статтях, що представлені у збірнику Матеріалів конференції.

Кожна наукова стаття у збірнику матеріалів конференції має ідентифікатор DOI (щира за це подяка ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та інфраструктури НАН України»), що дозволяє широкому колу читачів з усього світу ознайомитися з науковими публікаціями, які висвітлюють стан і шляхи оптимального використання мінерально-сировинних багатств України.

Конференція широко висвітлюється на офіційних сайтах і у щорічних звітах установ-організаторів конференції, у періодичних наукових виданнях, засобах масової інформації, електронній соціальній мережі Facebook.

Ми висловлюємо щиру вдячність співробітникам державної установи «Музей коштовного і декоративного каміння» Міністерства фінансів України, які вчергове прийняли у стінах музею учасників конференції та організували для них екскурсію музеєм та дружній обід.

Щира подяка Компанії Volyn Gems за організацію екскурсії на огранувальну фабрику АТ «Кварцсамоцвіти».

Щиро вдячні усім, хто підтримав і взяв участь у роботі конференції безпосередньо та заочно.

Бажаємо усім міцного здоров'я, оптимізму, нових наукових напрацювань і відкриттів, миру і Перемоги у війні над російським окупантом та чекаємо на вас і ваших колег на наступній конференції!

Оргкомітет конференції

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

<https://doi.org/10.59911/978-617-95457-7-1.2025.1>

УДК 549.6 (477.8)

АЛАНІТ ІЗ КСЕНОЛІТУ МЕЗОЗОЙСЬКИХ ЕФУЗИВІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

**Бельський В.М.¹, Кульчицька Г.О.¹, Гишин В.Я.², Гоголев
К.І.¹, Поляченко Є.Б.³**

¹*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна, belskiy_ym@ukr.net*

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

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

Описано першу знахідку аланіту в Українських Карпатах. Він утворився в приповерхневих умовах внаслідок взаємодії збагаченої на REE елементи лави базальтового складу з карбонатними породами чевчинської світи (J₃-K₁) Мармароського масиву.

Ключові слова: аланіт, спіліти, Мармарошський масив.

ALLANITE FROM XENOLITH OF MESOZOIC EFUSIVES OF THE UKRAINIAN CARPATHIAN Belskyi Volodymyr¹, Kulchytska Hanna¹, Gyshchyn Vasy², Gogolev Kostyantyn¹, Polyachenko Yevgen³

¹*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore
Formation, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, belskiy_ym@ukr.net*

²*Institute of Geology, Geochemistry of Fuel Fossils, NAS of Ukraine,
Lviv, Ukraine*

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

The first discovery of allanite in the Ukrainian Carpathians is described. It was formed in near-surface conditions as a result of the interaction of REE-enriched basaltic lava with carbonate rocks of the Chevchyny suite (J₃-K₁) of the Marmarosh massif.

Keywords: alandite, spilites, Marmarosh massif.

Під час польових досліджень в районі струмка Кам'яний Потік (права притока р. Тиса, Мармароський масив), що протікає на південно-західній околиці м. Рахів, виявлено контакт вапняків чевчинської світи (J_3-K_1) із магматичним тілом спілітів, з якого відібрано декілька зразків для дослідження (рис. 1). Результати мінералогічного та геохімічного вивчення зразків представлені в даній роботі.

Методи аналізу. В Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України за допомогою рентгенівського мікроаналізатора JCSA733 з EDS приставкою (JEOL, Японія) було отримано РЕМ-зображення та визначено хімічний склад породотвірних та акцесорних мінералів, аланіту зокрема. Умови зйомки: прискорювальна напруга 20 кВ, сила струму 20 нА, діаметр зонда 10 мкм.

Для аналізу методом рентгено-флуоресцентного аналізу (прилад ARL OptimX) пробу породи подрібнювали до розміру частинок 45 мкм та просушували біля 105 °С. Отриману пудру змішували з порошком-утримувачем *Retsch Licowax C* у співвідношенні 4:1. Суміш пресували гідравлічним пресом під тиском 5 МПа в таблетки-препарати. Аналізи хімічного складу виконано з використанням сертифікованих стандартів гірських порід: SW, DNC-1a, BHVO-2, JA-3, DC73301, SG-3 GSP-2.

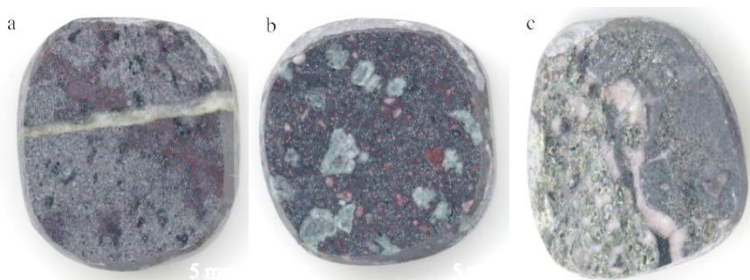


Рис. 1. Поліровані аншлифи із зразків магматичного тіла, що прориває чевчинську світу: а) зеленувато-сіра ефузивна порода масивної текстури із прожилками кварцу, кальциту та оксидів заліза (зразок TR5); б) зеленувато-сіра ефузивна порода із мигдалинами карбонатного та силікатного складу (зразок TR6); в) метаморфізований ксеноліт карбонатно-теригенного складу (зразок TR7).

Мінеральний та геохімічний склад порід. Вапняки чевчинської світи Кам'янопотоцької СФЗ, за даними [1], сірого кольору, мають смугасту, строматолітову та стилолітову текстури і складаються на 85–95 % із кальциту, в якому містяться уламки кварцу, луски хлориту, глинистих мінералів та вуглецева речовина. Спілітизовані ефузивні складені цілковито хлоритизованим склом з лейстами альбіту, вкрапленнями карбонатів та халцедону. Також присутні такі рудні мінерали як Ті-магнетит, титаніт і гематит. За знахідками скам'янілостей дані породи віднесено до титонсько-беріаського ярусів [1].

Зразок карбонатно-теригенної породи (TR7) відібрано на межі вапняків зі спілітами масивної текстури, темно-зеленого та бурувато-червоного забарвлення (зразки TR5 і TR6). За даними мікрозондового аналізу кам'янопотоцьких ефузивів ідентифіковано їхній мінеральний склад (табл. 1).

Таблиця 1. Мінеральний склад зразків

Мінерали	TR5	TR6	TR7
Альбіт	+	+	-
КПШ	-	-	+
Мусковіт	-	-	+
Біотит	-	-	-
Кварц (халцедон)	+	+	+
Хлорит	+	+	+
Титаніт	+	+	-
Ільменіт	+	+	+
Гематит	+	+	+
Магнетит титанистий	-	+	+
Апатит	-	-	+
Кальцит	+	+	+
Барит	-	+	-
Галіт	-	-	+
Сульфіді Cu	+	+	-
Гранати	+	+	-
Аланіт	-	-	+

Номери зразків відповідають рис. 1

Окрім відомих раніше мінералів, вперше ідентифіковано гранати, барит, ільменіт, апатит, галіт та аланіт. Останній виявився першою знахідкою в карпатському регіоні.

Зразки TR5 і TR6 характеризуються типовою для спілітів хлорит-альбітовою матрицею та відрізняються від TR7

мінеральним складом, а саме: містять гранат, по якому розвивається титаніт та хлорит, і ниткоподібні та таблитчасті фази ільменіту (рис. 2).

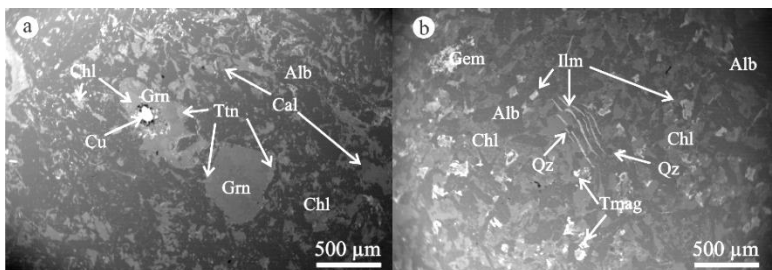


Рис. 2. Типовий мінеральний склад зразків TR5 (a) і TR6 (b) із кам'янопотоцького ефузиву. Qz – кварц, Gem – гематит, Alb – альбіт, Ilm – ільменіт, Cal – кальцит, Ttn – титаніт, Tmag – Ті-магнетит, Grn – гранат, Cu – мінерал міді.

Аланіт – $(Ca,REE)(Al_2,Fe^{+2})Si_3O_{12}(OH)$ – формує ниркоподібні агрегати серед дрібнозернистої кальцит-хлоритової маси (рис. 3) в асоціації з титанистим магнетитом, хлоритом, мінеральними фазами кремнезему та жильним кальцитом.

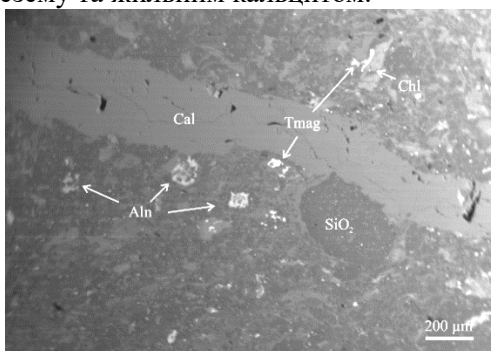


Рис. 3. Ниркоподібний аланіт (Aln). Найтемніші ділянки виповнені SiO_2 . Cal – кальцит, Chl – хлорит, Tmag – Ті-магнетит. Зразок TR7, режим зйомки COMPO. Електронний мікроскоп JXA-733, JEOL (Японія)

У геохімічному відношенні зразки також суттєво відрізняються між собою за вмістом Fe_2O_3 та CaO (табл. 2), що,

на нашу думку, є наслідком різного ступеня контамінації вмісних карбонатних порід багатим на залізо магматичним розплавом.

Таблиця 2. Хімічний склад зразків*

Компоненти	TR5	TR6	TR7
SiO ₂ , %	48,42	44,90	26,16
Al ₂ O ₃ , %	11,25	12,30	6,54
TiO ₂ , %	3,05	2,34	0,89
MnO, %	0,14	0,17	0,08
Fe ₂ O ₃ , %	20,74	13,18	4,71
Na ₂ O, %	4,14	2,69	0,08
MgO, %	2,53	4,36	2,61
K ₂ O, %	0,18	0,86	1,22
CaO, %	4,88	10,65	33,43
P ₂ O ₅ , %	0,54	0,42	0,23
LOI	3,56	8,55	25,07
Summ	99,2	100,2	101
Ba, ppm	45	271	n/d
Ce, ppm	302	68	n/d
Co, ppm	114	91	16
Cr, ppm	92	55	74
Hf, ppm	2	3	n/d
La, ppm	175	34	n/d
Nb, ppm	n/d	n/d	n/d
Rb, ppm	n/d	20	2
Sr, ppm	139	411	148
Th, ppm	n/d	n/d	n/d
Y, ppm	13	19	7
Zr, ppm	132	155	77

*Результати РФА аналізу. REE, окрім Ce і La, не визначали. LOI – втрати від прожарювання, n/d – не виявлено. Номери зразків відповідають рис. 1.

Співвідношення Zr до P_2O_5 (рис. 4) свідчить, що первинна магма була основного складу із підвищеною лужністю. Геохімічно найближчим до складу первинної магми лужнобазальтового складу є зразок TR5, що, в свою чергу, характеризується також високим вмістом *REE* елементів: $La+Ce+Y= 490 \text{ ppm}$. Логічно припустити, що еманация збагаченого на *REE* магматичного флюїд-розплаву спричинили утворення аланітової фази у ксеноліті карбонатно-теригенної породи (зразок TR7).

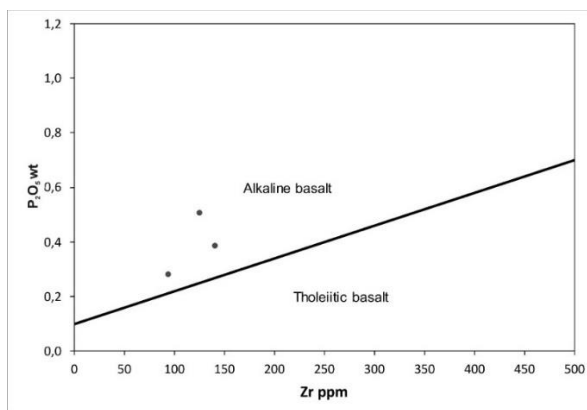


Рис. 4. Склад кам'янопотоцьких ефузивів на діаграмі прогнозованого складу магми в залежності від вмісту малорухомих елементів [2].

Виявлені мінеральні асоціації (табл. 1) дозволяють оцінити параметри формування аланіту за допомогою діаграми полів стабільності поширених метаморфічних мінералів (рис. 5). Враховуючи те, що із метаморфічних мінералів в асоціації з аланітом виявлено лише хлорит та мусковіт, то логічно припустити, що температура його формування була в діапазоні 280–340 °С. Ідентифіковані кристали галіту в зразку з аланітом (TR7) можуть свідчити про присутність морської води в зоні контактового метаморфізму, тобто баричні умови були близькими до поверхневих.

Утворення аланіту в ксеноліті серед спілітизованих ефузивів, що проривають товщу органогенних вапняків, найімовірніше

зумовлено процесами контактового метасоматозу в приповерхневих умовах за температури 280–340 °С.

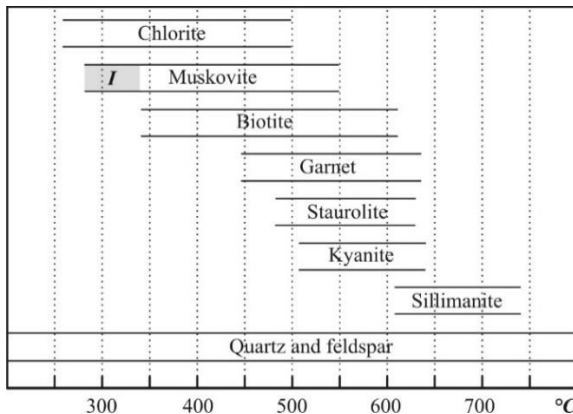


Рис. 5. Поля температурної стабільності поширених метаморфічних мінералів [3]. I – поле, в якому утворився аланіт (зразок TR7).

Аланіт міг утворитися як результат гідротермальної взаємодії збагаченого на залізо і *REE* розплаву із органомгенними карбонатами, внаслідок чого його виділення набули ниркоподібної форми. На це вказує тісна асоціація у всіх випадках аланіту з магнетитом, кальцитом, хлоритом і мінеральними фазами кремнезему. Вміст *REE* нижче рівня чутливості методом РФА у зразку TR7 порівняно із зразками TR5 і TR6, на нашу думку є наслідком короткотривалості процесу проникнення рудоносних еманцій в навколишні породи, що швидше за все пов'язано із приповерхневим підводним виливом лави.

Перелік використаної літератури

1. Державна геологічна карта України, М 1:200000, М-35-XXXI(Надвірна), Мацьків Б.В., Пукач Б.Д., Воробканич В.М., Пастуханова С.В., Гнилко О.М. Пояснювальна записка, Київ 2009, 177с.
2. Floyd P.A., Winchester J.A. Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements: Earth and Planetary Science Letters, 1975. V. 27. P. 211–218.
3. Hefferan K., O'Brien J. Earth Materials. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2010. 670 p.

УДК 541.183+628.515

МОРФОЛОГІЯ ТА ТЕКСТУРА САПОНІТІВ УКРАЇНИ

**Богатиренко В.А.¹, Ткаченко Т.В.², Нестеровський В.А.³,
Прибора Н.А.¹, Андрєєва О.В.¹**

¹*Український державний університет імені Михайла Драгоманова,
Київ, vitabog@gmail.com*

²*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря,
Київ, ttv13ttv@gmail.com*

³*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Київ, v.nesterovski@ukr.net*

Представлено інформацію щодо досліджень морфології та текстури поверхні частинок сапонітових глин України. Показано, що очищені від домішок природні сапоніти є агрегованими, причому нанорозмірні часточки, що будують ці агрегати, мають прямокутну форму, а також форму пірамідок з гострими або усіченими вершинами.

Ключові слова: сапоніти України, морфологія, текстура.

MORPHOLOGY AND TEXTURE OF SAPONITES OF UKRAINE

**Bohatyrenko V.A.¹, Tkachenko T.V.², Nesterovskiy V.A.³,
Prybora N.A.¹, Andreeva A.O.¹**

¹*National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv,
vitabog@gmail.com,*

²*V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry
(IBOPC) of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,
ttv13ttv@gmail.com*

³*Taras Shevchenko National University, Faculty of Geography
Kyiv, v.nesterovski@ukr.net*

Information on studies of the morphology and surface texture of saponite clay particles in Ukraine is presented. It is shown that natural saponites purified from impurities are aggregated. Moreover, the nanoscale particles that make up these aggregates are rectangular in shape, as well as pyramid-shaped with sharp or truncated tops.

Keywords: saponites of Ukraine, morphology, texture.

Відомо, що аутогенез глин відбувається або через їх неоформування – пряме осадження з розчину, або перетворення

мінералів-попередників. У наслідок осадження з розчину кристалізується нова мінеральна структура. Перетворення уламкових мінералів-попередників – процес, який називають «неоутворення шляхом приєднання», – може теж здійснюватися по-різному: осадженням на вже існуючих природних поверхнях або трансформацією, яка включає хімічні реакції на твердих поверхнях. Останні два процеси були визнані ефективними механізмами утворення Mg–глин з шаруватою структурою типу 2:1. Аутигенні Mg–глинисті мінерали зустрічаються як в сучасних, так і в древніх морських і неморських умовах осадконакопичення, хоча ймовірним є утворення цих глин в гідротермальних континентальних і морських умовах. Збагачені залізо-магнезійними материнськими породами евапоритові середовища осадконакопичення (лужні озера та морські басейни) вважаються найбільш сприятливими умовами для утворення цих глин на поверхні землі. У таких умовах Mg–глини формують профілі вивітрювання і ґрунти, можуть утворювати потужні відкладення [1].

Ташківське родовище сапонітів було виявлено у 1988–1992 рр. Побузькою ГРП під час проведення на території Хмельницької області пошуково-оціночних робіт на сировину. Родовище утворилося внаслідок підводного хімічного вивітрювання та подальшої метаморфізації вулканічних туфів протерозою. Сапонітові глини стратиграфічно (рис. 1) входять до складу бабінської світи нижнього венду (волинська серія), знизу вони підстеляються пісковиками горбашівської світи, а зверху перекриваються фрагментами різновікових порід чарторийської, розницької, колківської світ верхнього венду могилів-подільської серії та відкладами мезокайнозою. На Ташківському родовищі, сапоніти перекриваються безпосередньо відкладами сеноманського ярусу крейдової системи та антропогену. Потужність розкривних порід від 0,5 до 8–10 м. Балансові запаси за категоріями А.В.С₁ становлять 4832 тис. т. Сумарні прогнозні ресурси сапонітових глин на Хмельниччині оцінюються в 100 млн. т.

На сьогодні дані щодо морфології та текстури поверхні частинок українських сапонітів обмежені лише використанням з

цією метою метода сканувальної електронної мікроскопії. Аналіз СЕМ-зображень сапоніту, поданих в роботах [2–6] свідчить про досить неоднозначні дані щодо морфології частинок.

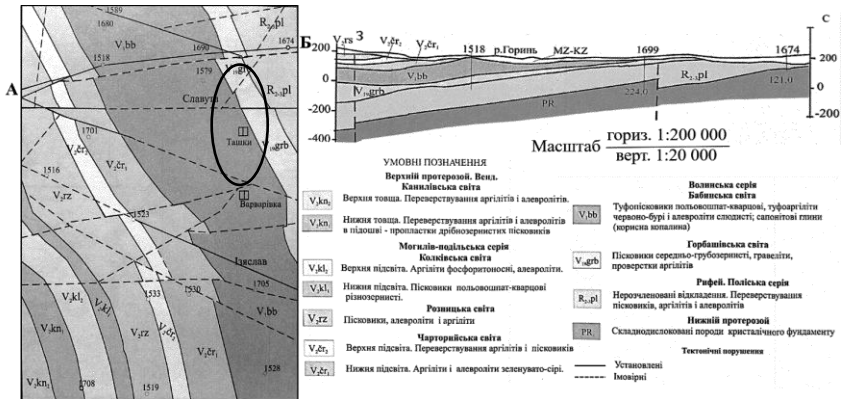


Рис. 1. Геологічна схема (а) та розріз (б) Ташківського родовища

У зв'язку з цим була поставлена задача дослідити топографію та властивості тривимірних зображень поверхні частинок максимально очищених від домішок сапонітів, одержаних з високою роздільною здатністю методом атомно-силової мікроскопії.

Зразки сапонітової глини – сирцю відбирались з Ташківського родовища в чотирьох точках з шару на глибинах від 1,5 до 3 м від поверхні. Характерною ознакою взятих зразків є шоколадно-коричнєве забарвлення та тонкоплитчаста структура залягання.

Очищення глини – сирцю проводили відбором грубих механічних домішок, після чого глину подрібнювали на дробарці, висушували за кімнатної температури. Далі використовували відомий метод відмулювання шляхом осадження в стоячій дистильованій воді (відповідно до ДСТУ Б В.2.7–232:2010). Спочатку готували концентровану глинисту суспензію у дистильованій воді і витримували її впродовж 24 годин. Для відокремлення домішок кварцу та грубодисперсних частинок суспензію знову перемішували і через 2 хвилини відокремлювали від грубодисперсного осаду, що утворювався. Після відстоювання очищеної суспензії, надосадову рідину декантували. Далі до густої

глинистої маси додавали хлоридну кислоту з масовою часткою 10 % для видалення домішок, в першу чергу, гематиту. Далі глинисту суспензію промивали до повного видалення СГ-йонів, фільтрували, висушували за температури 90–110 °С та подрібнювали на дисковому подрібнювачі.

Для дослідження топографії та нанопрофілю поверхні очищених сапонітів було використано атомно-силовий мікроскоп NT-206 («Мікротестмашини» м. Гомель, Білорусь) зі стандартним зондом CSC37 та жорсткістю консолі 0,3–0,6 Н/м. Сканування проводили в контактному статичному режимі зі швидкістю 10 мкм/сек і кроком 0,3 нм. Підготовку зразків очищеного природного сапоніту проводили у такий спосіб: брали наважку порошку масою 4 мг і розтирали порошок в агатовій ступці впродовж 3 хвилин, після чого гомогенізували його з етанолом (5 мл) впродовж 15 хвилин. Отриману суспензію (0,25 мл) наносили на скло і підсушували за 50 °С до постійної маси.

2D зображення ділянки поверхні розміром $10,1 \times 10,1$ мкм представлені на рис. 2. Надалі будемо називати її первинною.

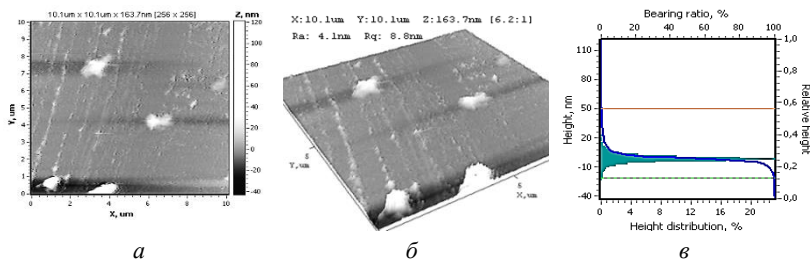


Рис. 2. 2D- (а) та 3D- (б) зображення ділянки поверхні та перепад висот на ній (в)

Згідно з зображенням можна виділити три характерні області: великі агрегати, скупчення дрібніших частинок і лінійні (гребенеподібні) утворення. Перепад западин і висот на цій ділянці становить від $-20,7$ до $+51,0$ нм. 3D зображення виокремленої ділянки свідчить про те, що шорсткість її становить $R_a = 4,1$ нм, рис. 2, б.

Для визначення розмірів великих агрегатів на зображенні на рисунку 1 ділянці виділено область №1 (рис. 3) з лінією перетину

1–2 (рис. 3, *а*), для якої наведено профіль цього перетину, рис. 3, *б*.

Аналіз виділених агрегатів показав, що висота великих агрегатів становить 46,3 і 35,5 нм, а деяких дрібніших – 4,9 і 6,3 нм. Довжина лівого верхнього агрегату досягає 1,7 мкм, а його ширина – 1,4 мкм. Правий верхній агрегат має довжину і ширину відповідно 1,4 мкм та 0,97 нм.

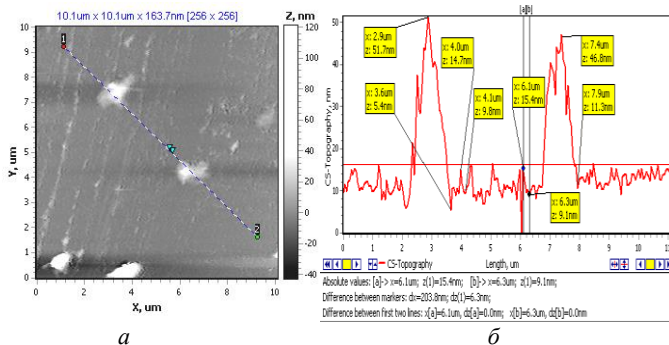


Рис. 3. Перетин 1-2 (*а*) та його профіль (*б*) для області №1 первинної ділянки

Для більш детального встановлення будови лівого верхнього великого агрегату з нього було виділено ділянку № 1а з розміром 2,2 мкм × 2,0 мкм × 68,2, рис. 4. На 3D зображенні цієї ділянки видно, що агрегат (конгломерат) сформований з частинок прямокутної форми.

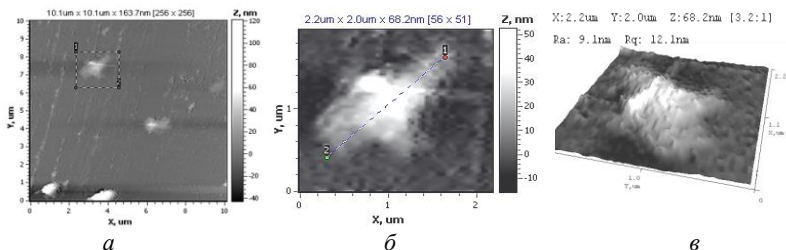


Рис. 4. Зображення області №1а первинної ділянки (*а*), перетину 1-2 цієї ділянки (*б*) та її 3D зображення (*в*)

Для з'ясування особливостей топографії скупчення частинок у верхньому правому сегменті з початкового скану було виділено

ділянку №2 розміром $2,9 \times 2,4$ мкм (рис. 5, а). За 3D зображенням (рис.5, б), можна визначити, що шорсткість цього сегменту становить $R_a = 2,9$. Видно, що частинки являють собою пірамідки здебільшого з гострими вершинами.

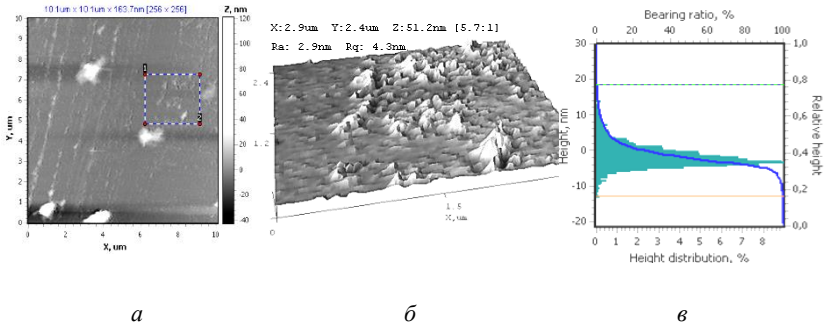


Рис. 5. 2D (а), 3D (б) зображення скану сегменту скупчення часточок сапоніту та перепад висот в сегменті (в)

Дані гістограми цієї ділянки свідчать про те, що в цьому випадку перепад западин і висот менший і становить від $-12,6$ до $+18,9$ нм) рис. 5, в. На рис. 6 а показано переріз 1–2 у виділеній ділянці № 2 початкового скану та його профіль, рис. 6, б. Для частинок на цьому перерізі характерні висоти: $4,7$; $10,9$; $14,3$; $5,2$ нм і плоскі вершини шириною до $51,8$ нм.

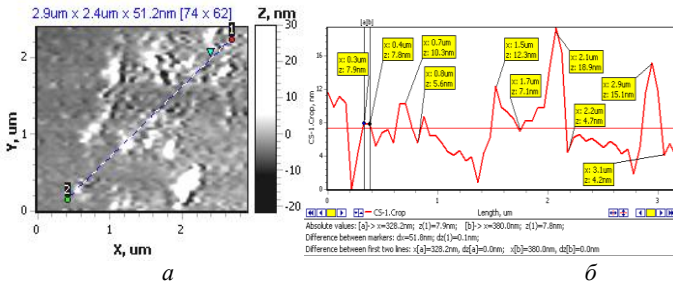


Рис. 6. 2D (а), 3D (б) зображення скану сегменту скупчення часточок сапоніту та перепад висот в сегменті (в)

Було проведено повторне виділення ділянки №2а розміром $1,7 \times 1,5$ нм у попередньо виокремленій ділянці №2. На рис. 7 наведено зображення цієї виділеної області (а), її 3D зображення

(б), топографію з перетином 1–2 (в) та гістограму (с). Встановлена за 3D зображенням шорсткість становить 3,3 нм. Дані гістограми свідчать про те, що на цій виділеній ділянці перепад западин і висот становить від $-13,4$ до $+16,0$ нм. Характерні висоти ще менші і становлять (нм): 12,9; 3,0; 3,7; 3,0 та 8,3.

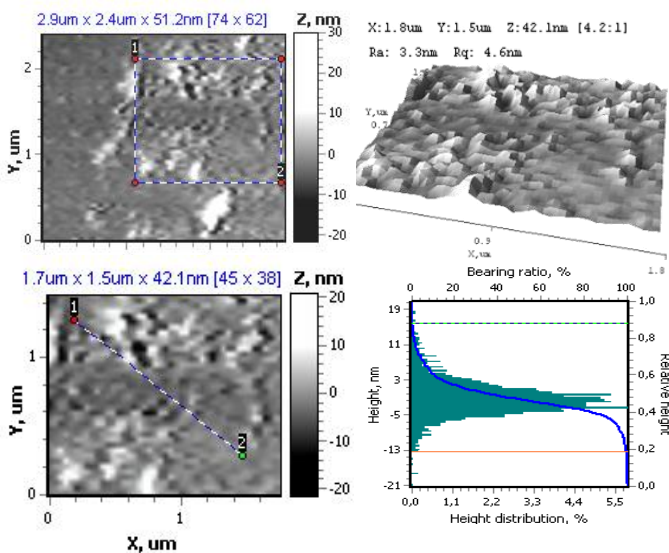


Рис. 7. Зображення: (а) області ділянки №2 вихідного скану; (б) 3D зображення ділянки №2 вихідного скану; (в) топографії ділянки №2 вихідного скану з перетином 1-2 та гістограма (г)

Характеристика морфології і текстури виділеної ділянки (рис. 8, а) гребнеподібного рельєфу (доріжки) первинного скану наведено на рис. 8–10. Загальний перепад висот і западин становить від $-8,6$ до $+14,4$ нм (гістограма рис. 8, в) при шорсткості $R_a = 2,3$ нм (рис. 8, б).

Для визначення розмірів частинок, що складають гребінь, було проведено переріз 1–2 по гребеню (рис. 9, а) і наведено його профіль (рис. 9, б). Дані профілю свідчать про те, що гребінь

(доріжка) утворений наночастинками з висотами: 18,7; 8,6; 3,9; 5,3; 4,4; 7,04; 5,2; 1,7 нм.

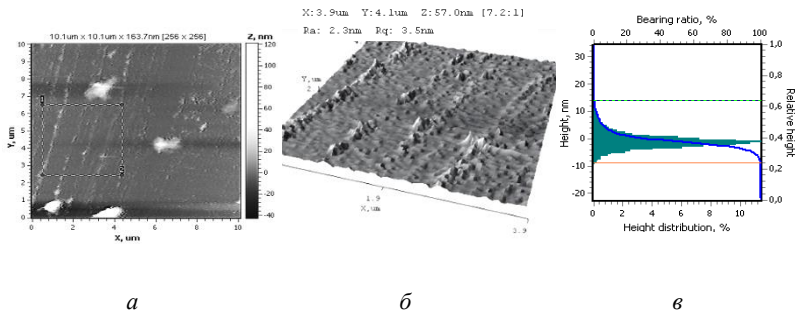


Рис. 8. Морфологія лінійної (гребенеподібної) області: (а) – виділена область; (б) – 3D зображення; (в) – гістограма

На рис. 9, а наведено зображення процесу виділення окремого гребеня та його 3D-зображення, рис. 9 б, в. З останнього видно, що доріжка складається з окремих частинок, що утворюють гребінь. На 3D-зображенні чітко видно гострі пірамідки або усічені частинки з плоскими вершинами, які утворюють безперервний ланцюжок.

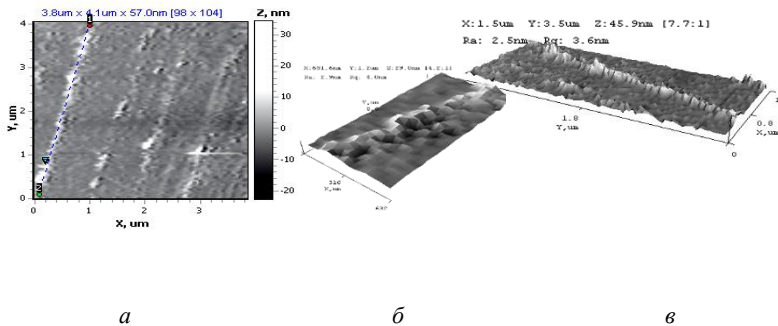


Рис. 9. Зображення перерізу 1–2 по гребеню (а) та профілю перерізу 1–2

Таким чином, застосування методу атомно-силової мікроскопії дозволило встановити, що порошок сапоніту є агрегованим глинистим мінералом. Розміри та форма агрегатів різні і представлені або великими конгломератами, або скупченнями дрібніших частинок, здатними укладатись у вигляді

гребенеподібних утворень. Найбільші виявлені агрегати з довжиною 46,3 нм, висотою 1,7 нм і шириною 1,4 нм відносяться до наночасточок. Агрегати сформовані з частинок прямокутної форми, пірамідок з гострими або усіченими вершинами.

Перелік використаної літератури

1. da Silva M.D., Gomes M.E.B., Mexias A.S., Pozo M., Drago S.M., Célia R.S., Silva L.A.C., Netto P., Gomes L.B., Porcher C.C. et al. Mineralogical Study of Levels with Magnesian Clay Minerals in the Santos Basin, Aptian Pre-Salt Brazil. *Minerals*. 2021. 11. P. 970. <https://doi.org/10.3390/min11090970>.
2. Богатиренко В.А., Нестеровський В.А., Каменських Д.С., Євдокименко В.О., Ткаченко Т.В., Андрєєва О.В. Природа активних центрів поверхні сапонітів ташківського родовища України. *Хімія, фізика та технологія поверхні*. 2024. №15(2). С.183–199. <http://dx.doi.org/10.15407/hftp15.02.183>.
3. Sokol, H.; Sprynskyy, M.; Ganzuk, A.; Raks, V.; Buszewski, B. Structural, Mineral and Elemental Composition Features of Iron-Rich Saponite Clay from Tashkiv Deposit (Ukraine). *Colloids Interfaces*. 2019. №3. С.10–22. <https://doi.org/10.3390/colloids3010010>.
4. Yanushevskaya, O.I., Dontsova, T.A., Aleksyuk, A.I. et al. Surface and structural properties of clay materials based on natural saponite. *Clays Clay Miner.* 2020. 68. С.465–475. <https://doi.org/10.1007/s42860-020-00088-4>.
5. Гулієва Н.М. Хімічний аналіз та фізичні властивості природного матеріалу сапоніту. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. Луцьк, 2014. Вип. № 44. С.78–82.
6. Рудь В.Д., Самчук Л.М., Савюк І.В., Повстяна Ю.С. Research analysis of saponite clay properties. *Technology Audit and Production Reserves*. 2015. Т.1. №4(21). С. 54–57. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.38185>.

УДК 552.3:551.21:549(477-924.52)

**РЕЧОВИННИЙ СКЛАД ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ
ВУЛКАНІЧНИХ ПОРІД МАТЕКІВСЬКОГО
ВУЛКАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИГОРЛАТ-
ГУТИНСЬКОГО ПАСМА**

**Дмитрій Бірук¹, Леонід Скакун², Ірина Побережська³,
Наталія Білик⁴**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,
Україна, dmytrii.biruk@lnu.edu.ua

²Львівське відділення УкрНДІгазу АТ "Укргазвидобування", Львів,
Україна, leonid.skakun@lnu.edu.ua

³Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,
Україна, iryna.poberezhska@lnu.edu.ua

⁴Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,
Україна, nataliya.bilyk@lnu.edu.ua

У межах Вигорлат-Гутинського пасма були досліджені вулканічні породи матеківського комплексу. Мінералого-петрологічними дослідженнями вивчені мінеральний склад, структурно-текстурні особливості андезитів; за результатами мікроаналітичних досліджень встановлені закономірності кристалізації плагіоклазів і піроксенів.

Ключові слова: матеківський комплекс, андезити, плагіоклаз, піроксен.

**MATERIAL COMPOSITION AND CONDITIONS OF
FORMATION OF VOLCANIC ROCKS OF THE MATEKIV
VOLCANIC COMPLEX OF THE VYGORLAT-HUTYN
RANGE**

**Dmytrii Biruk¹, Leonid Skakun², Iryna Poberezhska³,
Nataliya Bilyk⁴**

¹Lviv Ivan Franko National University, Lviv, Ukraine
Dmytrii.Biruk@lnu.edu.ua

² Lviv branch of UkrNIIgaz JSC "Ukrgezvydobuvannya",
Lviv, Ukraine leonid.skakun@lnu.edu.ua

³Lviv Ivan Franko National University, Lviv, Ukraine
iryna.poberezhska@lnu.edu.ua

⁴ Lviv Ivan Franko National University, Lviv, Ukraine
nataliya.bilyk@lnu.edu.ua

Within the Vygorlat-Hutyn Range, volcanic rocks of the Matekiv complex were studied. Mineralogical and petrological studies studied the mineral composition, structural and textural features of andesites; based on the results of microanalytical studies, regularities of crystallization of plagioclases and pyroxenes were established.

Keywords: Matekivsky complex, andesites, plagioclase, pyroxene.

Неогенові вулканічні породи Закарпаття є частиною вапнисто-лужного вулканічного поясу Внутрішніх Карпат, час формування якого – від 13,8 до 9,1 млн років тому [6, 7].

В західній і центральній частинах Вигорлат-Гутинського пасма просторове розміщення вулканічних порід контролювалося тектонічним режимом Закарпатського глибинного розлому. Сформовані тут споруди вулканічних масивів Попричний, Анталовський, Синяк, Борилів Діл, представлені асоціаціями порід андезизабазальт – андезит – андезидацит – дацит – ріодацит. У вивчених межах пасма це анталівський, маковицький, матеківський, синяцький, обавський та мартинський комплекси (рис.1), які в цій самій послідовності (знизу вверх) ввійшли і у загальноприйнятту “Стратиграфическую схему неогеновых отложений...”[1, 4, 5].



Рис. 1. Геологічна карта району досліджень (Приходько, 2004):
1-3 – вулканічні комплекси: 1 – обавинський, 2 – мартинський, 3 – матеківський; 4 – дібровська світа; 5 – контури кальдер; розривні порушення; 7 – населені пункти

Відклади матеківського вулканічного комплексу нами вивчалися в каменоломнях, які розташовані біля селищ

Кленовець і Кольчино, це загальновідомі “Базальтові стовпи”, яке географічно розташовані в с. Жборівці і описані в даній статті, як Кленовецька каменоломня; і Шелестівське родовище андезитів (с. Шелестове – колишнє село в Україні, в Закарпатській області; об'єднане з с. Кольчино рішенням облвиконкому Закарпатської області № 264 від 13.05.1960 року), в цій роботі подано, як Шелестівська каменоломня.

Відклади каменоломні знаходиться поблизу с. Кленовець представлені матеківським вулканічним комплексом дакій-румунського віку (ільницька світа пліоцену). Розріз каменоломні складають андезибазальти, андезити та їх порфірити, потужністю до 30 м. В каменоломні спостерігається стовпчаста і плитчаста окремості (рис. 2).

Породи темно-сірого кольору, масивної текстури, середньопорфірові, основна маса – гіалопілітової, андезитової або інтерсертальної структури. Фенокристали складають до 30 % породи, розміри їх від 2 до 12 мм, представлені плагіоклазом, піроксенами, які утворюють гломеропорфірові зростки. Фенокристали та їх гломеропорфірові зростки візуально складають приблизно 70 % породи. Серед фенокристалів переважають плагіоклази (≈ 50 % від загальної кількості вкраплеників) (рис. 3), клінопіроксени (≈ 25 %), ортопіроксени (≈ 20 %) (рис. 4), та рудний мінерал (≈ 5 %). Основна маса складена вулканічним склом кислого складу (71,5–73 ат.% SiO_2), лейстами плагіоклазу, піроксеном та рудним мінералом [3].

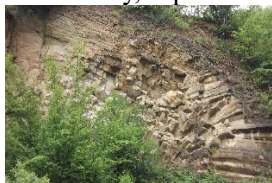


Рис. 2. Перехід стовпчастої окремості у плитчасту

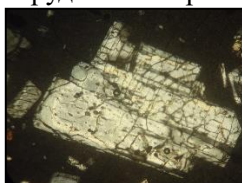


Рис. 3. Фенокристал плагіоклазу в андезибазальті, $\times 64$; з аналізатором

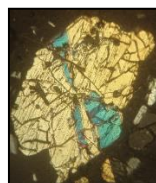


Рис. 4. Вростки моноклінного піроксену в ромбічному, $\times 64$, з аналізатором.

Шелестівське родовище андезитів (рис. 5) розташоване в 1 км на північний схід від с. Кольчино (частина колишнього с. Шелестове). В каменоломні простежується чітко виражена куполоподібна будова. Вулканічні відклади представлені андезитами, андезидацитами, у верхній частині розрізу – часто туфами, перешаруванням андезитів, андезидацитів і туфів. Туфи бурого, бурувато-сірого кольору зустрічаються в західній і південно-західній частині ділянки родовища. Потужність туфів коливається від 0 м до 18,8 м.

Андезити звітрілі, мають локальне розповсюдження і зустрічаються в південно-східній частині ділянки. Їх потужність коливається в межах від 0 м до 4,8 м. Андезидацити – породи темно-сірого кольору, дрібнозернисті, масивні; мікроструктура – склувата.



Рис. 5. Шелестівське родовище андезитів

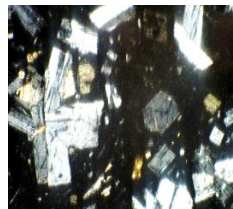


Рис.6. Фенокристали плагіоклазу і піроксену в андезиті, $\times 64$; а — без аналізатора, б — з аналізатором

На фоні нерозкристалізованої основної маси відмічаються мікроліти плагіоклазу. Андезити включають фенокристали плагіоклазу, ортопіроксену, клінопіроксену і рудного мінералу. Фенокристали візуально складають приблизно 40 % породи. Основна маса складена вулканічним склом (кислого складу 71,5–73 ат.% SiO_2), лейстами плагіоклазу, піроксеном та рудним мінералом (рис. 6) [2].

За результатами мікроаналітичних досліджень порід материкового вулканічного комплексу з каменоломень сс. Кленовець і Шелестове (Кольчино) виявлені наступні закономірності (рис. 7–8).

Плагіоклази представлені лабрадором і бітовнітом. Вміст анортитового компоненту варіюється від 51 % в основній масі до

79 % у фенокристаллах. Тренд зміни складу плагіоклазів, встановлений за результатами мікрозондових аналізів в послідовності: центральна частина фенокристалів – периферійна частина фенокристалів – основна маса, вказує на зростання вмісту Na та K в часі.

Піроксени представлені ортопіроксенами ряду енстатит-феросиліт та клінопіроксенами – піжонітом. Розмір фенокристалів до 2х3 мм. Склад ортопіроксенів варіюється від енстатиту ($\text{En}_{0.68}\text{Fs}_{0.31}\text{Wo}_{0.01}$) у фенокристаллах до гіперстену ($\text{En}_{0.42}, \text{Fs}_{0.42}, \text{Wo}_{0.16}$) в основній масі. Склад клінопіроксенів: авгіт-діопсид ($\text{Wo}_{0.45}\text{En}_{0.40}\text{Fs}_{0.15}$), визначений у фенокристаллах. Тренд зміни складу піроксенів, встановлений за результатами мікрозондових аналізів в послідовності: центральна частина фенокристалів – периферійна частина фенокристалів – основна маса, вказує на зростання вмісту Fe в часі, та збільшення вмісту Ca в ортопіроксені (рис. 7–8).

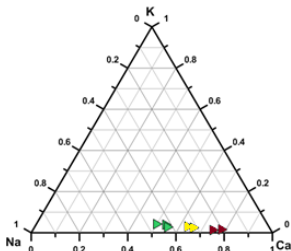


Рис. 7. Варіації хімічного складу плагіоклазів в андезитах з каменоломень сс. Кленовець і Шелестове: ► – центральна частина, ► – периферійна частина фенокристалів, ► – основна маса

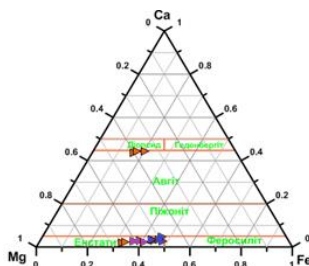


Рис. 8. Варіації хімічного складу піроксенів в андезитах з каменоломень сс. Кленовець і Шелестове: ► – центральна частина, ► – периферійна частина фенокристалів, ► – основна маса

Перелік використаної літератури

1. Андреева-Григорович А.С., Пономарьова Л.Д., Приходько М.Г. Стратиграфія неогенових відкладів Закарпатського прогину. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2009. № 2 (147). С. 58–70.

2. Biruk D., Pavlenko A. Volcanic complexes of the Vygortat-Hutyn range (Shelestiv andesite deposit) Сучасні виклики геологічної освіти і науки.: Тези доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів, Львів, Україна, 7–8 лист. 2024 р. Львів: Львів, 2024. С. 24–28.
3. Побережська І., Білик Н., Степанов В., Яценко І., Давидович Н. Мінералого-петрографічні особливості вулканічних порід Виголат-Гутинського пасма (околиці смт Кольчино та с. Кленовець Закарпатської області). *Мінералогічний збірник*. 2017. № 67. Випуск 2. С. 48–57. <https://journals.lnu.lviv.ua/index.php/mineralogy/article/view/270/256>
4. Приходько М. Геологічна будова Закарпатського прогину : Звіт по темі “Кореляція неогенових відкладів Закарпатського прогину України та Східнословачької западини Словаччини”. Берегове. 2004. 173 с.
5. Приходько М.Г., Жабіна Н.М., Богданова М.І. Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо Закарпатського внутрішнього прогину (сучасний аспект). *Геологічний журнал*. 2020. №1, (34–43). <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196976>
6. Lexa J., Seghedi I., Németh K., Szakács A., Konecný V., Pécskay Z., Fülöp A., Kovacs M., Neogene-Quaternary Volcanic forms in the Carpathian-Pannonian Region. *Cent. Eur. J. Geosci.*, 2(3), 2010, p. 207–270/ DOI: 10.2478/v10085-010-0024-5
7. Pecskey Z., Seghedi I., Downes H. et al. K–Ar dating of Neogene calc-alkaline volcanic rocks from Transcarpathian Ukraine, *Geologica Carpathica*, 51, 2. Bratislava, 2000, с. 83–89.

УДК 553.9:551.1:550.3

РОЗМИВИ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ. НОВИЙ ПОГЛЯД НА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ

Васильєва І.В.

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ,
vasilieva1982@ukr.net*

Невеликі седиментаційні порушення залягання вугільних пластів наявні на кожному шахтному полі Донецького басейну. Розмиви вугільних пластів відносяться саме до таких порушень і не завжди можуть бути виявлені розвідувальними роботами. Проблема дослідження особливостей їх утворення і розташування актуальна з наукової та практичної точки зору.

Ключові слова: вугільний пласт, шахтне поле, розмиви, геологічні дослідження.

COAL SEAM EROSIONS. A NEW LOOK AT THE RESEARCH AND FEATURES OF THE FORMATION

Vasilieva I.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, vasilieva1982@ukr.net*

Small sedimentary disturbances of the coal seams are present in every minefield of the Donetsk basin. Erosions of coal seams are precisely such disturbances and exploration work does not always reveal them. The problem of studying the features of their formation is relevant from a scientific and practical point of view.

Keywords: coal seam, minefield, erosion, geological research.

Вступ. Практично на кожному шахтному полі зустрічаються дрібні седиментаційні порушення залягання вугільного пласту такі, як розмиви пласту та порід, що вміщують. Це супроводжується виклинюванням пласту, зменшенням його потужності, зміною структури, якісних характеристик та умов залягання. Розмив вугільного пласту та порід, що вміщують – це деструкція вугленосної товщі, що характеризується частковим або повним порушенням будови, зменшенням потужності вугільного пласту та порід покрівлі, внаслідок руйнуючої дії водних потоків. Часто трапляються випадки, коли розмиви

виявляються лише при зіставленні результатів пошуково-розвідувального буріння із експлуатаційними даними, тобто в процесі відпрацювання вугільного пласту. В масштабах усього Донецького вугільного басейну до розмивів схильні практично всі вугільні пласти. Найбільш часто це спостерігається в Петропавлівському, Центральному та Донецько-Макіївському гірничопромислових районах, тих, що розташовані близько до основних ділянок накопичення теригенного матеріалу, та таких, які характеризуються найбільшим зануренням під час накопичення відкладів [3]. В розрізі середнього карбону максимальна кількість пластів, схильних до розмивів, характерна для світ C^2_5 та C^2_6 , що відрізняються від інших стратиграфічних горизонтів найбільш високим вмістом піщаних порід алювіального та підводно-дельтового генезису [5].

Далі будуть розглянуті особливості розмиву вугільного пласту C_6 , шахти «Степова», що не був зафіксований розвідувальними роботами та був виявлений в ході експлуатаційних робіт по шахтному полю.

Основні дослідження. В процесі досліджень були проаналізовані дані розвідки і відпрацювання вугільного пласту C_6 шахти «Степова» Донецького кам'яновугільного басейну, розташованої у Петропавлівському районі Дніпропетровської області. Шахта «Степова» введена в експлуатацію в 1965 р., прогнозований рік вибуття шахти за промисловими запасами 2105 р. Шахта вертикальна, відмітка нижньої технічної границі – 470,0 м. Середньо динамічна потужність вугільних пластів 1,16 м.

Були проаналізовані дані по 42 свердловинах і дані по підготовчим і очисним виробкам, тобто прогнозний і фактичний матеріал [1]. Розвідувальними свердловинами на шахті «Степова» не виявлено досить великий розмив вугільного пласта (рис. 1).

Ширина розмиву сягає 200–250 м, протяжність понад 1 км, пласт в зоні розмиву зменшує свою потужність до повного виклинювання. Геологічний розріз за свердловинами № 3Д-63П та № 14644 представлено на рисунку 2.

З протоколу затвердження запасів ВО «Укрвуглегеологія»:
«...виявлені розмиви, протяжність яких сягає кількох кілометрів при ширині 200–400 м. При існуючій раніше щільності розвідувальної мережі (400–600 і навіть 1000 м між свердловинами) ці розмиви не завжди виявлялися, а тим впевненіше трасувались».

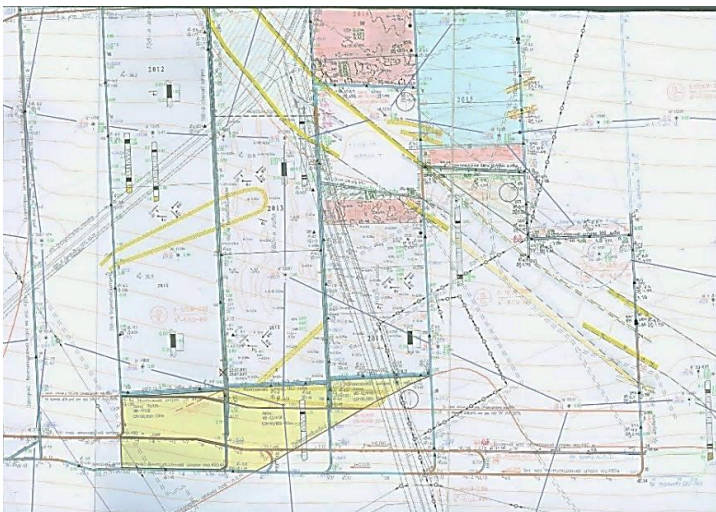


Рис. 1. Фрагмент схеми відпрацювання вугільного пласту С₆ ш. «Степова»

Будова пласта С₆ за даними св. № 3Д-63П, № 14644:

- По свердловині № 14644 вугільний пласт С₆ простої будови потужністю 0,62 м. Вугілля кам'яне, чорне, напівматове, місцями напівблискуче, штрихувато-смужчате, по нашаруванню фізенозоване, крихке, середньої міцності, тріщинувате, по тріщинам – плівки кальциту. Підшва вугільного пласту зафіксована на абсолютній відмітці – 376,91 м. Абсолютна відмітка поверхні 75,77 м.
- По свердловині № 3Д-63П вугільний пласт С₆ складної двопачкової будови. Перша пачка – 0,35 м, друга пачка – 0,25 м, пачки розділені породним прошарком - аргілітом 0,40 м. Підшва другої пачки вугільного пласту зафіксована на абсолютній відмітці – 372,78 м. Абсолютна відмітка поверхні 75,02 м.

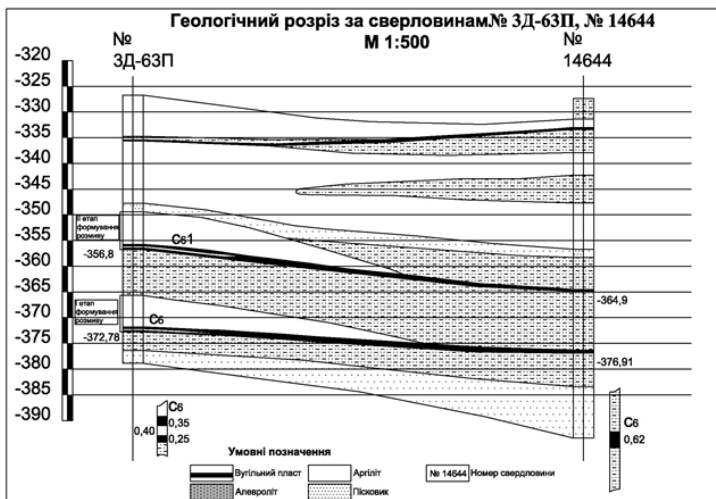


Рис. 2. Геологічний розріз у зоні розмиву вугільного пласту С₆

Під час відвідування шахти «Степова», у супроводі геолога шахти було здійснено обстеження деяких гірничих виробок.

Були відібрані 8 проб вугілля та вмшуючих порід із зони розмиву вугільного пласта та зі її межами: 168-й збірний штрек (ПК 217) та забій 168-ого збірного штреху (ПК 174) для проведення лабораторно-аналітичних досліджень.

Макроскопічні та електронно-мікроскопічні дослідження порід покрівлі вугільного пласту із зони розмиву та за її межами дали наступні результати:

1. Аргіліт покрівлі, незмінений, відібраний за межами зони розмиву. Колір від сірого до темно сірого, щільний, масивний, шаруватий, міцний. Наявні включення глинисто-сидеритового матеріалу, залишки обвуглених та піритизованих рослин.

2. Породи покрівлі, відібрані із зони розмиву. На відміну від аргіліту незміненого, зразок відібраний із цієї зони крихкий, тріщинуватий з включеннями дрібних зерен піриту та поодиноких залишків рослинного матеріалу. Колір від світло сірого до сірого. В результаті електронно-мікроскопічних досліджень встановлено, що у зоні впливу розмиву вугільного пласта суттєво підвищується вміст глинистого мінералу групи

каолініту, сульфідів заліза різної морфології, вуглистої речовини, що вкриває майже всю видиму поверхню свіжих сколів.

У рамках робіт з моніторингу та наукового супроводження надрокористування шахти «Степова» були проаналізовані результати геологорозвідувальних робіт. Були зіставлені розрізи по двох розвідувальних свердловинах № 3Д-63П та № 14644, що розташовані в зоні розмиву вугільного пласту та за її межами відповідно на відстані 88 м одна від одної.

Висновки. За результатами обробки даних розвідувальних свердловин можна зробити наступні висновки.

Обидві свердловини розташовані в районі монтажного штреку 168 лави. Свердловина № 3Д-63П пробурена з поверхні для розкриття зони розмиву вугільного пласту С₆ та вміщуючих порід, св. № 14644 пробурена з поверхні за межами впливу зони порушення. Треба додати, що свердловиною № 14644 розмив не був зафіксований. Він був розкритий при проведенні гірничих робіт, викликавши необхідність проведення додаткових геологорозвідувальних робіт та перегляду програми проведення гірничо-видобувних робіт ш. «Степова». Згідно геологічних журналів обох свердловин до зустрічі вугільного пласту С₆ свердловиною № 14644 пройдено 60 шарів порід, свердловиною № 3Д-63П – 61 шар порід.

По свердловині № 14644 вугільний пласт С₆ простої будови потужністю 0,62 м. Вугілля кам'яне, чорне, напівматове. Підшва вугільного пласту зафіксована на абсолютній відмітці – 376,91 м.

По свердловині № 3Д-63П вугільний пласт С₆ складної двохпачкової будови. Перша пачка – 0,35 м, друга пачка – 0,25 м, пачки розділені породним прошарком – аргілітом 0,40 м. Підшва другої пачки вугільного пласту зафіксована на абсолютній відмітці – 372,78 м.

При побудові геологічного розрізу за свердловинами виявилась наявність двох лінз аргіліту потужністю 5,40 м та 6,25 м, перебудованих св. № 3Д-63П та не зафіксованих св. № 14644. Аргіліт – це більш глибоководна фація, шари аргіліту відкладалися в придонній частині древнього русла. Обидва аргіліти вміщують залишки рослинного матеріалу, місцями шаруваті з включеннями піриту по нашаруванню. Треба

відмітити, що лінзи аргіліту трохи вигнуті. Ця зміна гіпсометрії шарів могла статися внаслідок тектонічних рухів в зоні розмиву. Отже при формуванні розмиву досліджувана зона мала синклінальну будову, та через деякий час тектонічна активність призвела до формування антиклінальної структури і придонна частина відкладів змістилася вгору. Подібна тектонічна активність, що розвивалася за такий короткий проміжок часу, може бути свідомством існування зони зчленування тектонічних плит. Подібні зони, незалежно від розміру самих плит, можуть бути небезпечними за проявами тектонічної активності, вивільненню енергії напруги гірничого масиву, газодинамічним явищам та іншими негативними гірничо-геологічними явищами. Ці фактори треба враховувати при складанні гірничо-геологічних прогнозів та при розробці програми проведення гірничих робіт.

В районі впливу зони розмиву спостерігається зменшення потужності вугільного пласту, виклинювання деяких пластів вміщуючих порід, поява в покрівлі вугільного пласту пісковиків, обвалювання порід покрівлі, водопроявлення, наявність тектонічних порушень розривного характеру невеликих амплітуд зміщення. Всі ці ознаки вказують на наявність зони тектонічної активності та можливо зони зчленування двох ділянок розмиву в районі св. № 3Д-63П та № 14644, одна з яких розташована в хрест простягання виявленої зони розмиву. Для отримання більш повної інформації по розмиву і будові пласта в проблемній зоні пізніше були пробурені ще кілька свердловин, однак інтерпретація даних по цих свердловинах також була недостовірною: були присутні помилки у визначенні потужності, будови та зольності досліджуваного вугільного пласта. Недоліки інтерпретації нових отриманих геологорозвідувальних даних в цьому випадку були обумовлені застосуванням неповного комплексу геофізичних досліджень свердловин для вугільних родовищ.

Рекомендації. Окремі випадки суттєвих розбіжностей між гірськими і розвідувальними роботами відносяться до таких пластів, де виявляються невеликі, але часті розмиви, розшарування, повні фаціальні заміщення пласта. Така ситуація вказує на доцільність згущення мережі свердловин для

оконтурювання окремих аномальних площ [2]. Уявлення про елементи тектонічної будови в таких випадках може дати застосування мікросейсмічних методів дослідження. Методи мікросейсмічних зондування (ММЗ) дозволяють з високою детальністю виявляти зони тектонічних порушень. Технологія дозволяє вести регіональну геологорозвідку на обмежено прохідних територіях, районах промислової та цивільної забудови. Серед інших заходів підвищення якості ефективності інтерпретації даних геологорозвідувальних робіт можна виділити також ретельне опрацювання маркшейдерської і геологічної документації [4], що стосується тектонічних розривів в найближчих гірських виробках і горизонтах, даних про якісні характеристики вугільних пластів і фізико-механічні властивості порід, що вміщують, сусідніх ділянок і шахт.

Перелік використаної літератури

1. Васильєва, І.В., & Іконніков, В.М. Проблеми інтерпретації даних вуглерозвідувальних робіт на Донбасі. *Мінеральні ресурси України*, 2017(2). С. 14–17.
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.
3. Васильєва, І.В. Размывы угольных пластов. новый взгляд на их особенности и перспективность изучения. Збірник наукових праць УкрДГРІ, 2015 (4) С. 144–151.
4. Геологічні роботи на вугледобувних підприємствах України. Інструкції. КД 12.06204-99.
5. Піпа Ю.Я., Кушнір Б.А. Звіт на тему № Л.4.6/261-Д «Удосконалення технології буріння геологорозвідувальних свердловин на вугілля у Західному Донбасі». Міністерство геології УРСР. Інститут мінеральних ресурсів Дніпропетровська група відділів. Дніпропетровськ, 1969. 257 с.

УДК 556.3, 556.114

**ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД
НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА
«КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКА ЛАВРА»**

**Драмарецький Є.О.^{1,2}, Ярошенко К.К.¹, Саприкін В.Ю.^{3,4},
Колябіна І.Л.¹, Черевко І.А.³**

¹ *Інститут геологічних наук Національної академії наук України, Київ,
Україна, yark.nasu@gmail.com*

² *Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут ім. І. Сікорського», Київ, Україна*

³ *Національний заповідник «Києво-Печерська Лавра», Київ, Україна*

⁴ *Державна установа «Науково-інженерний центр
радіогідроекологічних полігонних досліджень
Національної академії наук України, Київ, Україна*

Проаналізовано дані щодо хімічного складу зразків ґрунтових вод вісімнадцяти спостережних свердловин, відібраних у 2025 році на території Національний заповідник «Києво-Печерська Лавра». Встановлено перевищення норм ряду показників хімічного складу аналізованих зразків води. Величини рН підземних вод знаходяться в межах норми або дуже близькі до неї. Визначено гідрохімічний тип вод зі свердловин, який є різноманітним з домінуванням різних катіонів та аніонів, а також змішаного типу.

Ключові слова: підземні води, хімічний склад, моніторинг, Національний заповідник «Києво-Печерська Лавра».

**FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF
GROUNDWATER IN THE NATIONAL RESERVE
«KYIV-PECHERSK LAVRA»**

**Dramaretskyi Ye.O.^{1,2}, Yaroshenko K.K.¹, Saprykin V.Yu.^{3,4},
Koliabina I.L.¹, Cherevko I.A.³**

¹ *Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, yark.nasu@gmail.com*

² *National Technic University of Ukraine “I. Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute”, Kyiv, Ukraine*

³ *National Reserve “Kyiv-Pechersk Lavra”, Kyiv, Ukraine*

⁴ *State Institution “Radioenvironmental Centre of National Academy of
Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine*

Data were analyzed on the chemical composition of groundwater samples from eighteen observation wells collected in 2025 on the territory of the National Reserve “Kyiv-Pechersk Lavra”. It was established that a number of chemical composition indicators exceeded the norms in the analyzed water samples. The pH values of groundwater are within normal limits or very close to them. The hydrochemical type of waters from wells was been determined to be diverse, with a predominance of various cations, anions and mixed type.

Keywords: groundwater, chemical composition, monitoring, National Reserve “Kyiv-Pechersk Lavra”.

Вступ. На території Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра» (НЗКПЛ) проводиться постійний комплексний моніторинг [1, 2] технічного стану пам'яток та оточуючої їх території, обов'язковою частиною якого є гідрогеологічний моніторинг. Він включає періодичні вимірювання рівнів ґрунтових вод, їх температуру та хімічний склад. Такий моніторинг ведеться на території Національного заповідника «Софія Київська» [3], проте на території НЗКПЛ ведеться на регулярній основі тільки визначення рівнів та температури вод, а визначення хімічного складу підземних вод не велось протягом багатьох років [4]. Тому задача з відновлення гідрогеологічного моніторингу в частині дослідження хімічного складу підземних вод є актуальною.

Мета роботи: дослідження хімічного складу ґрунтових вод території Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра».

Результати та обговорення. Проведено дослідження хімічного складу зразків підземних вод з 18 свердловин (св.) на території НЗКПЛ (17 св. – води четвертинного та 1 св. – харківського водоносного горизонту). Св. № 112 аналізували двічі – в березні та липні 2025 р. В водах ряду свердловин зафіксовано перевищення санітарних норм [5]. Результати визначення хімічного складу підземних вод території НЗКПЛ наведені на рис. 1.

Катіонний склад (рис. 1, а). Хоча нормами [5] не встановлено граничну допустиму концентрацію макрокатіонів з джерел та свердловин, тим не менше можна сказати що їх концентрації в водах ряду свердловин є високими та далеко за межами фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води: Na^+ ($> 200 \text{ мг/дм}^3$) – у водах св. 113, 257; Ca^{2+} ($> 130 \text{ мг/дм}^3$) – у

водах св. 3, 8, 12, 14, 102, 105, 107, 108, 110, 111, 112–а, b, 113, 257; Mg^{2+} (> 80 мг/дм³) – 103, 107, 112–b. Перевищено встановлені норми [5] за вмістом NH_4^+ ($> 2,6$ мг/дм³) у водах св. 2, 3 та з вмістом $Fe_{заг.}$ (> 1 мг/дм³) – у водах св. 2, 3, 8, 12.

Аніонний склад (рис. 1, б). З результатів визначення хімічного складу води видно, що наявне перевищення норм за вмістом хлоридів (≥ 350 мг/дм³) у водах св. 3, 14, 107; сульфатів (≥ 350 мг/дм³) у воді св. 113; нітратів (≥ 50 мг/дм³) у водах св. 2, 3, 108, 111; заліза загального (≥ 1 мг/дм³) – св. 2, 3, 8, 12. Вміст гідрокарбонатів у водах є типовим для першого від поверхні водоносного горизонту м. Києва. Перевищено встановлені норми за вмістом NO_3^- у водах св. 2, 3, 108, 111.

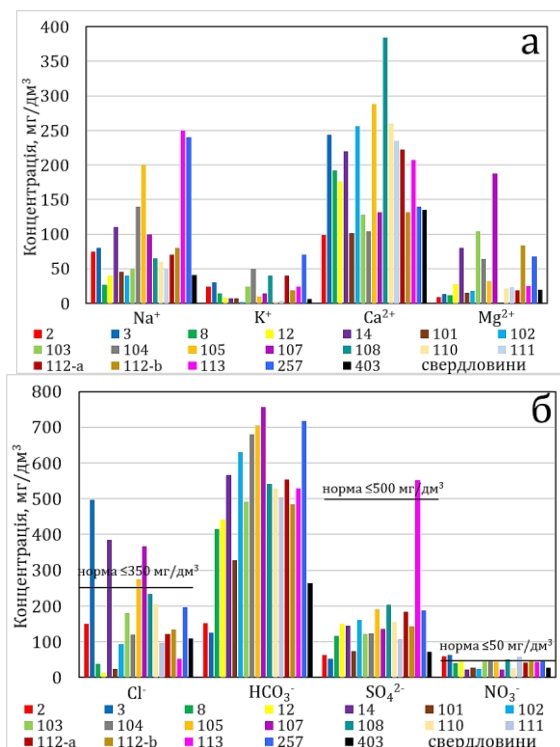


Рис. 1. Концентрації макрокатіонів (а) та макроаніонів (б) у підземних водах території Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра»

Загальна мінералізація (рис. 2, а) у водах 13-ти з 18-ти свердловин перевищує норму 1 г/дм³ [5]: прісними (до 1 г/дм³) є води св. 2, 8, 12, 101, 403; умовно прісними (до 1,5 г/дм³) – води св. 3, 102, 103, 104, 110, 111, 112-а,б; солонуватими (> 1,5 г/дм³) – води св. 14, 105, 107, 108, 113, 257.

Величини рН (рис. 2, б) практично в усіх зразках вод зі спостережних свердловин НЗКПЛ знаходяться в межах норми (6,5–8,5 од.), виключення складають лише два зразки вод зі св. 2 та 3 в яких величини рН = 6,47 та 6,36 відповідно, проте такі значення є дуже близькими до нижньої межі норми [5].

Загалом, можна сказати, що лише у водах св. 101 та 403 не зафіксовано перевищення норм за жодним з показників якості води [5].

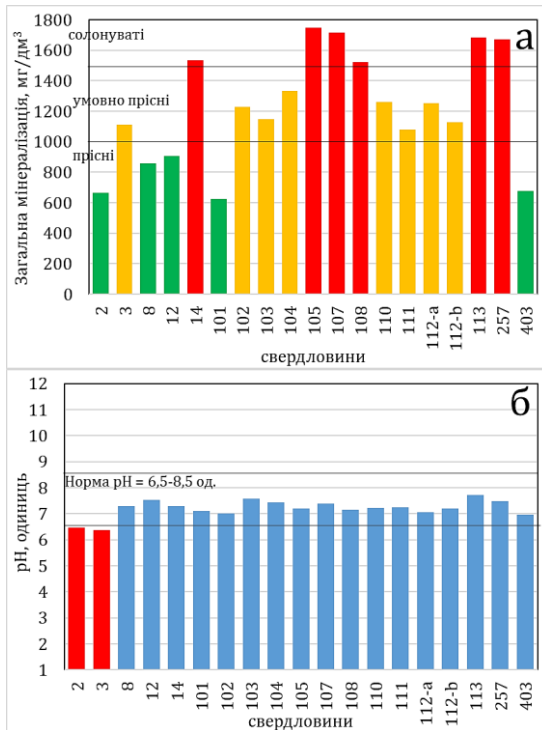


Рис. 2. Загальна мінералізація (а) та величина рН (б) у водах свердловин території НЗКПЛ

Гідрохімічний тип підземних вод території НЗКПЛ визначали за допомогою діаграми Пайпера (рис. 3). Не зважаючи на невелику за площею територію, підземні води на ній мають різноманітний хімічний склад. Найбільша кількість зразків вод відноситься до гідрокарбонатно-кальцієвого типу – св. 8, 12, 101, 102, 111, 112–а (у весняний період). Води зі св. 2, 3 – хлоридно-кальцієві. Змішаного катіонно-аніонного складу є води св. 103 та 112–b (в літній період). Змішаними за аніонним складом, проте з домінуючим катіоном: Ca^{2+} – води св. 105, 108, 110, 403; Mg^{2+} – вода у св. 107. Змішані за катіонним складом, але з домінуючим аніоном: HCO_3^- – води св. 104, 257; SO_4^{2-} – вода у св. 113.

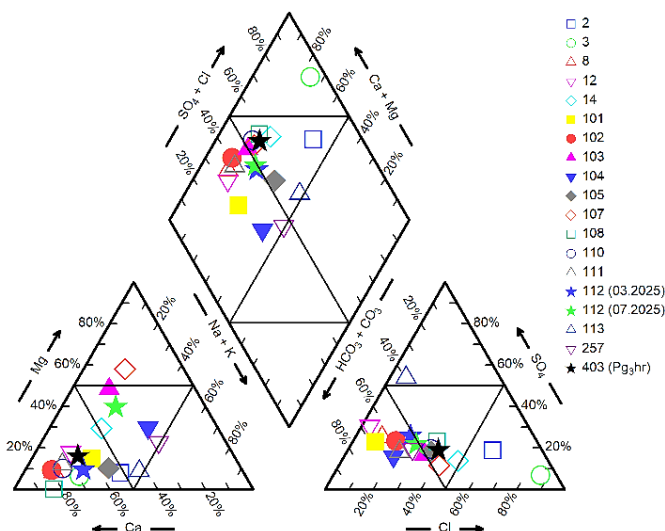


Рис. 3. Діаграма Пайпера для типізації ґрунтових вод території Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра»

Концентрації деяких мікроелементів – $\text{Fe}_{\text{зар.}}$ ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) та Pb (рис. 4) було визначено у водах свердловин території НЗКПЛ. Результати показали, що концентрація загального заліза (рис. 4, а) у більшості свердловин знаходиться в межах норми (1 мг/дм^3), але у водах деяких свердловин (8, 12) зафіксовано незначне перевищення норми ($1,05$ та $1,22 \text{ мг/дм}^3$ відповідно), більш ніж втричі перевищення норми у св. 3 ($3,57 \text{ мг/дм}^3$) та більш ніж в 30

разів у св. 2 (33,74 мг/дм³). Високий вміст Fe_{заг.} в спостережних свердловинах ймовірно пов'язаний з накопиченням продуктів корозії сталевих обсадних труб, оскільки в свердловинах з пластиковими обсадними трубами вміст заліза в межах норми.

Концентрація Pb (рис. 4, б) перевищує норму (0,01 мг/дм³) у водах усіх свердловин, за винятком св. 113. У водах св. 3, 14, 103, 108 зафіксоване перевищення норми у 4–5 раз, у інших водах св. 2, 8, 12, 101, 102, 104, 105, 107, 110, 111, 112-б, 403 – в 2–3 рази та незначне перевищення до 2 раз у водах св. 112-а, 257.

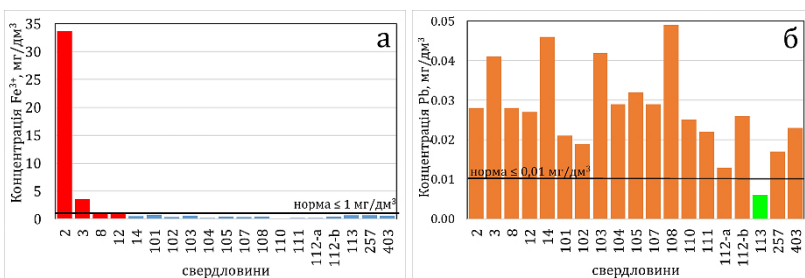


Рис. 4. Концентрації Fe_{заг.} (а) та Pb (б) у підземних водах території Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра»

Висновки.

1. Перевищення норм за концентраціями Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Fe_{заг.}, Pb, загальної мінералізації, а також рекомендованих меж фізіологічної повноцінності мінерального складу за Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ зафіксовано у всіх свердловинах території Заповідника, за винятком св. 101, вода в якій відповідає показникам якості.

2. Величини рН у водах свердловин знаходиться у межах норми у водах більшості свердловин, окрім св. 2 та 3 в яких вона є близькою до нижньої межі норми.

3. За загальною мінералізацією досліджувані води є: прісними (св. 2, 8, 12, 101, 403), умовно прісними (св. 3, 102, 103, 104, 110, 111, 112-а, 112-б) та солонуватими (св. 14, 105, 107, 108, 113, 257).

4. Гідрохімічний тип вод свердловин є надзвичайно різноманітним як для такої малої за площею території, зокрема наявні води гідрокарбонатно-кальцієвого типу (св. 8, 12, 101, 102, 111, 112-а), хлоридно-кальцієві (св. 2, 3), змішані за катіонно-аніонним складом (св. 103, 112-б), змішані за аніонним складом

з домінуванням кальцію (св. 105, 108) та магнію (св. 107), змішані за катіонним складом з домінуванням гідрокарбонат-іонів (св. 104, 257) і сульфат іонів (св. 113).

5. Зафіксовано мінімальні перевищення концентрації $\text{Fe}_{\text{заг.}}$ у св. 8 та 12, аномально високі у св. 2, 3. Концентрація Рb перевищує норму у водах усіх свердловин, за винятком св. 113.

6. Різноманітний хімічний склад підземних вод на відносно невеликій території попередньо свідчить про наявність аномальних гідрогеологічних процесів і умов.

Таким чином, якість підземних вод на території НЗКПЛ не відповідає нормам, зумовлюється як природними так і техногенними процесами, які потребують подальшого вивчення та уточнення. Для цього рекомендується організувати постійний гідрогеохімічний моніторинг на території цієї історично-культурної пам'ятки.

Перелік використаної літератури

1. Cherevko I., Kril T., Bugai D., Shekhunova S. Analysis of engineering protection effectiveness of the Kyiv-Pechersk Lavra territory based on long-term hydrogeological monitoring. *GeoConference SGEM 2024*. 24th Int. Multidisc. Sc. Conf. 2024. <https://doi.org/10.5593/sgem2024/1.1/s02.19>

2. Cherevko I., Kril T., Bezrodnyi D., Popov S. Determination of waterlogging zones and their factors using non-destructive monitoring methods at historical and architectural monuments. *GeoConference SGEM 2024*. 24th Int. Multidisc. Sc. Conf. 2024. <https://doi.org/10.5593/sgem2024/1.1/s02.21>

3. Yaroshenko K., Koliabina I., Saprykin V., Molochkova N., Dramaretskyi Ye. Features of the groundwaters chemical composition on the National Conservation Area “Sophia of Kyiv” territory. *Ecology. Human. Society: Proc. of the 25th Int. Sc. & Pract. Conf.*, 12 June 2025. Kyiv: NTUU “I. Sikorsky KPI”, 2025. <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.331595>

4. Рибін В.Ф., Куцина В.О., Канаркова О.С., Черевко І.А. Гідрогеологічний моніторинг території Верхньої Лаври з метою охорони пам'яток архітектури. Звіт за дог. №11/2007. Київ : ІГН НАН України, 2007.

5. Державні Санітарні Правила і Норми 2.2.4-171-10. Київ: МОЗ, 2022.

УДК 551.3

**АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ КОНЦЕНТРАЦІЙ
ОЛОВА В РОЗСИПНИХ РОДОВИЩАХ СУЩАНО-
ПЕРЖАНСЬКОЇ ЗОНИ**

Зелінський М.Р.¹, Остафійчук Н.М.²,

Циганенко-Дзюбенко І.Ю.²

¹*Відокремлений підрозділ “Науковий ліцей” Державного університету
“Житомирська політехніка”, Житомир, Україна,
markianzelinskij@gmail.com*

²*Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир,
Україна, kgt_onm@ztu.edu.ua, ke_miyu@ztu.edu.ua*

На основі аналізу геологічної будови території та комплексного вивчення матеріалів геологорозвідувальних робіт сформовано структуровану базу даних. Просторовий аналіз даних дозволив встановити закономірності розподілу оловорудної мінералізації та особливості локалізації промислового зруденіння на глибинах 60–120 м.

Ключові слова: Сущано-Пержанська зона, розсіпні оловорудні формації, Micromine, геологічне моделювання.

**ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF TIN
CONCENTRATIONS IN PLACER DEPOSITS OF THE
SUSHANO-PERZHANSKY ZONE**

Zelinsky M.R.¹, Ostafiichuk N.M.²,

Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu.²

¹*Separate Division “Scientific Lyceum” of Zhytomyr Polytechnic State
University, Zhytomyr, Ukraine, markianzelinskij@gmail.com*

²*Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine,
kgt_onm@ztu.edu.ua, ke_miyu@ztu.edu.ua*

Based on the analysis of the geological structure of the territory and a comprehensive study of geological exploration materials, a structured database has been created. Spatial analysis of the data has made it possible to establish patterns in the distribution of tin mineralization and the characteristics of industrial mineralization at depths of 60–120 m.

Keywords: Sushchano-Perzhanska zone, placer tin ore formations, Micromine, geological modeling.

У межах Сущано-Пержанської зони виявлено значну кількість рудопроявів, серед яких особливий інтерес представляють оловорудні об'єкти. Основними об'єктами дослідження стали розсипи циркон-колумбіт-каситеритового складу, приурочені до середньої частини Сущано-Пержанської зони. Для проведення досліджень використано геологічні карти масштабу 1:50000, геологічні розрізи, дані опробування керну свердловин, результати мінералогічних та геохімічних аналізів, а також матеріали геофізичних досліджень території. Особлива увага приділялась вивченню просторового розподілу різних типів оловорудної мінералізації та їх взаємозв'язку з геологічними структурами території. Для тривимірної візуалізації застосовано інструментарій гірничо-геологічної інформаційної системи Micromine, яка забезпечує повний цикл робіт від введення первинних даних до створення тривимірних моделей родовищ та підрахунку запасів корисних копалин. Для відображення варіації концентрацій металу в тривимірному просторі побудовано графік розподілу вмісту олова по свердловинах (рис. 1).

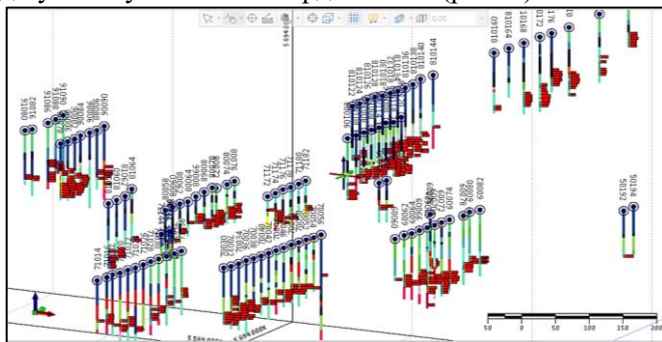


Рис. 1. Тривимірна візуалізація варіацій вмісту олова по розвідувальних свердловинах з виділенням інтервалів промислової мінералізації

Синім кольором показано траєкторії свердловин, червоними прямокутниками – інтервали з промисловим вмістом олова, а зеленим – інтервали з непромисловою мінералізацією. З'ясовано, що найбільш багаті руди локалізуються на глибинах 60–120 м, формуючи відносно витримані за простяганням рудні тіла. В межах окремих свердловин наявні до 3–4 рудних перетинів, що

свідчить про складну морфологію рудних тіл. Тривимірний модель розподілу SOLID-вмісту олова (рис. 2) демонструє просторову зміну концентрацій металу. Використання кольорової шкали, де червоні відтінки відповідають високим концентраціям ($> 0,2\%$), а зелені – низьким ($< 0,1\%$), дозволило виявити основні закономірності розподілу зруденіння. Чітко простежується концентрація багатих руд у центральній частині родовища, де формуються лінзоподібні та пластовидібні тіла потужністю 2–8 м. На флангах родовища присутнє поступове зниження вмісту олова (перехід від червоних до зелених кольорів). На моделі наявні декілька субвертикальних зон збагачення, які, ймовірно, контролюються розривними порушеннями [1].

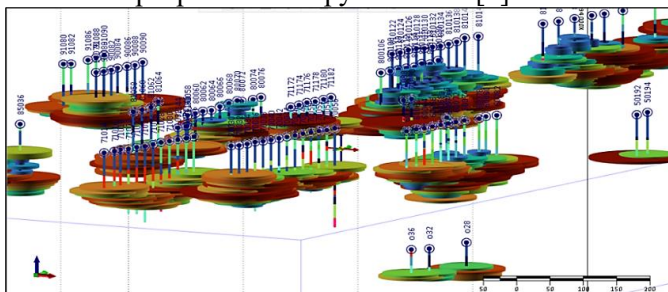


Рис. 2. SOLID-модель просторового розподілу концентрацій олова в межах продуктивного горизонту Пержанського розсипного родовища

Комплексний аналіз просторового розподілу даних по свердловинах дозволив встановити, що оловоносна мінералізація має чітко виражений структурний контроль. Основні рудні тіла формують серію кулісноподібних лінз, які контролюються як літологічними факторами (приуроченість до певних горизонтів), так і тектонічними елементами (зони розломів). Така закономірність є важливою для подальшого моделювання родовища та оцінки його запасів.

Перелік використаної літератури

1. Ostafiichuk N., Tsyhanenko-Dziubenko I., Bashynskiy S., Ventsel N., Ventsel V. Geological Modeling of Tin Placers of Sushchany-Perga Zone using Micromine. *18th Intern. Conf. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2025. Vol. 202

УДК 551.22+552.321.5+553.4(477.42)

**ПРОСТОРОВЕ ПОШИРЕННЯ СЕРЕДНЬОЗВАЗЕНОГО
ВМІСТУ АПАТИТУ І ІЛЬМЕНІТУ В КОРИ
ВИВІТРЮВАННЯ ФЕДОРІВСЬКОГО РОДОВИЩА**

Компанець Г.С., Ковальчук М.С., Ганжа О.А.

*Інститут геологічних наук Національної академії наук України,
Київ, Україна, kms1964@ukr.net; oag2909@gmail.com*

Коротко охарактеризовано особливості геологічної будови і рудоносності Федорівського апатит-титаномagnetит-ільменітового родовища. Представлено результати дослідження просторового поширення товщини кори вивітрювання і середнього вмісту в ній апатиту та ільменіту. Побудовано карту товщини розкривних порід.

Ключові слова: Федорівське родовище, кора вивітрювання, товщина, ільменіт, апатит, породи розкриву.

**SPATIAL DISTRIBUTION OF THE AVERAGE CONTENT
OF APATITE AND ILMENITE IN THE WEATHERING
CRUST OF THE FEDORIVSKE DEPOSIT**

Kompanets H.S., Kovalchuk M.S., Ganzha O.A.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine,
kms1964@ukr.net; oag2909@gmail.com*

The features of the geological structure and ore-bearing capacity of the Fedorivske apatite-titanomagnetite-ilmenite deposit are briefly described. The results of the study of the spatial distribution of the thickness of the weathering crust and the average content of apatite and ilmenite in it are presented. A map of the thickness of the overburden rocks is constructed.

Keywords: Fedorivske deposit, weathering crust, thickness, ilmenite, apatite, overburden rocks.

Вступ. 14 лютого 2023 року Кабмін затвердив Постанову із переліком ділянок надр, які мають стратегічне значення для сталого розвитку економіки та обороноздатності держави. Серед переліку родовищ стратегічного значення є Федорівське апатит-титаномagnetит-ільменітове родовище, яке містить поклади титанових руд, а також апатиту і ванадію. Федорівське родовище

є одним з найцінніших об'єктів, що містять ванадій [3]. Це типове магматогенне родовище в поєднанні з рудоносною корою вивітрювання, де вміст титанових мінералів і апатиту досягає промислових значень. У зв'язку з цим дослідження рудоносності цього родовища і кори вивітрювання зокрема є актуальним.

Результати досліджень. Федорівське апатит-титаномagnetит-ільменітове родовище знаходиться в південній частині Володарсько-Волинського масиву основних порід Коростенського плутону. Родовище простягається з південного заходу на північний схід. В адміністративному відношенні родовище розташоване в Житомирському районі Житомирської області, між селами Стирти та Федорівка, поблизу Очеретянського розсипу. Рудоносність родовища пов'язана з породами кристалічного фундаменту та їхньою корою вивітрювання, тому розрізняють корінне та екзогенне Федорівське родовище. У будові корінного Федорівського родовища задіяні тіла габро з лінзами габро-перидотитів, які залягають серед масиву габро-анортозитів. Родовище локалізоване у Федорівській шаруватій інтрузії [1, 4, 5]. Габроїдна інтрузія у формі жолоба на плані має ширину 240–450 м та довжину 3,5 км у північно-східному напрямку з рудоносним габро, яке залягає на глибині до 322 м [3]. Основними різновидами рудоносних порід родовища є лейко-, мезо- і меланократове габро, які розшаровані на три шари (горизнти). Найбільш поширені мезократові габро, менше – меланократові і найменш поширені – лейкокатові габро. Верхній горизонт представлено переважно олівіновим габро (середній вміст TiO_2 в ньому становить 5–7 %, P_2O_5 – 3 %, вміст рудних мінералів – 13 %, апатиту – 5 %); другий горизонт складено габро-перидотитами з підлеглими ділянками олівінового габро (середній вміст TiO_2 – 6–9 %, P_2O_5 – 3–4 %, рудних мінералів – 15 %, апатиту – 9 %); нижній горизонт – це товща різновидів олівінових габроїдів від лейкокатових до мезократових габро та габро-перидотитів (середній вміст TiO_2 – 4–9 %, P_2O_5 – 0,3–2 %, рудних мінералів – 9 %, апатиту – 3 %) [4, 5]. Розмір зерен: апатиту 0,05–0,4 мм (переважаючий – 0,15 мм), ільменіту 0,05–1,0 мм (переважаючий – 0,25 мм), титаномagnetиту 0,04–1,1 мм (переважаючий – 0,25

мм). Основними цінними супутніми компонентами родовища є скандій, ванадій і фтор. Скандій присутній в титаномagnetиті (13,0–56,1 г/т), в олівіні (7,4–8,8 г/т) і плагіоклазі (5 г/т) [5]. Основним концентратором скандію є ільменіт (вміст Sc = 90–135 г/т, середній – 114 г/т) і піроксен (82–69 г/т, середній – 76 г/т) [5]. Вміст ванадію в титаномagnetиті коливається від 0,50 до 2,44 %, середнє значення 1,25 %; в ільменіті – від 0,08 до 0,347 %, середнє значення – 0,227 % [5]. Фтор в апатиті знаходиться у вигляді ізоморфної домішки, його вміст 2,7–3,15 %, середнє значення – 2,94 % [5]. Вміст в апатиті рідкісноземельних елементів незначний: соті та тисячні долі процента; вміст стронцію становить – 179–401 г/т [5].

Екзогенна частина Федорівського апатит-титаномagnetит-ільменітового родовища складена каоліновою корою вивітрювання мезозой-кайнозойського віку та товщею осадових порід кайнозою. Повний розріз кори вивітрювання представлений трьома зонами: дезінтеграції та вилугування (вивітрені корінні породи), початкового гідролізу (каолінізована жорстка) і кінцевого гідролізу і окиснення (елювіальні каоліни). Товщина кори вивітрювання змінюється від 0,5–1,5 м до 31,5 м і в середньому становить 5,7 м. Вміст TiO_2 в корі вивітрювання складає в середньому 6,30 %, P_2O_5 – 2,92 % [4]. Основними рудними мінералами елювію є ільменіт та апатит.

Осадкові утворення кайнозою представлені пісками каоліністими та перевідкладеними каолінами записоченими полтавської серії товщиною до 3,5 м [2]. Середньо-верхньочетвертинні відклади представлені пісками різнозернистими, погано відсортованими. Товщина їх досягає 13 м.

Використовуючи координати, опис і результати опробування 29 свердловин, які були пробурені під час геолого-пошукових та геологорозвідувальних робіт, виконаних Житомирською експедицією в басейні р. Ірша та верхньої течії р. Уж протягом 1953–1958 рр. [4] досліджено апатитоносність і ільменітоносність кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту Федорівського родовища. Картографічні побудови, які були створені на основі атрибутивної бази даних включають:

карту товщини рудного покладу (рис. 1), карти середньозваженого вмісту ільменіту (рис. 2), апатиту (рис. 3) та карту товщини порід розкриву (рис. 4). Найбільші товщини кори вивітрювання притаманні північно-східній, південно-східній і частково центральній частинам родовища (див. рис. 1). Середньозважений вміст ільменіту в корі вивітрювання коливається від 12,0 до 51,6 кг/т, середнє – 29,15 кг/т. Ореол найбільшого середнього вмісту ільменіту простягається у вигляді смуги південно-західного – північно-східного простягання в південній частині родовища.

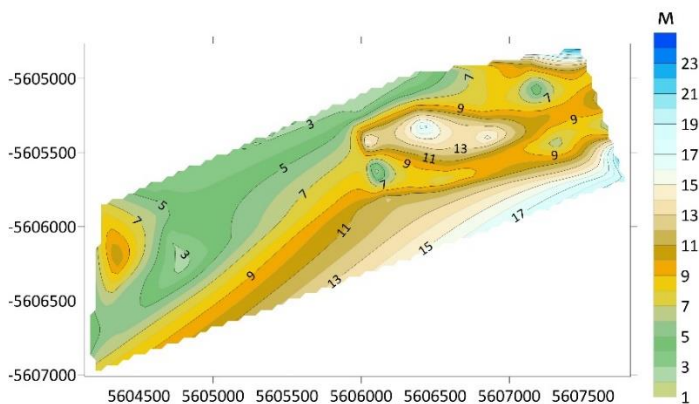


Рис. 1. Карта товщини кори вивітрювання Федорівського родовища

Середньозважений вміст апатиту в корі вивітрювання Федорівського родовища коливається від 0,3 до 19,1 кг/т, середнє – 3,7 кг/т. Найбільший вміст апатиту в елювії притаманний південно-західній частині. Між середнім вмістом ільменіту і апатиту кореляційний зв'язок відсутній. Між середнім вмістом ільменіту і товщиною відкладів кореляційний зв'язок прямий помірний (+ 0,40). Між середнім вмістом апатиту і товщиною відкладів кореляційний зв'язок обернений дуже слабкий (– 0,17).

Товщина порід розкриву Федорівського родовища знаходиться в межах від 1,4 до 28,0 м, в середньому – 8,44 м. Ореоли поширення найбільшої товщини порід розкриву утворюють

розрізнені осередки в північно-західній і північно-східній частинах родовища.

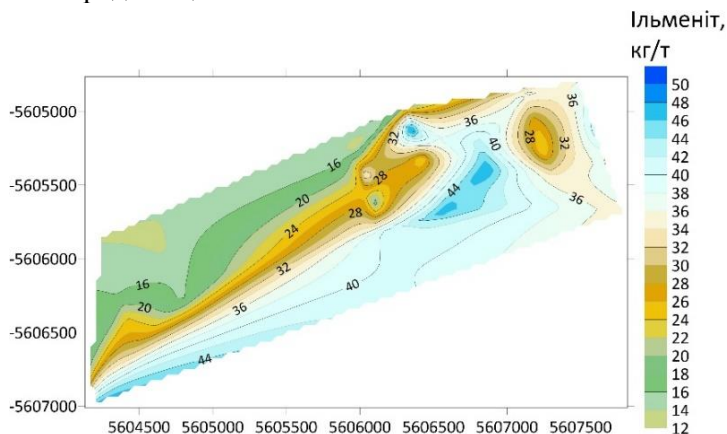


Рис. 2. Карта розподілу середньозваженого вмісту ільменіту в корі вивітрювання Федорівського родовища

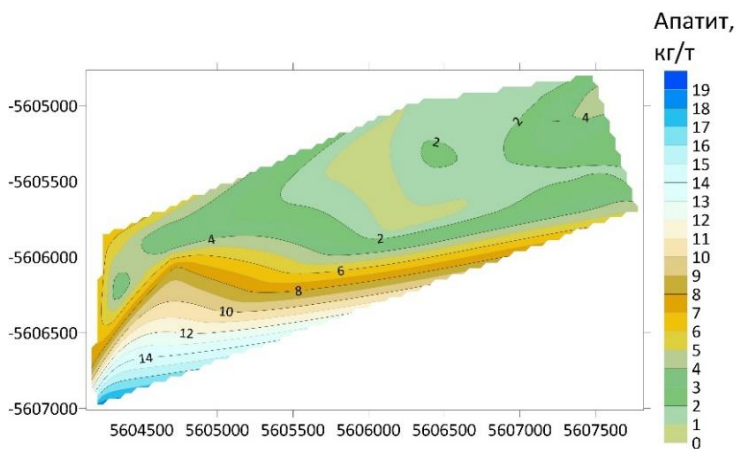


Рис. 3. Карта розподілу усередненого вмісту апатиту Федорівського екзогенного родовища

Висновки. Характерною особливістю магматогенних апатит-ільменітових родовищ в гіпербазит-базитових тілах малих інтрузій штокоподібної і дайкової форми, що утворилися в останню фазу становлення базитових масивів Коростенського

плутону є наявність значної концентрації титанових мінералів (ільменіт і титаномагнетит), апатиту та повсюдна присутність у цих мінералах підвищеної концентрації ванадію, скандію, ніобію, танталу, цирконію, гафнію, рідкісноземельних елементів (ітрієва та церієва групи).

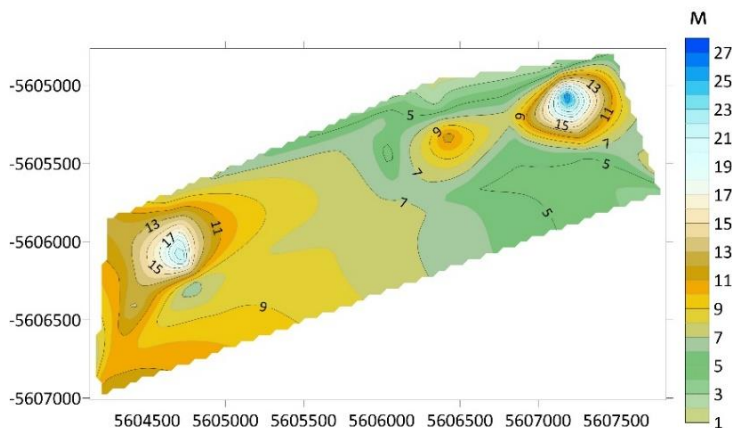


Рис. 4. Карта товщини торфів Федорівського екзогенного родовища

При вивітрюванні гіпербазит-базитових утворень кора вивітрювання також збагачується на ці рудні мінерали та зазначені хімічні елементи. Отримані результати щодо вмісту ільменіту й апатиту в корі вивітрювання та латерального поширення їхнього середнього вмісту в елювії дають змогу стверджувати, що кора вивітрювання є суттєвим резервом для розширення ресурсного потенціалу Федорівського родовища. Це спонукає до більш детального дослідження кори вивітрювання Федорівського родовища з акцентом на рідкісні та рідкісноземельні елементи, яке мають стратегічне значення для економіки та обороноздатності України.

Перелік використаної літератури

1. Duchesne J.C., Shumlyansky L., Charlier B. (2006). The Fedorivka layered intrusion (Korosten Pluton, Ukraine): an example of highly differentiated ferrobaltic evolution. *Lithos* 89: 353–376.

2. Базалийская Л.М. и др. Отчет по теме: «Геолого-экономический обзор титановых месторождений СССР», выполненный Житомирской геологоразведочной экспедицией в 1981–1983 гг. пгт. Новая Боровая. 1983.

3. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини України : в 2 т. Т. 1: Металічні корисні копалини. К.–Львів: Центр Європи. 2006. 785 с.

4. Рубан Н.И. и др. Отчет о результатах геологопоисковых и разведочных работ, выполненных Житомирской экспедицией в бассейнах р. Ирша и верхнего течения р. Ужа в Житомирской области за 1953–1958 гг. Киев, 1959.

5. Швайберов С.К. та ін. Геологічний звіт: Розвідка апатит-ільменітових руд Федорівського родовища. 2002 р.

UDC 549.2 (477.8)

GOLD FROM THE ALLUVIUM OF THE LOWER COURSE OF THE CHORNYI CHEREMOSH RIVER

Koretsky O.M.¹, Kovalchuk M.S.²

¹*Ukrainian Association of Gold Prospectors, Chernihiv Oblast, Snovyanka Village, Ukraine, koreckyj.o@gmail.com*

²*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, kms1964@ukr.net*

Information is provided on placer gold from the alluvium of the lower reaches of the Chornyi Cheremosh River. A feature of placer gold is its different color within one grain: golden-yellow and silver-light gray. In the light gray part of the grain, the mercury content in gold reaches 11 %. The presence of placer gold with such a mercury content may indicate the presence of a root epithermal source of gold of endogenous origin.

Keywords: Chornyi Cheremosh River, alluvium, placer gold, morphology, chemical composition.

ЗОЛОТО З АЛЮВІЮ НИЖНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ЧОРНИЙ ЧЕРЕМОШ

Корецький О.М.¹, Ковальчук М.С.²

¹*Українська асоціація золотошукачів, Чернігівська обл., с. Снов'янка, Україна, koreckyj.o@gmail.com*

²*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, kms1964@ukr.net*

Подано відомості про розсипне золото з алювію нижньої течії річки Чорний Черемош. Особливістю розсипного золота є його різне забарвлення в межах одного зерна: золотисто-жовте та сріблясто-світло-сіре. У світло-сірій частині зерна вміст ртуті в золоті досягає 11 %. Наявність розсипного золота з таким вмістом ртуті може вказувати на наявність корінного епітермального джерела золота ендегенного походження.

Ключові слова: річка Чорний Черемош, алювій, розсипне золото, морфологія, хімічний склад.

The main gold-bearing areas of the Ukrainian Carpathians are Beregivskiy, Vyshkivskiy, Rakhivskiy, Chyvchynskiy, Verkhovynskiy, Yablunivskiy, Perechynskiy, Nyzhniovoritskiy, Chernivtskiy [2, 4]. The impurity of mercury in gold has an important

indicator value. The impurity of mercury in gold is characteristic of epithermal deposits and deposits of complex genesis [2, 3]. Mercury is an indicator of the depth of formation of gold mineralization. In the Au–Hg system, solid solutions (α – amalgam, mercurial gold) and intermediate phases (intermetallic compounds) have been established [3]. Gold with mercury content has been established in many areas of the Ukrainian Carpathians [1, 2, 3, 6]. In the Chyvchynskyi and Verkhovynskyi districts of the Ukrainian Carpathians, gold with mercury content has been established in Neogene volcanic formations. Mercury content is present in gold from the Saulyak ore occurrence, a placer ore occurrence on the river Turya et al. [1, 2, 3, 6].

The highest mercury content is present in placer gold from the alluvium of the Chornyi Cheremosh River (Nadiya Spit) [1, 2]. Along with very high-purity gold, very low-purity gold with a significant mercury content ($\text{Hg} = 1.06\text{--}5.39\%$) is present here [2]. The mercury content ($\text{Hg} = 0.46\%$) was established in high-purity gold from this placer [2]. Gold with mercury content occurs only in Quaternary deposits of the Ukrainian Carpathians [2, 3, 6]. The mercury content in gold does not depend on the size and morphology of gold grains, their sample.

It should be noted that cinnabar is present in the conglomerates of the Soymulsky Cretaceous and the Verhneslobidsky sub-suite of the Neogene, as well as in the Quaternary alluvial deposits of the rivers Chornyi Cheremosh and Bilyi Cheremosh, Tysa, Lyuchka, and the streams Zhupany, Perkalab, Vedmezhy, Vedmeditsa, Shtolnevy, and others [2].

Mercury in gold has a complex, multivariate distribution pattern. According to V.M. Kvasnytsia, asymmetric but mutually compensating concentration curves of gold, mercury, and silver indicate syngenetic heterogeneity of gold grains, i.e., simultaneous deposition of gold and mercury [2]. The bimodal distribution of mercury in individual grains may indicate the existence of several productive mineral associations [2, 3].

Native gold with mercury content was found by us during the leaching testing of alluvial deposits of the Chornyi Cheremosh River in the area of the Verkhovyna settlement, Verkhovyna district, Ivano-Frankivsk region (Fig. 1, *a*). The riverbed of the river valley is laid

down in Cretaceous-Paleogene flysch rocks. The flysch rocks are deformed and lie almost vertically (Fig. 1, *b–d*). The alluvium of the Chornyi Cheremosh River is composed of boulder-pebble material with clay-gravel-sand aggregate (Fig. 1, *b–d*). The different resistance of flysch rocks to exogenous destruction led to the formation of irregularities in the river bottom, in which psammitic and psephite alluvial material was deposited together with gold. Samples from alluvial deposits were taken from the channel alluvium close to the shore in places where there were mechanical barriers to the deposition of terrigenous material (large boulders). The samples were washed using an American-type tray in the form of a plate.

The morphology and size of native gold were studied under a binocular microscope. The chemical composition of placer gold was studied at the M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine using a JEOL JMX-733 electron probe microanalyzer.

As a result of the study of gold grains, it was established that their size is 1.2–4.1 mm. The shape of the grains is round-lamellar, elongated-lamellar. The edges of the gold are smoothed, the surface is finely pitted. The color of the gold is golden yellow. The most characteristic grains of gold are presented in the figure. There are grains of gold of silver-light gray color (Fig. 1, *e*) and grains of gold, in which one part is golden-yellow and the other is silver-light gray (see Fig. 1, *f, g*).

There are grains of gold with traces of mechanical deformations, namely, bending of the edges of the grains (see Fig. 1, *c, d*).

According to the results of studies of native gold grains, it was found that the content of Au= 86.01–99.24 %; Ag= 0.0–2.84 %; Fe=0.03–2.04 %; Hg=0.0–11.10 %. The chemical composition of native gold is heterogeneous in different parts of the grain, and the silvery-light gray part of the gold grains contains an admixture of mercury up to 11.0 %.

The presence of placer gold with a significant content of mercury in the alluvium of the lower reaches of the Chornyi Cheremosh River indicates the presence of an alpine or post-alpine endogenous source of mercury-containing gold in the Ukrainian Carpathians. Perhaps the admixture of this element has an epigenetic origin, when late mercury-

containing mineralization was superimposed on early gold-bearing ores [2].



Fig. 1. The Chornyi Cheremosh River (*a*) and the locations of the slurry sampling (*b–d*)

Also, a likely source of gold with an admixture of mercury may be numerous calcite veins in flysch rocks.

The results obtained encourage the search within the catchment area of the Chornyi Cheremosh River, primarily for volcanic rocks of

Neogene age, which may contain near-surface deposits of mercury-bearing gold.



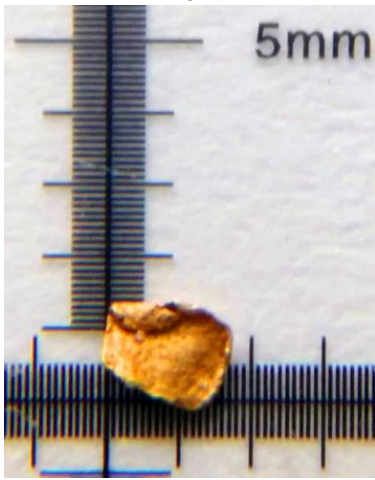
a



b



c



d

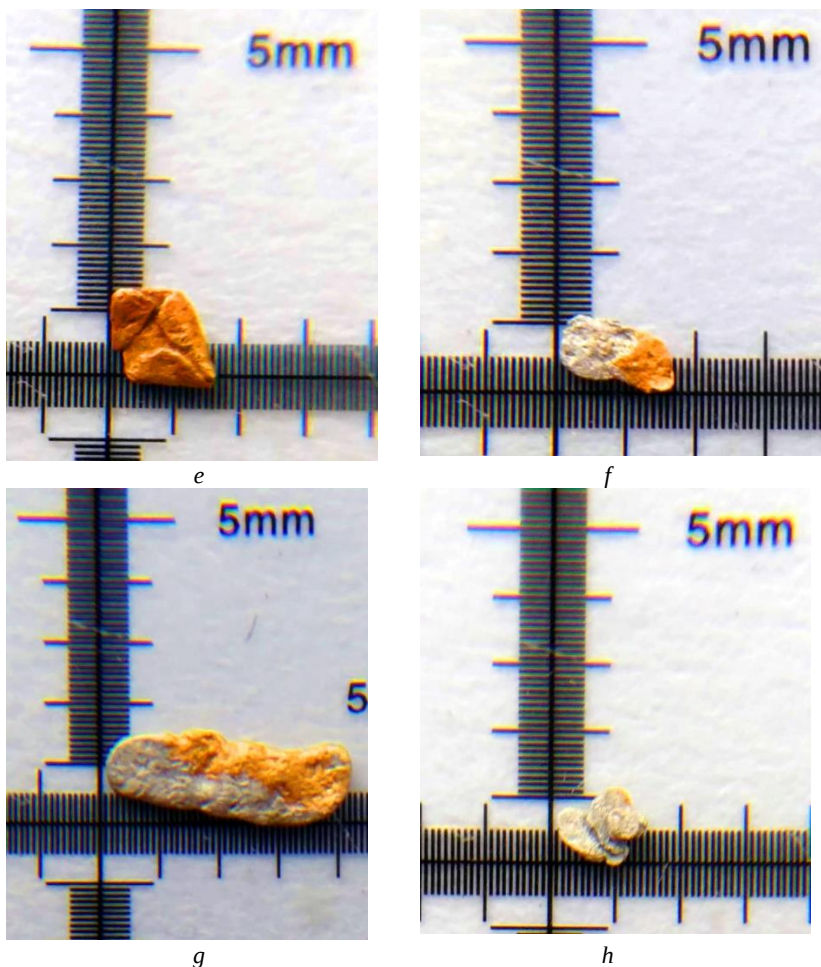


Fig. 2. Shape of placer gold grains: rounded-flattened (*a–b*); flattened-elongated (*c*); rounded-flattened with curved edges (*d*); square with curved edges, like an envelope (*e*); flattened-elongated in which the left part is silver-light gray in color, and the right part is golden-yellow (*f*); flattened-elongated with cut rounded edges in which the upper part is golden-yellow in color, and the lower part is silver-light gray (*g*); intergrowths of lamellar grains of silver-light gray in color (*h*)

In addition, the results obtained encourage a detailed study of the placer gold content of the Chorny Cheremosh alluvium and its tributaries in the Verkhovyna district of the Ivano-Frankivsk region.

List of used literature

1. Kvasnytsia, V.M., Hrytsyk, V.V., Legkova, G.V., Matkovsky, O.I., Latysh, I.K. (1994). On the chemical composition of native gold of the Ukrainian Carpathians. *Mineral. Journal*, 16, 3/4, 89–95. (in Ukrainian).
2. Kvasnytsia, V.M., Latysh, I.K. (1996). Native gold of Ukraine. Kyiv, ArtEk, 152 p. (in Ukrainian).
3. Kovalchuk M.S. (2002). Gold from sedimentary complexes of the Ukrainian Carpathians. *Geol. Journal*, 2, pp. 55–65. (in Ukrainian).
4. Matkovsky O.I. (1992). Gold deposits and ore occurrences of the Ukrainian Carpathians. *Visnyk of Lviv University. Series Geology*, 11, 96–120. (in Ukrainian).
5. Kvasnitza V.N., Kovalchuk M.S., Yatzun V.K. (1998). The morphology and chemical composition peculiarities of native gold from sedimentary complexes of Ukrainian Carpathians. *Geol. Journal*, 1–2, 229–242. (in Ukrainian).

УДК 553.3/.9

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЮВІАЛЬНИХ КАОЛІНІВ ЗАХІДНО-ДІБРОВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ ПРОСЯНІВСЬКОГО КАОЛІНОВОГО РАЙОНУ

Крошко Ю.В.

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
ykrosh.79@ukr.net*

Коротко охарактеризовано поклад первинних каолінів Західно-Дібровської ділянки, Просянівського каолінового району. Подано результати досліджень латерального поширення товщини елювіальних каолінів, середнього вмісту в каолінах Fe_2O_3 , TiO_2 , та показника білизни каолінів.

Ключові слова: Просянівський каоліновий район, Західно-Дібровська ділянка, первинні каоліни, товщина, показник білизни, середній вміст Fe_2O_3 , TiO_2 .

CHARACTERISTICS OF ELUVIAL KAOLINS OF THE WEST DIBROVSKY SECTION OF THE PROSYANIVSKY KAOLIN DISTRICT

Kroshko Yu.V.

*Institute of Geological Sciences the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, ykrosh.79@ukr.net*

The deposit of primary kaolins of the West Dibrovka section, Prosyanyvka kaolin district is briefly characterized. The results of studies of the lateral distribution of the thickness of eluvial kaolins, the average content of Fe_2O_3 , TiO_2 in kaolins, and the whiteness index of kaolins are presented.

Keywords: Prosyanyvka kaolin district, West-Dibrovskaya section, primary kaolins, thickness, whiteness index, average content of Fe_2O_3 , TiO_2 .

Вступ. Каоліни в Україні представлені двома генетичними типами: каоліном первинним (основного та лужного складу) та каоліном вторинним [2]. Провінція первинних каолінів Українського щита простягається на 950 км від Полісся до Азовського моря, шириною 350 км [2]. Цінність каолінів визначається їх фізико-хімічними властивостями та масштабністю використання практично в усіх сферах виробництва. При наявності високого вмісту окису алюмінію (до

40 %) каолін використовується як основний компонент суміші для виробництва фарфору, фаянсу, різних видів кераміки. Високий рівень білизни та їх тонкодисперсний склад робить їх сировиною та основним наповнювачем при виробництві паперу, картону та гуми. Розташування Просянівської групи родовищ на Вовчанському виступі Приазовського блоку забезпечило сприятливу геоморфологічну позицію для утворення кори вивітрювання площового морфологічного типу [1]. Для цього регіону характерні видовжені у меридіональному напрямку куполоподібні підняття, які розмежовані депресіями [1]. Усі вони складені гранітоїдами. Вершинський та Західно-Дібровський поклади каолінів мають пологу покрівлю з невеликим ухилом на північний схід, іноді простежуються сліди розмиву каолінової кори вивітрювання [1].

Для всього Просянівського масиву характерна різновікова і різномасштабна диз'юнктивна тектоніка, переважно субширотного та субмеридіонального простягання. Просянівське родовище складається з 12 ділянок, п'ять з яких: Вершинська, Правий схил балки Скидяної, Лівий схил балки Скидяної, Мало-Михайлівський та Західно-Дібровський – розвідані детально, на інших виконано пошукові роботи з підрахунком запасів за категорією С₂ [1]. Найбільше промислове значення з п'яти детально розвіданих мають ділянки: Вершинська, Західно-Дібровська і зарезервована ділянка Правий схил балки Скидяної [1]. Ділянка Мало-Михайлівська характеризується незначними запасами і в 1958 р. законсервована, а невідпрацьована частина ділянки Лівий схил балки Скидяної забудована та не підлягає відпрацюванню [1].

Аналіз попередніх досліджень. Родовище розробляється з 1898 р. та неодноразово дорозвідувалося, починаючи з 1928 р. Крайні геологорозвідувальні роботи із затвердженням запасів каоліну в ДКЗ виконувались Харківською ГРЕ в 1964–1971 рр. Переоцінка запасів по всім раніш розвіданим ділянкам родовища проведена в 1967–1971 рр. На теперішній час розробляються дві ділянки: Вершинська, Західно-Дібровська. Умови залягання каолінів на родовищі складні. Їхня товщина, якість змінюється на незначних відстанях як за простяганням, так і на глибину [1].

В 1983–1994 роках Харківською ГРЕ виконано пошуково-ревізійні роботи в районі на чотирьох ділянках: Гаврилівській, Східно-Дібровській, Москальцевській, Берестовій, а також проведено пошукові роботи на 5 нових ділянках: Ягідній, Чаплинській, Північно-Межинській, Скотовацькій, Водянській. На Гаврилівській та Берестовій ділянках вміст високосортних каолінів складає 35–45 % [1]. На Водяній та Ягідній ділянках прогнозовані високосортні каоліни з вмістом більше 40 %.

Західно-Дібровська ділянка розробляється відкритим способом, кар'єром, з 1985 року. Розробляється 5-ма уступами: 2 – розкривних, 3 – на видобуток. Лужні каоліни видобуваються супутньо з нормальними, а використовується лише каоліновий концентрат.

Результати досліджень. Поклад Західно-Дібровський приурочений до мезозойської кори вивітрювання докембрійських порід та перекритий неогеновими і четвертинними утвореннями [1, 2].

Найдавнішими утвореннями кристалічного фундаменту в межах родовища є метаморфічні породи оріхівської серії, серед яких головну роль відіграють біотит-плагіоклазові гнейси. Вони широко поширені на півночі та північному-заході покладу, в межах ділянки наявні у вигляді лінз. В незміненому стані в межах родовища вони трапляються не часто. Інтенсивні процеси гранітизації перетворюють їх на мігматити. Макроскопічно гнейси в незміненому стані це темно-сіра дрібнозерниста порода сланцюватої структури, яка обумовлена чергуванням світлих кварц-польовошпатових та окремих темного забарвлення біотитових шарів. Мінеральний склад: плагіоклаз, представлений олігоклазом (40–50 %), мікроклін (до 8 %), кварц (18–90 %), біотит (12–40 %) [1]. З вторинних мінералів у породі наявні серицит, каолініт, зрідка хлорит. Хімічний склад гнейсів (%): SiO_2 – 61,2; MgO – 2,5; TiO_2 – 0,8; CaO – 2,2; Al_2O_3 – 17,5; Fe_2O_3 – 2,3; FeO – 5,9; Na_2O – 4,0; K_2O – 2,4 [1].

Повсюдне поширення має приазовський гранітоїдний комплекс, представлений плагіогранітами, плагіомігматитами, рожевими апліто-пегматитовими гранітами, граніт-пегматитами та мігматитами [1]. Переважне поширення на Західно-

Дібровській ділянці мають рожеві граніти, пегматитові граніти, мігматити (дніпровсько-токівського комплексу). Плагіомігматити, плагіограніти (кіровоград-житомирського комплексу) залягають вузькими смугами, облямовуючи рожеві граніти. Мінеральний склад плагіомігматитів: альбіт-олігоклаз – 50–75 %, кварц – 18–25 %, біотит – до 15 % [1]. Другорядні мінерали це піроксен, циркон, серицит, гідроокиси заліза.

Складність петрографічного складу гранітоїдних порід, та їх строкатість і гібридний характер обумовлюють невитриманість літологічного та якісного складу кори вивітрювання і каолінів зокрема.

Кора вивітрювання в межах покладу поширена повсюдно. Вона перекривається потужною товщею четвертинних та неогенових утворень (до 41 м). В межах ділянки виокремлено три петрографічних типи кір вивітрювання: 1) кора вивітрювання рожевих гранітів, та пов'язаних з ними мігматитів та пегматитів; 2) кора вивітрювання полімігматитів; 3) кора вивітрювання плагіоклазових порід (гнейсів, мігматитів, плагіогранітів) [1].

Домінуючими є перший та третій типи кір вивітрювання. Загальна товщина кір залежить від тектонічної тріщинуватості та умов збереження.

Лужні каоліни поширені в нижній частині зони первинних каолінів, де процеси каолінізації ще не завершені. Тому каоліни тут вміщують значно більше лугів, ніж нормальні каоліни. Товщина лужних каолінів змінюється від 2,0 м до 19,0 м, в середньому 9,3 м [1]. Лужні каоліни зазвичай білі, місцями рожеві пухкі, зовні різко контрастують з масними на дотик нормальними каолінами. Часто в лужних каолінах наявні напівкаолінізовані зерна польових шпатів (мікрокліну). Домішки представлені зернами кварцу розміром до 1–5 мм, в кількості до 30–40 % та іноді гідроокисами заліза та гідрослюдами.

Загалом товщина каолінів не постійна в межах ділянки і коливається від 2,1 до 64,3 м (рис. 1). Середній вміст TiO_2 в каолінах 0,18–1,94 %. Каоліни з незначним вмістом TiO_2 , утворюються по гранітам та мігматитам, а зі значним вмістом – по пегматитам та гнейсам. Ореоли поширення каолінів з підвищеним вмістом TiO_2 зосереджені переважно в північній

частині ділянки (рис. 2). Вміст TiO_2 має прямий кореляційний зв'язок з глибиною та товщиною покладу. З глибиною вміст TiO_2 зростає, також збільшується він зі збільшенням товщини каоліну. Каоліни Західно-Дібровської ділянки є високоглиноземистими. Кореляційного зв'язку між вмістом окисів алюмінію, заліза та титану не встановлено. Вміст Fe_2O_3 незначний в каолінах, що утворилися внаслідок вивітрювання гранітів. Вміст Fe_2O_3 різко знижується в каолінах, що утворилися внаслідок вивітрювання гнейсів. Середній вміст в каолінах 0,38–1,73 %. Набільший середній вміст Fe_2O_3 в каолінах – в північній частині ділянки (рис. 3). Закономірності зміни вмісту Fe_2O_3 у вертикальному перетині каолінів не встановлено. Індекс білизни каолнів 54,33–87,76 %. Каоліни з низьким вмістом білизни поширені у вигляді незначного розміру острівців по усій ділянці (рис. 4).

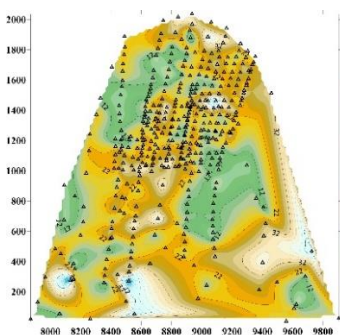


Рис. 1. Товщина первинних каолінів

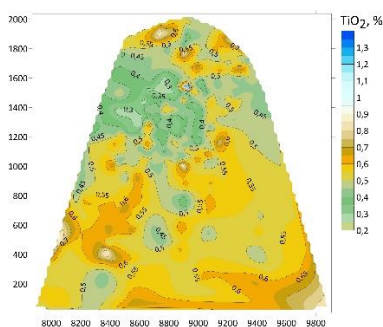


Рис. 2. Латеральний розподіл вмісту TiO_2 в первинних каолінах

Кореляційний зв'язок між індексом білизни каолінів і вмістом в них TiO_2 – відсутній; а між індексом білизни і вмістом Fe_2O_3 – обернений дуже слабкий.

Висновки. Західно-Дібровський поклад відрізняється від інших покладів Проснянівської групи більш однорідною товщею вихідних порід, представлених дніпровсько-токівськими рожевими гранітами та мігматитами.

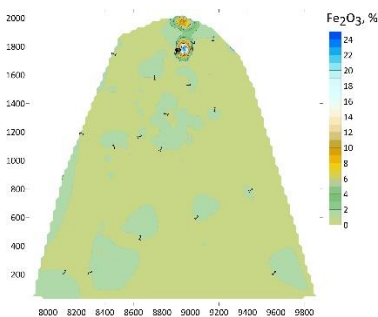


Рис. 3. Латеральний розподіл вмісту Fe_2O_3 в первинних каолінах

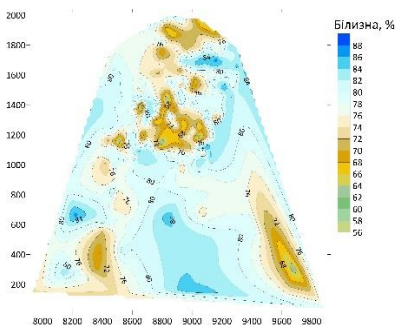


Рис. 4. Латеральний розподіл індексу білизни в первинних каолінах

Вміст Fe_2O_3 і TiO_2 незначний. Індекс білизни достатньо високий. Отримані результати є інформаційною базою щодо латерального поширення каолінів з різним середнім вмістом Fe_2O_3 і TiO_2 та індексом білизни.

Перелік використаної літератури

1. Панова В.Г. Лановая Г.В. Отчет о доразведке с целью переоценки запасов каолинов по участку Западная Диброва Просяновского месторождения первичных каолинов в Покровском районе Днепропетровской области Украины в 1990–1996 гг. Киев. 1996. 392 с.

2. Рудько Г.І., Озерко В.М., Шепель І.В. Геологія і геолого-економічна оцінка родовищ каоліну України. Чернівці, Букрек, 2015. 336 с.

УДК (08.4)553.98(477.83):546.48

ВУГЛЕВОДНЕВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАХІДНОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ЯК РЕЗЕРВ ДЛЯ ВИДОБУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ

Лазарук Я.Г., Гривняк Г.Б., Гарасим С.В.

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України
Львів, Україна, lazarukjaroslav@gmail.com; grivnyak77@gmail.com;
Svitlanag86@gmail.com*

Показано стан ресурсної вуглеводневої бази Західного нафтогазоносного регіону, рівень видобутку нафти і газу за останні сорок років, обґрунтовані перспективи відкриття нових родовищ і покладів вуглеводнів у кожній з нафтогазоносних областей як бази для нарощування видобутку власної вуглеводневої сировини.

Ключові слова: нафта, газ, ресурси, вуглеводні, Західний нафтогазоносний регіон України.

HYDROCARBON POTENTIAL OF THE WESTERN OIL AND GAS-BEARING REGION OF UKRAINE AS A RESERVE FOR OIL AND GAS PRODUCTION

Lazaruk Yaroslav, Hryvniak Galyna, Garasym Svitlana

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
lazarukjaroslav@gmail.com; grivnyak77@gmail.com;
Svitlanag86@gmail.com*

The state of the resource hydrocarbon base of the Western oil and gas region is shown, the level of oil and gas production over the past forty years, and the prospects for the discovery of new fields and hydrocarbon deposits in each of the oil and gas regions as a base for increasing the production of its own hydrocarbon raw materials are substantiated.

Keywords: oil, gas, resources, hydrocarbons, Western oil and gas region of Ukraine.

Нафта і газ власного видобування є ваговою складовою енергетики України. Внесок нафтогазовидобувної галузі у внутрішньому валовому продукті держави в 2024 р. становив 4,02 % [1]. Упродовж останніх десяти років видобуток нафти і газу з українських родовищ постійно перевищує приріст їхніх розвіданих запасів [3]. За досвідом розвинених країн з власним видобутком вуглеводнів для збалансованого функціонування економіки приріст запасів вуглеводнів повинен принаймні в 2–3

рази перевищувати обсяги їхнього видобування. За останні сорок років річні видобутки газу в Україні скоротилися з 56,6 млрд м³ до 20,2 млрд м³, нафти і конденсату – з 7,5 млн т до 2,4 млн т. Це пов'язано з відповідним зменшенням щорічних приростів запасів вуглеводнів за той же період: газу – з 45 млрд м³ до 7,2 млрд м³, нафти з конденсатом – з 8,3 млн т до 0,4 млн т. Таким чином в Україні на ринку власної вуглеводневої сировини склалася загрозна ситуація: ми просто «проїдаємо» свої розвідані запаси, не поповнюючи їх належним чином. Тому для стабільного забезпечення держави нафтою і газом вкрай необхідне нарощуванню власної ресурсної бази шляхом відкриття нових родовищ, а також нових покладів вуглеводнів на відомих родовищах. Альтернативи такому підходу немає. Тому з врахуванням результатів власних багатолітніх досліджень науковців ІГГК НАН України, ЛВ УкрДГРІ та критичного переосмислення результатів робіт стосовно постійного поповнення запасів вуглеводнів відомих родовищ та покладів з глибин [2] запропоновані новітні погляди на формування і просторовий розподіл вуглеводневих скупчень, критерії нафтогазоносності, а головне – зони і конкретні об'єкти для пошукового буріння на нафту і газ.

Наведені у статті цифри ресурсів і запасів вуглеводнів ґрунтуються на новітніх поглядах на структуру і геодинаміку Західного регіону України. Особливо це стосується Карпатської нафтогазоносної області, оскільки платформні утворення Волино-Поділля та Передкарпатський і Закарпатський прогини мають відносно просту геологічну будову, характеризуються спокійною тектонікою, вони достатньо вивчені як різними методами польових геофізичних досліджень, так і свердловинами різного призначення, тому не існує особливих протиріч у розумінні геологічної будови згаданих тектонічних елементів регіону. Натомість тектоніка Карпатської нафтогазоносної провінції завдяки шар'яжній будові надзвичайно складна і недостатньо вивчена геолого-геофізичними методами досліджень. Тому за результатами багатолітніх польових досліджень відкориговані елементи насувної тектоніки.

Проаналізовані значні обсяги фактичного матеріалу з нафтогазоносності і просторового поширення вуглеводневих скупчень у різних тектонічних одиницях Західного нафтогазоносного регіону. Показаний розподіл запасів і ресурсів вуглеводнів за елементами нафтогазогеологічного районування, в їх межах обґрунтовані недостатньо вивчені перспективні комплекси для пошуків нових вуглеводневих скупчень.

Одним з найперспективніших з них є нафтогазоносний район платформного автохтону Карпат, в якому реалізація ресурсної бази складає лише 6,1 %. Перспективи відкриття нових родовищ пов'язуються тут в основному з відкладами юри та крейди, які занурені на глибини 5,5–6,5 км.

Наступною за перспективністю вважаємо Карпатську нафтогазоносну область, де ступінь реалізації ресурсів становить 9,2 %. Основні перспективи тут пов'язуються з відкладами палеогену на глибинах 1,5–5 км.

Лише на 4,6 % реалізований потенціал Волино-Подільської нафтогазоносної області, перспективи якого пов'язані зі значним стратиграфічним діапазоном – від венду до девону. Глибини залягання теж коливаються в широкому інтервалі – від 1,0 км до 4,5 км. І це без врахування ресурсів сланцевого газу у відкладах силуру, питання про існування яких залишається відкритим і знаходиться лише на етапі початкового вивчення.

Ступінь реалізації ресурсної бази Закарпатської газоносної області не перевищує 4,0 %, традиційно перспективні відклади неогену, а також практично не вивчені відклади донеогенової основи на глибинах до 3,5–4 км. Є в регіоні Самбірський перспективний район, потенціал якого на сьогодні взагалі не реалізований. Тут перспективи пов'язуються з відкладами палеогену на глибинах від 0,5 км до 4 км.

Цифри запасів і ресурсів різних структурно-тектонічних одиниць Західного нафтогазоносного регіону ґрунтуються на розроблених нами критеріях нафтогазоносності. За даними геохімічних досліджень встановлено, що властивості вуглеводнів залежать від стадії їх міграції. У напрямку міграції нафти стають важчими, у них збільшується вміст нафтенів. Уверх по розрізу нафти змінюються від парафінових до нафтових. Такий

розподіл нафт – дуже легкі в нижніх горизонтах і важчі в верхніх – свідчить про вертикальну міграцію нафти із спільного джерела надходження нафтових вуглеводнів. Збільшення в нафтах метанових вуглеводнів і зменшення ароматичних із глибиною (це насамперед зміна термобаричних умов залягання і формування нафтових покладів) призводить до зміни її фізико-хімічних властивостей. На багатопластових родовищах спостерігається тенденція до зменшення густини нафти із глибиною. Це є свідченням вертикальної міграції нафти і одночасного формування покладів із спільного джерела надходження вуглеводневих компонентів.

Для геологічно відкритих територій – Складчастих Карпат – запропоноване використання прямих і непрямих ознак нафтогазоносності, заснованих на вивченні гідротермального та вуглеводневого полів, а також сульфідизації порід. До прямих ознак відносяться витоки вуглеводнів на земну поверхню; складена карта таких виходів, здійснена їх ув'язка з відомими родовищами та окреслені ореоли існування прогнозних покладів.

Встановлено, що в межах найбільш прогрітих ділянок Складчастих Карпат щільність нафтогазопроявлень найнижча – 0,002 прояви/км, приблизно в 30 разів менша, ніж у вуглеводневому полі. Аналізи вільних і розчинених газів із свердловин прогрітих територій вказують на наявність в їх складі значних концентрацій (до 100 %) вуглекислого газу і азоту і, відповідно, низьку перспективність пошуків вуглеводневих скопчень.

Для пошуків нових родовищ нафти і газу запропоновано використовувати непряму ознаку нафтогазоносності, а саме – рівень сульфідної мінералізації негідротермального походження. Вона базується на встановленому нами позитивному кореляційному зв'язку між нафтогазоносністю і вмістом сульфідів цинку, свинцю, міді і самородного свинцю у шліхових пробах алювіальних відкладів. Доведено, що джерелами сфалериту, галеніту, халькопїриту та свинцю є породи карпатського крейдо-палеогенового флішу. Утворення цих сульфідів відбувалось шляхом взаємодії підземних вод, насичених іонами металів, з сірководнем, який надходив у розріз

з місць скупчень вуглеводнів. Більш значним скупченням останніх відповідають більші вмісти сульфідів у шліхах. Цей висновок підтверджується просторовим зв'язком нафтових родовищ з масштабами сульфідної мінералізації.

За результатами наукових досліджень спрогнозовані зони акумуляції вуглеводнів у недостатньо вивчених нафтогазоносних комплексах Західного регіону. Для Волино-Подільської нафтогазоносної області – це утворення від венду до девону. З останніх відкриті два, поки що єдині в області Локачинське та Великомоствське родовища. Подальші перспективи можна пов'язувати з Ренівською, Доросинською, Марковицькою, Олесько-Золочівською структурами. Достатньо не досліджені потенційні можливості відкладів силуру, з яким пов'язуються перспективи сланцевого газу. Проте основним недостатньо вивченим комплексом, але з великими перспективами, є, на нашу думку, відклади кембрію. Слід перш за все оцінити пошуковим бурінням Літинську, Тарашанську, а згодом – Бережанську, Андріївську, Монастирищенську структури, пробурити пошукову свердловину в оптимальних умовах на Перемишлянській структурі.

Відклади сарматської і косівської світ Більче-Волицького НГР вивчені найкраще в регіоні, хоч тут ще не опішуковані ряд невеликих структур: Мальницька, Волицька, Новояворівська, Ділівська, Тейсарівська та інші структури. Інші комплекси району вивчені менше, тому пов'язуємо перспективи з відкладами крейди Малогорожанської, Дашавської, Кутської, Середньомайданської структур. Цікавим з точки зору відкриття родовищ у відкладах палеогену і мезозою було б і пошукове буріння на Міжріченській структурі. З огляду на її розміри тут можна прогнозувати середнє за запасами родовище.

Піднасув Покутсько-Буковинських Карпат – найцікавіший комплекс для пошукового буріння на нафту і газ. Сейсморозвідкою тут встановлені понад півтора десятка значних за розміром структур у мезозойському та палеоген-неогеновому комплексі на глибинах до 6,5 км. З огляду на наявність у цій зоні Лопушнянського нафтового родовища і родовищ на території сусідньої Румунії, прогнозні ресурси згаданих комплексів

оцінюються нами досить високо – близько 270 млн т нафти. Першочерговою для проведення деталізаційних сейсморозвідувальних робіт і наступного пошукового буріння вважаємо Петровецьку структуру, що залягає на порівняно невеликих глибинах, наступну – Хоткевицьку структуру.

Враховуючи матеріали геологічної зйомки та з використанням прямих і непрямих ознак нафтогазоносності у Кросненському покриві як першочергові для пошукового буріння виділені структури: Боберська (проектний горизонт – нижньовержовинська підсвіта), Либохорська і Лютська (головецька світа).

У Закарпатській газоносній області до пошукового буріння рекомендуємо Лучківську структуру неподалік від Русько-Комарівського газового родовища на розріз неогену з доведеною промисловою газоносністю; Великобичківську структуру для виявлення перспектив промислової газоносності можливого параавтохтону Вежанського субпокриву і палеогену Діловецького субпокриву та Перечинську структуру для оцінки нафтогазоносності донеогенової тріас-пермської основи.

Практично не вивчений геолого-геофізичними методами Самбірський перспективний район. Тут запропоновано пробурити Грушатицьку антиклінальну структуру попутно при пошуках вуглеводневих скупчень під Стебницьким насувом у відкладах неогену і протерозою Південночижківської структури.

Перелік використаної літератури

1. Ініціатива щодо забезпечення прозорості у видобувних галузях. Звіт УПВГ України. Київ, 2024. С. 12. Режим доступу: https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/2025-03/ua-eiti-report-2023-with-limitations14.03/2024_compressed.pdf

2. Лазарук Я.Г. Відновлення вуглеводневих покладів родовищ України // *Вісник Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер. Геологія. Географія. Екологія*. 2023. Вип. 3). С. 49–58. Режим доступу: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-04>

3. Ружевич Д.І., Ружевич В.І. Регенерація покладів вуглеводнів на пізній стадії експлуатації як інноваційний інструмент нарощування промислових запасів та їх видобутку (на прикладі Абазівського газоконденсатного родовища) // наукові інновації та передові технології. 2024. № 10 (38). С. 416–431. Режим доступу: <https://perspectives.pp.ua/index.php/ua/nauka/article/view/15424/15494>

УДК 551.24:552.58

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ДЕКАРБОКСИЛІЗАЦІЇ ВИКОПНОЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ (ВУГІЛЛЯ, СЛАНЦІ, ТОРФ)

Любчак О. В., Яковенко М.Б., Хоха Ю.В.

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України
Львів, Україна, oleksandr.lyubchak@gmail.com; myroslavakoshil@ukr.net;
khoha_yury@ukr.net*

Подано стислий огляд моделі кінетики декарбоксилізації викопної органічної речовини в ході катагенезу. Обґрунтовано «ранній» вихід CO₂; розмежовано оборотну взаємодію з ароматичним ядром і необоротний розклад аліфатичних кислот. Параметри (ароматичність, Н-зв'язки, радикали) калібруються ІЧ-спектроскопією. Модель придатна для басейнового прогнозу газоутворення та оцінки CO₂/CH₄.

Ключові слова: катагенез; декарбоксилізація; кероген; CO₂; басейнове моделювання.

MODELING OF THE DYNAMICS OF FOSSIL ORGANIC MATTER (COAL, SHALE, PEAT) DECARBOXYLISATION

Lyubchak Oleksandr, Yakovenlo Myroslava, Khokha Yuri

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
oleksandr.lyubchak@gmail.com; myroslavakoshil@ukr.net;
khoha_yury@ukr.net*

A brief overview of the model of the kinetics of decarboxylation of fossil organic matter during catagenesis is given. The “early” release of CO₂ is justified; the reversible interaction with the aromatic nucleus and the irreversible decomposition of aliphatic acids are distinguished. The parameters (aromaticity, H-bonds, radicals) are calibrated by IR spectroscopy. The model is suitable for basin-wide gas production forecasting and CO₂/CH₄ estimation.

Keywords: catagenesis; decarboxylation; kerogen; CO₂; basin modeling.

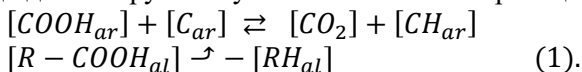
Декарбоксилізація функціональних груп органічної речовини є одним із ранніх і масових каналів утворення вуглекислого газу під час катагенезу. Саме CO₂ часто з'являється раніше за вуглеводні і супроводжує їхнє формування на всіх етапах термічної еволюції керогену [1, 3]. Кількість, темп та часовий профіль цього газу визначають геохімію порового флюїду, парціальні тиски, буферність середовища і, зрештою, умови генерації та збереження термогенних газів. Тому моделювання кінетики декарбоксилізації потрібне не лише для пояснення

лабораторних даних, а й для прив'язки геохімічних індикаторів до реальних термобаричних історій басейнів, що підвищує надійність прогнозу газоутворення. Дані з літературних джерел показують, що «ранній» CO_2 із керогену виникає вже за слабого теплового впливу і піддається кількісному опису в межах каліброваних кінетичних схем; це дозволяє переносити результати до моделей захоронення і прогріву порід та оцінювати внесок джерельних товщ у газонакопичення й еволюцію флюїдного тиску [1–3].

Гідропіроліз (лабораторне нагрівання органічної речовини у присутності води) демонструє, що CO_2 є домінантним летким продуктом при низькій і високій термічній зрілості, утворюючись як безпосередньо з керогену, так і при розкладі бітумів; отже, роль декарбоксилізації і споріднених реакцій не обмежується стадією діагенезу [2]. Це уточнює часові вікна генерації газів і вибір кінетичних параметрів у басейновому моделюванні [2, 3].

Системне моделювання декарбоксилізації дає прикладний ефект: допомагає відрізнити внесок органічної і неорганічної складових CO_2 , оцінити буферні реакції з мінералами, інтерпретувати індикатори зрілості та прогнозувати співвідношення CO_2/CH_4 у покладах і фоні [1]. Це особливо важливо для глибоких і «холодних» частин басейнів, де «ранній» CO_2 змінює хімію вод і впливає на траєкторії катагенезу [2].

У процесі фосилізації органічної речовини одним з газів, що виділяється є вуглекислий газ. Його джерело, в основному становить карбоксильна група органічної речовини. Необхідно розділяти декарбоксилізацію ароматичних і аліфатичних карбонових кислот. У першому випадку процес є зворотним, у другому ні, що демонструє наступна схема хімічних реакцій:



В подальшому, як і в схемі (1), квадратні дужки позначають кількість відповідної речовини. Схема (1) показує, що існує своєрідна хемосорбція (десорбція) вуглекислого газу на ароматичному вуглецю процес якої ускладнений постійним розкладом аліфатичних карбонових кислот. Таким чином, разом з впливом тиску та температури, на процес виділення вуглекислого

газу викопною органічною речовиною впливає коефіцієнт ароматичності вуглецю. Разом з цим динаміка декарбоксилізації контролюється вмістом водню, який з'єднаний з ароматичним кільцем та кількістю кислотних радикалів. Всі необхідні дані про будову твердої фази для проведення розрахунків можна отримати за допомогою інфрачервоної спектроскопії, а початкову кількість CO_2 – газовою хроматографією.

Використавши правила формальної кінетики на основі схеми (1) складаємо наступну систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned}\frac{d[\text{COOH}_{ar}]}{dt} &= -k_1[C_{ar}][\text{COOH}_{ar}] + k_2[\text{CO}_2][\text{CH}_{ar}] \\ \frac{d[R - \text{COOH}_{al}]}{dt} &= -k_3[R - \text{COOH}_{al}]\end{aligned}\quad (2),$$

де k_1, k_2 (1/моль $\times$ с) константи швидкостей прямої та зворотної реакції декарбоксилізації ароматичних кислот, k_3 (1/с) константа швидкості реакції розкладу аліфатичних кислот. Перше рівняння системи (2) визначає зміну у часі кількості карбоксильних груп з'єднаних з ароматичним ядром, а друге – з аліфатичним радикалом. Розв'язок другого рівняння системи (2) має вигляд закону радіоактивного розкладу:

$$[\text{CO}_2]_{al} = [R - \text{COOH}_{al}](1 - e^{-k_3 t}) \quad (3).$$

Підставивши (3) у перше рівняння системи (2) отримуємо диференціальне рівняння для визначення зміни вмісту вуглекислого газу з часом. Цей розв'язок можливо отримати тільки наближеними методами. Незважаючи на це можна записати наступне рівняння:

$$K = \frac{k_2}{k_1} = \frac{([\text{COOH}_{ar}]_0 - [\text{CO}_2]_{ar})([C_{ar}]_0 - [\text{CO}_2]_{ar})}{([\text{CO}_2]_0 + [\text{CO}_2]_{al} + [\text{CO}_2]_{ar})([\text{CH}_{ar}]_0 + [\text{CO}_2]_{ar})} \quad (4),$$

де K безрозмірна величина, яка є константою рівноваги першого процесу схеми (1). Залежність (4) це квадратне рівняння відносно кількості вуглекислого газу зі коефіцієнтами, які є функціями часу. Можливість сформулювати (4) ґрунтується на тому факті, що декарбоксилізація аліфатичних кислот в процесі занурення осадової товщі, йде набагато повільніше ніж встановлення рівноваги хемосорбції вуглекислого газу. Константа рівноваги K визначається із значення геостатичного тиску.

Розв'язок рівняння (4) зручно записати в наступному вигляді:

$$\frac{[CO_2] - [CO_2]_0}{[CO_2]_{\infty} - [CO_2]_0} = \eta = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (5),$$

де нижній індекс 0 позначає початковий стан ($t=0$), індекс ∞ рівноважний стан ($t \rightarrow \infty$), характеристичний час $\tau=1/k_3$ (с). Безрозмірна величина η , приймає значення в інтервалі від 0 до 1, та має фізичний зміст повноти реакції декарбоксилізації, то вона показує на яку частину до моменту часу t пройшов процес.

Таким чином пропонується кінетична схема декарбоксилізації для викопної органічної речовини з розмежуванням двох трендів: для ароматичних карбонових кислот процес оборотний (хемосорбція/десорбція CO_2 на ароматичному вуглеці), для аліфатичних кислот – практично необоротний розклад.

Модель вводить рівноважну константу для «ароматичного» компоненти як функцію геостатичного тиску і температури та визначальну константу швидкості для «аліфатичної» компоненти, що задає характерний час системи. Ключові параметри: коефіцієнт ароматичності, вміст водню, пов'язаного з ароматичними ядрами, і кількість карбоксильних радикалів. Для параметризації рекомендовано ІЧ-спектроскопію (будова твердої фази) і газову хроматографію (початковий вміст CO_2).

Висновки.

1. Запропонована схема дає обґрунтовану і прикладну картину кінетики декарбоксилізації під час катагенезу. Вона пояснює «ранній» вихід CO_2 , тимчасову затримку на ароматичних структурах та подальше наближення до рівноваги за рахунок повільного розкладу аліфатичних кислот.

2. Модель придатна до практичного застосування: вхідні параметри визначаються рутинною ІЧ-спектроскопією та газовою спектроскопією; результати аналізів безпосередньо конвертуються у профілі парціального тиску і масообміну, необхідні для басейнового моделювання та оцінки газонасності.

3. Отримані висновки відповідають науковим повідомленням щодо домінування CO_2 серед летких продуктів на широкому діапазоні зрілості та існування «раннього» вікна нафтидогенезу.

4. Інтеграція схеми у басейнові моделі дозволить краще відокремити органічний і мінеральний внески CO_2 , оцінити вплив на еволюцію флюїдного тиску, уточнити часові інтервали

генезису термогенних газів і оптимізувати стратегії пошуку та випробувань газових об'єктів.

Перелік використаної літератури

1. Deniau I., Béhar F., Largeau C., De Cannière P., Beaucaire C., Pitsch H., Van Geet M.. Determination of kinetic parameters and simulation of early CO₂ production from the Boom Clay kerogen under low thermal stress. *Applied Geochemistry*. 2005. 20(11), pp. 2097–2107. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2005.07.006>
2. Li X., Horita J. Kinetic and equilibrium reactions on natural and laboratory generation of thermogenic gases from Type II marine shale. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2022. 330, pp. 293–309. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2022.07.020>
3. Lorant F., Largeau, C., Béhar F., De Cannière P. Improved kinetic modeling of the early generation of CO₂ from the Boom Clay kerogen: Implications for simulation of CO₂ production upon disposal of high-activity nuclear waste. *Organic Geochemistry*. 2008. 39(9), pp. 1294–1301. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2008.05.008>

УДК 553.04:553.483.4(477)

**ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ У СФЕРІ КРИТИЧНИХ
МІНЕРАЛІВ: ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА
ВИДИБІРСЬКОГО ТА ФЕДОРІВСЬКОГО РОДОВИЩ
АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД**

Охоліна Т.В., Кузьманенко Г.О., Мережко М.Д.

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
svilya@ukr.net; geology7@ukr.net; geoinsgeo@gmail.com*

У статті розглянуто геологічну будову та ресурсний потенціал Видибірського та Федорівського родовищ апатит-ільменітових руд, розташованих у межах Володарсько-Волинського масиву основних порід. На основі аналізу літологічних, геохімічних та геофізичних даних здійснено порівняльну характеристику морфології рудних тіл, мінералогічного складу та технологічної придатності руд. Визначено перспективи промислового освоєння родовищ з урахуванням екологічних, інфраструктурних та стратегічних чинників. Обґрунтовано роль України у формуванні критичної мінерально-сировинної бази для ЄС та глобального ринку титану і фосфору.

Ключові слова: апатит-ільменітові руди, критичні мінерали, титанові родовища, Володарсько-Волинський масив, стратегічна сировина, ільменіт, апатит, інвестиційна привабливість.

**PROSPECTS OF UKRAINE IN THE FIELD OF CRITICAL
MINERALS: GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE
VYDYBIR AND FEDORIVKA APATITE-ILMENITE ORE
DEPOSITS**

Okholina Tetyana, Kuzmanenko Halyna, Merezhko Maria

*Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, svilya@ukr.net; geology7@ukr.net;
geoinsgeo@gmail.com*

The article examines the geological structure and resource potential of the Vidybirske and Fedorivske deposits of apatite-ilmenite ores located within the Volodarsk-Volynsky massif of basic rocks. Based on the analysis of lithological, geochemical and geophysical data, a comparative characteristic of the morphology of ore bodies, mineralogical composition and technological suitability of ores was carried out. The prospects for the industrial development of the deposits were determined, taking into account environmental, infrastructure and strategic factors. The role of Ukraine in the formation of a critical mineral raw material base for the EU and the global titanium and phosphorus market was substantiated.

Keywords: apatite-ilmenite ores, critical minerals, titanium deposits, Volodarsk-Volynsky massif, strategic raw materials, ilmenite, apatite, investment attractiveness.

Критичні мінерали, зокрема титан та фосфор, відіграють ключову роль у сучасних технологіях, оборонній промисловості, авіації, електроніці та аграрному секторі. Ільменіт (основне джерело титану) та апатит (джерело фосфору) належать до стратегічно важливих компонентів, попит на які стрімко зростає в умовах глобального переходу до зеленої економіки. Україна, володіючи значним потенціалом у сфері мінеральних ресурсів, має можливість стати надійним постачальником критичних мінералів для Європейського Союзу та інших партнерів. Одним із ключових регіонів у цьому контексті є Волинський титаносний район, що охоплює низку перспективних об'єктів, зокрема Видибірське та Федорівське родовища апатит-ільменітових руд. Федорівське родовище розташоване в Житомирському районі Житомирської області, поблизу села Федорівка. Видибірське родовище знаходиться в тому ж адміністративному районі – між селами Коростелівка та Видибірка. Географічна близькість цих об'єктів дозволяє розглядати їх у межах єдиного геолого-економічного кластеру, що має стратегічне значення для формування мінерально-сировинної бази титану та фосфору в Україні.

Метою дослідження є геологічна характеристика Федорівського та Видибірського родовищ апатит-ільменітових руд, оцінка їхнього ресурсного потенціалу та визначення ролі у формуванні мінерально-сировинної бази України стратегічного значення.

Методологія дослідження базується на аналізі фондових геологічних матеріалів, зібраних у межах аркуша М-35-ХVІІ (Житомир) геологічної карти масштабу 1:200 000, що охоплює територію Володарськ-Волинського масиву.

Особливу увагу приділено матеріалам Житомирської геологорозвідувальної експедиції (1989), яка здійснила пошукові роботи на апатит-ільменітові руди в північно-західній частині Українського щита. Роботи охоплювали Федорівський, Кривотинський, Давидківський, Рудня-Базарський, Володарсько-

Волинський та Чеповичський масиви основних порід. У межах цієї програми було складено геологічні карти Видиборського та Федорівського родовищ, які стали важливим джерелом для просторового узагальнення та геоінформаційного моделювання. До джерел первинної інформації також включено результати глибокого буріння, що дозволяють визначити перспективність кожної ділянки для подальших геологорозвідувальних робіт.

Просторове узагальнення, виконане за допомогою цифрових геологічних карт та інструментів ArcGIS. Цей підхід забезпечує синтез розрізних даних, формуючи цілісне уявлення про геологічні та географічні характеристики досліджуваної території. Використання геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє візуалізувати, аналізувати та інтерпретувати просторові закономірності, що значно підвищує ефективність геологорозвідувальних робіт (рис. 1). та використовуватиметься при подальшому порівнянні цих об'єктів.

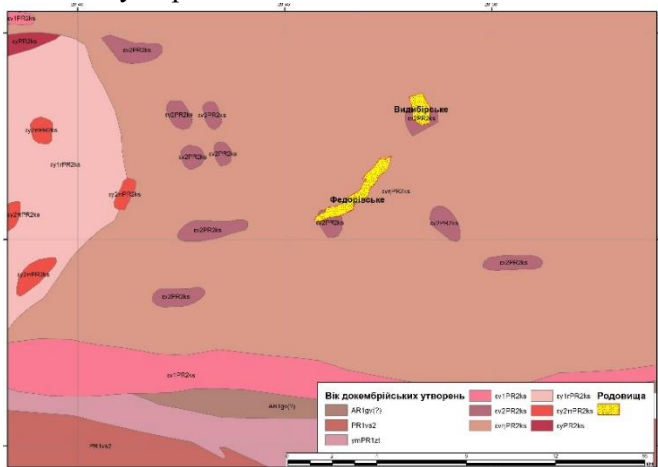


Рис. 1. Геологічна карта докембрійських утворень з локалізацією родовищ (за матеріалами геологічної карти м-бу 1:200 000, лист М-35-XVII (Житомир) [2] з доповненнями авторів

Перспективність ділянок оцінювалася за такими критеріями: глибина залягання рудних тіл, концентрація корисних компонентів, технологічна придатність мінеральної сировини, наявність екологічних обмежень та доступність інфраструктури.

Геологічна характеристика Видибірського родовища. Видибірське рудне тіло розташоване в південній частині Володарсько-Волинського масиву, в межах габро-анортозитового комплексу. Морфологічно має жолобоподібну форму, витягнуту в субмеридіональному напрямку. Розміри тіла становлять приблизно 1400×400 м, потужність продуктивного пласта – до 282 м. Середня об'ємна вага порід – 3,4 г/см³. Мінералогічна асоціація включає ільменіт, титаномagnetит, апатит та сульфіді. Ільменіт утворює неправильно-таблитчасті кристали з включеннями апатиту, середній розмір зерен – 0,29 мм. Вміст TiO₂ у рудах становить 5,75 %, P₂O₅ – до 2,77%. Апатит представлений короткопризматичними кристалами з вмістом P₂O₅ до 6 %. Супутні корисні копалини представлені сульфідами заліза (пірит, піротин), які трапляються у вигляді дрібних вкраплень. Їхній вміст не є промислово значущим, однак вони потребують врахування при екологічному моделюванні. Циркон, рутил та ванадій у корінних породах не виявлено, що відповідає Ti–Fe–P спеціалізації інтрузивів [1].

Геологічна характеристика Федорівського родовища. Федорівське рудне тіло залягає в межах Володарсько-Волинського масиву серед габро-анортозитів, з локальним розвитком габро-перидотитів у південному блоці. Тіло має витягнуту морфологію з асиметричними гравітаційними аномаліями. Розміри становлять близько 3500×300 м, потужність продуктивного пласта – до 250 м. Мінеральна асоціація включає ільменіт, титаномagnetит, апатит та сульфіді. Вміст TiO₂ у рудах – до 6,77 %, P₂O₅ – до 2,69 %. Ільменіт має високий ступінь вивільнення, що забезпечує ефективне гравітаційне збагачення. Апатит зустрічається у вигляді короткопризматичних кристалів. Супутні корисні копалини включають локальне збагачення ванадієм у складі титаномagnetиту, а також поодинокі вкраплення рутилу та сульфідів (пірит, халькопірит). Їхній вміст не досягає промислових концентрацій, але може бути врахований при комплексній переробці. Цирконій у корінних породах відсутній[1].

Перспективи розвитку. Обидва родовища мають високу інвестиційну привабливість (табл.1), завдяки близькості до

транспортної інфраструктури, доступу до енергоресурсів та наявності кваліфікованої робочої сили. Враховуючи стратегічне значення титану та фосфору, можливе включення об'єктів до Національної програми критичних мінералів України.

Табл. 1. Порівняльна характеристика параметрів Видибірського та Федорівського родовищ апатит-ільменітових руд

Критерій	Видибірське	Федорівське	Оцінка переваги
Тип руд	Ільменіт-апатитові	Ільменіт-апатитові	Еквівалентні
Середній вміст TiO_2	5,75 %	до 6,77 %	+ Федорівське
Середній вміст P_2O_5	2,77 %	до 2,69 %	+ Видибірське (незначно)
Глибина залягання	до 277 м	до 283 м	Еквівалентні
Технологічна придатність	Висока	Дуже висока	+ Федорівське
Екологічні ризики	Низькі	Низькі	Еквівалентні

Розробка родовищ може здійснюватися в рамках державно-приватного партнерства, з використанням механізмів фінансового лізингу для закупівлі сучасного обладнання. У контексті декарбонізації економіки, титанові руди мають потенціал для використання в легких сплавах, енергетиці та захисних покриттях, що підвищує їхню стратегічну цінність.

Висновки. Видибірське та Федорівське родовища апатит-ільменітових руд є перспективними об'єктами для розвитку критичної мінерально-сировинної бази України. Їхня геологічна будова, мінеральний склад та гірничо-технічні умови сприяють ефективному освоєнню з мінімальним екологічним впливом.

Рекомендовано запуск пілотних проєктів та активізацію міжнародної співпраці у сфері критичних мінералів.

Перелік використаної літератури

1. Швайберов С.К., Базалийский Я.И. [и др.]. Отчет о результатах общих поисков богатых остаточных и коренных титановых руд на Коростенском плутоне, проведенных в 1979–1985 гг. Киев: Министерство геологии УССР, ПГО «Севгеологоразведка», 1985.
2. Приходько В., Мазко М., Щербина М. Геологічна будова та корисні копалини вододілу річок Тетерів і Случ. Звіт (заключний). Київ: ПДРП «Північгеологія», 2002.

УДК 552.3:549.(477)

МІНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІМБЕРЛІТІВ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКУ

Павленко А.О., Побережська І.В., Білик Н.Т., Мігунова Я.І.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,
Україна, anastasiia.pavlenko@lnu.edu.ua; iryna.poberezhska@lnu.edu.ua;
nataliya.bilyk@lnu.edu.ua; Yanina.Mihunova@lnu.edu.ua*

У межах Інгульського мегаблоку Українського щита було проведено комплексне дослідження кімберлітових тіл Лелеківської та Щорсівської ділянок, зосереджене на мінералогічній та петрологічній характеристиці порід. Основну увагу приділено аналізу слюдистих кімберлітів гіпабісальної фації, представлених малопотужними дайками, що відображають типові особливості мантийного магматизму.

Ключові слова: Інгульський мегаблок, Лелеківська ділянка, Щорсівська ділянка, слюдистий кімберліт, флогопіт, хромшпінелід, діопсид.

MINERALOGICAL AND PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF KIMBERLITES OF THE INHUL MEGABLOCK

Pavlenko A.O., Poberezhska I.V., Bilyk N.T., Mihunova Ya.I.

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine,
anastasiia.pavlenko@lnu.edu.ua; iryna.poberezhska@lnu.edu.ua;
nataliya.bilyk@lnu.edu.ua; Yanina.Mihunova@lnu.edu.ua*

Within the Inhul Megablock of the Ukrainian Shield, a comprehensive study of kimberlite bodies from the Lelektivka and Shchorsivka areas was carried out, focusing on the mineralogical and petrological characteristics of the rocks. Particular attention is given to the analysis of micaceous kimberlites of the hypabyssal facies, represented by thin dykes that reflect the typical features of mantle magmatism.

Keywords: Inhul Megablock, Lelektivka area, Shchorsivka area, micaceous kimberlite, phlogopite, chromspinel, diopside.

Інгульський мегаблок являє собою протоплатформну структуру протерозойського віку, де повсюдно розвинуті породи дайкового комплексу. Вони ж у свою чергу утворюють Устиновсько-Знаменське дайкове поле. У власне дайковому полі самі дайки групуються в пояси північно-західного та північно-східного субмеридіального та субширотного простягання.

Досліджувані кімберліти приурочені до Лелеківської та Щорсівської ділянок Інгульського мегаблоку свердловини відповідно 4095-30, глибина відбору взірця 363 м та 4097-V, глибина відбору взірця – 360 м (рис. 1).



Рис. 1. а) взірець слюдяного кімберліту з Лелеківської ділянки Інгульського мега-блоку свердловина 4095-30, глибина відбору взірця - 363 м; б) взірець слюдяного кімберліту з Щорсівської ділянки свердловина 4097-V, глибина від-бору взірця 360 м

До складу цементуючої маси дайок, як правило, входять уламки глибинних порід та продукти їх дезінтеграції. Власне цементна маса має чітку дрібно- та середньозернисту порфірову структуру. Найважливішими породотвірними мінералами є олівін $(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$ (50–80 %) та флогопіт $\text{KMg}_3(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (10–50 %). Карбонати в суцільній масі кімберлітів мають вторинне походження. Проте на деяких ділянках кальцит кристалізується разом з діопсидом і є первинним мінералом. Загальна послідовність кристалізації мінералів наступна: олівін – діопсид (I) – титаномagnetит – флогопіт – тетраферифлогопіт – кальцит + діопсид (II) + апатит (рис. 2, 3) [1, 2].

В загальній масі олівін утворює субідіоморфні фенокристали та ідіоморфні мікро фенокристали. Вони, в свою чергу, є повністю заміщеними серпентином та іншими вторинними мінералами. Як зазначає С.М. Цимбал, олівінові вкраплення, з розмірами кристалів 1–2 мм, простежуються в дрібнозернистій магнетит-карбонат-флогопітовій масі.

Власне сам флогопіт утворює доволі масивні (2–3 мм) лусочки, в яких простежуються вкраплення псевдоморфно заміщеного олівіну та рудних мінералів. Зазвичай флогопіт у кімберлітах зустрічається у вигляді дрібних мікролітів, які ніби

огинають вкраплення олівіну та ксеноліти глибинних порід, утворюючи порфіровидну ламінарну структуру (рис. 4, 5).

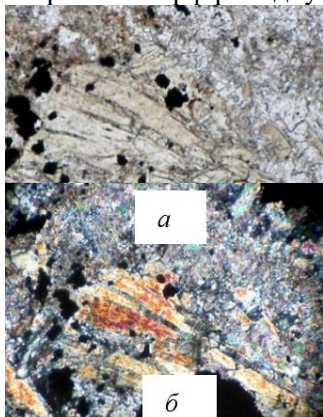


Рис. 2 Слюдистий кімберліт з Лелеківської ділянки в шліфі, а) нік. П, б) нік. X; поле зору 2 мм

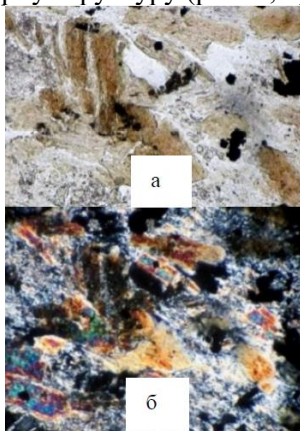


Рис. 3 Слюдистий кімберліт з Щорсівської ділянки в шліфі, а) нік. П, б) нік. X; поле зору 2 мм

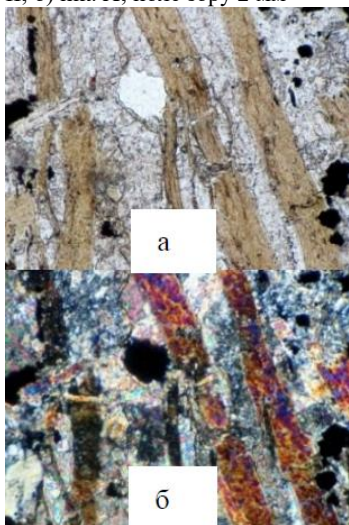


Рис. 4 Флогопіт у шліфі зі взірця слюдистого кімберліту Лелеківської ділянки, а) нік. П, б) нік. X; поле зору 2 мм

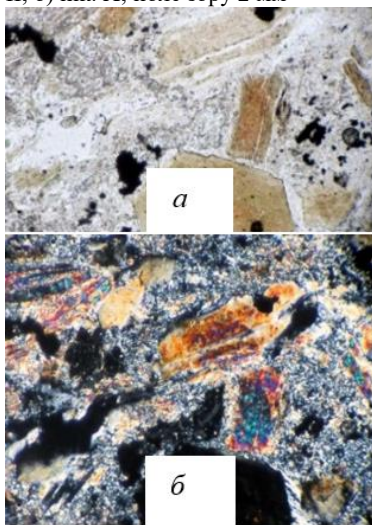


Рис. 5 Флогопіт у шліфі зі взірця слюдистого кімберліту Щорсівської ділянки, а) нік. П, б) нік. X; поле зору 2 мм

За діаграмою $\text{TiO}_2\text{--MgO}$ і $\text{TiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3$ (рис. 6) простежується суттєва розбіжність по вмісту титану та алюмінію. Зменшення вмісту титану пояснюються зростанням від центру зерна флогопіту до його країв співвідношенням феруму до магнію під час кристалізації кімберлітового розплаву, в результаті чого ферум та титан виділяються вже у вигляді титаномagnetиту.

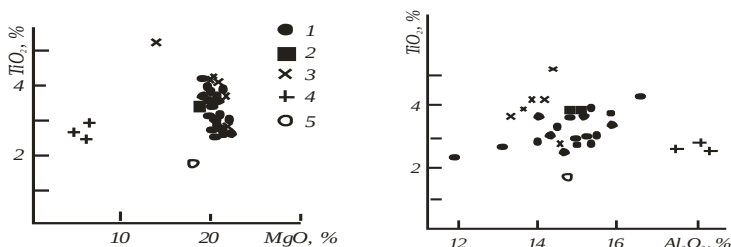


Рис. 6. Діаграми $\text{TiO}_2\text{--MgO}$ і $\text{TiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3$ для слюд з кімберлітів Інгульського мегаблоку. Породи: 1 – кімберлітовий цемент; 2 – гліммерит; 3 – ксеноліт ультрабазиту; 4 – зв'язуюча маса кімберліту, ксенокристали; 5 – келіфітова кайма на зернах гранату еклогітового типу

В кімберлітах виокремлюють дві асоціації діопсиду – діопсид (І), який утворюється разом з олівіном і флогопітом та зустрічається у вигляді ідіоморфних або ж ксеноморфних виділень основної маси; діопсид (ІІ), який кристалізується виключно в кальцитових ділянках та одночасно з тетраферіфлого-пітовими облямівками на зернах флогопіту, у вигляді розеток та пучкоподібних агрегатів, що нарастають на зернах флогопіту. За результатами мікрозондового аналізу більшість досліджуваних піроксенів попадає в поле діопсиду, один аналіз попадає в поле авгіту та один аналіз попадає в поле бронзиту (рис. 7).

Шпінеліди утворюють ізометричні виділення неправильної форми та майже завжди заміщені магнетитом. Включення шпінелідів простежуються у флогопіті, карбонатній та серпентин-карбонат-магнетитовій масі. Зерна мінералу, зазвичай, знаходяться між зернами олівіну, піроксену та біотиту (рис. 8).

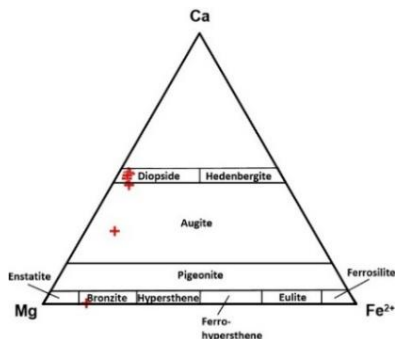


Рис. 7. Номенклатура піроксенів в трьохкомпонентній системі Mg-Fe₂⁺-Ca (у формульних коефіцієнтах) [7]

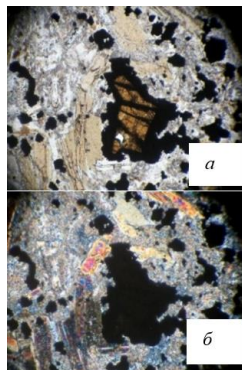


Рис. 8. Хромшпінелід в шліфі зі взірця слюдистого кімберліту Лелеківської ділянки, а) нік II, б) нік X; поле зору 2 мм

За результатами мікрозондового аналізу більшість досліджуваних шпінелідів на кваліфікаційній діаграмі для шпінелідів попадають в поле хром-шпінелі, а також в поле алюмохроміту та залізистого хроміту (рис. 9).

Гранати grosular-альмандин-піропового складу розвинуті у кімберлітах поширені дещо обмежено. Деколи на їх зернах залишаються релікти келіфітових облямівок. Розмір зерен досягає 1 мм; колір їх рожево-помаранчевий. За результатами мікрозондового аналізу досліджувані гранати попадають в поле піроп-альмандинового складу (рис. 10).

Кімберліти Інгульського мегаблоку мають підвищений вміст Th (до 47 г/т) та U (до 18 г/т). Прикметно, що вміст Th прямо корелюється з вмістом Nb, що вказує на їх безпосереднє спільне мантийне джерело.

Ільменіт розвивається у вигляді облямівок по краям перовскіту (CaTiO₃) або ж утворює самостійні зерна, які асоціюють з виділеннями титаномagnetиту та magnetиту. Власне ільменіт в кімберлітах утворився у пізньо-магматичному етапі еволюції кімберлітового флюїдного розплаву та має реакційно-метасоматичне походження. За результатами мікрозондового аналізу (рис. 11) досліджуваний ільменіт (за хімічним складом) сформував два поля.

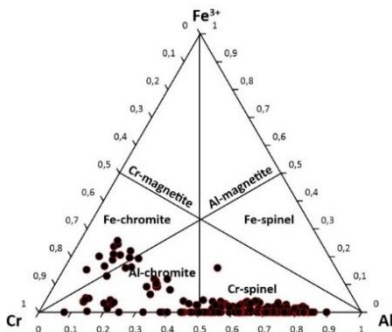


Рис. 9. Кваліфікаційна діаграма для шпінелідів у трьохкомпонентній системі Cr-Fe³⁺-Al (у формульних коефіцієнтах) [5]

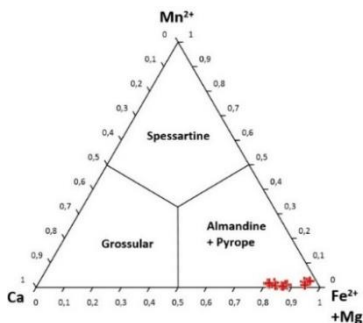


Рис. 10. Коливання хімічного складу гранатів в трьохкомпонентній системі Ca-Mn²⁺-Fe²⁺+Mg (у формульних коефіцієнтах) [6]

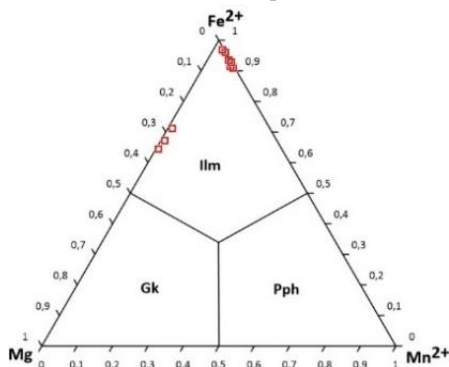


Рис. 11. Зміна складу зерен ільменіту з кімберліту, нанесена на діаграму Mg-Fe²⁺-Mn²⁺ (у формульних коефіцієнтах). Символи: ільменіт (Ilm), гейкіліт

В одному полі згрупувалися аналізи ільменіту в якому відсутній магній. В інше, небагаточисленне поле попадає ільменіт у якому, у невеликих кількостях від 7,85 до 10 мас. % наявний магній.

Перелік використаної літератури

1. Цимбал С.М., Кривдик С.Г. Ксеноліти глибинних порід з кімберлітів Кіровоградського геоблоку (Український щит). *Мінералогічний журнал*. 1999.
2. Цимбал С.М. Речовинний склад кімберлітів Кіровоградського геоблоку (Українського щита). *Мінералогічний журнал*. 1999.

3. Barkov A., Nikiforov A. The tepsi ultrabasic intrusion, the northern part of the lapland–belomorian belt, kola peninsula. *Minerals*. 2024.
4. Mouli Chakraborti T., Ray A., Kumar Deb G. Evidence of melt/rock interaction in the Cr-spinel bearing wehrlite rocks of Bangriposi, India: implications for nature of the metasomatic agent. *Geoscience frontiers*. 2017.
5. Slovenec D., Segvic B. The first record of ultramafic cumulates from the mt. kalnik ophiolite mélange in the SW part of the zagorie-migd-transdanul zone (NW) croatia): mineralogy, petrology, geochemistry and tectono-magmatic affinity. *geologia croatica. Minerals*. 2018.
6. Tarantola A., Voudouris P. Metamorphic and metasomatic kyanite-bearing mineral assemblages of thassos island (rhodope, greece). *Minerals*. 2019.
7. Tushar Mouli Chakraborti, Arijit Ray, Gautam Kumar Deb. Evidence of melt/rock interaction in the Cr-spinel bearing wehrlite rocks of Bangriposi, India: Implications for nature of the metasomatic agent. *Geoscience Frontiers*. 2017. 1–15 pp.

УДК 551.781.52(553.323)(477-17)

**ЧАС ФОРМУВАННЯ МАРГАНЦЕВОРУДНИХ ВЕРСТВ
НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ
У ПОСЛІДОВНОСТІ ПОДІЙ ІНІЦІАЛЬНОГО
ОЛІГОЦЕНУ**

Рябоконт Т.С.

ІГН НАН України, Київ, Україна, tamararyabokon@gmail.com

Формування марганцеворудних верств Нікопольського марганцеворудного басейну відбулося у ранньому рупелі протягом часу ~32,4–32,7 млн років за сучасною шкалою геологічного часу. Воно розпочалося ~1,2 млн років після межі еоцену/олігоцену та ~0,5 млн років після EOGM (кліматичної події Oi-1), під час ранньорупельської глобальної трансгресії.

Ключові слова: марганцева руда, ранній олігоцен, Україна.

**TIME OF FORMATION OF MANGANESE ORE LAYERS OF
THE NIKOPOL MANGANESE ORE BASIN IN THE
SEQUENCE OF EVENTS OF THE INITIAL OLIGOCENE**

Ryabokon T.S.

IGS NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, tamararyabokon@gmail.com

The formation of manganese ore deposits of the Nikopol Manganese-Ore Basin occurred in the Early Rupelian within the time ~32,4–32,7 Ma on the modern Geological Time Scale. The formation of manganese ore deposits in the Southern Ukraine began after the Eocene/Oligocene boundary ~1.2 Ma later and ~0,5 Ma after the EOGM (climatic event Oi-1), during the Early Rupelian global transgression.

Keywords: manganese ore, early Oligocene, Ukraine.

Нікопольський марганцеворудний басейн (НМБ) знаходиться на півдні України, на периферії північно-східної частини Причорноморської западини, у місці її з'єднання з Українським щитом на півночі і Приазовським масивом на сході. Його утворення відбувалось у ранньому олігоцені в межах шельфово-літоральної області крупного морського палеобасейну Паратетіс [8] й у часі пов'язане з кайнозойською (альпійською) металогенічною епохою [12].

У роботах [2–6, 19] активно розвивається ідея про причинно-наслідковий зв'язок формування гігантських і синхронних у часі ранньоолігоценових марганцеворудних родовищ Паратетису (Нікопольського півдня України, Чіатурського Грузії, та інші) з кардинальними подіями на межі еоценової і олігоценової епох: колізією континентальних плит Євразії та Індії, глобальною зміною клімату з парникового на льодовиковий, зміні гідрологічного і гідрохімічного режимів у Паратетисі, ранньорюпельською субглобальною трансгресією Світового океану.

Визначення часового інтервалу (часу) формування родовища корисної копалини, його зіставлення зі шкалою геологічного часу, а саме системою знань про послідовність, тривалість і масштабність різних природних процесів, передусім геологічних, які протікали у земній корі та на її поверхні, відкриває можливості до розуміння його формування й з'ясування причинно-наслідкового взаємовідношення геологічних чинників впродовж певних глобальних і/або регіональних металогенічних епох зруденіння.

Стратиграфічне положення НМБ розглянуто у статті [11]. Марганцеворудні верстви НМБ відносяться до верхньої, нікопольської, підсвіти борисфенської світи планорбелового регіолярису нижнього олігоцену Південної України. У олігоценовому розрізі Східного Паратетису стратиграфічне положення означених верств визначено у відносно вузькому перехідному інтервалі між зонами диноцист *Wetzelietta symmetrica* – *Wetzelietta gochtii*, в межах зони нанопланктону NP 22, зони форамініфер *Spiroplectammina oligocenica*, зони остракод *Cuneocythere marginata* і зони молюсків *Flabellipecten stettenensis* пшехського регіолярису нижнього олігоцену. За цими даними, формування марганцеворудних відкладів НМБ відбувалось у ранньому рюпелі в межах часу зони нанопланктону NP 22, тобто від 32,8–32,0 млн років за сучасною шкалою геологічного часу [18] (більш докладно див. [11]).

Уточнення часу формування марганцеворудних верств НМБ за геохронометричною шкалою сучасної МХСШ-2020 [18].

Першим кроком на шляху до вирішення цього завдання було використання кореляційних побудов, які опирались на зональну біохронологічну шкалу за вапняковим нанопланктоном для зіставлення з біохронологічними шкалами МХСШ-2020 [18], і на кореляцію зон диноцист олігоцену Східного Паратетису із зональною послідовністю диноцист для палеогену північно-західної Європи і Північного моря, які також представлені у [18].

Кореляція за нанопланктоном: зона NP 22 шкали Martini відповідає підзоні CP 16с шкали Okada, Bukry і зоні CNO 2 шкали [13] у біохронологічній зональній шкалі МХСШ-2020. Віковий діапазон зони NP 22 – 32,8–32 Ма. Таке зіставлення є вихідним для подальших кореляційних побудов.

Міркування по зіставленню границь зон нанопланктону з границями зон диноцист наступні. По-перше, границя зон диноцист *Wetzeliiella symmetrica*/*Wetzeliiella gochtii* в опорному розрізі р. Белая на Північному Кавказі [10] трасується в середині зони NP 22 нанопланктону, в нижній частині підзони D14a диноцист, в нижній частині магнітохрону C12r, приблизно на рівні у 32,5 Ма. По-друге, у біохронологічній зональній шкалі диноцист у МХСШ-2020, нижня частина підзони диноцист D14a співвідноситься з верхньою частиною зони DO1 (підзони DO1b – DO1c) за шкалою [16]. Межа зон нанопланктону CNO1/CNO2 (NP21/NP22) трасується у верхній частині підзони диноцист DO1b (~ 32,8 Ма). По-третє, у роботі [16] подія FO *Wetzeliiella gochtii* /*W. symmetrica* (base of Subzone DO1b) використана як субзональний маркер у середині зони DO 1. У центральній Італії ця подія припадає на ранню частину хрону C12r близько до межі зон NP 21/NP 22 нанопланктону.

Таким чином, за біостратиграфічними кореляційними побудовами, стратиграфічний інтервал, якому відповідає формування марганцеворудних верств НМБ у біохронологічній зональній шкалі МХСШ-2020 можливо визначити як діапазон від межі зон нанопланктону CNO1/CNO2 (NP 21/NP 22) до межі зон диноцист DO 1/DO 2 (рис. 1). Отже, час формування марганцеворудних верств оцінюється як 32,3–32,8 Ма.

Якщо взяти до уваги зауваження А.С. Андреевої-Григорович [1] про появу *Wetzeliiella gochtii* у розрізі півдня України вище

рівня підосви зони нанопланктону NP 22 (32,8 Ма), то оцінка часу марганцеворудних верств НМБ становить ~32,3–32,7 Ма.

Другим кроком було зіставлення з трансгресивно-регресивною послідовністю Східного Паратетису і Світового океану. Марганцеворудний шар НМБ накопичувався під час ранньоолігоценової трансгресії Східного Паратетису, яка була синхронною евстатичному підвищенню рівня Світового океану [9]. До того ж його формування марганцеворудних верств не співвідносили з максимумом цієї трансгресії [7].

Згідно [14], у якій дано зіставлення МХСШ-2020 та її біохронологічної складової з евстатичною кривою Світового океану, максимум ранньорюпельської трансгресії датовано 32,3 Ма. Беручи до уваги сказане вище, верхню межу часового інтервалу формування марганцеворудних відкладів НМБ понижено, умовно, до 32,4 Ма.

Висновок: часовий інтервал/діапазон формування марганцеворудних верств НМБ оцінюємо як ~32,4–32,7 Ма. Ця оцінка є умовною, так як безпосередньо залежить від датум-плейнів, появи чи зникнення індекс видів зональних одиниць, і співвідношення біохронологічних одиниць за різними планктонними групами.

Час формування марганцеворудних верств НМБ у послідовності подій ініціального олігоцену.

Перехід від еоцену до олігоцену є фазою прискорених кліматичних і біотичних змін, яка почалась до і закінчилась після границі еоцену/олігоцену [15]. Цей перехід, тривалістю біля 790 куг, визначають як інтервал між зникненням вапняного нанопланктону *Discoaster* і верхньою частиною події Oi-1 кривої ізотопів кисню $\delta^{18}\text{O}$. Сама границя еоцену/олігоцену (33,9 Ма) визначена подією вимирання планктонних форамініфер *Hantkenina*. Подія Oi-1, яка ще відома як EOIS (Earliest Oligocene oxygen isotope step) – найдавніший ізотопний етап олігоцену за ізотопною кривою $\delta^{18}\text{O}$, тривалістю біля 40 куг (~33,65 Ма), є коротким періодом швидкого збільшення (на 0,7 ‰ і більше) ізотопів $\delta^{18}\text{O}$, який стався в нижній частині хрону C13n (рис. 1).

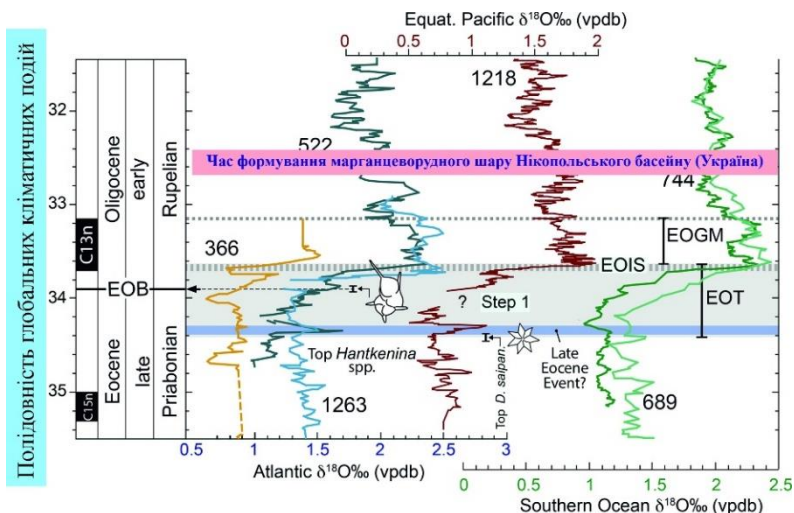


Рис. 1. Час формування марганцеворудних верств НМБ України у послідовності подій ініціального олігоцену (за [15])

За нею слідує глобальна подія похолодання – EOGM (Early Oligocene glacial maximum) – ранньоолігоценовий льодовиковий максимум: період холодного клімату/зледеніння (ріст льодовикового щита) у ранньому олігоцені, який відповідає більшій частині магнітного хрону C13n. З олігоценової епохи встановлюється чіткий взаємозв'язок між ростом льодовикового щита і евстатичними зниженнями рівня Світового океану [17]. У Данії та в центральній частині Північного моря зафіксовано подію *Svalbardella* influx 2 приблизно впродовж зонального інтервалу DO1c–DO2c [16].

Якщо зіставити отриману оцінку часу формування марганцеворудних верств НМБ з наведеною послідовністю подій на початку олігоцену (див. рис. 1), то приходимо до наступних висновків: формування рудних шарів НМБ розпочалось на ~1,2 Ма пізніше після границі еоцен/олігоцену; воно сталося після ранньоолігоценового льодовикового максимуму (~0,5 Ма після нього), під час раньорупельської глобальної трансгресії і, ймовірно, припадає на початок короткотривалої біотичної події *Svalbardella* influx 2 у Північноморському басейні.

Перелік використаної літератури

1. Андреева–Григорович А.С., Шевченко Т.В. Особенности развития гаптофитовых и динофитовых водорослей в олигоценовых бассейнах Северного Перитетиса. *Альгология*. 2013. Т. 23. № 2. С. 188–201.
2. Варенцов И.М. Крупнейшие марганцевые месторождения Паратетиса: следствие геодинамических и импактных событий на рубеже эоцен/олигоцена. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2006. № 3. С. 89–91.
3. Варенцов И.М. Крупнейшие марганцевые месторождения Паратетиса: следствие геодинамических и импактных событий на рубеже эоцен/олигоцен. Положение границы эоцен/олигоцен и марганцевых руд в Паратетисе. Эруптивная активность в раннем рюпеле. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2007. № 2. С. 98–106.
4. Варенцов И.М. Крупнейшие марганцевые месторождения Паратетиса: следствие геодинамических и импактных событий на рубеже эоцен/олигоцен. Часть 2. Тектоническая позиция раннеолигоценовых Mn месторождений Паратетиса. Ранние стадии развития Mn–рудных черносланцевых бассейнов Паратетиса. Олигоценовый Черноморский бассейн. Литология олигоценовых отложений. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2007. № 3. С. 51–66.
5. Варенцов И.М. Крупнейшие марганцевые месторождения Паратетиса: следствие геодинамических и импактных событий на рубеже эоцен/олигоцен. Статья 3. Метеоритные импактные события и распределение импактитов в осадках бассейнов Мирового океана; атмосферные явления, климатические изменения; активизация мантийных плюмов и ассоциирующего вулканизма; активизация мантийных плюмов и ассоциирующих гидротермальных систем. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2007. № 4. С. 56–71.
6. Варенцов И.М. Крупнейшие марганцевые месторождения Паратетиса: следствие геодинамических и импактных событий на рубеже эоцен/олигоцен. Часть 4. Геохимический эффект подводной гидротермальной активности Мирового океана на примере Mn, Fe и ассоциирующих элементов. Генезис (модель формирования Mn руд). Заключение. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2008. № 1. С. 79–94.
7. Никопольский марганцеворудный бассейн. Москва, Недра, 536 с.
8. Палеогеография и биогеография бассейнов Паратетиса. Часть 1. Поздний эоцен – ранний миоцен. Москва: Научный мир, 2009. 200 с. (*Труды ПИН РАН*. Т. 292).
9. Попов С.В., Антипов М.П., Застрожных А.С., Курина Е.Е., Пинчук Т.Н. Колебания уровня моря на северном шельфе Восточного Паратетиса в олигоцене – неогене. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2010. Т. 18. № 2. С. 99–124.
10. Попов С.В., Табачникова И.П., Банников А.Ф., Сычевская Е.К., Пинчук Т.Н., Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., ван дер Боон А., Крайшман В., Столяров А.С., Крховски Я. Лектостратотип майкопской серии по р.Белая выше г.Майкопа

(Западное Предкавказье) в его олигоценовой части. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2019. Т. 27. № 3. С. 70–92.

11. Рябоконь Т. С., Шевченко Т. В., Очаковский В. Ю., Коваленко В. А. До питання про вік марганцеворудних шарів Нікопольського басейну (ранній олігоцен, Україна). *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. 2024. Т. 7, вип. 1. С. 35–58. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2023.295240>

12. Шнюков Е. Ф. (Отв. ред.) Марганцевые руды Украины. Киев: Наук. думка, 1993. 172 с.

13. Agnini C., Fornaciari E., Raffi I., Catanzariti R., Pälike H., Backmann J., Rio D. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*. 2014. Vol. 47/2. P. 131–181. <https://doi.org/10.1127/0078-0421/2014/0042>

14. Haq B.U., Ogg J.G. Retraversing the Highs and Lows of Cenozoic Sea Levels. *GSA Today*. 2024. Vol. 34. P. 4–11. <https://doi.org/10.1130/GSATGG593A.1>

15. Hutchinson D.K., Coxall H.K., Lunt D.J., Steinthorsdottir M., de Boer A.M., Baatsen M., von der Heydt A., Huber M., Kennedy-Asser A.T., Kunzmann L., Ladant J.-B., Lear C.H., Moraweck K., Pearson P.N., Piga E., Pound M.J., Salzmann U., Scher H.D., Sijp W.P., Sliwińska K.K., Wilson P.A., Zhang Z. The Eocene–Oligocene transition: a review of marine and terrestrial proxy data, models and model–data comparisons. *Climate of the Past*. 2021. 17. P. 269–315. <https://doi.org/10.5194/cp-17-269-2021>

16. King C. A Revised Correlation of Tertiary Rocks in the British Isles and adjacent areas of NW Europe. *Geological Society Special Report*. 2016. No 27. 719 p.

17. Pekar S.F., Christie-Blick N., Kominz M.A., Miller K.G. Calibration between eustatic estimates from backstripping and oxygen isotopic records for the Oligocene. *Geology*. 2002. Vol. 30. No 10. P. 903–906.

18. Speijer R. P., Pälike H., Hollis C. J., Hooker J. J., Ogg J. G., 2020. The Paleogene Period. In: *Geologic Time Scale*. Vol. 2 / Eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg. Elsevier, Pp. 1087–1040. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00028-0>

19. Varentsov I.M., Muzyliov N.G., Nikolaev V.G., Stupin S.I., 2003. The origin of black-hosted Mn deposits in Paratethyan basins: Constraints from geological events at the Eocene/Oligocene boundary. *Russian Journal of Earth Sciences*. Vol. 5. No 4. Pp. 255–272.

УДК:550.812:553.3 (477.41–37)

ЛАТЕРАЛЬНЕ ПОШИРЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ВМІСТУ МОНАЦИТУ, КАСИТЕРИТУ, ХРОМІТУ В РУДНИХ ПІСКАХ ТАРАСІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Фігура Л.А., Ковальчук М.С.

*Інститут геологічних наук Національної академії наук України, м.
Київ, Україна, liuba_figura@ukr.net, kms1964@ukr.net*

Досліджено латеральне поширення середнього вмісту монациту, каситериту і хроміту в рудних пісках двох ділянок Тарасівського ільменіт-цирконового родовища. З'ясовано напрям і силу кореляційного зв'язку між цими мінералами.

Ключові слова: Тарасівське родовище, монацит, каситерит, хроміт, середній вміст, латеральне поширення, кореляційний зв'язок.

LATERAL DISTRIBUTION OF THE AVERAGE CONTENT OF MONAZITE, CASSITERITE, CHROMITE IN ORE SANDS OF THE TARASIVSKE DEPOSIT

Figura L.A., Kovalchuk M.S.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, liuba_figura@ukr.net, kms1964@ukr.net*

The lateral distribution of the average content of monazite, cassiterite and chromite in ore sands of two sections of the Tarasiv ilmenite-zircon deposit was investigated. The direction and strength of the correlation between these minerals were determined.

Keywords: Tarasivske deposit, monazite, cassiterite, chromite, average content, lateral distribution, correlation.

Вступ. У переліку стратегічних і критичних родовищ, який опублікував Кабінет Міністрів України зазначається Тарасівське родовище, яке розташоване у межах Бузько-Росинського мегаблоку Українського щита. В адміністративному відношенні родовище знаходиться в Білоцерківському районі Київської області. Корисною копалиною родовища є руди титанові, руди цирконієві, кіаніт (дистен) + силіманіт, ставроліт, супутні корисні копалини – руди ванадієві [3]. Тарасівське родовище вирізняється полімінеральним складом, наявністю в розсипних мінералах рідкісноземельних і рідкісних хімічних елементів ванадію,

танталу, скандію, гафнію, ітрію, що робить його унікальним серед інших титанових родовищ України [1, 2]. Тарасівське родовище добре досліджене, забезпечене значним обсягом картографічних матеріалів та аналітичних даних і є одним з найбільш підготовлених для промислового освоєння [4]. Головна увага дослідників при дослідженні Тарасівського родовища була приділена основним рудним мінералам. Оскільки розсип не має прямого зв'язку з корінним джерелом постачання рудних мінералів, дослідження типоморфних особливостей та просторового поширення інших мінералів є важливим для з'ясування корінних джерел теригенного матеріалу. У цій публікації нами представлено результати дослідження латерального поширення середнього вмісту монациту+каситериту і хроміту в межах двох ділянок Тарасівського розсипу.

Результати досліджень. У геологічній будові Тарасівського родовища беруть участь різновікові кристалічні породи фундаменту каолінова кора вивітрювання гранітоїдів, монтморилоніт-гідрослюдиста кора вивітрювання порід основного складу; відклади бучацької, харківської серій палеогенової системи, утворення полтавської серії (олігоцен, нижній-середній міоцен), товща строкатих глин міоцену; товща світло-сірих різнозернистих пісків і глин та червоно-бурі глини пліоцену; відклади четвертинної системи [1]. Основні концентрації титано-цирконієвих мінералів Тарасівського родовища містяться у відкладах новопетрівської світи полтавської серії неогенової системи, які з розмивом залягають на корі вивітрювання – західна частина родовища, утворення харківської і бучацької серії – центральна і східна частина родовища [1, 2]. Відклади новопетрівської світи представлені переважно дрібнозернистими пісками (розмір зерен 0,1–0,25 мм). У різних частинах родовища піски містять домішки (10–25%) алевритового, дуже дрібнозернистого, середньозернистого, іноді крупнозернистого та дуже крупнозернистого матеріалу [1]. Товщина новопетрівської світи 0,3–39,9 м (максимальні товщини притаманні центральній частині родовища) [1, 2]. За літологічними, гранулометричними і структурними

особливостями відклади новопетрівської світи поділяються на три горизонти. Основні концентрації титано-цирконієвих мінералів (змінений ільменіт, рутил, циркон) містяться в середньому горизонті, який поширений повсюдно (окрім ділянок четвертинного розмиву). Окрім основних промислових мінералів, у Тарасівському розсипі діагностовано андалузит, анатаз, баделеїт, брукіт, дистен, дюмортєрит, каситерит, корунд, ксенотим, монацит, топаз, хроміт, шпінель та ін. Кількісні співвідношення деяких мінералів значно змінюються в межах розсипу. Піски середнього горизонту дуже дрібнозернисті, дрібно-, іноді середньозернисті, кварцові, білого, сірувато-білого, жовтувато-сірого і світло-сірого забарвлення з лінзами і прошарками (1–2 см) каолінітових глин або перевідкладених каолінів, а також лінзами та прошарками (до 0,3 м), велико- і дуже великозернистих пісків (західна частина родовища), косошаруватих і прошарками пісковиків вохристо-бурих, вишнево-червоних. У підшві горизонту залягають сірі, світло-коричневі піщані глини. Утворення Тарасівського розсипу відбувалося в Тарасівський розсип являє собою двопластовий поклад. Рудний пласт не витриманий за товщиною і складається з численних лінз піску з різним вмістом важких мінералів [1, 2]. Центральна лінза родовища є найбагатшою і являє собою пласт товщиною 10–25 м. На північний схід і на південний захід від неї пласт поділяється на два самостійні пласти з 5–8 метровим шаром піску «безрудного».

Мінеральне розмаїття, майже одноманітний мінеральний склад рудних пісків, добра обкатаність їхніх зерен, незначний вміст глинистої складової добра сортованість теригенного матеріалу, двопластова будова розсипу, відсутність просторового зв'язку з корінними джерелами вказують на те, що Тарасівський розсип утворився за рахунок речовини кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту, переміщення її речовини на більш високі стратиграфічні рівні, багаторазового перемиву проміжних колекторів протягом геологічної історії розвитку території та на завершальному етапі – результаті нагромадження теригенного матеріалу у гирловій частині річки та природного його шліхування в узбережній зоні (ймовірно в лагуні). Наявність

в межах розсіпу гіпсометрично розрізнених рудних пластів, розмежованих «торфами» може вказувати на існування двох часових періодів утворення багатих розсіпів, які розмежовуються «безрудним» періодом.

У межах ділянки № 1 середній вміст монациту+каситериту – 0,0– 0,74 кг/м³ (середнє 0,037 кг/м³); хроміту – 0,0–0,07 кг/м³ (середнє 0,011 кг/м³); кореляційний зв'язок між середнім вмістом монациту+каситериту і хроміту – прямий слабкий (+0,23). Ореоли збільшення середнього вмісту монациту+каситериту поширені в північно-західній частині ділянки № 1, натомість ореоли збільшення середнього вмісту хроміту поширені в північній і південно-східній частинах ділянки (рис. 1).

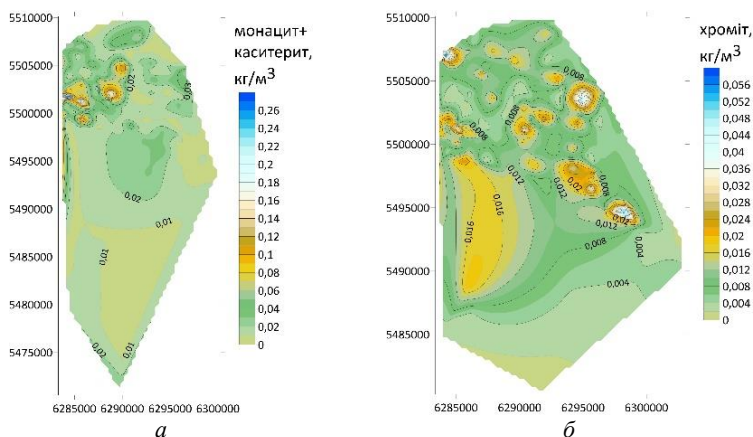


Рис. 1. Латеральне поширення середнього вмісту монациту+каситериту і хроміту в рудних пісках ділянки № 1

У межах ділянки № 2 середній вміст монациту+каситериту – 0,0– 0,51 кг/м³ (середнє 0,09 кг/м³); хроміту – 0,0–0,13 кг/м³ (середнє 0,02 кг/м³); кореляційний зв'язок між середнім вмістом монациту+каситериту і хроміту – прямий помірний (+0,51). Ореоли збільшення середнього вмісту монациту+каситериту поширені в північно-західній та південно-східній частинах ділянки № 2, а ореоли збільшення середнього вмісту хроміту поширені в південно-східній частині ділянки (рис. 2).

У південно-східній частини ореоли збільшення середнього вмісту мінералів просторово частково збігаються (див. рис. 2).

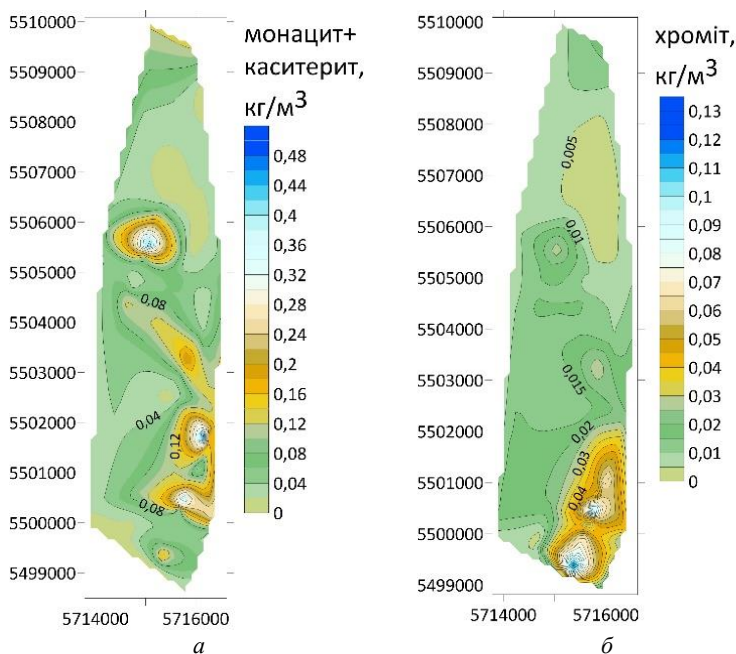


Рис. 2. Латеральне поширення середнього вмісту монациту+касцитериту і хроміту в рудних пісках ділянки № 2

Висновки. У межах ділянки № 1 максимальний середній вміст монациту+касцитериту більший, аніж в межах ділянки № 2, однак середні значення середнього вмісту більші в межах ділянки № 2. У межах ділянки № 1 максимальний середній вміст хроміту та середні значення середнього вмісту менші, аніж в межах ділянки № 2. Просторово ореоли збільшення середнього вмісту мінералів просторово частково збігаються лише в межах південно-східної частини ділянки № 2.

Отримані результати є інформаційною базою для доповнення загальної характеристики Тарасівського родовища і будуть корисними для подальших палеогеографічних реконструкцій умов утворення розсипу.

Перелік використаної літератури

1. Бондар І.І., Тютюнник В.М. Звіт про результати пошуково-розвідувальних робіт на титан, проведених Правобережною геологічною експедицією на території центральної частини Українського щита (Київська область) у 1960–1963 роках. Київ. 1964.
2. Мазуренко М.Ю., Нікулін Д.О., Виходцев М.К. та ін. Розвідка Тарасівського родовища розсіпних ільменіт-цирконових руд (звіт про результати геологорозвідувальних робіт за 2004–2009 рр.). Київ. 2009.
3. Родовище Тарасівське. URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/tarasivske-rodovishche.pdf> (дата звернення 01.09.2025 р.)
4. Тарасівське родовище титану – де знаходиться і чим воно унікальне. URL: <https://novyny.live/industriyi/tarasivske-rodovishche-titanu-de-znakhoditsia-i-chim-vono-unikalne-270675.html> (дата звернення 01.09.2025 р.)

УДК 550.8:622.02

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДХОДІВ ВИДОБУТКУ І ЗБАГАЧЕННЯ МЕТАЛЕВИХ РУД УКРАЇНИ

Чорноног С.С., Губіна В.Г., Чорноног С.Д.

*ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,
gvg131619@gmail.com; serjios19@gmail.com*

При видобуванні і збагаченні залізних, марганцевих руд, титано-цирконієвих розсипів в Україні утворюється значна кількість відходів. Для оптимального використання мінеральної сировини України, з деяких видів розкритих порід можливо отримувати додаткову продукцію, з відходів збагачення – втрачений під час збагачення метал.

Ключові слова: відходи видобутку і збагачення, металеві руди України.

MINERAL AND RAW MATERIAL POTENTIAL OF WASTE FROM MINING AND ENRICHMENT OF METAL ORES OF UKRAINE

Chornonoh S.S., Hubina V.H., Chornonoh S.D.

*State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of the
National Academy of Sciences of Ukraine",
gvg131619@gmail.com; serjios19@gmail.com*

During the mining and enrichment of iron, manganese ores, titanium-zirconium placers in Ukraine, a significant amount of waste is formed. For optimal use of mineral raw materials of Ukraine, it is possible to obtain additional products from some types of overburden, and from enrichment waste – metal lost during enrichment.

Keywords: mining and enrichment waste, metal ores of Ukraine.

Україна, традиційно є сировинною державою з розвинутим гірничо-металургійним комплексом.

Так по добуванню залізної і марганцевої руди вона займає відповідно 10 і 9 місця у світі та 5 місце за експортом титану.

Проблемою гірничого виробництва в Україні, є те, що на всіх родовищах металевих корисних копалин запаси були підраховані лише на один компонент/корисну копалину (залізорудні та марганцеві родовища) або на два (титано-цирконієві розсипи),

тоді як відомо, що вони вміщують інші корисні копалини, які нині спрямовуються у змішані відвали, втрачаючи при цьому свої споживчі властивості первинних порід. До того ж, при збагаченні корисних копалин, з відходами втрачається частина основного компоненту, на який ведеться розробка.

На території промислових майданчиків підприємств накопичені значні обсяги відходів видобутку і збагачення.

Так, при видобутку відкритим способом кожної тони залізної руди у Кривбасі доводиться виймати з надр 2–3 м³ розкритих порід, які накопичуються у відвалах, де втрачають свої природні властивості, змінюються їх фізичні і хімічні властивості під дією атмосферних явищ, порушується ландшафт, гідрологічний і гідрогеологічний режими поверхневих і підземних вод. Щорічні обсяги розкритих порід на родовищах Криворізького басейну складають 70–90 млн т.

Аналіз літературних джерел показав, що розкриті породи залізородних родовищ в якісному і кількісному плані на різних комбінатах, що їх розробляють, вивчені з різним ступенем детальності, але за умови селективного добування і роздільного складування деяких корисних копалин можливе отримання додаткової продукції, наведеної в таблиці 1. [4, 6]

При видобутку кожної тонни марганцевої руди відкритим способом з надр добувається 0,5–0,8 м³ розкритих порід. Щорічно при розробці родовищ виймається 20–30 млн. т розкритих порід.

Попередніми дослідженнями встановлено, що перспективними для супутнього видобутку є корисні копалини [1, 2, 3], наведені в таблиці 2.

Відходи збагачення – найбільш підготовлена сировина для додаткового вилучення корисних компонентів, як тих на які велась розробка родовищ, так і супутніх, які можливо вилучити. В Україні, найчастіше, це рідкісні, рідкісноземельні, кольорові та дорогоцінні метали, нерудна сировина тощо. Відходи збагачення представляють собою вже подрібнену масу гірських порід, які були піддані фізичному, хімічному або біологічному впливу, що тривалий час, іноді понад 30–40 років, знаходились у водному середовищі, або в зоні аерації, що привело до змін фізико-

хімічних властивостей: зменшення міцності, змін крихко-пластичних властивостей мінеральних агрегатів, іноді мінерального складу, що дає можливість зменшити енергетичні і інші витрати на підготовку сировини для вилучення корисних компонентів, що зменшить собівартість кінцевої продукції.

Таблиця 1. Ресурсний потенціал відходів видобутку залізних руд України [4]

Продукція	Корисна копалина	Застосування	Прогнозні ресурси, млрд т
Тальковий концентрат	Тальковмісні сланці	Промисловий тальк	6,0
Мусковітовий концентрат, моно мінеральний кварц	Мусковіт-біотитові сланці		2,5–3
Гранатовий концентрат	Гранатовмісні сланці	Легкий абразив	1,0–1,5
Керамзит, сланцепорит	Хлоритові сланці	Виробництво керамзиту, сланцепориту	1,5–2,0
Піроксеновий концентрат	Піроксенітові породи		0,5–0,7
Облицювальна плитка	мармур	Будівельна галузь	3,0–5,0
Виробне й колекційне каміння (щітки кварцу, аметисту, кристали гранату, яшмоїди тощо)	Різні кристалічні породи	Гемологічна сировина	-
Залізистий концентрат	Гематитові кварцити	Металургія	4,0
Мінеральні пігменти (вохра, сурик, селадоніт, рибекит тощо)	Кора окиснення кристалічних порід	Промисловість, художні промисли	0,8–1,0
Кераміка, фаянс	каоліни		0,1
Глиняна цегла, кераміка	Глини, суглінки	Будівельна галузь	3,0–4,0
Пісок	Пісок	Будівельна галузь	0,15–0,2
Вапняки		Металургія, будівельна галузь	0,3–0,4

Таблиця 2. Відкладення надрудної товщі Нікопольського басейну, перспективні для супутнього видобутку

Породи	Потужність, м	Застосування
Лесовидні суглинки і леси антропоген	до 30	Виробництво цегли, черепиці
Глини червоно-бурі антропоген	до 14	Виробництво цегли, черепиці
Піски плейстоцен	до 15	Виготовлення укладально-штукатурних розчинів, кольорового скла, в якості пісної домішки у цегельному виробництві
Глини червоно-бурі (пліоцен)	до 3,5	Виготовлення бурових розчинів, керамзитового гравію, харчова промисловість, в якості домішки при виробництві портландцементу
Глинисті вапняки (пліоцен)	до 2	Виробництво портландцементу
Глини коричнево-сірі (понт)	до 3,5	Виготовлення бурових розчинів, використання в якості домішки при виробництві портландцементу, харчова промисловість для відбілювання жирів
Глини чорні (сармат)	до 2,2	Виробництво керамзиту, в якості сорбенту для поглинання важких металів
Вапняки-черепашки (сармат-понт)	6–8	Виробництво будівельних блоків, портландцементу, повітряно-сухої суміші
Піски і гравій (нижній сармат)	до 8	Виробництво бетону, штукатурних розчинів, кольорового скла, як пісна домішка у цегельному виробництві, для формування виробів з чавуну і кольорових металів.
Глини (чокрак)	до 2,5	Виготовлення бурових розчинів, керамзитового гравію, використання харчова промисловість, в якості домішки при виробництві портландцементу
Глини яблунево-зелені (олігоцен)	2–8	Керамзитовий гравій марок «500» і «700», використання в якості сорбенту для очищення жирів у харчовій промисловості
Пісок глауконіт-кварцовий (олігоцен)	1,0–1,5	Задля отримання калійних добрив, виготовлення фарби, використання для пом'якшення води

На де-яких хвостосховищах України залізорудних, марганцевих і титано-цирконієвих комбінатів геологічна розвідка і підрахунок запасів вівся традиційними методами: бурінням техногенних товщ, відбором проб, їх аналізом і підрахунком за визначеними методиками. До того ж, запаси підраховувались тільки по одному або двом компонентам, які і вилучалися в процесі експлуатації корінного родовища.

У діючих хвостосховищах гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького-Кременчуцького залізорудного району на площі 5,4 тис га накопичено понад 4,2 млрд т відходів [5], які являють собою суміш технічної рідини та твердої частини у співвідношенні 1:10. При цьому, тверда фаза на 70–90 % складається з часток розміром $<0,005$ мм. За результатами наших досліджень, поточні відходи збагачення на 60,3–97,3 % складаються з часток – 0,071 мм. Вважається, що з відходами збагачення щорічно втрачається біля 25% заліза, серед якого 14–26 % заліза загального, 5–10 % заліза, пов'язаного з магнетитом. Сімдесят відсотків заліза, яке входить до складу цих відходів, знаходиться в розкритому стані. В матеріалі крупністю $<0,16$ мм більше 90 % магнетиту і практично весь гематит розкриті.

У результаті гравітаційної диференціації часток в процесі скидання пульпи, утворюються збагачені на залізо ділянки. Особливо таке явище спостерігається коли накопичення відходів збагачення здійснюється у велику ємність хвостосховища з одного джерела. Збагачені залізом ділянки зосереджені в середній частині хвостосховища і вздовж дамби (хвостосховище Центрального гірничо-збагачувального комбінату Кривбасу).

Шламосховища гірничо-збагачувальних комбінатів з видобутку і збагачення марганцевих руд Нікопольського басейну, займають площу понад 2 тис га. У 9 шламосховищах двох комбінатів накопичено 828 млн т шламів [5]. Масова частка марганцю в шламах – 10,5–17,6 %. Тоді як в світі переробляються шлами з масовою часткою марганцю 9–15 %.

У хвостосховищах Вільногірського гірничо-металургійного комбінату в Дніпропетровській області, який розробляє Малишевське розсіпне титано-цирконієве родовище накопичено більше 150 млн. Тон відходів збагачення. Хвости є

дезінтегрованим кварцовим піском, 98 % часток якого має розмір $-0,28$ мм. Фракція $+0,28$ мм представлена дрібними уламками пісковика, недезінтегрованими грудками розкривної глини та глинистого піску розміром до 50 мм. Кристали циркону, рутилу, лейкоксену та ільменіту присутні у фракції $-0,16+0,06$ мм. В складі хвостів ці мінерали практично відсутні, відносно великий вміст мають дистен, силіманіт, ставроліт, турмалін, які при збагаченні вилучаються меншою мірою [1].

За нашими дослідженнями одного з хвостосховищ Іршанського гірничо-збагачувального комбінату техногенні піски на 60–91 % представлені зернами розміром $-0,5+0,1$ мм. Вони складені нерудними мінералами на 85–95 %, рудними (магнітною фракцією) – 5–15 %. 71–85 % магнітної фракції представлена класами крупності $-0,1+0,05$ мм; $-0,05$ мм. Рудні мінерали титану у техногенних пісках представлені ільменітом та рутилом (ільменорутилом). Визначено, що за середньозваженими значеннями магнітної фракції за класами крупності основна маса ільменіту концентрується у фракції $-0,5+0,1$ мм. Вміст Zr у техногенних пісках дорівнює 0,05–0,5%, що корелює з вмістом Hf, який заміщує Zr як ізоморфна домішка у кристалічній решітці мінералу. Концентрація Hf у деяких пробах техногенних пісків складає 20–80 г/т.

Таким чином, на території України утворились концентрації техногенної мінеральної сировини, які мають планетарні масштаби. З використанням сучасних технологій можлива її вторинна переробка з одержанням високоякісних кінцевих продуктів, які значною мірою могли б забезпечити потреби держави і підвищити її експортний потенціал.

Перелік використаної літератури

1. Белогай П.Д., Зеликов М.А. Опыт освоения техногенных титано-циркониевых россыпей Приднепровья. *Техногенные россыпи. Проблемы. Решения*: Труды Первой междунар. научно-практ. конф. Симферополь, 2000. С. 132–136.
2. Боганович В.В. Литология неогеновых отложений Никопольского марганцеворудного бассейна. *Дис. на соискание научной степени канд. геол.-мин. н.* 1985. 267с.

3. Грязнов В.И., Богданович В.В. Литологические аспекты расширения попутной добычи полезных ископаемых на Никопольском марганцевом месторождении // Состав, происхождение и размещение осадочных пород и руд. К.: Наукова думка. 1981. С. 240–248.

3. Евтехов В.Д., Паранько И.С., Евтехов Е.В. Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна. Кривой Рог: Изд-во КТУ, 1999. 69 с.

4. Реєстр місць видалення відходів. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/MVV-REESTR-20-08-2021.pdf>. Дата звернення 05. 09. 2025 р.

5. Промислові відходи України. Проблеми та шляхи їх вирішення. / Т. Тарасова та ін. Київ: Логос, 2011. 200 с.

УДК 553.3/9(550.4)

ЦИРКОНІЄНОСНІСТЬ АЛЮВІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ВЕЛИКО-ТАРАМСЬКОЇ ДІЛЯНКИ

Шестаков О.Ю., Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.

*Інститут геологічних наук НАН України, Україна, Київ
olshesgl@gmail.com; kms1964@ukr.net; ykrosh.79@ukr.net*

Охарактеризовано алювій похованої річкової долини та її семи надзаплавних терас. Подано відомості про вміст циркону в алювіальних відкладах. Побудовано карти рельєфу підосви алювію, його товщини і латерального поширення середнього вмісту циркону.

Ключові слова: Велико-Тарамська ділянка, алювій, похована річкова долина, надзаплавні тераси, породний склад алювію, вміст циркону.

ZIRCON CONTENT IN ALLUVIAL SEDIMENTS OF THE VELYKO-TARAMSKA SITE

Shestakov O.Yu., Kovalchuk M.S., Kroshko Yu.V.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine,
olshesgl@gmail.com; kms1964@ukr.net; ykrosh.79@ukr.net*

The alluvium of the buried river valley and its seven floodplain terraces are characterized. Information on the zircon content in alluvial deposits is provided. Maps of the relief of the alluvium base, its thickness, and the lateral distribution of the average zircon content are constructed.

Keywords: Velyko-Taramska area, alluvium, buried river valley, floodplain terraces, rock composition of alluvium, zircon content.

Вступ. Україна за ресурсами і запасами цирконію входить до переліку провідних країн світу. В центральній частині Українського щита і на його схилах виявлені та різною мірою розвідані комплексні родовища розсіпів циркон-ільменіт-рутилу в теригенних відкладах сарматського ярусу і полтавської світи неогену (Малишевське, Вовчанське, Воскресенське, Тарасівське, Краснокутське та інші) [1]. У Приазов'ї розташовані крупні родовища комплексних рідкіснометалевих, цирконій-рідкісноземельних руд в кристалічних породах (Мазурівське,

Азовське, Новополтавське) [1]. Як супутня корисна копалина цирконій виявлений у флюорит-рідкісноземельних рудах Ястребецького родовища і на берилієвому Пержанському родовищі в північно-східній частині Українського щита [1]. На сьогоднішній день розробляється Малишевське родовище, що забезпечує сировиною Вільногірський гірничо-металургійний комбінат, який постачає цирконові концентрати та продукти їх первинної переробки. Передбачається введення в експлуатацію Тарасівського родовища. Нарощування мінерально-сировинної бази цирконію передбачається за рахунок проведення пошукових та пошуково-оцінювальних робіт на комплексні ільменіт-цирконові руди у межах рудних полів відомих родовищ [1]. Одним з таких об'єктів є Велико-Тарамська ділянка, яка знаходиться в межах поширення Мокроялинської групи розсипів.

Результати дослідження. Велико-Тарамська ділянка розташована в Донецькій області і простягається кілометровою смугою по лівому борту долини річки Валико-Тарама від с. Калинове до гирла балки Знаменівської [2, 3]. Вона розташована у районі поширення сієнітів (біотитових та кварцових) та фойяїтів. Породи сильно зруйновані та каолінізовані. Товщина кори вивітрювання – до 10 м. Цирконові розсипи приурочені до днища похованої долини, її терас та частково похованих логів [2, 3]. Розсипи цирконі і ільменіту локалізуються в піщано-гравійно-глинистих породах. Вміст гравію – 18,4–19,5 %, піску – 14,7–15,2 %, глини – 60,1–65,8 % [2]. Циркон та ільменіт – дрібних класів.

У відкладах сьомої тераси, яка значно розмита, розсипи циркону містяться в переміщеному алювії товщиною 1,5-2 м [2, 3]. В літологічному плані – це буро-жовта піщана глина і глинистий пісок, збагачені галькою, щебенем, кварцом, польовим шпатом. Підвищений вміст циркону наявний у передплотиковому шарі та біля краю тераси. Вміст циркону – 0,7-8,0 кг/м³ [2].

Шоста тераса простежується безперервно від с. Калинове до балки Знаменівської. Плотик розсипу – переважно кора вивітрювання фойяїтів та біотитових сієнітів. Товщина терасових відкладів 0,5–6,0 м. Представлений терасовий алювій жовто-бурими та сірими різнозернистими глинистими пісками, кварц-

польовошпатовими, з невеликою кількістю гальки кварцу, граніту, фойяїту, сієніту, а в передплотиковому шарі з валунами цих порід [2, 3]. Вміст циркону вміст циркону $0,2\text{--}8,0 \text{ кг/м}^3$ [2]. Найбагатші пласти – у нижній та середній частинах розсипу. Будова розсипу – гніздоподібна.

П'ята тераса поширена по всій довжині ділянки. Плотик складено тими ж породами, що і у шостій терасі. Товщина алювію – $2\text{--}4 \text{ м}$ [2, 3]. Розріз представлений переважно різнозернистим піском глинистим з галькою кварцу, фойяїту та сієніту. У піску наявні прошарки та лінзи сірої глини та дрібнозернистого піску. Іноді на їх межі з нижчими шарами наявне скупчення гальки та гравію. Товщина піску $0,5\text{--}2,0 \text{ м}$. Піски підстилаються піщано-глинистими галечниками товщиною $1,5\text{--}2 \text{ м}$. Підстиляється пісок піщано-глинистими галечниками товщиною $1,5\text{--}2 \text{ м}$. Найбільші концентрації циркону тяжіють до западін плотика. Середній вміст циркону $2\text{--}7 \text{ кг/м}^3$, іноді – більше [2].

Четверта тераса також поширена вздовж усієї ділянки. Плотик розсипу – глиниста і щебениста кора вивітрювання фойяїтів, сієнітів, сієніт-пегматитів. Поверхня плотика ускладнена ложковими пониженнями, западинами та кишнями в яких містяться значні концентрації циркону [2, 3]. Алювій – сіро-бурі кварц-польовошпатові різнозернисті глинисті піски товщиною $2\text{--}3 \text{ м}$. Середній вміст циркону $3\text{--}4 \text{ кг/м}^3$, іноді до $23,5 \text{ кг/м}^3$ [2].

Третя тераса простежується від с. Калинове до балки Знаменівської. Поширена переважно по лівому борту долини; на правому простежується вузькими розрізненими ділянками. Плотик розсипу – вивітрені фойяїти та кварцові сієніти. Алювіальна товща складена різнозернистим піском буро-сірим, жовто-бурим, бурим, з галькою, валунами та щебенем [2, 3]. Присутні прошарки та лінзи глини, дрібнозернистого та гравелистого піску. Вміст циркону $0,5\text{--}12 \text{ кг/м}^3$, найбільший – у піщано-глинистих галечниках [2].

Друга тераса поширена смугою по лівому борту долини та розрізненими ділянками – по правому. Плотик розсипу складений амфіболовими та біотитовими сієнітами, рідше трапляються фойяїти та кварцові сієніти. Алювіальна товща представлена бурими та сіро-бурими слабоглинистими кварц-

польовошпатовими різнозернистими пісками з невеликою кількістю напівобкатаного щебеню сієнітів, фойяїтів, граніту, мігматиту, кварцу [2, 3]. Товщина алювію 0,5–6 м. Циркон зосереджений виключно у передплотиковій частині алювію, де його вміст сягає 20,0–26,0 кг/м³ [2]. Будова розсипу гніздоподібна.

Розсип похованої долини представлений її руслом та першою надзапальною терасою, яка є заплавою. Днище вироблено в корі вивітрювання сієнітів та сієніт-пегматитів. Геологічний розріз представлений глинами, глинистими пісками і галечниками [2, 3]. В останніх двох літотипах порід наявні валуни сієнітів. У глинах вміст циркону до 1 кг/м³, у глинистих пісках та галечниках – 2–5 кг/м³ [2].

Використовуючи координати свердловин, їх опис і результати опробування нами створена атрибутивна база даних на основі якої здійснено картографічні побудови. Зокрема побудовано карту рельєфу підосви, товщини алювіальних пісків та карту просторового поширення середнього вмісту в них циркону (рис. 1). Рельєф підосви пісків нерівномірний з локальними підняттями і западинами. Просторовий розподіл товщини пісків також нерівномірний, однак простежується тенденція збільшення товщини в центральній частині похованої долини. Найбільша товщина пісків представлена смугою південно-східного – північно-західного простягання з локальними ділянками збільшення і зменшення товщини. Розподіл середнього вмісту циркону в пісках на більшій частині ділянки рівномірний з максимумом вмісту в південно-східній частині. Кореляційні зв'язки між рельєфом підосви і товщиною піщаних відкладів та між товщиною і середнім вмістом циркону обернені дуже слабкі. Кореляційний зв'язок між середнім вмістом циркону і ільменіту прямий середній (+0,65).

Висновки. Палеоалувіальні розсипи ділянки Велико-Тарама характеризуються значним вмістом циркону (середньозважений вміст 0,1–15,45 кг/м³) в глинисто-піщаних відкладах, які можуть збагачуватися гравітаційним методом. Вміст циркону в піщаних відкладах вищий, аніж в глинистих. Окрім циркону, розсипи вміщують ільменіт в кількості до 31,8 кг/м³, який можна видобувати разом з цирконом. Розсипи циркону приурочені до

русової частини і до надзаплавних терас, що збільшує ресурсний потенціал ділянки.

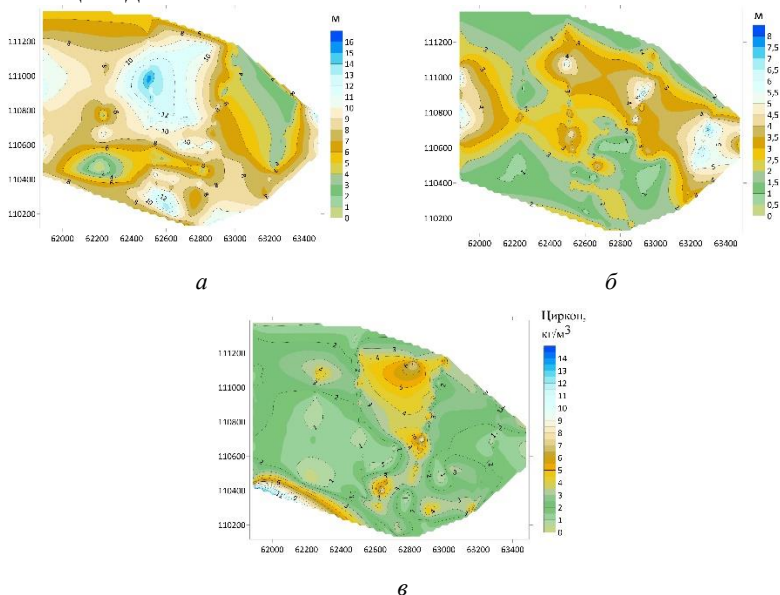


Рис. 1. Ізогіпси підшови (а), ізопахіти товщини (б) та ізогіпси середнього вмісту (кг/м³) циркону (в) в алювіальних пісках

Також розсипи циркону характерні і для похованих логів, які розташовані на півдні та сході ділянки [2]. Отримані результати можуть спонукати до постановки геолого-розвідувальних робіт в межах ділянки та слугувати інформаційною базою для наукового їх супроводу.

Перелік використаної літератури

1. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17?test=e6YMfZ0CyFNAbgG.Zio6d/tNHI4Bgs80msh8Ie6#Text>.
2. Пятница П.С., Борисенко С.Т., Дубинин А.И. и др. Подсчёт запасов циркона по Ждановскому россыпному месторождению (Волновхский район, Сталинская обл. УССР). Киев, 1958.
3. Пятница П.С., Борисенко С.Т., Энтелис И.Д. и др. Геологический отчет о геологоразведочных и поисковых работах за 1959 год по отрасли «цветные металлы, редкие и рассеянные элементы Киев, 1960.

УДК: 622; 551

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Шуляк А.В., Терещук Р.Г.

Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, Україна, rr49m_shav@student.ztu.edu.ua, gr24_trg@student.ztu.edu.ua

Мінерально-сировинна база України є стратегічним ресурсом для розвитку промисловості, енергетики та аграрного сектору. Високий рівень забезпеченості корисними копалинами дозволяє формувати економічну стабільність та енергетичну безпеку. У роботі розглянуто структуру ресурсів, динаміку видобутку та шляхи оптимізації їх використання.

Ключові слова: мінеральні ресурси, корисні копалини, екологічна безпека, енергетика, геологія, економічна ефективність.

MINERAL AND RAW MATERIAL RESOURCES OF UKRAINE AND WAYS OF THEIR OPTIMAL USE

Shulyak A.V., Tereshchuk R.G.

Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine, rr49m_shav@student.ztu.edu.ua, gr24_trg@student.ztu.edu.ua

Ukraine's mineral resource base is a strategic asset for the development of industry, energy, and agriculture. Its high level of mineral wealth ensures economic stability and energy security. This paper examines the structure of mineral resources, trends in extraction, and strategies for optimizing their use.

Keywords: mineral resources, raw materials, environmental safety, energy, geology, economic efficiency.

Мінерально-сировинна база є фундаментальною основою економічного розвитку будь-якої держави. Україна має високий рівень забезпеченості корисними копалинами, що дає можливість розвивати промисловість, енергетику та аграрний сектор. Сьогодні важливо не тільки добувати ресурси, але й використовувати їх ефективно, враховуючи екологічні та економічні аспекти.

Україна посідає провідні місця у світі за запасами залізних руд, марганцю, урану, титану та кам'яної солі. За даними геологів, на території країни знаходяться більш ніж 20 000 родовищ та проявів

корисних копалин, що включає приблизно 120 видів. Найбільші промислові центри видобутку розташовані у Криворізькому басейні (залізні руди), Нікопольському басейні (марганцеві руди), Донбасі (кам'яне вугілля) та Дніпровсько-Донецькій западині (нафта і газ). Також представлена динаміка видобутку основних ресурсів України впродовж 20-ти років Рис. 1.

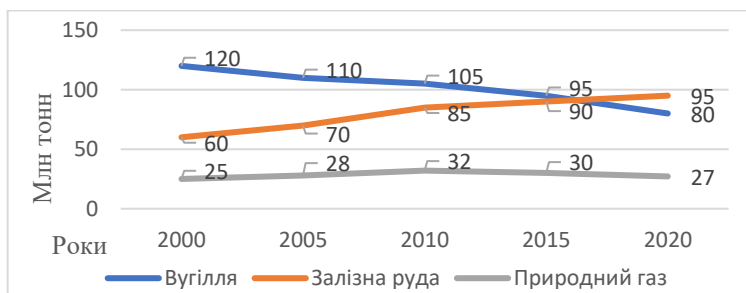


Рис. 1. Динаміка видобутку основних ресурсів

Як показано на рис. 2. основні групи корисних копалин є наступні: Паливно-енергетичні ресурси: вугілля, нафта, природний газ, торф, уранові руди; Рудні копалини: залізні, марганцеві, титан-цирконієві, нікелеві та уранові руди; Нерудні корисні копалини: кам'яна та калійна сіль, сірка, графіт, фосфорити, будівельні матеріали.

Шляхи оптимального використання мінеральних багатств

- Раціональне використання природних ресурсів – застосування останніх технологій для зменшення втрат під час добування та переробки сировини.
- Екологічна орієнтація промисловості – зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище, відновлення земель після добування.
- Енергетична безпека – розвиток власного добування нафти та газу.
- Економічна ефективність – підвищення експорту та переробки сировини в країні, виробництво продукції з високою цінністю.

■ Інновації та інвестиції – залучення іноземних та вітчизняних інвестицій, розвиток геологічної науки та освоєння нових родовищ.

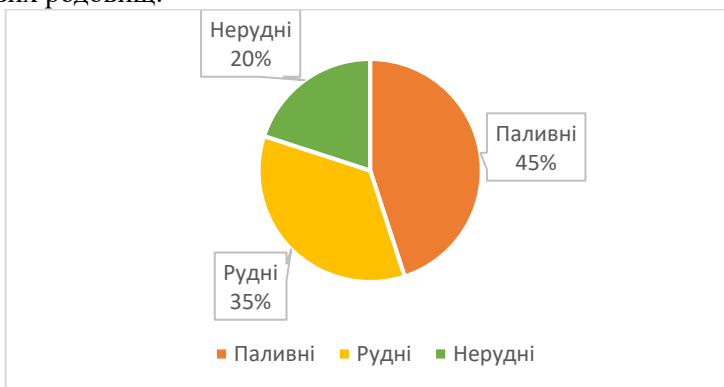


Рис. 2. Структура мінеральних ресурсів України

Отже, мінерально-сировинні ресурси України є стратегічною основою розвитку національної економіки. Їх раціональне використання передбачає не тільки видобуток, але й комплексну переробку, екологічний контроль та впровадження інновацій. Оптимальна стратегія полягає у поєднанні економічної вигоди з екологічною безпекою та збереженням ресурсного потенціалу для майбутніх поколінь.

Перелік використаної літератури

1. Асиміляційний потенціал геологічного середовища України та його оцінка / [С.О. Довгий, В.В. Іванченко, М.М. Коржнев (наук. ред.), М.М. Курило, О.М. Трофимчук, С.М. Чумаченко, Є.О. Яковлєв, М.В. Беліцька] НАН України, Інститут телекомунікацій і глобал. інформ. простору. К.: Ніка-Центр, 2016. 172 с.
2. Богасьорова Л.М., Мельниченко С.Г. Раціональне використання природних ресурсів: навчальний посібник. Херсон: Книжкове вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2024. 234 с.
3. Географія мінеральних ресурсів України: монографія / Мирослав Сивий, Ігор Паранько, Євген Іванов. Львів: Простір М, 2013. 684 с.
4. Природно-ресурсний потенціал України: забезпечення добробуту та екологічної безпеки населення: [монографія] / за заг. ред. акад. НААН України, д.е.н., проф. М.А. Хвесика. К.: ДУ ІЕПСР НАН України, 2021. 148 с.

УДК 550.42:553.97(477.83):546.48

**ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ РУХОМИХ ФОРМ
КАДМІУ У ВЕРТИКАЛЬНИХ ПРОФІЛЯХ ТОРФУ
ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Яковенко М.Б., Хоха Ю.В.

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України
Львів, Україна, myroslavakoshil@ukr.net; khoha_yury@ukr.net*

Проведено кількісну оцінку та інтерпретацію просторової варіабельності рухомих форм кадмію у торфовищах Львівської області. Проаналізовано 26 зразків із шести торфовищ (профілі 0–140 см); визначення Cd виконано методом ICP-AES після екстракції 0,2М НСІ. Геохімічний розподіл оцінювали із застосуванням описової статистики, індексу забруднення, фактора збагачення, кореляції Спірмена, ієрархічної кластеризації та аналізу головних компонент (РСА).

Ключові слова: торф, геохімія, кадмій, рухомі форми, накопичення, Львівський регіон.

**THE DISTRIBUTION REGULARITIES OF MOBILE FORMS
OF CADMIUM IN VERTICAL PEAT PROFILES OF LVIV
REGION**

Yakovenlo Myroslava, Khokha Yurii

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine,
myroslavakoshil@ukr.net; khoha_yury@ukr.net*

A quantitative characterization and interpretation of the spatial variability of the mobile cadmium in the peatlands of Lviv region (Ukraine) is presented. Twenty-six samples from six peatlands were analysed along 0–140 cm core profiles; Cd was determined by ICP-AES following mild-acid extraction (0,2M HCl). The geochemical distribution was evaluated using descriptive statistics, the Pollution Index, Enrichment Factor, Spearman's rank correlation, hierarchical clustering, and principal component analysis (PCA).

Keywords: peat, geochemistry, cadmium, mobile forms, accumulation, Lviv region.

Торфовища є цінними природними геоархівами, здатними фіксувати довготривалі тренди зміни довкілля та інтенсивність антропогенного впливу. Високий вміст органічної речовини, відновні умови середовища формування та переважно кисла реакція ґрунтового розчину забезпечують ефективну сорбцію, комплексоутворення та іммобілізацію низки мікроелементів, зокрема важких металів. Унаслідок цього торфові відклади

акумулюють сигнали як локальних, так і регіональних атмосферних опадів, формуючи безперервні стратиграфічні записи, придатні для реконструкції просторово-часових патернів контамінації.

Серед пріоритетних мікроелементів особливе місце посідає кадмій (Cd) – халькофільний елемент із високою мобільністю у кислому середовищі, підвищеною біодоступністю та відомою токсичністю для біоти, може замінювати важливі метали (наприклад, Zn), що призводить до біоаккумуляції. Рухливість катіону кадмію залежить від pH та утворення органічних комплексів.

До ґрунтово-торф'яного середовища Cd надходить із природних джерел (літогенний фон, перерозподіл унаслідок геохімічних бар'єрів, вивітрювання руд і мінералів; головний кадмієвий мінерал – гринокіт (CdS) але найбільш масово Cd ізоморфно заміщує Zn у сфалериті, і з антропогенних джерел (кольорова металургія Zn–Pb, спалювання викопного палива, виробництво/утилізація Ni–Cd акумуляторів, відходи, транспортні емісії та ін.) [6, 4]. У природних торфових системах головним мінеральним носієм кадмію зазвичай є сульфідна/карбонатна фаза або ізоморфне входження в Zn–мінерали (сфалерит), роль Ca–мінералів у переносі Cd для кислих торфів обмежена. Для агроландшафтів помітним шляхом надходження є фосфатні добрива, оскільки фосфорити природно містять Cd, який переходить у кінцевий продукт. У рослин Cd загалом не є значимим та проявляє високу фітотоксичність, хоча може засвоюватися транспортерами для Zn/Ca.

У ґрунтово-торф'яному середовищі Cd існує переважно як Cd^{2+} ; з підвищенням pH зростає частка гідроксо- та карбонатних комплексів, тоді як у хлоридних середовищах вагому роль відіграють хлоридні комплекси. За відновних умов (низькі Eh, наявність сульфідів) утворюється малорозчинний CdS, що різко зменшує розчинність і рухомість елемента; навпаки, за кислих і оксидних умов розчинність і міграційна здатність Cd зростають.

Ключовим процесом, що обмежує міграцію Cd, є хемосорбція: кадмій утворює комплекси з гумусовими речовинами торфу, де головну роль відіграють карбоксильні та фенольні групи;

загальна афінність (спорідненість) Cd до гумусової матриці нижча, ніж у Pb, що частково пояснює його вищу рухомість [3]. Значущими є також сорбційні взаємодії з поверхнями оксидів/гідроксидів Fe та Al і глинистих мінералів; здатність до сорбції істотно зростає з рН [5]. Водночас комплекси Cd із розчиненою органічною речовиною можуть підвищувати його рухливість у поровому розчині, особливо у верхніх, багатих на органіку горизонтах торфу.

Відбір зразків торфу проводився з репрезентативних родовищ у Львівській області (Білогорща, Гончари, Гамаліївка, Артищів, Полонична, Скнилівка) за допомогою кернавого пробовідбірника. Зразки були відібрані з глибини 0–140 см з інтервалом 20 см, загалом 26 проб. Аналіз рухомих форм кадмію (Cd) виконувався методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES) в лабораторії Alpinus Chemia Sp. z o.o. (м. Солець Куявський, Польща) після попередньої екстракції 0,2М HCl.

Аналіз вмісту рухомих форм Cd у досліджених торфовищах Львівської області засвідчив високу варіативність, нерівномірність і неоднорідність розподілу. За сукупністю статистичних параметрів для вибірки ($n = 26$) фіксується дуже великий коефіцієнт варіації (262,63 %), значний розмах (min–max: 0,05–8,88 мг/кг), висока дисперсія (2,94) та стандартне відхилення (1,72). Середній вміст (0,65 мг/кг) істотно перевищує медіану (0,18 мг/кг), що разом із позитивною асиметрією (4,78) та високим ексцесом (23,56) вказує на наявність одиничних або небагатьох дуже високих значень (аномалій) і, відповідно, на локальні джерела або локальні геохімічні умови акумуляції кадмію. Мінімальний вміст є понад на два порядки меншим за максимальний (0,05 проти 8,88 мг/кг). До мінімальних рівнів належать значення у профілях Гончари 100–120 см (0,052 мг/кг) та Гамаліївка 80–100 см (0,067 мг/кг). Максимальні вмісти зафіксовано у профілі Гончари 60–80 см (8,883 мг/кг) та підвищені – у Гончари 120–140 см (1,767 мг/кг), що формує висококонтрастний вертикальний профіль. Для Білогорщі характерні помірні значення 0,183–0,867 мг/кг із відносно більшими вмістами у приповерхневих горизонтах (0–40 см), тоді

як Гамаліївка загалом демонструє низькі рівні 0,067–0,267 мг/кг без виразних піків. Сукупно це підтверджує мозаїчність просторово-стратиграфічного розподілу Cd та наявність локальних аномалій на тлі переважно низького «фоновому» рівня.

Аналіз гістограм частот концентрацій Cd у поєднанні з результатами формальних тестів на нормальність засвідчує, що емпіричний розподіл статистично відмінний від нормального; дані коректно описуються логнормальною моделлю. Це узгоджується з вираженою правосторонньою асиметрією та підвищеним ексцесом і відображає значну просторову нерівномірність концентрацій. Подібні логнормальні розподіли є типовими для домішок переважно техногенного походження, надходження яких має імпульсний характер і визначається мультиплікативними процесами розсіювання та акумуляції.

Порівняння з фоновим (медіанним) рівнем показало підвищені концентрації рухомого Cd у низці інтервалів за коефіцієнтом концентрації K_{CM} (тут і далі $K_{CM} = C_i/C_{фон}$, де $C_{фон}$ = медіана вибірки = 0,18 мг/кг). Для розрізу Білогорща підвищення фіксується практично по всій товщі профілю, окрім інтервалів 40–60 і 60–80 см, де $K_{CM} \approx 1,0$; максимальні значення у верхніх горизонтах 0–20 і 20–40 см ($K_{CM} = 3,64$ та 4,74 відповідно). Для ділянки Артищів збагачення спостерігається у шарах 0–20 і 20–40 см ($K_{CM} = 3,55$ та 1,73). У розрізі Гончари підвищення зафіксоване в інтервалах 0–20, 20–40, 60–80 та 120–140 см ($K_{CM} = 1,37$; 2,09; 48,54; 9,65 відповідно), причому шар 60–80 см формує різко виражену аномалію, що свідчить про локальне джерело надходження або про постдепозиційну ремобілізацію Cd. Для ділянки Гамаліївка помірне збагачення встановлено у верхньому шарі 0–20 см ($K_{CM} = 1,46$). У середньому по вибірці нормований коефіцієнт концентрації кадмію становить $K_{CM} = 3,57$, що вказує на переважання значень, вищих за фонові, на тлі окремих висококонтрастних аномальних точок.

Вміст рухомих форм Cd у торфах Львівської області в середньому перевищує кларкові значення для земної кори за О. П. Виноградовим ($KK_{сер} = 5,03$), а також референтні рівні для ґрунтів: узагальнений фон за [2] ($KK_{сер} = 1,87$), фонові значення для ґрунтів Європи [1] ($KK_{сер} = 3,45$) та України [1] ($KK_{сер} = 4,08$).

За індексом забруднення, $IЗ$ (*Pollution index, PI*), який є відношенням концентрації важких металів у зразку до значення для елемента в земній корі, переважна більшість зразків демонструє помірне забруднення ($IЗ=1-3$), в окремих випадках у низці інтервалів зафіксоване значне забруднення ($IЗ=3-6$: Білогорща, 0–20, 20–40 см; Артищів, 0–20 см; Гончари, 60–80, 120–140 см), частина зразків характеризується низьким рівнем або його відсутністю ($IЗ < 1$).

Результати порівняльного аналізу за коефіцієнтом/фактором збагачення елементами, EF (*Element enrichment factor, EF*), який розраховувався за формулою $EF = (Me_T / Cr_T) / (Me_K / Cr_K)$, де EF – коефіцієнт збагачення; Me_T – вміст металевого елемента в торфі; Cr_T – вміст хрому в торфі; Me_K – металевий елемент у земній корі; Cr_K – вміст хрому в земній корі, свідчать про високий ступінь можливого антропогенного внеску для Cd, Pb, As та Hg: у частини інтервалів зафіксовано $EF > 50$ (клас “дуже високе збагачення”), поряд із інтервалами “високого” та “помірного” збагачення. Високі EF інтерпретуються як індикатор техногенного надходження, однак збагачення може посилюватися і природними чинниками (варіації мінеральної домішки, локальні редокс-бар’єри, сорбційна селективність органічної матриці).

З огляду на логнормальність розподілів використано рангову кореляцію Спірмена. За результатами аналізу зафіксовано дуже тісний позитивний зв’язок між рухомими формами Cd і Pb ($r > 0,90$; $p < 0,001$; $n = 26$), що свідчить про узгодженість їхніх концентрацій і може відображати спільність джерел (атмосферні випадіння/золіві внески) та подібні механізми закріплення у торфі (сорбція на гумусовій матриці, взаємодія з оксидами Fe/Al). Рангове впорядкування коефіцієнтів кореляції для набору елементів виявило парагенетичну асоціацію Cd–Pb–Tl, що додатково підтверджує їхню спільну поведінку у досліджених умовах. Зауважимо, що частина кореляції може бути зумовлена спільним контролем з боку рН та зольності.

Ієрархічна кластеризація (метод Уорда на z-стандартизованих даних) і факторний аналіз головних компонент із варімакс-ротацією підтвердили ключову асоціацію Cd–Pb та дозволили виділити структуру зв’язків з фізико-хімічними показниками.

Перший фактор (F1) відображає «атмосферно-техногенний» компонент із високими навантаженнями Cd і Pb ($|\lambda| \geq 0,65$) і зв'язком із зольністю (А %) та рН, що інтерпретується як внесок мінеральної домішки/пилу та пов'язаних із цим умов сорбції. Другий фактор (F2), який пояснює 17,46 % дисперсії, характеризується позитивним навантаженням ОР ($\lambda = +0,78$) та від'ємними навантаженнями А % ($-0,78$), рН ($-0,74$), а також Cd ($-0,66$) і Pb ($-0,66$). Це інтерпретуємо як «органічний/редокс-градієнт»: шар із більшою органічністю та потенційно зниженим рН/Eh пов'язаний зі зменшенням частки рухомих форм Cd і Pb (наявне закріплення у міцніших комплексах або перехід у менш розчинні форми, зокрема сульфідів).

Ключовим для Cd є фактор F2 – «органічність ↔ мінеральність/нейтралізація». Високе позитивне навантаження має ОР $+0,78$, натомість негативні – А (зольність) $-0,78$; рН $-0,74$; Pb $-0,66$; Cd $-0,66$. Це означає, що вздовж осі F2 зростання органічної складової (вищий ОР) супроводжується зменшенням рухомих форм Cd і Pb, тоді як підвищення зольності та рН пов'язане з зростанням їхніх рухомих форм. Інтерпретаційно: у досліджених профілях мобільний Cd тяжіє до мінерально збагачених, частіше нейтральних/слабокислих інтервалів (низькі значення F2), що може відбивати екзогенний мінерально-пиловий/золотий внесок Cd, внесок карбонатно-/оксидно-асоційованих форм Cd, які ефективно вилучаються застосуванням слабокислих екстрагентів, та меншу частку міцних органо-комплексів у горизонтах із нижчим ОР. Практично це пояснює різко виражену аномалію Cd у Гончарах (60–80 см) за вищих рН і зольності на тлі відносно нижчого ОР.

Дослідження вертикальних профілів торфовищ показало, що концентрації Cd змінюються залежно від їхнього розташування в торф'яному профілі. Максимуми вмісту Cd зазвичай фіксуються у верхніх шарах (Білогорща) як відбиток атмосферних випадіння і зв'язування з гумусовими компонентами кислих верхніх горизонтів, однак порівняно з Pb кадмій характеризується більшою постдепозиційною рухомістю (вплив рН/Eh, розчиненої органічної речовини), що може зумовлювати міграцію вниз профілем (Гончари).

Просторово-стратиграфічні закономірності неоднорідні між профілями. Для Білогорщі характерні підвищені приповерхневі вмісти (0–40 см: 0,667–0,867 мг/кг); Гамаліївка загалом демонструє низькі рівні (0,067–0,267 мг/кг) без виразних піків; натомість Гончари відзначаються різким «втопленням» максимумом у шарі 60–80 см (8,883 мг/кг) і другорядним підвищенням на 120–140 см (1,767 мг/кг), що формує висококонтрастний вертикальний профіль.

Перелік використаної літератури

1. Клос В.Р., Бірке М., Жовинський Е.Я., Акінфієв Г.О., Амашукелі Ю.А., Кламенс Р. Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS). *Пошукова та екологічна геохімія*. 2012. 1(12). С. 51–66.
2. Bowen H.J.M. *Environment Chemistry of the Elements*. London; New-York; Toronto; Sydney; San Francisco: Academic Press. 1979). 250 p.
3. Gondar D., López R., Fiol S., Antelo J.M., Arce F. Cadmium, lead, and copper binding to humic acid and fulvic acid extracted from an ombrotrophic peat bog. *Geoderma*, 2006. 135, 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.12.003>
4. Kubier A., Wilkin R.T., Pichler T., Cadmium in soils and groundwater: A review, *Applied Geochemistry*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104388>
5. Puls R. W., Bohn H. L. Sorption of cadmium, nickel, and zinc by kaolinite and montmorillonite suspensions. *Soil science society of America journal*. 1988. 52(5), 1289–1292. <https://doi.org/10.2136/sssaj1988.03615995005200050013x>
6. Uddin S.; Khanom S.; Islam M. R.; Hossain M. Cadmium Contamination: Sources, Behavior, and Environmental Implications. In *Cadmium toxicity: Challenges and solutions*. Springer. 2024. Chapter: 4. pp. 67–101. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65611-8_4

МОНІТОРИНГ, ОХОРОНА ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ

<https://doi.org/10.59911/978-617-95457-7-1.2025.20>

УДК 552.322

ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕНЬ СТРУКТУРНИХ ЗМІН В ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ

Баранов В.А., Герца П.Д., Грабовецький А.Є.

*Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,
Дніпро, Україна, andreevich7526@i.ua*

Проблема дослідження формування структурних змін на різних етапах трансформації порід як кристалічних так і осадових є актуальною і такою, що потребує подальшого вивчення з застосуванням комплексних методик – мінералого-петрографічних, фізико-механічних, колекторських і т.і. Процеси структурних змін або структурування речовини взагалі, чи мінералів і порід, почасти, мають як прогресивний, так і регресивний характер – або деструктурування порід, що суттєво впливає на їх властивості, які є дуже важливі в практичному плані для гірничої геології.

Ключові слова: структурні зміни, структурування, властивості порід.

PROBLEMS OF RESEARCHING STRUCTURAL CHANGES IN MOUNTAIN ROCKS

Baranov V.A., Hertsa P.D., Hrabovetskyi A.Y.

*M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine, andreevich7526@i.ua*

The problem of studying the formation of structural changes at different stages of transformation of both crystalline and sedimentary rocks is relevant and requires further study using complex methods – mineralogical-petrographic, physical-mechanical, collector, etc. The processes of structural changes or structuring of matter in general, or minerals and rocks, in part, have both a progressive and regressive nature - or destructuring of rocks, which significantly affects their properties, which are very important in practical terms for mining geology.

Keywords: structural changes, structuring, rock properties

Структурні зміни чи перетворення структури – досить широко використовувані терміни у різних галузях науки, зокрема у геології. В ІГТМ НАН України напрями досліджень трансформації структури речовини взагалі або гірських порід, зокрема, виконуються понад 45 років. За цей час було описано та запатентовано достатньо закономірностей, нових явищ, що у комплексі дозволяє прогнозувати властивості порід на нових площах, економлячи час та витрати на дорогі детальні дослідження [1–5].

У загальному вигляді – структура речовини взагалі і гірських порід, зокрема – це комплекс ознак, які описують способи поєднання компонентів, що складають цю речовину або породу: розмір уламків або кристалів, їх форму, ступінь обкатаності або кутаєстості, кількість фракцій, ступінь дефектності, тип цементу, однорідність та інші ознаки. У Геологічному словнику 1978 р укладачі поділяли структури кристалічних порід та осадових, перераховуючи їх різноманіття. Важко судити зараз, наскільки це доцільно, оскільки з часом дослідники описують нові мінерали, структури, породи, що в цілому демонструє нескінченність пізнання та досліджень у будь-якому напрямі людської діяльності.

Знаючи структуру порід, можна прогнозувати їх властивості, знаючи властивості порід – можна прогнозувати їхню структуру. Цю аксіому сформулювали фізики у 70–80-х роках, не думаючи про геологію. Дане твердження більше було орієнтоване на метали, нові речовини, сплави і т.д. Тим не менш, воно повністю підійшло геології, причому результати дослідження процесів структурування мінералів і порід ми використовуємо для прогнозування комплексу термогазодинамічних явищ і процесів у гірських породах, які суттєво впливають на безпеку гірничих робіт, на екологію і, зрештою, на собівартість корисних копалин, що видобуваються – вугілля, рудних і нерудних корисних копалин.

У цьому матеріалі трохи докладніше зупинимося на структуруванні речовини у загальному вигляді чи його конкретних напрямках на кількох прикладах. Термін широко використовується від філософії та психології, до технічних наук,

відображаючи процеси чи ступінь процесів трансформації суспільства, порід, різних речовин, ринку, відносин тощо.

Стосовно гірничої геології (де властивості порід та мінералів мають найважливіше значення) нами фактично розроблено алгоритм визначення та використання результатів процесів структурування речовини взагалі і порід та мінералів, зокрема, для прогнозування їх конкретних параметрів.

Перейдемо до конкретних прикладів. Найпоширенішим мінералом на поверхні Землі є вода у трьох її основних формах – твердій, рідкій та газоподібній. Знаючи, що на певній підстаді катагенезу вода трансформується в пару (приблизно в середині минулого століття, умовно віднесеного вченими до газу), ми можемо використовувати це для пояснення процесів, що відбуваються в породах, що структурувалися в рідкому або газовому чи твердому середовищі.

Використовуючи вказаний алгоритм у різних напрямках дослідницької діяльності, ми визначили ступінь можливості виникнення газових скупчень у конкретному стратиграфічному інтервалі порід, що може призводити до формування скупчень газів у різного типу «пастках» і породах, що мають певні властивості генерувати, накопичувати та зберігати гази різних складів. Розкриваючи зазначені пастки, ми знаходимо родовища вуглеводнів – від нафтових, до газоконденсатних та газових.

У вугільних басейнах скупчення газів у певних стратиграфічних інтервалах призводять до газодинамічних явищ у вугільних шахтах, які діють, що істотно впливає на безпеку роботи гірників.

Інший стратиграфічний інтервал порід не має істотних скупчень газу, оскільки структура порід даного інтервалу, під впливом термодинамічних параметрів змінилася настільки, що знаходження суттєвих скупчень газу там неможливе.

Структуру речовини можна використовувати для визначення ступеня трансформації осадочних порід – виділення підстадій катагенезу. За комплексом фізико-механічних та колекторських параметрів можна досить впевнено виділяти зазначені підстадії та межі їх переходу. На жаль, доводиться констатувати однобокість у вирішенні проблем стадіального аналізу деяких

авторів, які забувають підходити до вирішення проблем комплексно. Використовуючи тільки мінералого-петрографічний аналіз досліджуваної породи, досить складно визначити її властивості в повному обсязі.

Іноді такі дослідження призводять до некоректних висновків, публікуються у солідних виданнях і кожен може прочитати, наприклад, у Гірничій енциклопедії 1991 про «шокшинське родовище малинових кварцитів, де червоний пісковик вивозиться у відвал». Деякі дослідники цих порід називали їх «кварцито-пісковиками», ґрунтуючись лише на мінералого-петрографічних даних, не наводячи фізико-механічних, колекторських та інших параметрів, що дозволяють судити про породу комплексно. Насправді це кварцові пісковики середньої та пізньої підстадій катагенезу з підвищеним вмістом оксидів заліза в цементі. Подібні пісковики, але стадії діагенезу описані в палеодюнах геологічної пам'ятки «Кам'яна могила» під Мелітополем [6].

Структуруванню порід як прогресивному процесу адаптування їх до змін зовнішніх умов, насамперед термодинамічних, може бути протиставлено деструктування – процес регресивної трансформації існуючої структури речовини чи гірських порід під дією певного комплексу причин. До таких причин можна віднести руйнування під дією тектонічних та літостатичних (геостатичних) [7] напружень та формування порушених зон, тріщинуватості; трансформацію мінералів і порід внаслідок їх підняття, супутнього вилуговування та підвищення пористості в зоні гіпергенезу; руйнування порід у приповерхневих та поверхневих умовах на початку стадії седиментогенезу.

Виділені процеси структурування порід та їх деструктування формують основні властивості і є важливими характеристиками прикладної геології розробки корисних копалин як підземними, так і наземними методами. Детальне дослідження цих процесів дозволяє враховувати не тільки реальні властивості конкретних гірських порід, а й процеси, що призводять до формування таких властивостей. Знаючи ці процеси, ми можемо прогнозувати властивості порід на нових горизонтах, ділянках розвідки, прирізаних площах. Такі прогнози

актуальні для підвищення безпеки гірничих робіт, покращення їхньої екологічної складової, зниження собівартості корисних копалин, що є важливим та цінним у роботі геологів та геологічної служби, яка в останні роки фактично ліквідується.

У рішеннях щорічної міжнародної конференції, присвяченої зеленій енергетиці, з центром у Швейцарії, вказується про розвиток геології та формування фахівців для пошуків, розвідки та видобутку рідкісних та розсіяних елементів, без яких перехід до зазначеної енергетики неможливий. Україна має високий природний потенціал таких елементів, але потрібні фахівці для їх пошуків та видобутку, що є важливим та необхідним завданням. Без вирішення цього завдання ми не зможемо бути повноцінними партнерами в міжнародному співтоваристві, що в наш скрутний час може призвести до тяжких наслідків у повоєнному відновленні промислового потенціалу країни.

Перелік використаної літератури

1. Баранов В.А. Спосіб визначення порушених зон у вугільних пластах / Патент України на корисну модель №33252 E21C39/00 від 10.06.2008. Бюл. №11. 2008. 6 с.
2. Баранов В.А., Пашенко П.С. Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві / Патент України на корисну модель №34472 E21F7/00 від 11.08.2008. Бюл. №15. 2008. 6с.
3. Баранов В.А., Калашник П.Н. Спосіб визначення порушеності гірських порід / Патент України на корисну модель № 40686 E21C39/00 від 20.10.2008. Бюл. № 8. 2009. 6с.
4. Баранов В.А., Маметова Л.Ф. Спосіб визначення типів деформацій / Патент України на корисну модель №51207 E21F7/00 від 12.07.2010. Бюл. №13. 8 с.
5. Баранов В.А. Комплексный прогноз выбросоопасности горных пород. Днепр, Издатель Белая Е.А., 2021. 300 с.
6. Баранов В.А. Определение стадий катагенеза и формирование песчаников в диагенезе на примере геологического памятника Каменная Могила. *Зб. наук. пр. Інституту геологічних наук НАН України*. 2010. Вип. 3. С. 239–247.
7. Баранов В.А., Ефремов И.А., Бокий Б.В., Гуня Д.П. Формирование техногенных коллекторов метана на примере шахты им. А.Ф. Засядько / *Геотехническая механика*, 2005. № 53. С. 143–148.

УДК 556.332:62: 556.324

**АНАЛІЗ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ПОГРАНИЧНИХ
ГЕОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АТМОСФЕРИ І
ЛІТОСФЕРИ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНИХ
ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ОПАДАМИ, ІНФІЛЬТРАЦІЄЮ І
ЖИВЛЕННЯМ ҐРУНТОВИХ ВОД**

Бублясь В.М.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, bublias@ukr.net

Завдяки дослідженню мікрогеодинамічних і електродинамічних процесів у покривних відкладах рівнинних територій було розкрито природу нових механізмів, що впливають на рух порових флюїдів – встановлено, що пружні хвилі звільняють сорбовану вологу в породах, а електричні сили переміщують її у певному напрямку.

Ключові слова: Мікрогеодинамічні зони, ґрунтові води, зона аерації, пружні хвилі, статичні електричні поля, інфільтраційні процеси.

**ANALYSIS OF MONITORING DATA OF BORDER
GEOPHYSICAL INDICATORS OF THE ATMOSPHERE AND
LITHOSPHERE TO ESTABLISH REGULAR
RELATIONSHIPS BETWEEN PRECIPITATION,
INFILTRATION AND GROUNDWATER RECHARGE**

Bublias V.

*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv,
bublias@ukr.net*

Thanks to the study of microgeodynamic and electrodynamic processes in the overlying sediments of plain areas, the nature of new mechanisms affecting the movement of pore fluids was revealed - it was established that elastic waves release sorbed moisture in rocks, and electrical forces move it in a certain direction.

Keywords: Microgeodynamic zones, groundwater, aeration zone, elastic waves, static electric fields, infiltration processes.

Тема торкається ряду актуальних наукових і практичних проблем оцінки чинників водообмінних процесів в покривних відкладах. Із основних наукових проблем можна виділити: 1) виявлення домінуючих природних факторів, що впливають на рух водних розчинів у рихлих породах зони аерації (ЗА),

2) вивчення теоретичних основ (механізмів) вологоперенесення
3) вивчення циклічного характеру зміни напружено-деформаційного стану порід і його роль у структуруванні покривних відкладів і масообмінних процесів, 4) пізнання природи і механізмів впливу мікроединамічних процесів на водообмін між атмосферою і літосферою, 5) виявлення закономірностей впливу коливальних геодинамічних рухів на геохімічні, гідрохімічні і гідродинамічні зміни у покривних відкладах і підземних водах. До практичного напрямку відносяться питання впливу МГЗ і мікроединамічних процесів на: 1) ресурси підземних вод, 2) інженерно-геологічні властивості порід, 3) оцінку продуктивності земель, 4) екологічний стан забруднених територій тощо.

Важливим результатом представлених дослідних робіт є з'ясування принципу взаємодії ендегенних і екзогенних факторів і їх роль у формуванні мікроструктури геологічного середовища і живленні підземних вод. В якості основного природного об'єкта послужили западинні морфоскульптури, які представляють собою концентровану модель мікроединамічних процесів земної поверхні. Основна причина більшості геодинамічних процесів земної кори криється у особливостях руху Землі як планети, на лінійність якого впливають гравітаційні сили ближнього і далекого космосу. Мова йде про складний комплекс обертальних рухів, здійснюваних нашою планетою, яка, по-перше, обертається навколо своєї вісі з лінійною швидкістю на екваторі 465 м/с, по-друге, обертається навколо Сонця зі швидкістю, яка перевищує попередню майже на порядок – близько 30 км/с, по-третє, спільно з Сонцем та іншими планетами Сонячної системи рухається навколо центру Галактики із ще більшою середньою швидкістю – 270 км/с. Всі ці ротаційні рухи відрізняються за швидкістю і не лінійністю (коливальною ритмічністю), що є генератором сил і процесів, які формують певну структуру земної кори [1, 2]. Елементарною ланкою цієї структури є мікроединамічні зони (МГЗ) [2, 3].

Динаміка і механізм впливу цих сил на геосферу досить складний і слабо досліджений. Нами виявлені тільки деякі ефекти їх дії [4, 5, 6].

Серед факторів, що впливають на гідрогеологічну сферу, велика увага була приділена пружним хвилям і електричним силам атмосфери і літосфери, які в результаті їх активізації стимулюють масообмінні процеси – рух вологи і солей в зоні аерації і формування хімічного складу підземних вод [7]. У роботі пружних хвиль (зміна напружено-деформаційного стану порід – НДСП) є парагенетичний союзник – напруженість статичного електромагнітного поля (E), який також змінюються по правилах певної циклічності. Ці дві природні сили часто доповнюють одна одну. Загальна схема впливу мікрогеодинамічних процесів на рух вологи полягає у вивільненні пружними хвилями сорбованих плівок води (ефект сепарації) із елементарних часток порід і переміщення цієї вологи під впливом електричних сил у напрямку шарів із переважаючими від’ємними зарядами (як правило у водоносні горизонти [7]. У весняно-осінній періоди активізуються геологічні процеси завдяки розтягуванням порід під впливом прискорення швидкості обертання Землі [4, 5]. Ці процеси генерують додатні електричні потенціали у верхніх шарах зони аерації завдяки такому закономірному фізичному явищу, як поглинання від’ємних зарядів (електронів). В цей же час, завдяки поляризації і переміщенню катіонів формуються горизонти із від’ємними зарядами у приземній атмосфері (рис. 1) і нижніх шарах зони аерації. Такий розподіл електричних полів дає можливість у весняний і осінній періоди активно переміщати вологу із середніх шарів зони аерації у ґрунтові води (рис. 1), а з поверхні ґрунту в атмосферу. В літній період E поступово змінює свою полярність в сторону додатних зарядів і суттєво знижуються величини напруженості поля приземної атмосфери. У такому стані електричні сили знижують свою міграційну активність, але підтримується режим низхідних потоків вологи, що заважає літній спеці сильно висушувати зону аерації. Дане явище є корисним для рослинного покриву, оскільки підвищує роль конденсаційної вологи у їх живленні (цей ефект добре працює в пустелях). Такий режим періодично порушується літніми грозовими дощами, коли заряди крапель (переважно від’ємних) атмосферної води формують переполусовку геологічних шарів зони аерації. Дане явище чітко фіксується у вигляді

реакції на грозовий дощ рівнів ґрунтових вод, які в початковий момент випадіння дощу різко знижуються на декілька сантиметрів.

Фактичні дані експериментальних дослідних робіт чітко показують, що мікрогеодинамічні коливання в покривних відкладах є домінуючими у системі чинників впливу на масообмінні процеси [7]. Із аналізу даних вивчення чинників, що впливають на механізми живлення ґрунтових вод встановлено, що існує два типи аномальних явищ. До першого типу відносяться ділянки концентрованого, постійно підвищеного масообміну (рис.1), або зони швидкої міграції (ЗШМ). Для другого типу аномалій не встановлено чіткої геологічної прив'язки. Дані отримані із територій прилеглих до МГЗ (рис. 2). Їх аномальність, в основному, пов'язана із періодично змінними умови, як в області атмосфери, так і в області літосфери, які суттєво змінюють режим водообміну у покривних відкладах. Розглянемо два випадки подібних явищ за даними моніторингу РГВ і геофізичних показників на полігоні «Лютіж» за 2017, 2022 і 2023 рр. Для даної оцінки виконано розрахунок об'єму води у водоносному горизонті, який формувався протягом цих років.

До розгляду першого типу аномальних явищ залучено графіки типового коливання рівнів ґрунтових вод на фоновій ділянці і в аномальній зоні МГЗ за 2017р. (рис. 1). Типовість коливань РГВ полягає в тому, що у 2017 році не відбувалося суттєвих відхилень від нормативних змін в області фонових домінуючих чинників – мікрогеодинамічних, електродинамічних і атмосферних явищ (окрім самої аномальної зони). Графіки чітко відображають типову річну криву під впливом зміни швидкості обертання Землі навколо своєї вісі, які відображені двома періодами: розтягування (підняття рівнів, весна, осінь) і стискання порід (зниження рівнів, літо, зима). Кількість опадів в цей рік склала 436 мм, ресурс води (умовні об'ємні одиниці, у.о.о.) по фоновій свердловині – 656 у.о.о., а по аномальній свердловині – 468 у.о.о. (на 30% менше).

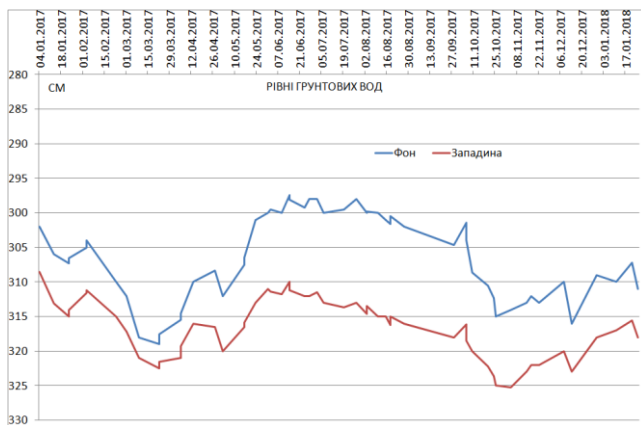


Рис. 1. Типовий характер коливання рівнів ґрунтових вод у режимних свердловинах фоновій ділянці (Фон) і мікроединамічній зони (Западина) на полігоні «Лютіж» за 2017 р.

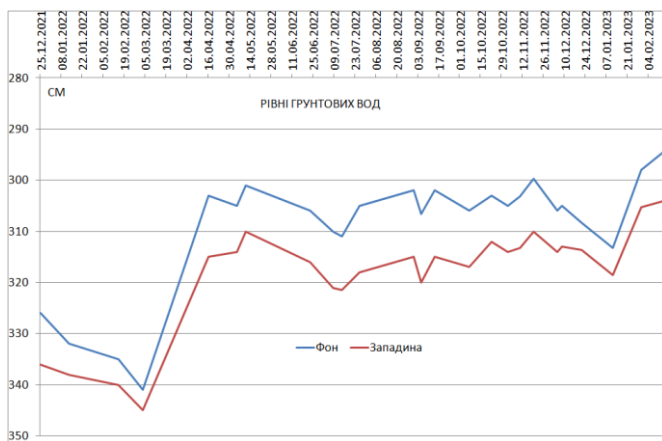


Рис. 2. Характер коливання рівнів ґрунтових вод у режимних свердловинах фоновій ділянці (Ф) і мікроединамічній зони (З) на полігоні «Лютіж» за 2022р.

Ці розрахунки показують, що в аномальній зоні розгрузка водоносного горизонту значно вища за фонову.

Другий тип аномальності торкається не тільки аномальної зони, але і фоновій ділянці. І, коли ми розглянемо рисунок із графіками коливання РГВ за 2022 р., то помітимо, що на їх

відхилення від типового в цей рік явно вплинули якісь аномальні чинники. Перший із них, як уже було відмічено, це мікрогеодинамічні процеси, які вплинули на морфологію графіків в осінній період. Визначити їх вплив на кількісному рівні на сьогодні досить складно, хоча на якісному рівні ми можемо визначати певні ефекти. Для оцінки інфільтраційних явищ було встановлено, що у 2022 р. у водоносний горизонт фоновій ділянці надійшло 340 (у.о.о.) води, в МГЗ 260 у.о.о., а в 2023 р., відповідно 280 і 240 у.о.о. З даного розрахунку витікає, що у 2023 р. у водоносний горизонт надійшло на 18% води менше, ніж у 2022 р. Більше того, у 2022 р. кількість опадів склала 358мм, а у 2023 р. – 418мм. Звідси виникає запитання - за рахунок чого у водоносний горизонт у 2022р. надійшло значно більше води, ніж у 2023 р. Із даної оцінки ми бачимо значну невідповідність між опадами і прибутковою частиною води у водоносний горизонт, а також значно нижчий рівень води у водоносному горизонті у западинній формі, порівнюючи із фоном, і це при тому, що западина, як місцевий базис ерозії, отримує у 2–4 рази води більше, ніж фонові ділянка за рахунок поверхневого стоку. Крім того, за результатами моніторингу атмосферних опадів встановлено, що у западину надходить на 15–20 % атмосферної води більше, ніж на фонову ділянку. Для пояснення даного феномену підключимо задекларований наш чинник, який суттєво впливає на переміщення вологи в породах зони аерації, це електричні і електромагнітні поля, яких (в даному разі) представляє напруженість статичного електричного поля приземної атмосфери (E) [5]. Статистичний аналіз показників атмосферної електрики за цих три роки показує, що у 2017 сума середньомісячних величин E склала 2906 В/м, у 2022р. – 2045 В/м, а у 2023р. відповідно 960 В/м із знаком плюс. Звідси можемо підсумовувати, що, крім опадів, на природу живлення ґрунтових вод великий вплив мають мікрогеодинамічні, електродинамічні процеси, структура поверхневих відкладів і п'єзоєфекти.

Висновки. Важливе значення для пізнання фізичної міграційної суті порових розчинів у породах зони аерації мають різного роду пружні поверхневі хвилі, які виконують кілька функцій: 1) мікрогеодинамічні процеси структурують верхні

шари покривних відкладів, формуючи шляхи швидкої міграції; 2) вібраційні процеси звільняють сорбовану плівкову вологу із поверхонь елементарних органо-мінеральних часток, переводячи її в стан незв'язаної (вільної вологи); 3) механічна енергія пружних хвиль при затуханні перетворюється на теплову і електричну – підсилюється іонне середовище, яке спонукає до активного руху заряджених вільних часток і молекул води у напрямку протилежно заряджених (від'ємних) полів (в більшості випадків до водоносного горизонту). Всі процеси в геологічному середовищі мають хвильовий і циклічний характер зміни. Цикли відрізняються за часом в досить широких межах. Кожному циклу відповідає певний характер процесів і явищ.

Перелік використаної літератури

1. Куликов К.А. Вращение Земли. М. Недра, 1985. 159 с.
2. Бублясь В.М. Особенности развития микрогеодинамических зон в покровных отложениях равнинных территорий / Актуальные проблемы наук о Земле: исследование трансграничных территорий: Сб. мат. IV междунар. научн.-практ. конф. приуроч. к 1000-летию Бреста. Часть 1. Брест. 2019. 300 с.
3. В.М. Бублясь. Мікрогеодинамічні зони як елементарні складові структури літосфери і роль електромагнітних явищ в їх розвитку. // Енергетика Землі, її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання. Зб. наук. праць КНУ, Київ. 2006. С. 86–90.
4. Тяпкин К.Ф., Довбнич М.М. Новая ротационная гипотеза структурообразования и ее геолого-математическое обоснование. Изд. «НОУИДЖ», Донецк. 2009. 342 с.
5. Шамаев В.В. О формировании тектонических и деформационных структур, определяющих характер деформирования массива горных пород // Наук. праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Вип. 13(178), 2011. С. 98–106.
6. В.Н. Бублясь. Розвиток напружено-деформаційного стану порід покривних відкладів рівнинних територій і його вплив на мікро геодинамічні процеси. / Матеріали IX Міжнар. конф. «Моніторинг геологічних процесів». Київ 2009. С. 277–278.
7. Шевченко О.Л., Бублясь В.М., Коломієць С.С. Основи перенесення вологи в зоні аерації. Навч. посібн. К.: ВПЦ «Київський університет», 2016. 295 с.

УДК 504.054:622.012:(550.42:556.5)(477)

ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ПОРІД ВИВЕДЕНИХ НА ДЕННУ ПОВЕРХНЮ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Вергельська Н.В., Вергельська В.В., Скопиченко І.М.

*Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», Київ, Україна,
vnata09@meta.ua, vvika10@meta.ua, i.skopychenko@gmail.com*

Вуглевидобувні регіони мають незворотні зміни. За час вуглевидобування на поверхню виведені значні маси порід, які включені в екзогенні процеси та мають значний вплив на суміжні з вуглевидобувними підприємствами території, у тому числі на поверхневі та підземні води.

Ключові слова: терикони, Донбас, Львівсько-Волинський басейн, горіння териконів.

FEATURES OF MONITORING OF ROCK BROUGHT TO THE SURFACE IN COAL-MINING REGIONS

Vergelska N.V., Vergelska V.V., Skopychenko I.M.

*SI «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of Ukraine», Kyiv, Ukraine,
vnata09@meta.ua, vvika10@meta.ua, i.skopychenko@gmail.com.*

Coal mining regions have irreversible changes. During coal mining, significant masses of rocks have been brought to the surface, which are included in exogenous processes and have a significant impact on the territories adjacent to coal mining enterprises, including surface and groundwater.

Keywords: waste heaps, Donbas, Lviv-Volyn basin, burning of waste heaps.

Розвиток вуглевидобувної промисловості, за понад 250–річний період активного вуглевидобування, призвів до значного антропогенного навантаження у межах вугільних басейнів та вугленосних площ України. За рахунок виведення значних мас порід на поверхню сформовані природно-техногенні та техногенні ландшафти, де особливе місце займають терикони.

У наслідок видобутку вугілля формуються нові інженерно-геологічні, геохімічні, гідрогеологічні та біологічні умови які мають незворотній характер зміни довкілля, і виражені у

порушенні рельєфу, ландшафту, забрудненню атмосфери, ґрунтів, підземних та поверхневих вод. Формування природно-техногенних ландшафтів складається із двох взаємопов'язаних процесів які включають порушення верхнього шару літосфери гірничими виробками та виведення на денну поверхню осадових порід. Трансформація природного середовища під дією вуглевидобувних робіт набуває масштабів геологічних процесів та явищ як у гірничих виробках, так і вугільних териконах.

Значний доробок у дослідження змін порід у териконах були внесені М.С. Ковальчуком, О.А. Улицьким, І.В. Бучинською, Н.О. Д'яченко та іншими.

Зважаючи на основі вимоги нормативних документів, які діють у сфері використання надр: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Кодекс України про надра, дослідження зміни порід виведених на денну поверхню у результаті вуглевидобування є актуальним.

Матеріали та методи дослідження. Проведено узагальнення попередніх та власних досліджень умов формування териконів та зміни порід к ним під дією екзогенних факторів. Польові дослідження териконів у Львівсько-Волинському басейні (2022 р.) та Донбасі (2005–2022 рр.). Лабораторні дослідження газової хроматографії проведені у ДП «Укрнаукагеоцентр», м. Полтава.

Виклад основного матеріалу. Вуглевидобувні регіони мають корінні зміни, у переважній більшості незворотні, що мають негативний вплив на довкілля та представлені териконами [1, 3]. Новоутворені структури є результатом виведення на земну поверхню значних мас порід вилучених із глибин, які спричинили формування природно-техногенних ландшафтів та призвели до прискорення низхідних переміщень, посилення опускання приповерхневих товщ, їх деформацію, що фіксуються інженерно-геологічними та топогеодезичними спостереженнями.

Зважаючи на відмінності у кліматичних умовах, глибину відпрацювання вугільних пластів та об'єми породи виведеної на денну поверхню, терикони вуглевидобувних підприємств Львівсько-Волинського басейну відрізняються від териконів Донбасу не тільки породами виведеними із гірничих виробок, а й висотою. Висоти териконів Донбасу, в окремих випадках,

сягають понад 50–70 м (рис. 1), а Львівсько-Волинського басейну – до 30 м [2].



Рис. 1. Природно-техногенний ландшафт у районі Добропілля

Перш за все, до негативних наслідків доцільно віднести горіння териконів, яке більш характерне для Львівсько-Волинського басейну (рис. 2), в той час як у Донецькому (рис. 3), такі процеси поодинокі та мають меншу інтенсивність на менших площах [4]. Досліджуючи газову складову у породах териконів було встановлено вуглисті та безвуглисті породи мають різний газовий склад: безвуглисті породи мають вищий вміст вуглеводневих газів чим вуглисті. На окремих ділянках вуглистих порід відбувається концентрація вуглеводнів та загоряння териконів. У зонах горіння териконів до газової суміші входять ненасичені вуглеводні, зокрема ацетилен характерний для териконів Донбасу, а етилен – для Львівсько-Волинського басейну [4]. У результаті горіння, у териконах, можна спостерігати спікання порід у брили. Новоутворення у териконах корелюються із породами які потрапляють до териконів після збагачувальних фабрик та не вміщують вугільних чи вуглистих включень (див. рис. 2, 3). Варто зазначити, що породи які потрапляють на терикон після збагачувальної фабрики руйнуванню та горінню практично не піддаються (рис. 4).

На териконах у Донецькому басейні можливо спостерігати процеси руйнування порід піднятих на денну поверхню та їх перенесення на суміжні території, які у переважній більшості представлені населеними пунктами або сільськогосподарськими угіддями.



Рис. 2 Терикон шахти Лісова з брилами горілих порід, Львівсько-Волинський басейн



Рис. 3. Терикон шахти Родинська з брилами горілих порід, Донбас



Рис. 4. Частина терикону шахти Добропільська складена породами зі збагачувальної фабрики, Донбас

Руйнуванню піддаються як вуглисті так і безвуглисті породи. Більш активно процеси руйнування проходять у зонах териконів які суміжні з ділянками горіння.

У більшості випадків визначаючи вплив вуглевидобувних підприємств на екологію регіону, розглядають, перш за все, породи виведені на денну поверхню [1, 2]. Незважаючи на це протікання геологічних процесів у териконах залишається малодослідженими.

За час вуглевидобування на поверхню виведені значні маси порід, які включені в екзогенні процеси та мають значний вплив на суміжні з вуглевидобувними підприємствами території, у тому числі на поверхневі та підземні води. Опади виносять до поверхневих вод невеликі тверді частини та гази, якими насичені породи терикону. Таким чином породи териконів поширюються на прилеглі до вуглевидобувних підприємств території.

Для зменшення впливу на прилеглі території доцільно заліснювати терикони, що спостерігається на старих териконах Львівсько-Волинського басейну та частині териконів Донбасу.

Висновки. Геохімічні процеси у виведених на денну поверхню породах активізуються під дією екзогенних процесів. Під час моніторингу стану териконів доцільно оцінювати:

- висоту терикону та породи які його складають;
- співвідношення порід у териконі: переважають породи із гірничих виробок чи породи після збагачувальних фабрик;

- склад газових сумішей у териконі та їх зміни від підніжжя до верху;
- місця горіння у териконі та їх прояви, за можливості температуру;
- місця із руйнуванням порід, оскільки подрібнені породи легко переносяться вітром чи дощем на значні відстані.

Проведення моніторингу із зазначеними пунктами дозволить визначити процеси які відбуваються у териконах та розробити заходи для зменшення негативного впливу на довкілля у вуглевидобувних регіонах.

Перелік використаної літератури

- 1.Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах. *Геохімія техногенезу*. № 10 (2024). С. 57–65.
- 2.Вергельська Н.В. Скопиченко І.М. Особливості моніторингу техногенно навантажених ділянок змінених бойовими діями. *Гірнича геологія та геоекологія*. № 1 (8). 2024. С. 56–63.
- 3.Вергельська Н. Терикони вуглевидобувних підприємств як геотуристичні об'єкти. Геотуризм: практика і досвід. *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції* (25–28 квітня 2024, Львів). Львів: Камінь, 2024. С. 105–108.
- 4.Скопиченко Є.І., Вергельська В.В., Вергельська Н.В., Головченко Д.М., Озірська С.М. Моніторинг впливу вугільних териконів на атмосферу вуглевидобувних регіонів. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2022. № 2 (5). С. 39–49. [https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082)

УДК 622.1(75).273:556

**ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ
ГІРНИЧИХ РОБІТ НА СТАН ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ У
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ**

Д'яченко Н.О.

*ДУ «НЦ ГТГРІ НАН України», Київ, Україна,
natalidyachenko1969@gmail.com*

Обґрунтовано створення методики оцінки впливу гірничих робіт на стан житлових будинків у населених пунктах, що розташовані на територіях розробки вугілля Західного Донбасу. За результатами досліджень визначено поетапний процес інженерно-геологічної та інженерно-технічної експертної оцінки стосовно руйнувань будинків у межах гірничих відводів діючих шахт «ДТЕК Павлоградвугілля».

Ключові слова: зсуви, деформації, інженерно-геологічне обстеження, гідрогеологічні умови.

**FEATURES OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING
THE IMPACT OF MINING OPERATIONS ON THE
CONDITION OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN
POPULATED AREAS OF THE WESTERN DONBAS**

Diachenko N.O.

*State Institution 'National Centre for Geology and Mineral Resources of the
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
natalidyachenko1969@gmail.com*

The creation of a methodology for assessing the impact of mining operations on the condition of residential buildings in settlements located in the coal mining areas of the Western Donbas has been justified. Based on the research results, a step-by-step process of engineering-geological and engineering-technical expert assessment of building damage within the mining areas of the operating mines of DTEK Pavlogradvuhillya has been determined.

Keywords: landslides, deformations, engineering-geological survey, hydrogeological conditions.

Зсуви гірських порід і земної поверхні, пов'язані з підземними розробками кам'яного вугілля, привертають увагу фахівців гірничої справи протягом декількох століть. Особливо гостро ця проблема стосується теренів Західного Донбасу (ЗД). Наслідки

впливу гірничих робіт (ГР) на стан житлових будинків, що розташовані на територіях розробки родовищ вугілля, мають особливий інтерес з точки зору компенсаційних виплат гірничих підприємств власникам житла. Судова практика показує, що Павлоградський міськрайонний суд Дніпропетровської області доволі часто розглядає позови громадян стосовно руйнувань житлових будинків на територіях розробки вугілля. Саме тому, необхідно створити методику гірничої інженерно-технічної експертної оцінки (у частині гірничої геології, геомеханіки та маркшейдерської справи) в питанні зниження експлуатаційно-технічного стану будівель на територіях, що зазнали видобутку вугілля.

Об'єктом дослідження є житлові будинки, які розташовані поза зоною впливу ГР і які потрапили в зону впливу ГР діючих шахт ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

Вуглепромисловий регіон ЗД за останні декілька десятиріч років став найбільш показовим за сукупністю проблем вуглевидобутку у складних гідрогеологічних умовах і синхронного погіршення екологічного стану. Загальна площа шахтних полів складає понад 500 км². На цій площі відбувається просідання земної поверхні, яке сягає 90 % сукупних потужностей вугільних пластів, що виймаються, затоплення поверхні заплав річок, десятки мільйонів метрів кубічних відкачуваних щороку шахтних вод, висушені водозабори питної води, формування регіональних депресійних лійок і багато інших негативних факторів [3, 4]. У ЗД відчутне навантаження підземним водам завдають високомінералізовані (6000–33000 мг/дм³) шахтні води, що відкачуються шахтами. Наприклад, вода у ставках-накопичувачах належить до 3 класу небезпеки. При цьому, вміст хлору в р. Самара перевищує ГДК у 2,66 разів, вміст сульфатів – 3,01 разів та підвищується щороку у річках Самара та Вовча [7]. Акумуляуючись у фільтруючих накопичувачах, вони продовжують забруднювати водоносні горизонти четвертинних, берекських та межигірських відкладів. Глибина засолення до 28 м що негативно впливає на водозабори питної води та погіршує умови проживання населення регіону.

Шахти ЗД розташовані в долині р. Самара, що зумовлює дуже близьке розташування ґрунтових вод, під якими знаходяться породи, що мають властивості пливунів. Як правило, пливуні при розробці вугілля, намагаються ізолювати, і не дати їм проникнути у підземні виробки. Але, їх наявність, іноді, є передумовою виникнення деформацій споруд та об'єктів, що розташовані на гірничих відведеннях діючих шахт.

У геоморфологічному відношенні доволі часто ділянки житлового будівництва знаходяться в межах першої запlavної алювіальної тераси, яка підноситься над р. Самарою на 3–5 м. Заплавний алювій (суглинки, супіски, глини, дрібнозерністі піски і органічний матеріал) відкладається в період паводку. Спостерігається значна розчленованість рельєфу меандрами р. Самара і наявність великої кількості заплавних озер – стариць (ізольовані старі русла річок). Формування звивистості (меандр) характерно для рівнинних річок з глинистими або суглинними берегами, що несуть багато наносів. У старицях формується особливий тип алювіальних відкладів – старичний алювій, який складається переважно мулами, глинами (локальні водоупори), мулистими пісками. Мулисті старичні відклади є слабкими основами для будівництва. При будівництві на таких породах застосовують піщані подушки між підшвою фундаменту і мулистим ґрунтом або пальові фундаменти. Сучасний заплавний алювій має високу вологість або взагалі перебуває у водонасиченому стані з низькою несучою здатністю. Суглинки та глини легко переходять у пластичний і навіть текучий стан. Характерною особливістю алювіальних відкладів території є багатошаровість їх товщ з наявністю лінз і прошарків. Пласти і прошарки алювіальних відкладів можуть по різну стискатися під навантаженням. Алювіальним відкладам характерні явища, як пливучість піщаних і набухання глинистих ґрунтів. Доцільно зауважити, що на древніх терасах алювіальні суглинки часто мають лесоподібний вигляд і можуть мати просадні властивості. У цьому випадку будівництво треба вести за нормами як на лесових просадних ґрунтах. Тобто, передумов для руйнувань будинків дуже багато і слід визначити причину цих руйнувань.

Найбільш ефективним методом визначення параметрів осідань та зсувів на земній поверхні, яка підроблена видобувними виробками, є моніторингові геодезичні спостереження. Але, нині вони виконуються маркшейдерською службою шахт тільки у разі підробки життєво важливих народногосподарських об'єктів.

Додатково, існує ще один фактор, що супроводжує розробку вугільного родовища і, в значній мірі, може мати вплив на інженерно-технічний стан будівель. Це тектонічна будова території, яка відіграє особливу роль у геологічній будові та гідрогеологічних умовах району. Тектонічні порушення, можуть бути водонепроникними екранами на шляху руху підземних вод і різко ускладнювати умови залягання та обводненості вугільних порід (у зонах між тектонічними порушеннями створюються гідравлічне закриті структури). В той же час, наявність виходу диз'юнктивного порушення під наноси алювіальних відкладів на прилеглої території може вносити зміни в режим підземних вод на даній ділянці, створюючи підпір вод в одному блоці і зниження рівня в іншому. Тому, з'ясування причин деформацій будівель та споруд на підроблених територіях – питання доволі спірне та неоднозначне.

У процесі виконання експертної оцінки, як правило, розглядаються наступні питання: – пошкодження житлового будинку є результатом впливу ГР, або це результат неправомірної забудови чи експлуатації будинку; – знаходиться домоволодіння в зоні впливу ГР; - осідання земної поверхні виникло у результаті зниження рівня підземних вод при осушенні гірничих виробок і чи пошкодження домоволодіння є результатом впливу ГР; – проводилася забудова домоволодіння за належним чином розробленою та затвердженою проектною документацією; – відповідає проект забудови, будівництво та експлуатація домоволодіння встановленим нормам будівництва та експлуатації, в тому числі на території, що підробляється; – знаходиться домоволодіння в зоні впливу ГР шахти, якщо знаходиться, то які пошкодження пов'язані з ними; – яка тривалість процесу зсуву земної поверхні на території розташування населеного пункту з часу проведення ГР; – який ступінь участі в існуючих пошкодженнях житлового будинку і

погіршення його експлуатаційної здатності становлять: а) вплив ГР; б) порушення проєкту його будівництва та правил забудови; в) фізичний знос; г) порушення норм його експлуатації.

Для рішення судових спорів необхідно проведення експертної оцінки впливу ГР на стан житлових будинків у населених пунктах, що розташовані на територіях розробки родовищ вугілля ЗД. Фахівцями ДУ НЦ ГГГРІ НАН України розроблено методику експертної оцінки впливу ГР на стан житлової будівлі на території розробки вугільних родовищ. Вона включає:

- поетапний аналіз інженерно-геологічної, гідрогеологічної, геоморфологічної та структурно-тектонічної інформації (режим підземних вод на прилеглих територіях, обстеження та моніторинг рівнів ґрунтових вод у колодязях (рис. 1, а) з побудовою картограм ізогіпсів (рис. 1, б), умови розгрузки поверхневих вод, оцінка весняної й осінньої повені, літньої та зимової межені, оцінка ерозійної діяльності тимчасових водотоків і площинний змив, оцінка покривних відкладів по даних свердловин з побудовою розрізів (рис. 1, в), наявність тектонічних порушень та ін.);

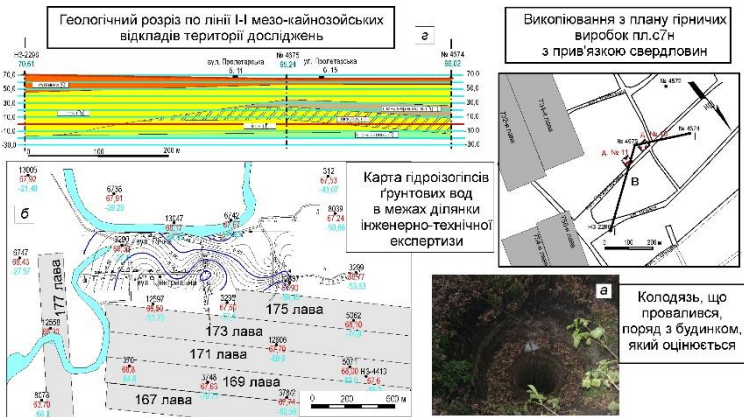


Рис. 1. Приклад поетапного аналізу інженерно-геологічної та гідрогеологічної інформації: а - обстеження колодязів, б - картограма ізогіпсів ґрунтових вод, в – геологічний розріз з прив'язкою до викоплювання плану гірничих виробок

– гірничотехнічної інформації (глибина та роки розробки пластів вугілля, кількість вугільних пластів що розробляються, характеристика лави, що включає: довжину впоперек простягання і по простягання, середню видобувну потужність пласта, марку вугілля, середній кут падіння пласта, середню глибину підробки (у центрі лави), прилеглі лави; побудова меж зон впливу від прилеглих лав в плані, на розрізі по та впоперек простягання (рис. 2, *а, б*), за методикою [2], визначення межі зони впливу гірничих виробок (рис. 2, *в*) та розрахунок зсувів і деформацій; розрахунок тривалості процесу зсуву, визначення величини коефіцієнта залишкового деформаційного ресурсу та допустимого показнику сумарних деформацій будівлі, розрахунок показника шкоди будівлі від впливу підробки без застосування заходів захисту та ін.;

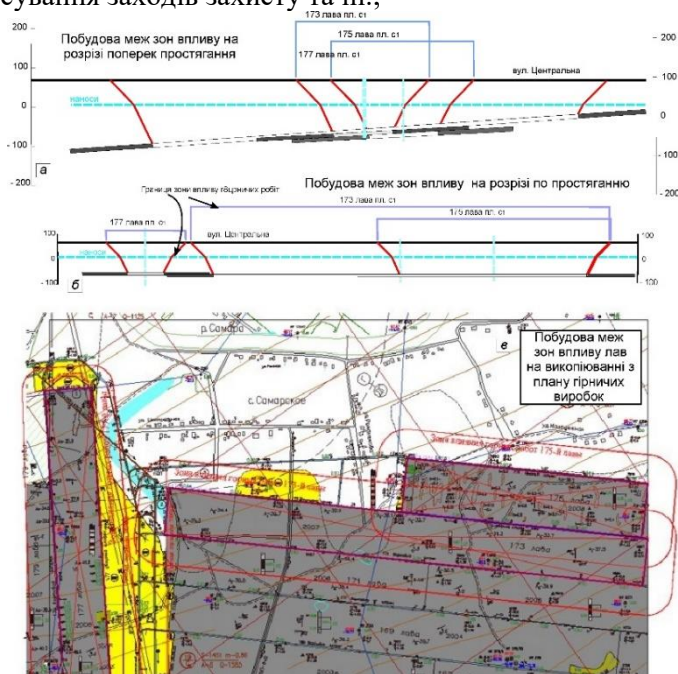


Рис. 2. Приклад поетапного аналізу інженерно-геологічної та гідрогеологічної інформації: *а, б* - побудова меж зон впливу від прилеглих лав на розрізі по та впоперек простягання, *в* - побудова меж зон впливу від прилеглих лав в плані

– обстеження житлових будинків та оцінка їх відповідності нормам проектування (рис. 3, а, б), будівництва та експлуатації споруд на вугленосних площах згідно з [1, 5, 6]; обстеження прилеглих територій (рис. 3, в).



Рис. 3. Приклад поетапного аналізу інженерно-геологічної та гідрогеологічної інформації: а, б – обстеження будівлі з фіксацією пошкоджень, в – обстеження прилеглих територій

Висновок. Створена методика для вирішення завдань оцінки впливу ГР на стан житлових будинків на територіях розробки вугілля дозволила застосувати їх на практиці, розробити інженерно-технічні експертизи стосовно руйнувань житлових будинків та з'ясувати причини деформацій будівель та споруд.

Перелік використаної літератури

1. ДБН В.1.1-5-2000 Ч. II. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просадних ґрунтах. Введ. 01.07.2000. К., 2000. 94 с.
2. ДСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Введ. 01.01.2004. К., 2004. 128 с.
3. Д'яченко Н.О. Особливості формування регіональних воронок депресії в відкладах палеогену під впливом шахтоосушення та водозабору (Західний Донбас). *Наук. прац. УкрНДМІ НАНУ*. 2013. № 12. С. 291–305.
4. Д'яченко Н.О. Еколого-гідрогеомеханічні наслідки переформування фільтраційної структури масиву гірських порід Західного Донбасу. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2021. № 1. С. 5–20.
5. СНиП II-Б.2-62 Основи та фундаменти будівель і споруд на просадних ґрунтах. Норми проектування. Затверджено: Держбуд СРСР, 8.08.1962, Втратив силу з 01.10.1975.

6. ТТУ-01-58. Тимчасові технічні умови проектування та будівництва будівель і споруд на вугленосних площах Донецького вугільного басейна. Введ. 15.04.1958.
7. Улицький О.А., Д'яченко Н.О., Бойко К.Е. та ін. Оцінювання екологічної небезпеки впливу шахтних вод ставка-накопичувача б. Таранова на водне середовище Західного Донбасу. *Екологічні науки*, 2021, № 7 (34). С. 31–35 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.6>

УДК: 622, 621.5

ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ ЛЕЗНИКІВСЬКОГО РОДОВИЩА У ГЕОПОЛІМЕРНИХ ОСНОВАХ

Наумов Я.О., Колісніченко Д.В.

*Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир,
Україна, kgttb_nyao@ztu.edu.ua, gr24_kdv@student.ztu.edu.ua*

Досліджено можливість повторного використання гранітних відходів Лезниківського родовища для синтезу геополімерів та цементних розчинів. Встановлено, що заміна до 15% природних заповнювачів гранітними відходами покращує механічні властивості геополімерів. Аналіз хімічного складу підтвердив придатність сировини для лужної активації.

Ключові слова: відходи, природний камінь, гірничодобувна промисловість, геополімер.

USE OF FINELY DISPERSED WASTE FROM THE LEZNYKOVSKY DEPOSIT IN GEOPOLYMER BASES

Naumov Y.O., Kolisnichenko D.V.

*Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine,
kgttb_nyao@ztu.edu.ua, gr24_kdv@student.ztu.edu.ua*

The possibility of reusing granite waste from the Leznikivskiy deposit for the synthesis of geopolymers and cement mortars was investigated. It has been established that replacing up to 15% of natural aggregates with granite waste improves the mechanical properties of geopolymers. Analysis of the chemical composition confirmed the suitability of the raw material for alkali activation.

Keywords: waste, natural stone, mining industry, geopolymer.

Такі важливі проблеми, як нескінченне виробництво цементу, викиди колосальної кількості CO₂ в атмосферу та величезні викиди гранітних відходів різними галузями промисловості, що порушують екологічну систему, стають проблемою глобального потепління в усьому світі. Це дослідження зосереджено на ефективному та повторному використанні гранітних відходів у приготуванні геополімеру. Гранітні відходи повторно використовувалися як часткова заміна природних дрібних заповнювачів, тобто піску, у різних пропорціях від 0 до 20 %.

Оцінка характеристик геополімеру, змішаного з гранітними відходами, проводилася за допомогою досліджень міцності та довговічності, таких як суха щільність, міцність на стиск, швидкість поширення ультразвукового імпульсу, модуль пружності. Усі результати випробувань на міцність та довговічність показали, що геополімер, виготовлений з використанням гранітних відходів, що замінюють природні дрібні заповнювачі до 15 %, має переваги щодо механічних властивостей та характеристик довговічності порівняно з контрольним геополімером [1].

Головною метою був аналіз потенціалу використання гранітних відходів Лезниківського родовища, як сировини для створення геополімерів. Через низьку реакційну здатність цього алюмосилікатного матеріалу в його природному стані, гранітних відходів активувували шляхом лужної реакції з різною кількістю гідроксиду натрію. Отримані матеріали потім використовували для синтезу геополімерів при кімнатній температурі, використовуючи силікат натрію як активатор. Результати міцності на стиск геополімерних розчинів коливаються від 6,25 до 40,5 МПа залежно від кількості Na_2O , що використовується під час процесу лужної реакції [1, 2]. Було досліджено хімічний склад дрібнодисперсних відходів Лезниківського родовища (табл. 1), внаслідок чого було встановлено, що кількість алюмосилікатної сировини для створення геополімерної суміші є достатньою.



Рис.1 Приклад зразків: а) геополімер, б) геополімерний бетон

Таблиця 1. Хімічний склад дрібнодисперсних відходів Лезниківського родовища гранітів

Компонент	Лезниківське родовище граніту, wt %
SiO ₂	69,290
Al ₂ O ₃	14,030
Fe ₂ O ₃	4,950
CaO	1,830
Na ₂ O	2,780
MgO	0,526
K ₂ O	5,300
TiO ₂	0,407
P ₂ O ₅	0,283
SO ₃	0,013
Mn ₂ O ₃	0,064
SrO	0,018
ZnO	0,021
Cr ₂ O ₃	0,035
As ₂ O ₃	0,060
Cl	0,051
Всього:	99,657
Si/Al	4,94

Також в ході дослідження визначалась можливість використання дрібнодисперсних дисперсних відходів при приготуванні цементних розчинів. Програма досліджень базувалась на стандартній методиці дослідження показників міцності цементних розчинів та була розділена на дві частини. Також в ході дослідження застосовувалась можливість використання дрібнодисперсних відходів при приготуванні цементних розчинів. Програма досліджень базувалась на стандартній методиці дослідження показників міцності цементних розчинів та була розділена на дві частини.

У першому варіанті досліджувався вплив заміни в'язучих дрібнодисперсних відходами. Як і очікувалось після аналізу мінерального складу відходів, заміна 10–15 % частки в'язучого

на відповідну частку відходів гірничодобувної промисловості призвела до зменшення показників міцності зразків цементного розчину. При заміні 18 % цементу на відповідну частку дрібнодисперсних відходів границя міцності на згин цементного розчину зменшилась на 5 %, а границя міцності на стиск зменшилась на 11%. Також спостерігалось зменшення швидкості схоплення цементного розчину.

Під час другої частини досліджень виконувалась заміна частини піску дрібнодисперсними відходами, в результаті чого відбулося покращення властивостей зразків цементного розчину. При заміні 15 % піску на таку ж частку дрібнодисперсних відходів границя міцності на згин зразків цементного розчину зросла на 13 %, а границя міцності на стиск зросла на 22 %. Таким чином, можна стверджувати, що одним із можливих шляхів утилізації дрібнодисперсних відходів є використання їх в якості наповнювача при приготуванні цементних розчинів.

Слід відмітити, що при проведенні досліджень не було досягнуто верхньої межі частки заміни компонентів цементного розчину, яка б вже не викликала покращення міцнісних показників цементного розчину. У якості продовження досліджень в даному напрямку рекомендується визначити оптимальне значення частки заміни наповнювача цементного розчину відходами гірничодобувної промисловості.

Перелік використаної літератури

1. Башинський С.І., Блецко М.І., Панасюк А. В., Припотень, Ю.К., Остафійчук Н.М. Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів каменюобробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки. *Технічна інженерія*, 1 (91). 2023. С. 271–279. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-271-279](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-271-279).
2. Наумов Я.О., Башинський С.І., Припотень Ю.К., Блецко М.І. Застосування дрібнодисперсних відходів каменюобробних підприємств в якості наповнювачів будівельних розчинів. *Науковий вісник ДонНТУ*, №2 (11). 2023. С. 119–127. <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2023-2-11-119-127>.

УДК 504.05

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДОНБАСУ

Феофанов А.М., Сетая Л.Д.

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
імені М.П. Семененка НАН України; Київ,
andrei.feo@ukr.net; lasetaya@gmail.com*

Розглядається низка першорядних геоекологічних проблем, пов'язаних із підземним видобуванням вугілля та сланцевого газу на Донбасі. Загалом і окремо деформується земна поверхня та поверхневі споруди, підтоплюється приповерхневий масив, збільшується водоприток шахтних підземних вод, зневоднюються річки, підвищується радіаційний фон тощо.

Ключові слова: підробіток, провали, ліквідація шахт, водовідлив, обміління.

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF DONBASS

Feofanov A.M., Setaia L.D.

*M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation
of the NAS Ukraine, Kyiv andrei.feo@ukr.net, lasetaya@gmail.com*

The article overviews a number of essential geoeological aspects related to deep coal mining and shale gas production in Donetsk Basin which, taken as a whole and in isolation from one another, deform ground surface and surface buildings, flood the near-surface area, affect underground water inflow, dewater surface watercourses, etc.

Keywords: mine workings, sinkholes, mine abandonment, dewatering, flooding, shoaling.

Вступ. Промислове освоєння будь-якої корисної копалини, безперечно, негативно впливає на навколишнє середовище. Щодо цього Донбас не виняток, а характерний приклад. Насамперед це підземний видобуток кам'яного вугілля, пов'язані з ним деформації земної поверхні та відповідні зміни в екології регіону.

1. Підробіток діючими гірничими виробками. Всі нині діючі шахти Донбасу працюють в основному на середніх і великих глибинах. Видобуток вугілля в них ведеться сучасними механізованими комплексами, що дозволяють відпрацьовувати вугільні пласти великими площами. Просідання у вироблений простір породних шарів, що лежать вище, утворюють на земній

поверхні так звану мульду зрушення. Будівлі та споруди, що потрапляють у зону її впливу, зазнають деформації різної величини. Багато поверхневих цивільних будівель і промислових об'єктів (автомобільні та залізні дороги, підземні трубопроводи, лінії електропередачі, водні об'єкти) з'явилися ще тоді, коли поточний підрізок навіть не планувався. Тому після підрізки для більшості з них будуть потрібні суттєві капіталовкладення для безпечної експлуатації. Основним нормативним документом, де відображені головні закономірності деформацій земної поверхні при її підрізку діючими вугільними шахтами, а також методика розрахунку самих зрушень, є «Правила підрізки...» [1].

В Україні планується ліквідація всіх підземних шахт. Відповідно шкідливий вплив поточного підрізки на довкілля поступово буде зведено до мінімуму.

2. Ліквідація діючих шахт. До початку російсько-української війни (2014 р.) на Донбасі за офіційними даними зі 145 існуючих працювало 95 шахт. На 2024 рік в українській частині Донбасу залишилося всього 6 шахт. На окупованій території Донбасу, за різними даними, продовжують роботу від 14 до 33 шахт, але багато з них перебувають у складному становищі і можуть бути закриті.

На жаль, все зводиться лише до ліквідації збиткових або малоприбуткових (з погляду власника) шахт, причому ліквідації грубої, не завжди обґрунтованої. Майже повсюдно ліквідація шахти полягає лише в тому, щоб, образно висловлюючись, повісити на неї замка. На третині українського Донбасу, що зараз знаходиться під окупацією так званих ДНР і ЛНР, ліквідовано (порізано на металобрухт) 49 шахт (26 – в Донецькій обл. і 23 – в Луганській). У самому Донецьку в 2024 році було закрито останню діючу шахту. Взагалі вугільна промисловість Донбасу переживає складний період через війну, окупацію та економічні проблеми. Російські компанії, які у 2024 році орендували 15 вугільних шахт на території окупованого Донбасу відмовилися розробляти 9 із них. Інвестори намагаються повернути їх так званим місцевій владі для ліквідації і не хочуть витратитися на розробку технічного проєкту з ліквідації та функціонування

об'єктів до їхньої консервації або ліквідації. А це понад 32 млн доларів США на рік.

Проте водоприток у гірничі виробки із закриттям шахти не зникає, тому в стовбурах треба залишати занурювальні насоси та продовжувати відкачування підземних вод для підтримки певного рівня затоплення. Шахтні води як діючих, так і ліквідованих підприємств треба постійно перекачувати у поверхневі відстійники, які згодом створюють додатковий водоприток у річки та водойми.

Але цього не робиться. Агресивні за хіміскладом підземні води піднімаються до поверхні та потрапляють у водоносні горизонти з колодязями питної води, а сама поверхня підтоплюється, замулюється і стає непридатною для господарської діяльності [2, 3]. Сусідні працюючі шахти отримують різке збільшення власного водопритоку через гідравлічний зв'язок із закритими шахтами, а поверхневі водоймища та річки зазнають нестачі води, що власне і спостерігається нині на Донбасі.

У 2020 році на річках Донбасу було зафіксовано рекордне маловоддя, а деякі з них взагалі пересохли – Луганчик, Біла, Вільхова, Лозова. Найближчими роками може зникнути Ісаківське водосховище, якщо водовідлив із шахти «Романівська» не буде відновлено. Під питанням і подальша діяльність Алчевського металургійного комбінату (АМК), тому що АМК збудовано у степу біля Ісаківського водосховища. Рівень запасу води у 2025 р. у так званій ДНР упав до критичної позначки. Усі водосховища практично обмілили. Обсягів води катастрофічно не вистачає ні для роботи промислових підприємств, ні для сільського господарства, а тим більше для потреб населення.

Наприклад, подача води, необхідна для роботи Зуївської ТЕС, що закриває третю частину потреби ДНР в електриці, здійснюється з резервних Ольховського і Зуївського водосховищ, рівень води в яких наближається до критичної позначки. Не беруть воду з Авдіївського кар'єру, де залишилося близько 30 % води. Це робить нерентабельним забір звідти води для систем водопостачання самого Донецька бо для цього потрібно прокласти понад 10 км трубопроводу. За даними Головного

управління статистики Донецької області у 2012 році Донбас щодоби отримував із каналу Сіверський Донець-Донбас 1,4 млн м³ питної води, ще 0,4 млн м³ технічної напірної води давали шахтні води. Сьогодні до споживача доходить лише 370 тис. м³ на добу, а 630 тис м³ на добу втрачаються безповоротно у діркових системах водопостачання. Замість скорочення втрат і тотальної заміни водопроводів усіх рівнів окупаційна влада будує сквери, пам'ятники, парки, пече тульські пряники, рахує горобців та займається по суті «відмиванням» грошей. А населення відчуває на собі всі принади «руського міра», отримуючи брудну воду раз на три дні і тільки на рівні 3–5-их поверхів лише на кілька годин. Це в кращому разі. Про гарячу воду взагалі забули.

Для прикладу, у невеликому українському містечку Чорноморську з 70 тис. жителів побудували нову насосну станцію і резервуар, скоротили втрати води під час транспортування до нуля. Місто стало споживати замість 20 млн м³ води 7 млн, витрата води на добу на людину скоротилася з 400 л (втрати під час транспортування поклалися на жителів) до реальних 105. Можна було використати цей прекрасний досвід, але окупаційна влада Донеччини його ігнорує.

Особлива екологічна проблема на Донеччині пов'язана із закриттям водовідливу шахти «Юнком». Свого часу (70-ті роки минулого століття) на працюючій шахті проводився експеримент із розвантаження гірського масиву з метою зниження ймовірності раптових викидів вугілля та газу шляхом підземного ядерного вибуху. Нині керівництво невизнаної ДНР з метою економії коштів відключило водовідлив, тобто через деякий час шахта буде затоплена повністю. Вже зараз незалежні екологи фіксують не лише забруднення питної води в колодязях і свердловинах, а й підвищене радіаційне тло води на прилеглий території (Горловська-Снакіївська агломерація).

3. *Терикони.* Навіть за умови грамотної ліквідації будь-яка шахта залишає після себе сотні кілометрів порожнеч під землею і гектари забрудненої поверхні з териконом (відвал гірської породи), що димить, який отруюватиме атмосферу десятки, а то й сотню років. По всьому вугільному басейну їх розкидано понад тисячу. Більша їх частина давно не експлуатується і погасла. В

самому Донецьку кількість териконів, за різними джерелами, становить від 120 до 138. Близько 100 териконів є недіючими, з них 75 – погаслими. Всього по області їх 600.

Вік деяких погаслих териконів перевищує за сто років. Більшість з них розташована в межах промислових міст, забираючи сотні гектарів землі як у потенційних забудовників, так і у сільського господарства.

З часом кількість погаслих териконів буде збільшуватись за рахунок реструктуризації вугільної промисловості, яка приведе до закриття великої кількості нерентабельних шахт. Тому проблема раціонального використання землі, зайнятої териконами, має довготривалу актуальність [4].

4. *Занедбані гірничі виробки.* Немаловажну роль в екоавантаженні Донбасу грають так звані старі гірничі виробки. Йдеться про історичну спадщину, що дісталася регіону з часів становлення вугільної промисловості. Старі покинуті шахти, з яких власне і починалася історія освоєння надр Донбасу, хоч давно й вибули з експлуатації, але нікуди не поділися. На поверхні регулярно утворюються провали, тріщини і мікромунди (локальні осідання), приурочені до виходів вугільних пластів, відпрацьованих шахтами неглибокого закладення. Такі явища зафіксовано практично у всіх гірничопромислових районах Донбасу. Поверхня в зоні впливу занедбаних виробок деформується настільки сильно, що часто будівлі та споруди руйнуються без можливості їх відновлення та подальшої експлуатації.

Нажаль діючі «Правила підробки...» не дають вичерпної відповіді, як розрахувати деформації земної поверхні над ними [5]. Теж саме відноситься і до нормативних документів типу РСН, СНіП (ДБН).

5. *Копанки.* В даний час, коли на чільне місце поставлено прибуток будь-якими шляхами, багато ділків зайнялися тінювим вугільним бізнесом. Вугільний пласт, що виходить на поверхню, розкривається так званою «копанкою». По суті це застосування старих «дідівських» способів видобутку вугілля на виходах пластів. Низькосортне вугілля змішується з якісним, здобутим з

великих глибин сучасними лавами, і продається за ціною високосортного.

Ні про яку безпеку праці, охорону навколишнього середовища, планування гірничих робіт не йдеться. Такі ділянки лише в Торезько-Сніжнянському районі налічуються сотнями, а в межах усього Донбасу їх кілька тисяч. Руйнується рельєф місцевості, порушується природний ландшафт, поверхня через регулярні провали і мікромудли нагадує місячний пейзаж і фактично вже не експлуатується.

6. Видобуток сланцевого газу. У 2012 році розпочалося пробне буріння, яке спричинило масові протести місцевих жителів у Слов'янську, Святогірську, Краматорську, Донецьку, Маріуполі, Харкові, Ізюмі. Через війну, що розпочалася у травні 2014 р., компанія Shell в односторонньому порядку відмовилася від своїх планів. Надалі майданчик передавався іншим іноземцям, але вони не захотіли видобувати газ у безпосередній близькості від зони бойових дій.

13 січня 2021 р. у північних районах регіону все ж таки почався видобуток сланцевого газу. Група «Нафтогаз», отримавши права розробляти родовище до 2063 року, була готова інвестувати в проект 3,6 млрд гривень (\$130,7 млн), пробурити 600 свердловин і провести 200 гідророзривів пластів. На теперішній час будь-які роботи з видобутку сланцевого газу призупинено у зв'язку з російсько-українською війною, лінія фронту якої проходить саме в цьому районі.

Юзівське газове родовище знаходиться в Ізюмському районі Харківської області на кордоні Харківської, Донецької та Луганської областей. Його площа складає 7,886 тис. км². За попередніми розрахунками, у надрах міститься 2–4 трлн м³ газу. Паливо знаходиться в щільних піщаних породах, і для його видобутку необхідні особливі технології, у тому числі гідророзрив пласта, при якому під землю закачується водна суміш, що містить хімічні речовини. Це отруює підземні води і, як наслідок, землю. Подібні збитки вже почали відчувати на собі жителі Донбасу. Поблизу місця видобутку сланцевого газу протікає річка Сіверський Донець. Вона протікає не лише територією Харківської, Донецької та Луганської областей, а й

Білгородською та Ростовською областями Росії.

Канал «Сіверський Донець-Донбас» є основою для водопостачання Донецької області, і вже зараз у ньому знаходять хімічні елементи, яких там не повинно бути. У воді зафіксували підвищену концентрацію амонію. Відомо, що суміш, що використовується для видобутку сланцевого газу, включає соляну кислоту, формальдегід, оцтовий ангідрид, пропаргіловий і метиловий спирти, а також хлорид амонію, який і виявили у воді каналу. При видобутку сланцевого газу відбувається забруднення повітря і насичення води різними елементами, що позначається на здоров'ї людей, тварин і риби. Насамперед, це зростання кількості онкологічних захворювань серед людей, які проживають у районі викачування. До того ж, видобуток у такий спосіб веде до сейсмічної нестабільності.

Висновки. Таким чином, Донбас, як багатомільйонний за населенням вуглевидобувний регіон, постійно зазнає багатофакторного геоекологічного впливу, що позначається не тільки на стані довкілля, а насамперед на здоров'ї людей, які там проживають.

Перелік використаної літератури

1. Правила підробки будівель, споруд и природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом [Текст]: ДСТУ 101.00159226.001–2003. К., 2004. 128 с. (Нормативний документ Мінтопенерго України).
2. Осокіна Н.П. Екологічні проблеми Донбасу: сільськогосподарські забруднювачі та якість підземних вод Донецької області // Екологічна безпека та природокористування. – Вип. 1 (53). 2025. С. 62–68.
3. Потіха О.В. Екологічний фронт на Донбасі: реалії та перспективи. Матеріали I Міжнародної наукової конференції «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки» (до 35 роковин аварії на Чорнобильській АЕС) Тернопільський НТУ ім. Івана Пулюя, Україна. 2021. С. 154–156.
4. Спосіб використання недіючого погаслого терикона [Текст]: пат. 89989 Україна, МПК E04B; E21C / Феофанов А. М. u201313612; заявл. 22.11.2013; опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.
5. Феофанов А. Н. Критические замечания на некоторые пункты «Правил подработки...» / А. Н. Феофанов // Уголь Украины. 2017. № 1–2. С. 9–13.

УДК 553.04:550.4:622.1

МІНЕРАЛЬНІ НОВОУТВОРЕННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ВЕРХНЬОЇ ЛАВРИ: СКЛАД ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ

Черевко І.А.¹, Кріль Т.В.²

¹*Національний заповідник «Києво-Печерська лавра», Київ, Україна,
id0973974627@gmail.com*

²*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
kotkotmag@gmail.com*

У підземних спорудах Верхньої Лаври виявлено та досліджено мінеральні новоутворення: сталактити, сталагміти, натічні кори та голкоподібні нарости. Встановлено їх мінеральний склад (кальцит, тенардит) та умови формування. Дослідження важливі для розуміння процесів мінералоутворення й збереження підземної спадщини.

Ключові слова: Києво-Печерська лавра, підземні споруди, мінеральні новоутворення, сталактити, сталагміти, натічні кори.

MINERAL FORMATIONS IN THE UNDERGROUND STRUCTURES OF THE UPPER LAVRA: COMPOSITION AND FORMATION CONDITIONS

Cherevko I.A.¹, Kril T.V.²

¹*National Preserve “Kyiv-Pechersk Lavra”, Kyiv, Ukraine,
id0973974627@gmail.com*

²*Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
kotkotmag@gmail.com*

In the underground structures of the Upper Lavra, mineral formations were identified and studied: stalactites, stalagmites, flowstone crusts, and needle-like aggregates. Their mineral composition (calcite, thenardite) and formation conditions were determined, highlighting significance for speleogenesis and heritage conservation.

Keywords: Kyiv-Pechersk lavra, underground structures, mineral formations, stalactites, stalagmites, flowstone

На території Києво-Печерської лаври розташовано значну кількість підземних споруд (ПС) різного функціонального призначення – господарських (підвали, льохи, льодовні), інженерних (водогін, опалювальні та дренажні галереї),

військово-оборонних (патерни, протимінні галереї) тощо. Їх будівництво охоплює період від XI до початку XX ст. Більшість споруд зведено в лесових ґрунтах – пористих супісках із високим вмістом карбонатів; частина – у насипних та делювіальних відкладах лаврського яру. Глибина розташування підземних споруд, їх розміри, внутрішнє обладнання зумовлені функціональним призначенням, а також особливостями рельєфу і геологічної будови території.

У підземних спорудах Верхньої лаври широкого розвитку набули різноманітні натічні форми та голчасті скупчення мінеральних новоутворень. Вивченню особливостей утворення мінералів у природних підземних порожнинах, особливо у карстових печерах, приділено багато уваги [2, 9]. Відносно мінералоутворення у штучно створених підземних порожнинах, відомі поодинокі публікації, в яких досліджуються утворення у дренажних штольневих системах, тунелях, підвалах тощо [3, 7].

З метою аналізу чинників та умов формування мінеральних новоутворень у підземних спорудах Верхньої лаври виконано натурні обстеження з фітофіксацією утворень, відбір зразків, їх опис та типізацію, аналіз мінерального складу.

За морфологією та місцем формавання виявлені нами мінеральні новоутворення у ПС поділено на сталактити двох типів, сталагміти, натічні форми, голкоподібні нарости, зображення яких показано на рисунку 1.

Сталактити – нарости у склепіннях споруд у вигляді буруль. Нами виділено два типи сталактитів.

Перший тип представлений конусподібними, неправильної округлої форми у плані, щільними утвореннями жовтувато і сірого, жовтувато-бурого кольору. Довжина сталактитів першого типу становить 7–25 см, у середині вони мають канал діаметром до 0,3 см. Поперечний діаметр зверху становить 2–3 см, знизу – до 1 см. У поперечному розрізі виділяються концентричні кола, яких нараховується від 20 до 40. Поверхня наростів нерівна, ребриста. Перший тип сталактитів виявлено нами у ПС № 28 біля корпусу К–31 (див. рис 1, а). Підземна споруда побудована у XVIII ст. з цегли у зсувних та насипних ґрунтах на схилах лаврського яру. Глибина занурення склепіння споруди складає

1,5–2,0 м. Натічні форми у вигляді сталактитів ростуть із склепіння у місці виникнення деформаційних порушень, а саме тріщин. Причина виникнення натічних форм у склепінні споруди – інфільтрація атмосферних опадів, що особливо активно відбувається під час весняного сніготанення.

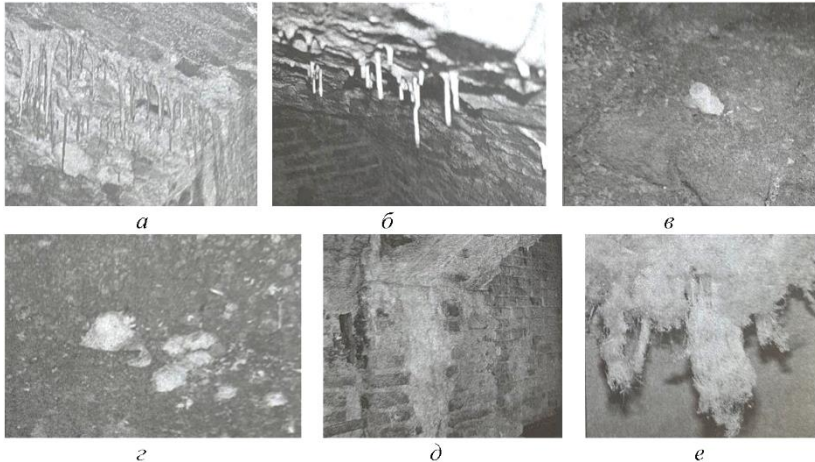


Рис. 1. Види мінеральних утворень у підземних спорудах Верхньої лаври:
а – сталактити першого типу, ПС № 28; *б* – сталактити другого типу, ПС № 28;
в – сталагміт, ПС № 7; *г* – сталагміт, ПС № 7; *д* – натічні кори, ПС № 28;
е – голкоподібні нарости, ПС № 16а.

Другий тип представлений циліндричними крихкими наростами білого і сіруватого кольору, довжиною 3–30 см, діаметром до 0,5 см (див. рис 1, *б*). В середині мають канал діаметром до 0,3 см Товщина стінок сталактитів другого типу досягає 0,1 см. Другий тип сталактитів утворюється на стелі підземних споруд, розташованих на незначній глибині внаслідок інфільтрації атмосферних опадів та конденсації вологи. Такі сталактити зустрічаються у ПС № 3 (під корпусом К–4), № 7 (біля корпусу К–21), № 14а (у проїзді корпусу К–5), у західному відгалуженні ПС № 28. Окрім того, подібні нарости знайдені нами на водопровідній трубі, що знаходиться у місці з'єднання ПС № 28 з основним підвальним приміщенням корпусу.

Сталагміти – нарости на підлозі споруд (див. рис 1, в, з). Описані нами у ПС №7 та № 28. Під сталактитами другого типу утворились білі сталагміти циліндричної форми з плоским верхом, висотою до 4 см, діаметром до 3 см в результаті випаровування насиченого мінерального розчину.

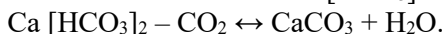
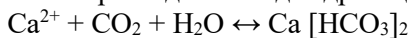
Натічні форми – білі, жовтувато-білі сіруваті плівкоподібні нарости на стінах та стелі товщиною декілька мм, з гладкою та інколи з ребристою поверхнею (див. рис 1, д). Кори формуються в результаті плівкового розтікання насичених фільтраційних розчинів внаслідок конденсації вологи та інфільтрації атмосферних опадів. Дані форми утворення на стінах описані нами в ПС № 28, 7, 11, 14а. Товщина кір на стінах досягає 1,5 см, ширина коливається в межах 0,5-3 м, що залежить від величини деформацій в конструкціях споруд, довжина становить 1–3 м, поверхня нерівна. Натічні кори на стелі підземних споруд формуються в результаті конденсації тільки на бетонних перекриттях: в західному приміщенні ПС № 14а, у привхідному приміщенні ПС № 11.

Голкоподібні мінеральні нарости. У ПС № 16а (південна частина Економічного корпусу К–7) на стелі і стінах вхідної галереї нами описані голкоподібні пухнасті білі нарости у вигляді окремих “колоній” діаметром 20-30 см, довжина кристалів до 20 см (див. рис 1, є). Загальна площа розповсюдження утворень у підземній споруді № 16а досягає 2–3 м². Характерним є те, що ці нарости утворились тільки на потинькованій поверхні. При доторку нарости легко кришаться і осипаються.

Подібні утворення знайдені нами і на північній стіні у підвалі церкви Іоанна Предтечі, розташованій в північному приділі Успенського собору. Висота їх досягає 5 см, діаметр – 35 см. Беручи до уваги, що Успенський собор було відновлено лише у 2000 р., швидкість їх росту становить 0,8 см за рік. Зародки голкоподібних наростів також ідентифіковані нами на підлозі ПС № 10 під оглядовим майданчиком.

Мінеральний склад новоутворень визначався мінералогічно-петрографічним та рентгеноструктурним методами. Аналізи виконувались методом дифрактометрії (ДРОН-3 з мідним анодом). Для аналізу були відібрані сталактити першого типу з

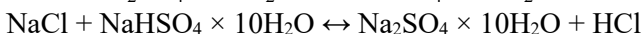
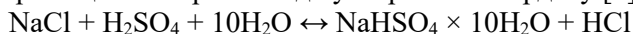
ПС № 28, сталактити другого типу з ПС № 28 та ПС № 14а та голкоподібні волокнисті утворення з ПС № 16л. Встановлено, що сталактити складені кальцитом (CaCO_3), у зразку з ПС № 14а – з домішками кварцу до 1 %. Всі зразки містять до 7 % ізоморфних домішок марганцю, заліза та магнію. Домішками заліза зумовлений жовтувато-бурий колір сталактитів. Доречним є припущення, що сталагміти та натічні кори, завдяки подібності умов утворення, також складені кальцитом. Голкоподібні утворення з ПС № 16а складені безводним сульфатом натрію Na_2SO_4 – тенардитом, з незначним вмістом зерен кварцу, що попали до утворень з тиньку або з розчину, який скріплює цегляну кладку. Кальцит утворився в результаті випадання мінералу з насичених розчинів, що повільно просочуються крізь товщу покривних ґрунтів та склепіння підземних споруд. Джерелом є породи, що містять значну кількість карбонатів: лесоподібні супіски, в яких і розташовано більшість підземних споруд Верхньої лаври; розчин, що скріплює цеглу, тощо, та вуглекислота, що міститься у повітрі. Обов'язкові умови – замкнений простір (природна або штучна порожнина) та підвищена вологість. Розчини при зависанні у вигляді крапель зі стелі шляхом випаровування втрачають воду, сильно пересичуються та виділяють колоїдні або тонкодисперсні осадки у вигляді натічних мас, що поступово твердішають та розкристалізуються при подальшій дегідратації [1]:



Умови мінералоутворення у штучних виробках взагалі і підземних спорудах Верхньої лаври зокрема та низькотемпературного мінералоутворення у природних порожнинах досить схожі, бо характеризуються стабільністю температури, підвищеною вологістю. Мінеральні утворення штучних порожнин морфологічно не відрізняються від печерних утворень. Мінералізуючі розчини підземних споруд – це атмосферні води, що просочуються через товщу перекриваючих ґрунтів і збагачуються елементами, які розчиняються цими ж водами у процесі просочування. За складом розчини здебільшого гідрокарбонатно-кальцієві, нейтральні або слабо лужні з

мініралізацією 0,6–1,8 г/л, загальною жорсткістю 2,1–5,6 мг×екв/л з незначним вмістом нітратів [6]. У підземних виробках з цих розчинів і виникають мінеральні утворення.

Тенардит і раніше деякими дослідниками [4, 5] відзначався як новоутворений мінерал на стінах та стелі споруд і приміщень при підтіканні дощових вод. Відзначено також і сезонний характер появи тенардиту – інтенсивний ріст тенардиту відбувається восени та навесні, коли повітря достатньо вологе. Утворення тенардиту пов’язують також і з додаванням до цементного розчину Na_2SO_4 для прискорення затвердіння цементу або з реакцією між гіпсовим в’язучим та рідким склом, що додаються для придання водостійкості. Однак утворення тенардиту в ПС № 16а пов’язане, скоріше за все, з реакцією кислих (як наслідок, глобального забруднення атмосфери сірчаним ангідритом [8]) дощових вод з галітом (NaCl), що використовується як добавка до тиньку та побілки для надання їм міцності. Очевидно, в результаті такої реакції спочатку утворювався мірабіліт – гідросульфат натрію, дегідратація якою в подальшому в умовах сухого приміщення і призвела до утворення тенардиту [4]:



Висновки. У підземних спорудах Верхньої лаври встановлено мінеральні утворення чотирьох видів: сталактити (нарости на склепіннях споруд), сталагміти (нарости на підлозі споруд), натічні кори на стелі та стінах споруд, голкоподібні нарости.

За результатами рентгеноструктурного аналізу сталактити, сталагміти та натічні кори складені карбонатом кальцію – кальцитом і містять ізоморфні домішки заліза, марганцю та магнію, а також уламки кварцу. Голкоподібні нарости складені тенардитом – сульфатом натрію. Основним чинником утворення карбонатних мінералів (кальциту) є розтікання по стелі та стінах насичених фільтраційних розчинів, що утворились внаслідок інфільтрації атмосферних опадів через товщу покривних відкладів, та конденсація вологи. Утворення тенардиту пов’язане з реакцією кислих дощових вод з галітом, що використовується як добавка до тиньку та побілки для надання їм міцності.

Дослідження мінеральних утворень у підземних штучних порожнинах має як теоретичне, так і практичне значення. З теоретичної точки зору воно дасть змогу уточнити фізико-хімічні процеси, що призводять до утворення, зміни та руйнування мінералів; оцінити швидкість та умови накопичення мінеральної речовини, швидкість мінерало- та осадконакопичення; з'ясувати геохімічні особливості новоутворених мінералів та оцінити антропогенний вплив міської агломерації на елементи геологічного середовища. Практичний аспект досліджень полягає у визначенні джерел, об'ємів мобілізації та шляхів міграції мінеральної речовини, яка накопичується у підземних спорудах у вигляді мінеральних утворень, що сприятиме уточненню інженерно- геологічних умов Верхньої лаври зокрема і центральної історичної частини міста в цілому. Отримані результати також можуть бути використані при проектуванні та проведенні реставраційних робіт.

Перелік використаної літератури

1. Бетехтин А. Г. Минералогия. М. Госгеоліздат, 1950. 502 с.
2. Максимович Г.А. Генетический ряд натечных образований пещер. Пещеры. Перм. Ун-т, 1965. Вып. 5.
3. Максимович Н.Г. Сталактиты в подвалах. Пещеры. Перм. Ун-т, 1978, 118 с.
4. Потапов С.С., Ершов В.В. Вторичное минералообразование в стеновых покрытиях. *Уральский минерал. сб.* Екатеринбург, 1993. № 1. С. 120–123.
5. Потапов С.С. Минеральные новообразования в Крестовоздвиженском храме Белогорского монастыря. *Уральская минералогическая школа.* 2001. Екатеринбург. URL: http://www.usmga.ru/min_school/2001/tes2001/
6. Рибін В.Ф., Черевко І.А., Куциба В.О. Розробити методику та обґрунтувати моніторинг геологічного середовища зон історичної забудови м. Києва з метою охорони історико-архітектурних пам'яток. Звіт з бюдж. теми № 15 ІГН НАНУ. К.: ІГН НАНУ, 2001.
7. Шехунова С.Б., Селивачева У.М. Карбонатні новоутворення дренажних штольневих систем Києво-Печерської лаври та прилеглих територій в м. Києві. *Сучасні проблеми геологічної науки.* Київ ІГН НАНУ, 2003. С. 82–84.
8. Щербакова Е.П. Сульфатизация верхних частей земной коры как одно из последствий технической деятельности человека. *Минералогия месторождений Урала.* Свердловск, 1990. С. 164–167.
9. Hill C., Forti P. Cave minerals of the world. National Speleological Society, Inc, Huntsvill, Alabama. 1986. 238 p.

ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ТА ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ

<https://doi.org/10.59911/978-617-95457-7-1.2025.27>

УДК 53.452:551.735.1(477.6)

РУДОПРОЯВ В ЗОНІ ГЛЯЦІОДИСЛОКАЦІЙ ГОРИ ПИВИХА

Мачуліна С.О.

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
kievgeosv@ukr.net*

Наведено нові геологічні дані щодо гори Пивиха, яка є унікальним історико-геологічним заповідником України. Гора виникла внаслідок наступу материкових льодів під час дніпровського зледеніння. Поряд з детальними геолого-стратиграфічними дослідженнями гори Пивихи нами вперше описаний рудопрояв у зоні гляціодислокацій її палеогенових порід.

Ключові слова: гора Пивиха, рудо прояв, пірит-марказитова мінералізація.

ORE OCCURRENCE IN THE GLACIODISLOCATION ZONE OF THE PIVIKHA MOUNTAIN

Machulina S.O.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, kievgeosv@ukr.net*

New geological data on Mount Pyvykha, which is a unique historical and geological reserve of Ukraine, are presented. The mountain arose as a result of the advance of continental ice during the Dnieper glaciation. Along with detailed geological and stratigraphic studies of Mount Pyvykha, an ore occurrence in the dislocation zone of its Paleogene rocks was recorded and initially described for the first time.

Keywords: Mount Pyvykha, ore occurrence, pyrite-marcasite mineralization.

На північно-східному узбережжі Кременчуцького водосховища (в районі старовинного містечка Градизьк Глобинського району Полтавської області) є унікальна гора Пивиха, яка є історико-геологічним заповідником. Її висота

складає 168 м. Гора Пивиха виникла внаслідок наступу материкових льодів та складчасто-лускуватих деформацій, які проявились у периферійній частині льодовика під час дніпровського зледеніння [1].

У її відкладах (піщано-глинистих породах, блакитному мергелі) та льодовикових моренах краєзнавці знаходять багато палеонтологічного матеріалу (зуби акул, коралів, древні молюски, кістки, бивні і зуби мамонтів, шерстистих носорогів, північних оленів, скам'янілу деревину). Детально склад порід гори Пивихи, її утворення, стратиграфія, палеогеографія, геоморфологія описані у численних роботах відомих вчених (В. Різніченко, Б. Лічков, Д. Соболев, М. Веклич, П. Гожик, Н. Сіренко та ін.) і зокрема у роботі [3].

В цілому, гора складена піщано-глинистими породами та блакитним київським мергелем. В підшві гори візуально простежуються відклади морени (рис. 2). Після спорудження у 1962 році Кременчуцького водосховища гора Пивиха з кожним роком поступово руйнується, тому можна побачити нові прояви геологічних процесів, які раніше не були описані.

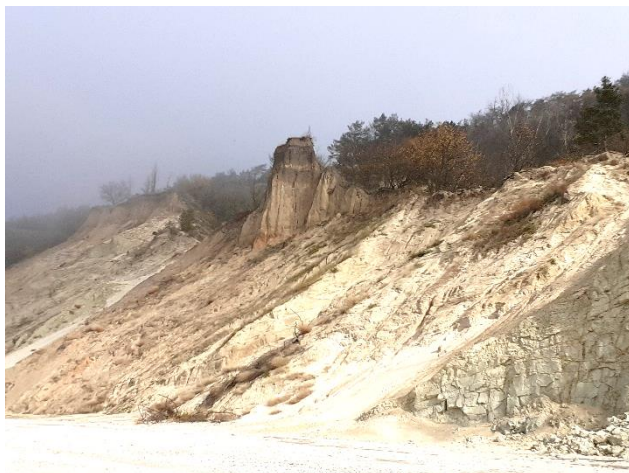


Рис. 1. Руйнування гори Пивиха (фото автора)



Рис. 2. Моренні відклади в підшві гори (фото автора)

Під час геологічної екскурсії і візуальному огляді південно-західного схилу гори автором був відмічений рудо прояв на контакті товщі київського мергелю і залягаючою над ним товщі темно-бурих суглинків антропогену. На рис. 3 видно, що під київським мергелем підлягаючі породи палеогену (представлені морськими відкладами бучацької світи) дислоковані порушенням та зім'яті. Вони мають хвилястий контакт із товщею київського мергелю. Остання має чіткий контакт із вище залягаючими темними суглинками. Цей контакт має тонкошарувату будову і складений піщано-карбонатними відкладами, в яких знаходять численні зуби древніх акул. В зоні порушення київських мергелів фіксується лінза червоно-бурих порід з оксидами заліза і сірчаними виділеннями, з якої випадають крупні (30x20x20 см) сульфідні утворення (рис. 4). Ці брили мають пори, каверни і наскрізні отвори і нагадують «чорних курців» гідротермального походження. Подібні «курці» пірит-марказитового складу описані нами в Стильському кар'єрі Донбасу [2]. Менші за розмірами (5–10 см) сульфідні утворення залягають вздовж контакту київських мергелів з бурими суглинками на ділянці з оксидами заліза (див. рис. 3). Вони вимиваються, вивітрюються і скочуються вниз.



Рис. 3. Лінзовидний рудний прояв в зоні порушення київського мергелю (фото автора)



Рис. 4. Сульфідна брила з порожнечами в залізо-сірчаній сорочці (фото автора)

Треба зазначити, що встановлення природи, порід і мінералів виявленого рудопрояву, ще чекають на ретельне дослідження. Здається, що гора Пивиха ще не один раз здивує нас новими геологічними знахідками.

Перелік використаної літератури

1. Манюк В.В. Про змінення положення південної границі під час льодовикового періода (дніпровське зледеніння). *Dniprop. Univer. bulletin, Geology, geography*. 2017. 25 (2). С. 99–110.
2. Мачулина С.А. Геологические условия формирования “черного курильщика” в Донбассе. *Доклады НАНУ*. 2008. № 12. С. 19–23.
3. Пазинич В.Г. Геоморфологічний літопис великого Дніпра. Київ–Ніжин: «Аспект-Поліграф», 2007, 372 с.

УДК 549+553(477.4)

ЯМПІЛЬСЬКІ ПІСКОВИКИ ПОГЛЯД В МИНУЛЕ ТА МАЙБУТНЄ

Нестеровський В.А.¹, Деяк М.А.², Волконський О.О.²

¹*ІНІ “Інститут геології” КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
v.nesterovski@ukr.net*

²*ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України», Київ, Україна,
nayk@ukr.net; a0673475249@gmail.com*

Розглянуто аспекти видобутку і використання ямпільських пісковиків та окреслено актуальні питання і першочергові дії щодо їх більш оптимальної розробки.

Ключові слова: ямпільські пісковики, едіакарій, історія дослідження, видобуток.

YAMPIL SANDSTONE A LOOK INTO THE PAST AND FUTURE

Nesterovskiy Viktor¹, Deiak Mykhailo², Volkonskyi Oleksandr²

¹*Institute of Geology Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv,
Ukraine, v.nesterovski@ukr.net*

²*SSI “MorGeoEkoCenter” of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
nayk@ukr.net; a0673475249@gmail.com*

Aspects of the extraction and use of Yampil sandstones are considered and current issues and priority actions for their more optimal development are outlined.

Keywords: Yampil sandstones, Ediacaran, history of research, mining.

“Ямпільські пісковики” як торгова назва піщаних порід з території середнього Придністров’я увійшли до вжитку з 17 ст. З такою назвою ці породи вже були відомі далеко за межами їх видобування. Вироби з них можна побачити не тільки в багатьох регіонах України, а й в країнах Європи, зокрема Польщі, Угорщини, Румунії, Словаччини, Чехії, Молдови.

У даному повідомленні буде акцентовано увагу на особливостях поширення цих порід, їх положення в стратиграфічному розрізі, способах видобутку та можливостях оптимального використання.

Польовими дослідженнями у період 2019–2022 рр. було проведено інвентаризацію основних локацій виходу ямпільських пісковиків на денну поверхню, місць розробки і способів видобутку [3].

У рамках виконання бюджетної тематики ДНУ “МоргеоЕкоЦетр НАН України” “Ресурси морських осадових комплексів Едіакарію (Венду) Подільського басейну України та перспективи їх освоєння для післявоєнної відбудови” в польовий сезон 2024–2025рр. зроблено аналіз асортименту продукції, що виробляється з цієї сировини. Також були уточнені дані щодо їх літолого-мінералогічного складу і декоративних властивостей. Попередні результати цих досліджень можна звести до наступного.

Ямпільські пісковики в стратиграфічному відношенні входять до складу Могилівської світи Могилів-Подільської серії едіакарського періоду пізнього протерозою і є по суті найдавнішими теригенними осадовими утвореннями Подільського виступу Українського щита [1]. Їх територія поширення становить смугу шириною 12–30км вздовж Дністра (від с. Китайгород Кам'янець-Подільського району Хмельницької області до с. Пороги Могилів-Подільського району Вінницької області), але основні виходи зосереджені від с. Бернашівка (р. Жван) до с. Велика Косниця. Головні місця видобутку ямпільських пісковиків приурочені до долин лівих притоків Дністра (Жван, Мурафа, Дзигівка, Ольшанка, Марківка, Русава та їх притоків).

Назва “ямпільські пісковики” походить від назви міста Ямпіль, що розташований з лівого берегу Дністра і відомий ще з другої половини 17 ст.

Головне тіло “ямпільських пісковиків” в сучасній стратиграфічній схемі едіакарію виділено в окремий регіональний підрозділ – ямпільські верстви. Коли мова йдеться про торгову назву, то до неї відносяться також пісковики ломозівських та олчедаївських верств, що залягають нижче ямпільських. Проте останні мають невелику потужність, локальне поширення і не витриману зернистість.

В найбільш повних розрізах потужність відкладів ямпільських пісковиків становить 30–35 м. В типових розрізах вони мають двох членну будову. Зверху залягає шар окислених тонко плитчастих різно зернистих пісковиків, в різній мірі окислених гідрооксидами заліза (плитняк), в нижній частині – в більшості рівномірно зернисті білі, жовтуваті, плямисті, смугасті пісковики (блочний камінь) (рис.1). На різних ділянках природних відслонень і в кар'єрах співвідношення потужностей двох основних складових є різним.



Рис. 1 Загальний вигляд Русавського кар'єру з видобутку ямпільських пісковиків, 2025р.

Зверху ямпільські пісковики обмежені базальним горизонтом складеним гравелітами, які також в значній мірі окислені гідрооксидами заліза і марганцю. В більшості кар'єрів, що розробляються, нижня частина ямпільських верств не розкрита, але в свердловинах, що пробурені в цьому районі в різні роки в нижній частині спостерігається помітна зміна літологічного складу та зернистості і саме в них можна прослідкувати всі фаціальні переходи. Так лозівські верстви, що залягають безпосередньо під ямпільськими представлені переважно тонко уламковими породами – аргілітами і алевролітами з лінзами і прошарками дрібнозернистих пісковиків, що становлять не більше 20 % розрізу. На окремих ділянках у верхній частині

ломозівських верств фіксується прошарки фосфатовмісних аргілітів потужністю до 3–4 см. Загальна потужність ломозівських верств на території дослідження не перевищує 10–11 м, а відповідно загальна потужність піщаних фацій становить до 2 м [4].

Нижче ломозівських залягають ольчедаївські верстви, які у верхній частині представлені різнозернистими пісковиками, а у нижній – гравелітами і конгломератами. В найбільш повних розрізах їх потужність сягає до 40–43 м, але суто піщана частина має невелику товщину і не перевищує перших метрів.

Перехід від ямпільських до ломозівських і ольчедаївських верств не завжди помітний, особливо в природних відслоненнях, що зазнали впливу екзогенного вивітрювання.

Типові пісковики ямпільських верств є польовошпат-кварцевими, середньо- дрібнозернистими. Головними породоутворювальними мінералами є (%): кварц (65–80), польові шпати (15–40), другорядними – темні та світлі слюди (3–5), пірит, рідше флюорит, галеніт, сфалерит. Серед акцесорних мінералів присутні турмалін, альмандин, сфен, циркон, монацит. Серед вторинних – поширені гідрооксиди заліза і марганцю, каолінит, дикіт, кальцит.

Важливою особливістю ямпільських пісковиків є наявність в них відбитків найдавнішої безскелетної фауни едіакарського періоду, що підвищує до них науковий інтерес, увагу колекціонерів та палеонтологів [2, 5].

Аналізуючи історію видобутку ямпільських пісковиків, можна акцентувати на наступне. Весь час ця сировина розроблялася кустарним способом із застосуванням людських ресурсів і механічного обладнання. Найбільшим попитом користувалися пісковики з верхньої частини розрізу, що добре відколювалися по площинах нашарування. Ці пісковики отримали назву “плитняк” і вони використовувалися для мощення і обладнання пішохідних зон, тротуарів, облицювання споруд та парканів. До 60–70-х років 20 ст. вони слугували основним будівельним матеріалом для сільської місцевості навколишніх районів. Нижня частина розрізу була доступна для розробки тільки кар’єрним способом. В них була можливість механічно-вибуховим методом добувати

блочний камінь. Наприкінці 20-го початку 21 ст. завдяки суттєвої механізації розробки кар'єрів, з'явилася можливість добувати блоки об'ємом до 3 м³ і більше. Блочний камінь почав активно використовуватись для виробництва плитки, бордюрів, елементів декору і скульптури (рис.2).



Рис. 2. Виготовлення скульптури “Козак Дзига” з ямпільського пісковика родовища Червоний берег—1, 2025 р.

Нині перелік продукції з блочних сортів ямпільського пісковика становить понад 15 найменувань (рис. 3).



Рис. 3. Готова продукція з ямпільського пісковика на родовищі Червоний берег—1, 2025р.

Лева частина якісного блочного каменю йде на виробництво скульптур. Декоративні різновиди використовуються для виробництва, фонтанів, камінів, оздоблення інтер'єру і екстер'єру.

У той же час слід відмітити, що видобуток сировини продовжується невеликими дрібними підприємствами, більшість з яких не мають у своєму розпорядженні відповідних технічних засобів, які б могли дозволити розкривати пісковики ямпільських верств на всю потужність, отримувати більший відсоток виходу блочного каменю і більш раціонально його використовувати. Також часті випадки нелегального видобутку з порушенням всіх існуючих гірничих норм. Відсутність сучасної видобувної інфраструктури і організації всього комплексу робіт – від зняття розкривного шару родовища, закладення кар'єру, розробки, сортування сировини і виготовлення продукції призвело до хаотичності використання надр та захащення навколишнього середовища в локаціях гірських виробок. Навколо кар'єрів накопичено велику масу різнопланової сировини, слабо ліквідних блоків, відходів з обробки тощо. Сьогодні пісковики є цінною сировиною, їх запаси на території України не великі і враховуючи те що значна частина їх покладів зараз знаходиться на окупованих територіях або в прифронтових районах, важливість ямпільських родовищ суттєво зростає. Це зобов'язує нас переглянути всі складові, що пов'язані з оптимізацією і раціональним використанням цієї корисної копалини.

Першочерговими і головними завданнями для покращення показників видобутку, збільшення виходу придатного, розширення номенклатури виробів і покращення екологічної ситуації є наступними:

1. Створення повноцінного реєстру актуальних на теперішній час ділянок для розробки ямпільських пісковиків;

2. Виділення пріоритетних і першочергових ділянок для видобутку корисної копалини враховуючи геологічну ситуацію, запаси, логістику і якість сировини;

3. Укрупнення дрібних підприємств для централізованого забезпечення їх технікою і сучасним обладнання для розробки сировини, її транспортування та переробки;

4. Проведення сучасного маркетингу і рекламної компанії щодо популяризації цієї сировини враховуючи всі складові: фізико-хімічні властивості, декоративність, екологічність, технологічність обробки, наявності в них найдавнішої фауни віком понад 600 млн. р.

Перелік використаної літератури

1. Великанов В.А., Асеева Е.А., Федонкин М.А. Венд Украины. К. «Наук. Думка». 1983. 168с.
2. Мартишин А.І. Едіакарська фауна ямпільських пісковиків Венду Поділля. *Геолог України*. 2012. №4 (40). С. 97–104. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoukr_2012_4_16
3. Нестеровський В.А., Деревська К.І., Руденко К.В., Спиця Р.О. Інвентаризація кар'єрів з видобутку ямпільських пісковиків у межах Могилів-Подільського Придністров'я. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*. Мат. VIII міжн. наук.-практ. конф. 9–12 жовтня 2023. Львів. С. 115–121.
4. Nesterovsky V.A., Volkonskyi, O. O. Geological position of Ediacaran terrigenous rocks in the territory of the Middle Dniester region of Ukraine. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*. 20 (1). P. 42–49. <https://doi.org/10.15407/gpimo2024.01.042>
5. Nesterovsky V.A., Martyshyn A.I., Chupryna A.M. New biocenosis model of Vendian (Ediacaran) sedimentation basin of Podolia (Ukraine). *Journal of Geology, Geography, Geoecology*. 2018. № (1) 27. P. 95–107. <http://doi.org/10.15421/111835>

УДК 351.853(477)

ВИХОДИ БАЗАЛЬТІВ (ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКА ПЛИТА, РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ) ЯК МАРШРУТИ ГЕОТУРИЗМУ

Осокіна Н.П.

*Інститут геологічних наук НАНУ, Київ, Україна,
N.Osokina@gmail.com*

Охарактеризовано базальти у кар'єрах Івано-Долинського родовища, с. Базальтове; Берестовецьке відслонення базальтів, с. Берестовець; Берестовецька комплексна геологічна пам'ятка (кар'єр № 10). Зазначені об'єкти можуть слугувати як маршрути геотуризму.

Ключові слова: відслонення базальтів, маршрути геотуризму.

BASALT OUTCROPS (VOLYN – PODILSKYI PLATE, RIVNE REGION) AS GEOTOURISM ROUTES

Osokina N.P.

*Institute of Geological Sciences NASU, Kyiv, Ukraine,
N.Osokina@gmail.com*

Basalts in the quarries of the Ivano-Dolynsky deposit, the village of Basalt; Berestovets basalt outcrop, the village of Berestovets; Berestovets complex geological monument (quarry No. 10) are characterized. These objects can serve as geotourism routes.

Keywords: Basalt outcrops, geotourism routes.

Вступ. Рівненська область розташована в межах західного схилу Українського щита та Волино-Подільської плити. Поверхня кристалічного фундаменту під кутами 1–3 градуси поступово занурюється в західному напрямку до глибини 1600 м, в крайній східній частині докембрійські утворення виходять на денну поверхню. Представлені вони клесівською серією і осницьким комплексом (палеопротерозой), в південній частині області – тетерівською серією та житомирським комплексом (палеопротерозой). В області розвідано 7 родовищ базальтів, які використовують для виробництва облицювально-декоративного та будівельного каменю, шашки, брущатки, буту, щебеню, теплоізоляційних матеріалів, кам'яного литва.

Вихід базальтів у кар'єрах Івано-Долинського родовища, с. Базальтове (мінералогічний, петрографічний). В кар'єрах виходи базальтів трапової формації нижнього венду (волинська серія, ратненська світа) із класичною стовпчастою окремістю [1]. Нині виходи базальтів такого типу розкрито лише в кар'єрах Янової долини, с. Берестовець, с. Великий Мідськ. Найбільш «досконалі» базальтові стовпи відслонюються в кар'єрах №3 і №5. Вивчення форм залягання базальтів, характеру окремості має значення для з'ясування особливостей ранньовендського вулканізму та палеорекострукцій вулканогенних зон. Під середньочетвертинними флювіогляціальними пісками і писальною крейдою здолбунівської світи (верхня крейда) загальною потужністю 3,5–6,0 м залягають нижньовендські базальти волинської серії. Базальти афанітові дрібно-тонкозернисті темно-сірі до чорних, масивні, складені з основного плагіоклазу, енстатит-авгіту, вулканічного скла. Мають стовпчасту окремість, висота стовпів до 30 м. Кар'єр розроблявся трьома видобувними уступами, висота стовпів в уступах від 4 до 11 м. Стовпи переважно шестикутні, розміром у поперечному перерізі 0, –1,2 м. У центральній частині північної стінки кар'єру № 3 відслонюються базальти з бриловою окремістю, а в західній стінці – базальти з віялоподібною окремістю. Загальна протяжність відслонень базальтів у межах 180–230 м. В кар'єрі можна зустріти мінерали: адуляр, хлорит, яніт, кварц, халцедон, кальцит, барит, гематит, пірит, марказит, псиломелан, борніт, азурит, мідь самородну.

Під'їзд дорогою Рівне – Базальтове 57 км. З дороги Костопіль – Злазне 200 м на захід насипною дорогою (базальтові стовпи в кар'єрі № 3); 50м на схід в'їзд до кар'єру № 5.

Берестовецьке відслонення базальтів, с. Берестовець (мінералогічний, петрографічний). Базальти трапової формації нижнього венду (волинська серія, ратненська світа) зі стовпчастою окремістю [1] нині розкриті лише в кар'єрах Янової долини, Берестовця, Мідська. Вивчення форм залягання базальтів, характеру окремостей має значення для встановлення особливостей ранньовендського вулканізму, палеорекострукцій. У південній стінці кар'єру № 7 розкриваються темно-сірі до

чорних афанітові, масивні базальти, які складаються з основного плагіоклазу, енстатит-авгіту, вулканічного скла. Вони характеризуються стовпчастою окремістю. У східній частині стінки на відстані 100 м вона нахилена, можливо, через взаємодію двох потоків. У західній частині стінки на протязі 50 м окремість вертикальна, стовпи мають 4–6 граней, поперечний переріз 0,4–0,7 м. Видима висота в уступі 8–11 м. Вище спостерігається кора вивітрювання базальтів, яка представлена сірими, зеленувато-сірими монтморилонітовими глинами з жорсткою, та більш крупними уламками базальтів. Потужність 0,3–0,4 м. На корі вивітрювання залягає крейда здолбунівської світи (верхня крейда, туронський ярус), яка містить рештки фауни – брахіоподи, морських їжаків та ін. Потужність крейдових відкладів – 1,4–2,5 м. На крейді залягає флювіогляціальний пісок (дніпровський горизонт середнього плейстоцену) дрібно-тонкозернистий, сильно глинистий, світло-сірий із слабким зеленуватим відтінком потужністю 0,4 м. Завершує розріз світло-сірий супіщаний ґрунтово-рослинний шар потужністю 0,2 м. В кар'єрі № 7, на схід від пам'ятки, можна зустріти такі мінерали як кварц, халцедон, жильний агат, кальцит, барит, хлорит, гематит, селадоніт, різноманітні цеоліти. Відносно рідко зустрічаються ісландський шпат, аметистоподібний кварц, аметист, агат. Часто тут можна знайти жили, складені кристалічним кальцитом з домішками зеленого селадоніту та інших мінералів, різноманітні комбінації яких утворюють пейзажні малюнки. Іноді в цих жилах зустрічаються вкраплення самородної міді.

Під'їзд з м. Рівне автомобільною дорогою Рівне – Костопіль 33 км, від автомобільної дороги до с. Берестовець – 12 км, з центру с. Берестовець до кар'єру № 7 – 1 км.

Берестовецька комплексна геологічна пам'ятка (стратиграфічний). Кар'єр № 10 являє собою виробку діаметром 200–220 м. Висота уступу, а також стовпчастих окремоостей базальтів змінюється від 3 до 8 м. Більша частина першого уступу затоплена водою. Найдавніші породи, які розкрито кар'єром, – нижньовендські базальти волинської серії (протерозой). Базальти, в основному, мають стовпчасту окремість, але зустрічаються з кулястою, рідко – циліндричною. Стовпчасті окремоості залягають

вертикально, що вказує на горизонтальне положення потоку лави. Лавобрекчії простежуються смугою шириною 10–15 м і проходять через центральну затоплену частину кар'єру. Нині виходи можна спостерігати лише в північно-західній частині кар'єру. Лавобрекчії, за розрізом, змінюють скельні базальти, які є перехідними до базальтів з стовпчастою окремістю. На базальтах стратиграфічно незгідно, у вигляді лінз, спорадично залягають сеноманські конгломерати, які збереглися лише у північній частині кар'єру. Потужність – від кількох сантиметрів до 5 м. Галька в конгломератах представлена вивітрілими базальтами. На конгломератах і безпосередньо на базальтах, залягають рифогенні вапняки туронського віку з двома пачками. У нижній, частково скрем'янілій, яка заповнювала заглиблення на дотуронській поверхні, у фауністичному комплексі багато гастропод. У верхній верстві, потужністю до двох метрів переважають брахіоподи. У сеноманських конгломератах, які перекривають базальти в північно-західній частині кар'єру, часто зустрічається різноманітна морська фауна: рідкісні види форамініфер, рештки губок, коралів (три-, шестипроменевих), морських черв'яків, уламки двостулкових моллюсків, ядра гастропод, брахіопод, морських їжаків, уламки морських лілій. Рідше спостерігаються ростри белемнітів, зуби акул. Туронські вапнякові відклади, що залягають в північній частині кар'єру, також характеризуються наявністю морської фауни із закономірним розподілом по вертикалі. У покрівлі їх зустрічаються голки морських їжаків роду *Cidaris*, ядра морських їжаків роду *Conilis*, уламки раковин устриць. В середній частині розрізу переважають черепашки брахіопод. У підшві вапняки містять рештки різноманітних губок, ходи морських черв'яків. Рідше зустрічаються колонії мшанок, зуби плезіозаврів, акул, у тому числі моллюскоїдних. У районі кар'єру № 10, за 15 м на захід від виходів вапняків знаходиться відслонення конгломератів завдовжки 15–20 м. Всі описані утворення перекриваються чохлом четвертинних еолово – делювіальних суглинків.

Під'їзд від м. Рівне автодорогою Рівне – Костопіль 33 км, далі до с. Берестовець асфальтованою дорогою 12 км. З центру с. Берестовець до кар'єру № 10 – 0,75 км.

Висновки. Пропонуємо вихіди базальтів у кар'єрах Івано-Долинського родовища, с. Базальтове (кар'єри № 3 і 5); Берестовецьке відслонення базальтів, с. Берестовець (кар'єр № 7); Берестовецька комплексна геологічна пам'ятка (кар'єр № 10) як маршрути геотуризму.

Перелік використаної літератури

1. Геологічні пам'ятки України: у 3т. /В.П. Безвинний, С.В. Білецький, О.Б. Бобров та ін.; за ред.: В.І. Калініна, Д.С. Гурського, І.В. Антакової. К.: ДІА, 2006. Т.1. 320 с.

УДК: 551.4, 338.48

ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ПОЛІСЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Савчук Є.Д., Підвисоцький В.Т.

*Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир,
Україна, rr52_syed@student.ztu.edu.ua, krrkp_pvt@ztu.edu.ua*

Поліський регіон України вирізняється флювіогляціальними та соловими формами рельєфу, крейдовими відслоненнями й торф'яними масивами. Розвиток спеціалізованих маршрутів і збереження унікальних ландшафтів сприятиме сталому використанню геологічної спадщини Полісся.

Ключові слова: геологічні пам'ятки, Полісся, льодовикові форми, геотуризм, палеогеографія, природна спадщина.

GEOLOGICAL NATURAL MONUMENTS OF THE POLISSYA REGION AND THEIR TOURISM AND RECREATIONAL POTENTIAL

Savchuk E.D., Pidvysotsky V.T.

*Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine,
rr52_syed@student.ztu.edu.ua, krrkp_pvt@ztu.edu.ua*

The Polissya region of Ukraine is distinguished by fluvial-glacial and eolian landforms, chalk outcrops, and peat bogs. The development of specialized routes and the preservation of unique landscapes will contribute to the sustainable use of Polissya's geological heritage.

Keywords: geological monuments, Polissia, glacial landforms, geotourism, palaeogeography, natural heritage.

Поліський регіон України характеризується унікальною геологічною будовою, що формувалася протягом кількох геологічних епох та зазнала значного впливу четвертинних зледенінь. Територія регіону розташована в межах Поліської низовини, яка є частиною Східноєвропейської платформи. На території України понад 400 геологічних пам'яток, значна частина яких зосереджена в Поліссі. Особливу наукову цінність мають флювіогляціальні відклади та льодовикові форми рельєфу, які відображають складні процеси формування сучасного

ландшафту. Найбільшу наукову цінність мають крайові льодовикові утворення, зокрема Ковельський комплекс крайових льодовикових утворень у Волинській області, який представлений мореними горбами, камами та озами. Ці форми рельєфу є свідченням максимального просування дніпровського льодовика на територію України. Особливий інтерес становлять піщані відклади, що переносилися вітром і утворили форми рельєфу у вигляді валів, дюн, пагорбів.

Еолові форми рельєфу Олешківських пісків та дюнні комплекси Житомирського Полісся демонструють унікальні процеси постльодовикового утворення рельєфу. Значну наукову цінність мають відслонення крейдових відкладів у долинах річок Прип'ять, Десна та їх приток, які розкривають геологічну історію регіону мезозойської ери. Торф'яні масиви Полісся з включеннями викопної флори та фауни є важливими палеогеографічними архівами четвертинного періоду.

Аналіз показує, що з 180 геологічних об'єктів Полісся лише 25–30% активно використовуються в туристичній діяльності. Щорічно Шацькі озера відвідують понад 200 тис. туристів, а Олешківські піски – близько 15 тис. відвідувачів. Економічний потенціал геотуризму в регіоні оцінюється у 15–20 млн грн щорічно за умови комплексного розвитку інфраструктури. Перспективними для туристичного використання є льодовикові озера (Шацькі озера, озера Волинського Полісся), які поєднують геологічну унікальність з рекреаційною привабливістю. Торф'яні родовища регіону можуть стати основою для створення геологічних музеїв просто неба.

Для ефективного використання геологічного потенціалу Полісся необхідно: створити спеціалізовані геотуристичні маршрути «Льодовикове Полісся», розробити освітні програми з палеогеографії регіону, організувати геологічні стежки в межах існуючих природно-заповідних територій. Особливої уваги потребує збереження унікальних відслонень четвертинних відкладів від антропогенного впливу.

Геологічні пам'ятки Поліського регіону представляють унікальний науково-освітній потенціал для розуміння льодовикової історії України. Реліктові форми рельєфу та

відклади четвертинного періоду створюють передумови для розвитку спеціалізованого палеогеографічного туризму. Комплексне використання геологічної спадщини Полісся сприятиме популяризації наук про Землю, розвитку екологічно орієнтованого туризму та збереженню унікальних ландшафтів льодовикового походження для майбутніх поколінь.

Перелік використаної літератури

1. Геологічні пам'ятки України: у 4 т. Т.ІІ / ред. Д.С. Гурський, В.І. Калінін. Київ: Держ. геологічна служба, 2007. 320 с.
2. Кучинська О.П., Дем'янова О.В., Рябий М.М., Люблінська Л.Г., Одукалець І.О. Роль та значення музейного предмета у формуванні екологічної культури. *Геологічні пам'ятки – яскраві свідчення еволюції землі*. Матер. II міжнарод. наук.-практ. конф. м. Кам'янець-Подільський. 16–20 травня 2011. С. 82–84.
3. Геологічні та геоморфологічні пам'ятки України / За ред. В.В. Стецюка. Київ: Логос. 2020. 500 с.
4. Самойленко Л.В., Дубицька А.В. Вплив інженерно-геологічних процесів на стан геологічних пам'яток. *Геологічні пам'ятки – яскраві свідчення еволюції землі*. Матер. II міжнарод. наук.-практ. конф. м. Кам'янець-Подільський. 16–20 травня 2011. С. 116–117.
5. Шевчук Л.М., Герасимчук О.Л., Васільєва Л.А. Аналіз географічних особливостей Житомирського Полісся, його природних ресурсів та потенціалу для розвитку туризму. *Географія та туризм*. 2023. Вип. 73. С. 18–25. <https://doi.org/10.17721/2308-135X.2023.73.18-25>

УДК 551.78:56(477.53)

**ЗНАХІДКА СЕРЕДНЬОЕОЦЕНОВОЇ ФАУНИ У
ВІДВАЛАХ РЕДУТСЬКОГО КАР'ЄРУ (М. ГОРІШНІ
ПЛАВНІ) В СВІТЛІ РОЗШИРЕННЯ МЕЖ
ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЛІСОВІ ОЗЕРА»**

Стефанський В.Л.

*Природний заповідник "Дніпровсько-Орільський",
stefanskyi2016@ukr.net*

У відвалах Редутського кар'єру (м. Горішні Плавні, Полтавщина) вперше знайдено брили опокоподібних пісковиків з численними залишками середньоеоценових губок, двостулків і гастропод. Ці знахідки підкреслюють заповідну цінність території, що рекомендується для розширення меж ландшафтного заказника «Лісові озера».

Ключові слова: еоцен, палеонтологія, Полтавська область, ландшафтний заказник.

**THE FINDING OF MIDDLE EOCENE FAUNA IN THE
DUMPS OF THE REDUTSKY QUARRY (CITY OF
HORISHNI PLAVNI) IN LIGHT OF THE EXPANSION OF
THE BOUNDARIES OF THE "LISOVI OZERA"
LANDSCAPE RESERVE**

Stefanskyi V.L.

Natural reserve "Dnipro-Oril", stefanskyi2016@ukr.net

In the dumps of the Redutsky quarry (city of Gorishni Plavni, Poltava Oblast), sandstone blocks with numerous remains of Middle Eocene sponges, bivalves and gastropods have been discovered for the first time. These findings highlight the protected value of the territory, which is recommended for expanding the boundaries of the "Lisovi Oзера" landscape reserve.

Keywords: Eocene, paleontology, Poltava Oblast, landscape reserve.

Під час гірничих робіт часто розкриваються шари гірських порід, що містять важливі для науки палеонтологічні рештки. На жаль, у більшості випадків ці геологічні об'єкти знищуються внаслідок подальшої розробки. З огляду на це, велике значення для збереження геологічної спадщини України мають не тільки палеонтологічні збори на діючих кар'єрах з подальшим

формуванням колекцій в державних і приватних музеях, але і заповідання прилеглих до кар'єрів площ з відвалами, що містять цінний геологічний і палеонтологічний матеріал.

У межах комплексних геолого-екологічних досліджень щодо обґрунтування необхідності розширення меж ландшафтного заказника місцевого значення “Лісові озера” (м. Горишні Плавні, Полтавщина) [1] було досліджено територію, що безпосередньо прилягає до Редутського гранітного кар'єру і частково вміщує його відвали (рис. 1).

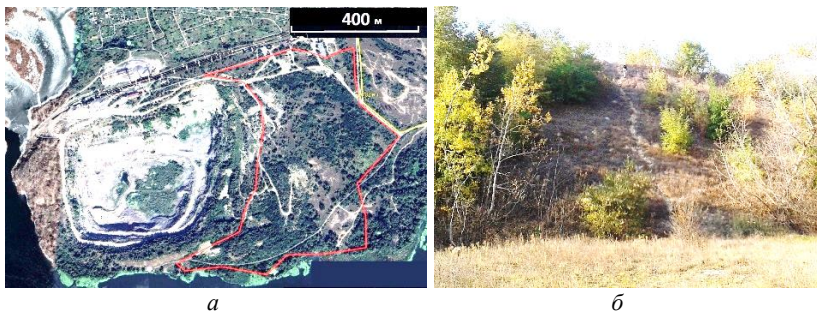


Рис. 1. Редутський кар'єр і його околиці: *а* – мапа території, що запланована до розширення заказника «Лісові озера» (обмежено червоним); *б* – відвали Редутського кар'єру

Останні займають не менше ніж третину дослідженої площі і розташовані в її західній частині. Окрім великого відвалу поблизу кар'єру на дослідженій території знаходяться численні невеличкі відвали (нерідко в об'ємі кузова одного самоскиду), які нерідко покриті рослинністю. При обстеженні всіх вказаних відвалів були вперше знайдені брили опокоподібних пісковиків, які вміщують численні залишки середньоеоценової фауни доброї збереженості (рис. 2).

Пісковики жовтувато-сірого кольору, подекуди з плямами гідрооксидів заліза, міцні, легкі, поруваті, опокоподібні, подекуди із гравелистим матеріалом, із численними кавернами через вилуговування скелетів фауни.

Серед фосилій в пісковиках були визначені залишки ядер і відбитків губок, двостулкових і черевоногих молюсків. Залишки губок представлені ядрами і численними спікулами. Серед

двостулок визначено еоценові *Barbatia* sp., *Spondilus bushi* Phil., *S. cf. tenuispina* Sandb., *Chama calcarata* Lamk., *Venericardia* sp., *Vepricardium* sp., *Solen cf. plagiaulax* Cossm., *Tectus* sp., *Haustator* sp.

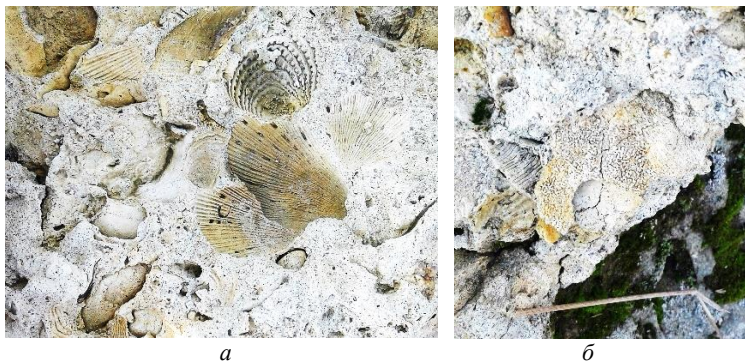


Рис. 2. Залишки середньоеоценової фауни в опокоподібних пісковиках відвальних брил Редутського кар'єру: а – еоценові двостулки *Chama calcarata* Lamk. і *Spondilus bushi* Phil.; б – залишки губок і молюсків (*Ostrea* sp., *Mesalia* sp.)

Звертає увагу присутність представників молюсків рода *Chama*, *Spondilus*, а також численних масивних губок, що вказує на прибережні умови формування порід на скалистому ґрунті. В цілому комплекс свідчить про тепловодні, нормальносолоні, динамічні умови палеобасейну з перевагою біогермів губок, які були породоутворюючими організмами.

Літологічні особливості і склад фосилій опокоподібних порід, що знайдені нами у відвалах Редутського кар'єру, суттєво не відрізняються від таких, описаних з відомих місцезнаходжень середньоеоценової фауни Кіровоградщини і Миколаївщини (Первозванівський, Калинівський, Михайлівський кар'єри, околиці сс. Верблюжка, Воронівка та ін.) [2–4]. Цей факт, а також присутність у встановленому комплексі морських еоценових видів молюсків *Spondilus bushi* Phil., *S. cf. tenuispina* Sandb., *Chama calcarata* Lamk., *Solen cf. plagiaulax* Cossm., дозволяють датувати знайдені у відвалах опокоподібні породи середнім еоценом.

Присутність брил опокоподібних пісковиків з фауною середнього еоцену підвищує наукову, освітню і краєзнавчу цінність території, яка пропонується для заповідання та є привабливою у якості полігону для наукових спостережень і освітніх екскурсій для навчальних закладів.

Перелік використаної літератури

1. Рішення про затвердження Проекту землеустрою щодо організації і встановлення меж територій природно-заповідного фонду, обмежень у їх використанні та їх режимоутворюючих об'єктів (ландшафтний заказник місцевого значення «Лісові озера») на території міста Горишні Плавні. Горишньоплавнівська Міська Рада Кременчуцького району Полтавської області від 06.07.2021

2. Стефанський В.Л. Генезис та розповсюдження сіліцитів палеогену Середнього Придніпров'я та Причорномор'я у світлі неотектоніки кайнозою Українського щита та прилеглих територій. Проблеми геології фанерозою України. Матеріали X Всеукраїнської наукової конференції. Львівський національний ун-т. 2019. С. 48–51.

3. Łukowiak Magdalena, Pisera Andrzej, Stefanska Tetiana, Stefanskyi Vadym. High diversity of siliceous sponges in Western Tethyan areas during the Eocene: palaeobiogeographical, ecological and taxonomic significance. *Papers in Palaeontology*. 2021. pp. 1–29. doi:10.1002/spp2.1416

4. Stefanskyi V.L., Stefanska T.A., Kutsevol M. L. New results of the lithological and paleontological study of the Middle Eocene biogenic siliceous rocks of the central part of the Ukrainian Shield. *Dnipropetrovsk University Bulletin Series: Geology, Geography*. 2018. 26. pp.184–207. doi:10.15421/111820

МУЗЕЙНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ МІНЕРАЛІВ ТА ГІРСЬКИХ ПОРІД

<https://doi.org/10.59911/978-617-95457-7-1.2025.32>

УДК: 553.634.12(477)

КОЛЕКЦІЙНІ ЗІБРАННЯ ФЛЮОРИТУ З РОДОВИЩ УКРАЇНИ

Деревська К.І.^{1, 2}, Руденко К.В.²

¹*Національний університет «Києво-Могилянська академія»,
Національний науково-природничий музей НАН України, Київ, Україна,
derevska@ukma.edu.ua*

²*Національний науково-природничий музей НАН України,
rudenkoksenniiav@gmail.com*

У публікації представлена інформація колекції флюориту з родовищ України, зразки яких зберігаються в відділі геології ННПІ НАН України. Охарактеризовано генезис і мінеральний склад головних флюоритових родовищ, надано їх геохімічні особливості.

Ключові слова: флюорит, корисні копалини, родовища, музейна колекція.

УДК: 553.634.12(477)

COLLECTIONS OF FLUORITE FROM UKRAINIAN DEPOSITS

Derevska K.I.^{1, 2}, Rudenko K.V.²

¹*National University of Kyiv-Mohyla Academy, National Museum of
Natural History at NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, derevska@ukma.edu.ua*

²*National Museum of Natural History at the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
rudenkoksenniiav@gmail.com*

The publication presents the fluorite samples from Ukrainian deposits stored in the Department of Geology of the National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences of Ukraine. The genesis and mineral composition of the primary fluorite deposits are characterised, and their geochemical features are given.

Keywords: fluorite, minerals, deposits, museum collection.

Вступ. Рудопрояви флюориту на території України приурочені до крайових зон Українського щита (УЩ), зон активізації; глибинних розломів, до зон інтенсивної гідротермально-метасоматичної діяльності. В межах України відомі родовища та

рудопрояви плавикового шпату у зоні зчленування Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ) та УЩ (Покрово-Київське родовище, Докучаївський, Каракубський, Новотроїцький прояви), у Приазов'ї (Константинівський прояв, родовище Петрове-Гнутове), у Кіровоградській зоні (Бобринецький, Компанієвський, Первозванівський прояви), на Поділлі (Бахтинське родовище, Новоселківський, Сказинецький, Посухівський, Могилів-Подільський прояви тощо), у Сущано-Пержанській зоні (Пержанське родовище, рудопрояв Центр), а також флюорити Волинського родовища камерних пегматитів [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9]. Родовища флюориту поділяються на дві головні групи: власне плавикошпатові (флюориту більше 30 %) та комплексні (флюориту менше 30 %). Досі у промислових кількостях в Україні плавиковий шпат не видобували, а постачали з різних країн світу. Світові ресурси (близько 77 %) зосереджені в надрах 7 країн, серед яких також Україна (до 50 млн т).

Основна частина. Флюорит – мінерал класу фторидів (CaF_2), що є головним джерелом отримання промислової кількості фтору. Флюорит утворює різні формаційно-генетичні типи: гідротермальні барит-флюорит-поліметалеві, жильні та стратиформні епітермальні, грейзенові та карбонатно-флюоритові рідкометально-флюоритові родовища. Флюорит містить 51,33 % Ca і 48,87 % F; в ньому часто присутні U, РЗЕ (до 30–40 % ітрієвої або церієвої груп), Ga, Be. У фондах музею відділу Геологія зберігаються різнокольорові кристали флюориту з багатьох проявів України та світу.

Найперспективнішим за запасами та умовам залягання корисної копалини в Україні є *Бахтинське родовище* (Вінницька обл.), що розташоване в межах Балтійсько-Дністровської перикратонної зони прогинів в Середньому Подністров'ї. В родовищі зруденіння пов'язане з верхньою частиною ольчедаївських пісковиків, які залягають в базальній товщі венду. Фундамент представлений ранньопротерозойськими гранітоїдами бердичівського комплексу. В північно-східній частині родовища кристалічний фундамент і відклади венду разом з флюоритовим зруденінням виходять на поверхню, а на більшій частині перекриваються відкладами сеноману (мергелі), неогену (глини,

піски, вапняки) і четвертинними (суглинки) загальною потужністю від 20 до 80 м. Текстури руд переважно пошарово вкраплені (рис. 1, 1–3), рідше кокардові. Структури зернисті: переважають структури цементації, де флюорит виокремлюється в інтерстиціях зерен породоутворюючих мінералів, цементуючи їх, з явищами часткового зміщення кальциту і менше інших породоутворюючих мінералів. Флюорит в асоціації з дикітом, новоутвореним кварцом, рідше кальцитом, а також з рудними піритом, галенітом і сфалеритом виповнює прожилки і жили. Флюорит формує ксеноморфні та субідоморфні прозорі зерна розміром 0,5–3 мм та їх зростки, в прожилках розмір зерен до 5–6 мм. Колір флюориту переважно бузковий різної інтенсивності - від безбарвного до яскраво-фіолетового. Інколи зустрічається зелений флюорит. Головні елементи-домішки вкрапленого флюориту Бахтинського родовища - Be, Li, Y, Sn, Zr, Nb. Жильному флюориту притаманні домішки Pb, Zn, Ag [4,9].

Музейна колекція зразків Бахтинського родовища репрезентована 8 зразками – аркозовими сірими середньо- та різнозернистими, слабо сортованими пісковиками на флюоритовому цементі. В породах зустрічаються кварцові та кальцитові жили. Флюорит бузкового, ясно-бузкового, фіолетового кольору, або безбарвний формує вкрапленість, та виокремлюється в інтерстиціях зерен кварцу (рис. 1, 1–3).

Покрово-Київське родовище знаходиться в Амвросіївському районі Донецької області. Приурочено до зони сполучення докембрійських порід Приазовського блоку УЩ з карбонатно-теригенними відкладами Донецької геосинкліналі. Воно локалізоване в грабені, заповненому, переважно, вапняками карбону з пластовими магматичними тілами; глинами і вапняками крейди, що незгідно залягають вище. Родовище представлено трьома основними тілами флюоритових руд: Головним (Центральним), Північним і Південним. Потужність перекриваючих відкладів крейди, неогену і четвертинних складає 80–150 м.

Музейна колекція флюориту з даного родовища містить декілька представників карбонатно-флюоритового підтипу флюоритових руд: вапняки та кератофіри з прожилками флюориту.

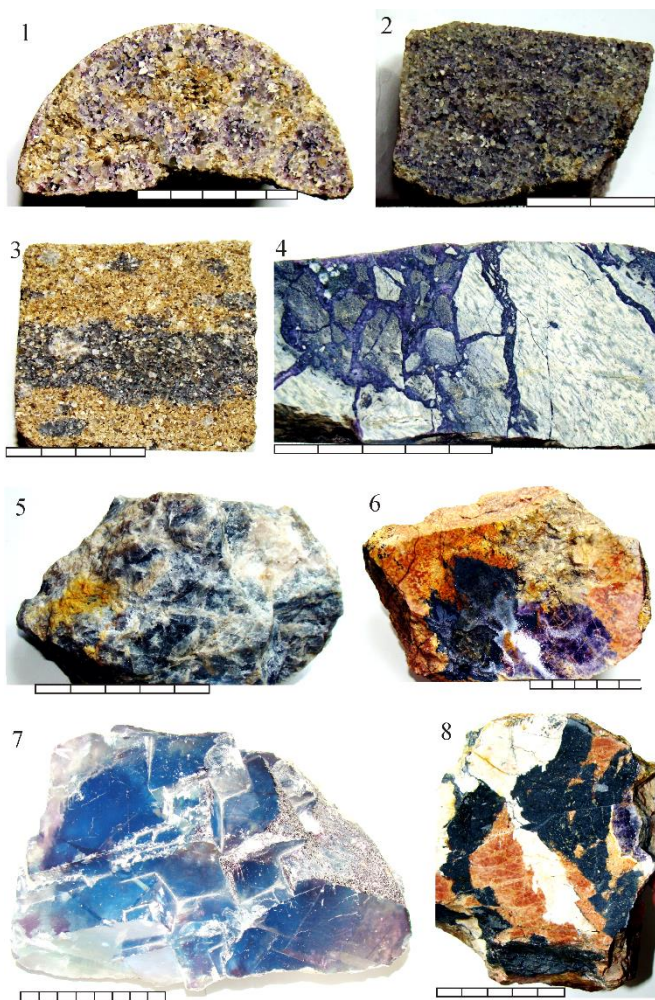


Рис. 1. Флюорит з різних родовищ України: 1–3 – флюорит Бахтинського родовища: 1 – флюорит (бузковий) в цементі пісковнику; 2 – пошарова вкрапленість бузкового флюориту у пісковнику; 3 – пошарова вкрапленість галеніту та флюориту у пісковнику; 4 – флюорит з Покрово-Київського родовища. Прожилки темно-фіолетового флюориту в вулканічній породі; 5–6, 8 – флюорит з родовища Петрове-Гнутове: 5 – флюорит поліхромний; 6, 8 – зростки фіолетового флюориту, галеніту, паризиту, кальциту; 7 – друза блакитного флюориту Волинського родовища

Перший представлений катаклазованим брекчіподібним вапняком містяться кальцит-флюоритові прожилки та гнізда. Вапняк сірого кольору, криптокристалічний, масивний, зі стилолітами, що виповнені чорним вуглецевим матеріалом. Флюорит у зразку асоціює з жильним кальцитом та дикітом. Мінерал прозорий або напівпрозорий. Колір його ясно-бузковий, зеленуватий, безбарвний. Зустрічаються зональні зерна флюориту: центр бузковий, або фіолетовий, периферія блідо-бузкова або безбарвна. Темно-фіолетовий флюорит формує в породі вкрапленість та гнізда розміром до 1–3 см у перетині. Другий, кератофір, ясно-зеленувато-сірий криптокристалічний тріщинуватий з прожилками флюориту. Різноорієнтовані тріщини та прожилки виповнені флюоритом. Товщина прожилків 1–4 мм, гнізд 3–5 до 12 мм. Прожилки флюориту мають зональну будову: центральна частина фіолетова, зальбанди бузкові. Вміст флюориту понад 20 % (рис. 1, 4). Головною домішкою флюориту є стронцій 0,12–0,17 %. Інші рідкісні та РЗЕ знаходяться в кількостях нижче кларкових [5, 9]. Відмічений підвищений вміст Be – від 10 до 1000 г/т [4,9].

Флюорит-карбонатитове родовище *Петрове-Гнупове* розташоване у східній частині УЩ в долині р. Кальміус на північний схід від Маріуполя. Це родовище належить до флюорит-рідкісноземельних, що пов'язані зі лужними сієнітами [5, 9]. Рудне тіло приурочене до контакту граносієнітів з жилою польового шпату, має форму дайки і складене грубозернистими та масивними агрегатами кальциту, бастнезиту, паризиту та флюориту. Вік формування мінералізації становить (за свинцево-ізоопним методом по галеніту) 1920–2100 млн. р [4, 9]. Рудні парагенезиси за даними [1]: ранній – асоціація флюоцериту, бастнезиту, паризиту, кальциту; пізній - флюориту, галеніту з вмістом срібла, аргентиту та інших сульфідів. Текстура руди масивна, гніздоподібна, плямиста (рис. 1, 5, 6, 8). Структури зернисті (від дрібно- до грубозернистих). Агрегати кальциту, паризиту, флюориту грубо- та крупнозернисті, а галеніту дрібнозернисті.

Музейна колекція представлена штуфами, відібраними з поверхні рудної жили (рис. 1, 5, 6, 8): грубозернисті зростки

рожевого кальциту, паризиту, галеніту, флюориту. Штуф розміром 10×5×4 см складений мономінеральним флюоритом грубозернистий зеленувато-сірого, білого кольору, тріщинуватий. Тріщини виповнені пізнім білим, жовтуватим кальцитом та рідше бузковим та білим флюоритом.

Загальні перспективи промислового освоєння мають флюоритові прояви *Суцано-Пержанської зони* в північній частині УЩ. На Центральному прояві в тектонічних зонах серед грейзенізованих пержанських гранітів рудні тіла пласто- та лінзоподібної форми мають потужність від перших сантиметрів до 25 м. Вміст флюориту коливається від перших відсотків до 53,8 % (переважає 28 %). Флюорит утворює гнізда та прожилки у кварц-польовошпатовій породі. Плавиковий шпат містить близько 0,5 % ітрію і рідкісноземельних елементів.

Суцано-Пержанське родовище у музейному зібранні представляють пертозит з вкрапленістю гентгельвіну та каситериту, граніт пержанський з вкрапленістю алюмофторидів (веберит, прозопіт), граніт-порфір з вкрапленістю каситериту з домішками F, Nb, Rb, Li, а також штуф кварцової жили з гентгельвіном у граніті (всього 10 зр.). Граніт крупнозернистий, складений рожевим калішпатом, кварцом, біотитом. Контакт з жилою чіткий. Кварц-гентгельвіновий агрегат грубозернистий. Гентгельвін рожевий, частково окиснений.

Флюорит як другорядний мінерал відомий у *Волинському родовищі* камерних пегматитів [1, 4] на Житомирщині. Пегматитове поле розвинуте в ендоконтактовій зоні Коростенського плутону поблизу контакту його з Волинським габро-лабрадоритовим масивом. За даними [4] у пегматитах виділяється три генерації флюориту: перша – зелений октаедричний, який утворюється в зоні біля заноришів. Його кристалізація відбувалася на межі пневматолітової та гідротермальної стадій. Він асоціює з бериллом, фенакітом, раухтопазом. Друга генерація – фіолетовий, синьо-фіолетовий кубічний в зоні вилугування, в тріщинній та заноришевій зонах. А також метасоматичний флюорит різних зон. Він виник у гідротермальну стадію разом з літєвими слюдами та моріоном. Третя генерація – темно-фіолетовий до чорного дрібнозернистий

флюорит, що асоціює з глинистими мінералами, опалом, халцедоном. Найбільш поширеним є флюорит другої генерації.

У Музеї експонується прозорого поліхромного флюориту у вигляді друзи з кубічних кристалів, двійників росту, кожний з яких має розмір 4–10 см (рис. 1.7). Переважає синій колір флюориту; в окремих кристалах сполучається синій та бузковий кольори. Зразок можливо віднести до другої генерації цього мінералу за класифікацією Є.К. Лазаренка та інші [4].

Висновки. Зібрання флюориту родовищ України ННПМ НАН України є представницькими. В відділу геології експонуються зразки з головних промислових родовищ та їх генетичних типів, різноманітних мінеральних асоціацій, що кристалізуються в широкому діапазоні фізико-хімічних умов мінералоутворювальних розчинів.

Зали «Мінералогія» та «Корисні копалини України» є інформаційною базою потенціалу країни і місцем навчання як для школярів, студентів так і для викладачів і науковців різного профілю. Демонстраційні геологічні матеріали і зразки мінеральної сировини, з якими можна ознайомитися у Музеї дозволяють відвідувачам отримати інформацію щодо геологічної та мінералогічної характеристики флюоритових родовищ України. Отже, представлена колекція флюориту з різних родовищ України є складовою системного геологічного зібрання з родовищ, що надає можливість для глибокого засвоєння і дослідження корисних копалин країни.

Перелік використаної літератури

1. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І., Куліш Є.О., Чумак Д.М. Неметалічні корисні копалини // Центр Європи, Київ–Львів. 2006. 552 с.
2. Деревська К.І., Шумлянський В.О., Курило М.М. Перспективи комплексного освоєння мінеральних ресурсів Середньо–Придністровського регіону України. *Науковий вісник НГУ*. 2005. № 9. С. 5–10.
3. Деревська К.І., Курило М.М. Геолого-економічна оцінка Бахтинського рудного поля (південно-західна частина СЄП). *Матеріали наукової міжнародної конференції “Сучасні економічні можливості розвитку та реалізації мінерального-сировинної бази України і Росії в умовах глобалізації ринку мінеральної сировини”*. 2005. ІГН НАНУ, Київ. С. 74–78.
4. Лазаренко Є.К., Павлишин В.І., Латиш В.Т., Сорокин Ю.Г. *Мінералогія і геохімія камерних пегматитів Волині*. 1973. Львів. 358 с.

5. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України / В.О. Шумлянський, К.І. Деревська, Г.В. Дудар. К.: Знання України. 2003. 300 с.
6. Михайлов В.А., Курило М.М. Мінерально-сировина база флюсової сировини України. Ніка-центр, Київ. 2010. 198 с.
7. Мінеральні ресурси України і Світу. Київ, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2003. С. 329–331.
8. Примушко С.І., Білошапська Т.Д., Величко В.Ф. (ред.). Мінеральні ресурси України. Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». Київ. 2014. 270 с.
9. Шумлянський В.О., Деревська К.І., Курило М.М.. Металічні та неметалічні корисні копалини України та галузі їх застосування. Довідник. 2014. Ніка-центр. Київ. 100 с.

УДК 551.1/.4 (477)

**ПАЛЕОНТОЛОГІЧНА КОЛЕКЦІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО
МУЗЕЮ ПРИРОДНИЧОГО ФАКУЛЬТЕТУ
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ
МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА**

Ковальчук М.С.

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
kms1964@ukr.net*

Подано відомості про палеонтологічну колекцію геологічного музею природничого факультету Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Акцентовано увагу на місце палеонтологічної колекції у вивченні навчальної дисципліни «Геологія» та в підготовці вчителів географії.

Ключові слова: геологічний музей, палеонтологічна колекція, методи навчання.

**THE PALEONTOLOGICAL COLLECTION OF THE
GEOLOGICAL MUSEUM OF THE NATURAL FACULTY OF
THE MYKHAILO DRAGOMANOV UKRAINIAN STATE
UNIVERSITY**

Kovalchuk M.S.

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, kms1964@ukr.net*

Information is provided about the paleontological collection of the geological museum of the Natural Faculty of the Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University. Emphasis is placed on the fact that the paleontological collection of the geological museum contributes to the assimilation of educational material by students, allows for diversification of the forms and methods of the educational process, increases students' interest in learning, their overall level of culture, etc.

Keywords: geological museum, paleontological collection, teaching methods.

Загальні відомості з історичної геології та палеонтології майбутні вчителі географії природничого факультету Українського державного університету імені Михайла Драгоманова отримують при вивченні навчальної дисципліни «Геологія» (тема «Відтворення фізико-географічних умов геологічного минулого»). Під час вивчення цієї теми студенти

знайомляться з основними формаціями, фаціями та методами діагностики фацій, реконструкції кліматичних умов. Для цього студенти використовують палеонтологічну експозицію геологічного музею природничого факультету, тематикою та наповненням експозиції якого безпосередньо займається Ковальчук М.С. Палеонтологічна колекція геологічного музею розміщена в окремій залі, в якій представлені експонати що демонструють розвиток органічного світу від едіакарію до четвертинного періоду. У вітринах музею експонати викопної флори і фауни розміщені за геологічними періодами. До створення палеонтологічної колекції були залучені взірці кафедри географії, а також взірці з приватних колекцій В. Андрущенко, М. Ковальчука, В. Щабельської, В. Гриценка, Л. Якушина, Н. Мельниченко, В. Стефанського, В. Нестеровського, К. Деревської, О. Ніколаєва та ін. [1]. Окремі зразки викопної фауни були надані відділом геології (завідувач В. Гриценко) і відділом палеонтології (завідувач М. Комар) Національного науково-природничого музею НАН України, а також Палеонтологічним музеєм Львівського національного університету імені Івана Франка, Полтавським і Єривтівським гірничо-збагачувальними комбінатами [1, 2]. Палеонтологічна колекція музею постійно поповнюється новими експонатами, зокрема у 2025 році палеонтологічна колекція поповнилася вже 27 експонатами.

Серед взірців, що демонструють едіакарську біоту показовими є одні з перших живих організмів (рис. 1), які заселили нашу планету – строматоліти з Африки та пісковики могилівської світи Середнього Придністер'я з відбитками *Nemiana Simplex*.

Органічний світ різних періодів палеозойської ери (рис. 2) демонструють: первинні багатоклітинні (губки), моховатки, колоніальні планктонні організми (граптоліти), коралові поліпи (підкласи табулята і тетракорали), безхребетні голкошкірі (морські лілії), різноманітні головоногі, черевоногі, плечоногі молюски, членистоногі (трилобіти), конусоподібні тентакуліти, кишковопорожнинні, перистозяберні; відбитки і залишки кистеперих риб, відбитки і залишки плауноподібних, хвощів,

деревоподібних папоротей, фрагменти стебел і листя різних рослин.



Рис. 1. Представники біоти едіакарію. *a* – строматоліт;
б – піскови́к з відбитками *Nemiana Simplex*

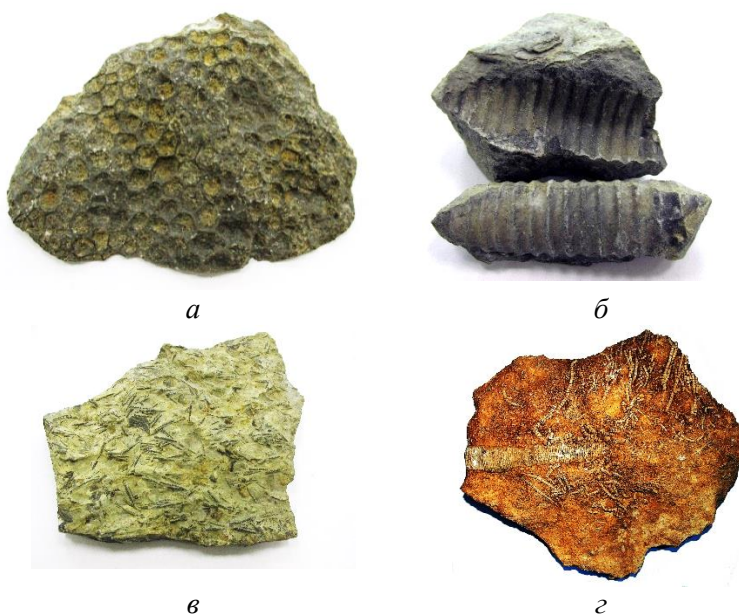


Рис. 2. Представники біоти палеозойської ери: *a* – корал ругоза – силурійський період; *б* – головоногий молюск – силурійський період; *в* – конічні скам'янілості класу *Tentaculita* – девонський період; *z* – морська лілія – кам'яновугільний період

Органічний світ різних періодів мезозойської ери демонструють: голкошкірі (морські їжаки), губки, корали, двостулкові, головоногі, черевоногі молюски; залишки костистих риб, рептилій; зуби мезозавра; біоморфози кальциту і піриту по амоніту.



Рис. 3. Представники біоти мезозойської ери: *а* – головоногий молюск – юрський період; *б* – головоногий молюск – юрський період; *в* – головоногий молюск – крейдовий період; *г* – примітивні губки – крейдовий період

Органічний світ різних періодів кайнозойської ери демонструють: двостулкові, черевоногі молюски; залишки різноманітних риб; зуби акул; голкошкірі (морські їжаки); губки; корали; скам'янілі водорості; зуби вимерлого гігантського слона, мамонта; фрагмент щелепи з зубами мамонта, фрагмент щелепи коня, інших ссавців; ребро, кістки ноги мамонта; череп тура; скам'янілі різноманітні дерева; відбитки та викопні залишки

різноманітних рослин та ін. Частина колекції представлена сучасними коралами, рибами, моллюсками з різних морів і океанів.

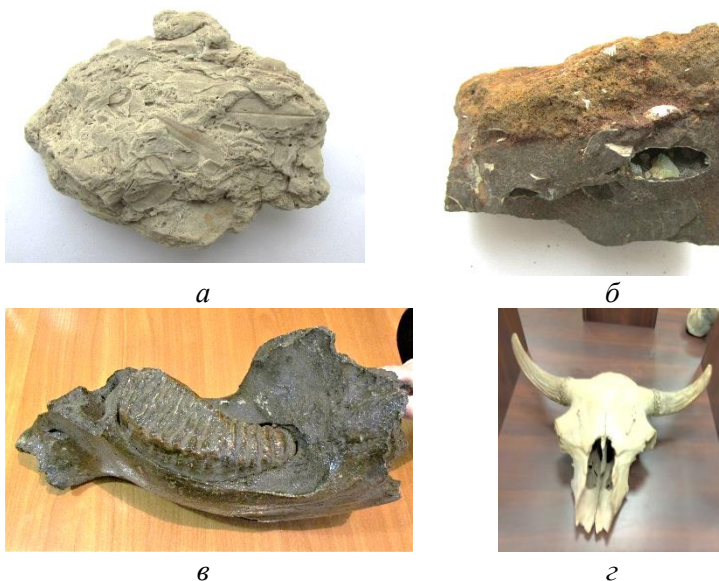


Рис. 4. Представники біоти кайнозойської ери:
а – флороносний пісковик – палеогеновий період; *б* – залізна руда з включенням фауни – неогеновий період; *в* – фрагмент щелепи мамонта – четвертинний період; *г* – череп тура – четвертинний період

Під час вивчення палеонтологічної колекції музею застосовуються інтерактивні (опитування і відповіді на запитання, мозковий штурм, процес всебічного розгляду проблемного питання, відпрацювання навичок), активні (безпосередня участь студента у виконанні практичних завдань з визначення органічних решток, встановлення відносного віку гірських порід та фізико-географічних умов існування біоти чи фціальних умов нагромадження осаду) і наочні (з використанням різноманітних ілюстративних матеріалів) методи навчання. Палеонтологічна колекція дає можливість студентам наочно ознайомитися з викопною флорою і фауною та з особливостями їхньої будови, а репродукції їх зовнішнього

вигляду дають змогу створити уявлення про органічний світ різних геологічних періодів. Експонати різних за літологічним складом і генезисом осадових гірських порід, що містять залишки флори і фауни дозволяють студентам відтворювати фаціальні умови осадонагромадження та встановлювати відносний вік порід. На основі аналізу кількості кілець у черепашках устриць студенти з'ясовують тривалість їхнього життя, а за розміром і товщиною черепашок – відносну температуру водного середовища в якому вони існували.

Отже, палеонтологічна колекція геологічного музею сприяє засвоєнню студентами навчального матеріалу, дозволяє урізноманітнити форми і методи навчального процесу, підвищити інтерес студентів до навчання, їх загальний рівень культури тощо.

Палеонтологічна експозиція використовується не лише в освітньому процесі студентів-географів, а й у популяризації палеонтологічних знань серед учнів закладів загальної середньої освіти Києва, які часто відвідують геологічний музей природничого факультету. Інтерактивні методи проведення екскурсій дозволяють школярам оглянути експонати, задати запитання екскурсоводу, отримати відповідь на запитання, взяти участь у квесті. Під час таких екскурсій школярі активізують свої мисленні і комунікативні здібності, розвивають свою пошукову і дослідницьку діяльність, світоглядні цінності, національну свідомість.

Перелік використаної літератури

1. Ковальчук М.С. Відкриття геологічного музею у Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова. *Мінералогічний журнал*. 2022. № 4 (44). С. 157–162.
2. Ковальчук М.С. Геологічний музей на природничому факультеті Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. *Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання*: зб. матер. одинадцятої наук.-практ. конф. (6 жовтня 2023 р. Хорошів). Хорошів, 2023. С. 240–250. <https://doi.org/10.59911/conf.2023.35/>

УДК 549(477):069(460.71)

**MINERAL DIVERSITY OF UKRAINE IN CSIC
COLLECTION OF ROCKS AND MINERALS, BARCELONA,
SPAIN**

Liventseva Hanna¹, Sukach Vitaliy²

¹*Geociencias Barcelona (GEO3BCN), CSIC, Barcelona, Spain,
hliventseva@geo3bcn.csic.es*

²*Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of
the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, svital@ukr.net*

The exhibition "Geology of the Future: Ukrainian Geology in Modern Europe" is being created on the basis of Geociencias Barcelona (GEO3BCN), CSIC. An important component of the exhibition is a collection of rocks and minerals, demonstrating the mineral diversity of Ukraine. In total, thanks to cooperation with Ukrainian scientific institutions, in particular the Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, a collection of 60 samples has been assembled. The most interesting of them are described here.

Keywords: geology of the future, exhibition of mineral resources of Ukraine.

**МІНЕРАЛЬНЕ РІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ В КОЛЕКЦІЇ
ПІДРОЗДІЛІ ТА МІНЕРАЛІВ CSIC, БАРСЕЛОНА, ІСПАНІЯ**

Лівенцева Г.А.¹, Сукач В.В.²

¹*Geociencias Barcelona (GEO3BCN), CSIC, Barcelona, Spain,
hliventseva@geo3bcn.csic.es*

²*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Семененка
НАН України, Київ, Україна, svital@ukr.net*

Виставка «Геологія майбутнього: українська геологія в сучасній Європі» створюється на базі Інституту Наук про Землю, Барселона, Іспанія. Важливою складовою виставки є колекція гірських порід, руд та мінералів, що демонструє багатства надр України. Загалом, завдяки співпраці з українськими науковими установами, зокрема, Інститутом геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. Семененка НАН України, зібрано колекцію з 60 зразків. Найцікавіші з них описано в статті.

Ключові слова: геологія майбутнього, виставка мінеральних ресурсів України.

The exhibition "Geology of the Future: Ukrainian Geology in Contemporary Europe" is being created at Geociencias Barcelona

(GEO3BCN), CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Higher Council of Scientific Research) in Barcelona, Spain.

The main aims of the project are:

- to increase awareness about geology and minerals of Ukraine
- to demonstrate the unique geological attractions of Ukraine, in order: - to focus on how the development, exploration, and production of Ukrainian mineral resources can help Modern Europe create future-proofing supply chains for the energy transition; - to emphasize the European future of the Ukrainian geology and mining industry.

The ultimate goal of the project is successful cooperation between Spain and Ukraine in geology and related fields.

A very important component of the exhibition is a collection of rocks and ores, demonstrating the mineral geological diversity and mineral resources of Ukraine.

We have formed the collection according to the following criteria:

- 1) the most important minerals of Ukraine, which form the basis of the country's mineral and raw material base; 2) mineral resources, in which Ukraine occupies leading positions in Europe and the world; 3) minerals and rocks of Ukraine that are unique to Europe, but quite common; 4) samples belonging to the geological heritage of Ukraine and its geoattractions.

We have created two posters with high-quality photographs of specific samples. Each sample has a number and this number is displayed on a map of Ukraine according to the location of a particular deposit. Information about the samples is provided in three languages: English, Spanish and Ukrainian.

We offer you the most interesting of them.

Jaspilite is a type of an iron-rich quartzite ore, a metamorphic rock consisting of thin layers of silica (quartzite) and hematite with magnetite. Ukraine hosts the world's one of the largest Kryvyi Rih iron ore basin (ores of jaspilite banded iron formation (BIF); the area is about 300 km²), and as well as the Kremenchuk and Bilozerka iron-ore regions. The potential for increasing explored reserves is determined by large forecasted resources (over 30 billion tons). The Kryvyi Rih iron ore basin is the basis of the raw material base of the ferrous metallurgy of Ukraine.



Fig. 1. Jaspilite (Age 2,2 Ga), Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk region

Graphite (from the Greek. γραφο – to write) is a mineral of the class of native semi-metals, the most stable crystalline form of carbon in the earth's crust. Ukraine has one of the world's largest reserves of natural graphite. The deposits are associated with Precambrian metamorphic rocks of the Ukrainian Shield. Graphite from the Zavallia deposit is truly unique. Ukrainian graphite is of high quality. It is a strategic raw material, an important component of the green energy transition, as well as raw materials for high-tech industries.



Fig. 2. Graphite gneiss, Zavallia deposit, Kirovohrad region

Mercury ore is a natural mineral formation containing mercury in concentrations sufficient for its industrial extraction. The main mineral of mercury ores is cinnabar (HgS) – a low-temperature hydrothermal mineral of the class of simple sulfides. It has a bright red color, diamond-like luster. This sample is from the Mykytivka mercury deposit. Mercury is used in metallurgy, the chemical industry, electroplating, medicine, and agriculture, but due to the negative impact on the environment, the scope of its application is narrowing. It was used to make paint.

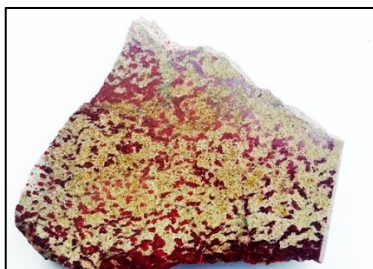


Fig. 3. Mercury ore, Mykytivka, Donetsk region

Petalite $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ (from the Greek word for leaf) is a rare mineral, a lithium aluminosilicate, a typical mineral of rare-metal granite pegmatites, where it is often associated with spodumene and other lithium minerals. In Ukraine, the most famous is the Polohiv lithium deposit, which is located in the Kirovohrad region. The lithium mineral is "white gold", a critical and strategic raw material, an integral component of the green energy transition.



Fig. 4. Pegmatite with Petalite, Polohiv deposit, Kirovohrad region

Labradorite is an intrusive igneous rock of the gabbro family, consisting of the mineral labradorite $(\text{Ca}, \text{Na}) [\text{Al} (\text{Al}, \text{Si}) \text{Si}_2\text{O}_8]$. The name comes from the name of the island of Labrador (Canada). Labradorite is distinguished by a rare property – iridescence – a rainbow optical effect that appears on the cleavage planes of large grains. Iridescence occurs due to the interference of light rays passing through the mineral. It is used as a high-quality facing stone mainly in monumental architecture, and specimens with bright blue and green iridescence are used as decorative and ornamental stones.



Fig. 5. Labradorite, Golovyno deposit, Zhytomyr region

Kerchenite (kertschenite) is an extremely rare mineral (from the name of the Kerch Peninsula) of the phosphate, arsenates and vanadates class. A finely dispersed product of the transformation (oxidation and hydrolysis) of vivianite. Kerchenite has dark blue (sometimes indigo-colored) needle-shaped crystals, combined into radial-ray aggregates. Together with the host rock of iron hydroxides, it is a raw material for iron ore of sedimentary origin. There are α -, β - and γ -kerchenite, which differ in composition and content of Fe compounds. This sample is α -kerchenite, opaque, dark to black. Main deposit – Kerch iron ore basin.



Fig. 6. Kerchenite, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ Kerch, Crimea Peninsula

Mariupolite with sodalite ($\text{Na}_8 [\text{Cl}_2 (\text{AlSiO}_4)_6]$). Sodalite is a rare igneous mineral of alkaline effusive rocks, less commonly intrusive (syenites), sodium aluminosilicate. The Zhovtnevy alkaline massif situated in a north-western part of the eastern Azov area, is a unique province of alkaline magmatism of Proterozoic, it covers an area of 34 km, is a potential resource of Nb, Zr and REE for future exploration and development. Sodalite gives the rock a unique aesthetic

appearance, thanks to which it is used as a gemstone for making jewelry, decorative and artistic products, as well as facing stones.



Fig. 7. Mariupolite with Sodalite (Age: 1,8 Ga), Zhovtnevy alkaline massif, Donetsk region

Komatiites (from the Komati River, Africa) are unique effusive rocks of ultramafic composition with a "spinifex". The mineral composition of basaltic komatiites: olivine, pyroxene (clinopyroxene), chromite or spinel, and volcanic glass. As a result of metamorphism, these primary minerals are replaced by secondary minerals: serpentine, chlorite, talc, tremolite. They are widespread in the Precambrian shields of the world, namely in greenstone structures. In Ukraine, it is common in the Middle Dnieper granite-greenstone and Azov granulite-greenstone regions. Komatiites are associated with deposits of gold, nickel sulfide, platinum, copper.

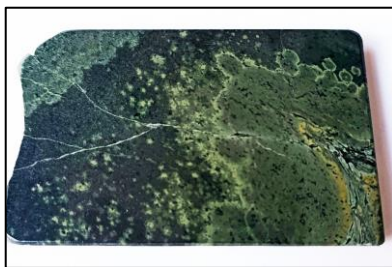


Fig. 8. Metamorphic basaltic komatiite (Age 3,2 Ga), Sura greenstone structure, Dnipropetrovsk region

Such forms of finding of the Ediacaran biota are characteristic of the Vendian sediments of Podolsk Transnistria. The prints are rounded convex disks with a smooth surface. They are interpreted as the

remains of multicellular skeletal animals that led an attached lifestyle and were buried in place. It is believed that most often Nemiana are found in groups from several units to hundreds of specimens, sometimes covering the surface with a continuous layer, the area of which can reach tens and even hundreds of square meters.



Fig. 9. Sandstone with Nemiana simplex fauna (Age 550 Ma), Bernashiv quarry, Vinnytsia region

Impactite (eng. impact – impact, collision) – a rock with high content of nickel, iridium, cobalt, formed at the site of a meteorite fall. It consists of glass and fragments of other rocks and minerals, in particular those were formed under conditions of high temperatures and pressure (coesite, stishovite, etc.). Illinetsky crater is the only astrobleme of Ukraine that partially reaches the Earth's surface. It has a diameter of seven kilometers and a depth of 800 meters. It is considered the oldest in Europe. investigadores de la Universidad de Helsinki revisaron la cifra a 445 Ma.



Fig. 10. Impactite (Age 400 Ma), Illintsi village, Vinnytsia region

УДК 069.4:001.891:004.9:55:57

ПАЛЕОНТОЛОГІЧНИЙ МУЗЕЙ ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Тузяк Я.М., Іваніна А.В., Хом'як Л.М., Богданова М.І.,
Кірчанова О.Г., Гоцанюк Г.І., Шайнога І.В.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
Львів, Україна, yarynatuzyak@gmail.com*

У статті розглянуто трансформацію діяльності Палеонтологічного музею Львівського національного університету імені Івана Франка в умовах невизначеності, складних викликів та воєнного стану. Проаналізовано виклики, з якими зіткнувся музей, а також адаптаційні стратегії, що дозволили забезпечити збереження колекцій, продовження освітньої та наукової діяльності, а також інтеграцію в міжнародний науково-культурний простір. Особливу увагу приділено концепції «музею третього покоління» як інструменту стійкості та культурної дипломатії.

Ключові слова: Палеонтологічний музей, культурна спадщина, музей третього покоління, адаптація, стійкість, наукова комунікація.

PALEONTOLOGICAL MUSEUM AS A PLATFORM FOR TRANSDISCIPLINARY RESEARCH

**Tuzyak Ya.M., Ivanina A.V., Khomyak L.M., Bohdanova M.I.,
Kirchanova O.H., Hotsanyuk H.I., Shainoha I.V.**

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine,
yarynatuzyak@gmail.com*

This article explores the transformation of the Paleontological Museum of Ivan Franko National University of Lviv under conditions of uncertainty, complex challenges, and martial law. It analyzes the challenges faced by the museum and the adaptive strategies that enabled the preservation of collections, continuation of educational and scientific activities, and integration into the international scientific and cultural space. Special attention is given to the concept of the “third-generation museum” as a tool for resilience and cultural diplomacy.

Keywords: Paleontological Museum, cultural heritage, third-generation museum, adaptation, resilience, scientific communication.

Вступ. Університетські музеї відіграють важливу роль у сучасному науковому та освітньому просторі, поєднуючи функції збереження культурної та природничої спадщини з активною

участю в наукових дослідженнях, популяризації знань та формуванні суспільної свідомості [1–3]. Зокрема, Палеонтологічний музей Львівського національного університету імені Івана Франка є унікальним прикладом інституції, що поєднує академічну традицію з інноваційними підходами до вивчення еволюції життя на Землі.

У контексті глобальних викликів – екологічної кризи, цифрової трансформації науки, потреби в міждисциплінарному мисленні – музеї дедалі частіше розглядають як платформи для трансдисциплінарних досліджень. Такий підхід передбачає інтеграцію знань з різних галузей – геології, біології, екології, інформатики, освітніх технологій – задля створення нових моделей наукової комунікації та пізнання.

Палеонтологічний музей ЛНУ імені Івана Франка, маючи багаті колекції викопної фауни та флори, а також тісний зв'язок із академічною спільнотою, демонструє потенціал для реалізації трансдисциплінарних проєктів, що поєднують польові дослідження, лабораторний аналіз, цифрові технології та освітню діяльність. У цьому контексті музей виступає не лише як сховище артефактів, а як активний учасник наукового процесу, здатний генерувати нові знання та сприяти їхній доступності для широкої аудиторії.

Метою статті є аналіз трансформації ролі Палеонтологічного музею ЛНУ у напрямі трансдисциплінарності, а саме: виявлення ключових напрямів інтеграції природничих наук у поєднанні з цифровими технологіями, а також окреслення перспектив розвитку музейної справи в контексті сучасних наукових парадигм.

Теоретичні засади. Сучасна наука дедалі частіше звертається до трансдисциплінарного підходу як до ефективного інструменту вирішення складних проблем, що виходять за межі окремих галузей знань. Трансдисциплінарність передбачає не лише інтеграцію методів і концептів з різних дисциплін, а й створення нових форм знання, що виникають на перетині академічної науки, практики та суспільних потреб (Nicolescu, 2002; Klein, 2010) [6, 7]. У контексті музейної справи це означає переосмислення ролі

музею – від традиційного сховища артефактів до активного учасника наукового, освітнього та соціального діалогу.

Концепція музею третього покоління, запропонована Ф. Кемерон (Cameron, 2006) [5], є ключовою для розуміння сучасної трансформації музейних інституцій. Вона передбачає перехід від об'єктно-орієнтованої до знанняно-орієнтованої моделі, де музей виступає як платформа для створення, обміну та переосмислення знань. У такій парадигмі музей не лише демонструє колекції, а й ініціює міждисциплінарні дослідження, залучає громаду до наукового процесу та використовує цифрові технології для розширення доступу до знань.

Цифровізація музейної справи відкриває нові можливості для трансдисциплінарності. Зокрема, використання 3D-моделювання, віртуальної та доповненої реальності, цифрових баз даних та геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє поєднувати геологічні, біологічні, історичні та освітні дані в єдиному інтерактивному середовищі. Такі інструменти не лише сприяють збереженню та вивченню об'єктів, а й стимулюють нові форми подання інформації, наукової комунікації та залучення аудиторії.

Університетські музеї, зокрема Палеонтологічний музей ЛНУ ім. Івана Франка, мають унікальні передумови для реалізації трансдисциплінарних підходів: тісний зв'язок із академічною спільнотою, доступ до наукових лабораторій, участь у навчальному процесі та можливість залучення студентів і дослідників до спільних проєктів. У цьому контексті музей виступає не лише як об'єкт дослідження, а як інфраструктура для створення нових знань, що поєднує природничі науки, цифрові технології та гуманітарні підходи.

Матеріали і методи. Для дослідження трансдисциплінарного потенціалу Палеонтологічного музею ЛНУ імені Івана Франка було використано комплексний підхід, що поєднує аналіз внутрішніх музейних документів, спостереження за освітніми та науковими активностями, а також напівструктуровані інтерв'ю з працівниками музею, викладачами геологічного факультету та студентами, залученими до музейних проєктів.

Основними джерелами інформації стали:

Описові матеріали музею: каталоги колекцій, внутрішні звіти, презентації освітніх програм.

Цифрові ресурси: вебсайт музею, віртуальні тури, 3D-моделі експонатів, створені в межах освітніх проєктів.

Інтерв'ю: проведено інтерв'ю з ключовими учасниками музейної діяльності, зокрема кураторами, науковцями та студентами, що брали участь у цифрових ініціативах.

Спостереження: участь у відкритих заходах музею, семінарах, воркшопах, що демонструють міждисциплінарний характер роботи.

У процесі дослідження особливу увагу приділено виявленню механізмів співпраці між різними академічними підрозділами університету, а також оцінці впливу цифрових технологій на наукову та освітню діяльність музею. Це дозволило сформулювати уявлення про музей як динамічну платформу для трансдисциплінарного діалогу.

Результати дослідження. Аналіз діяльності Палеонтологічного музею ЛНУ імені Івана Франка засвідчив наявність низки трансдисциплінарних практик, що поєднують геологічні, біологічні та цифрові компоненти. У межах дослідження було ідентифіковано кілька ключових напрямів, які демонструють потенціал музею як платформи для інтеграції знань:

1. Застосування цифрових технологій у вивченні викопних організмів.

У співпраці з кафедрою інженерної геодезії університету «Львівська політехніка» (м. Львів), музей ініціював створення 3D-моделей викопних решток, зокрема безхребетних представників фауни. Ці моделі використовуються як навчальні матеріали для студентів, а також інтегруються у віртуальні тури, доступні на сайті музею. Проєкт реалізовано за участі студентів спеціальностей «Інженерна геодезія» та «Комп'ютерні науки», що забезпечило міждисциплінарну взаємодію. Ключовими компонентами цифрової інфраструктури музею є колекції, освітні ресурси, наукові бази даних і платформи взаємодії – вебсайти, соціальні мережі, мобільні додатки, що в сукупності формують цифрову екосистему музею.

2. Віртуальні експозиції та інтерактивні освітні платформи.

У відповідь на обмеження, спричинені пандемією та воєнним станом, музей розробив серію віртуальних виставок, які поєднують наукову інформацію з візуалізацією об'єктів у цифровому середовищі. Ці платформи дозволяють інтегрувати геологічні дані (стратиграфічне положення, геохронологія) з біологічними характеристиками викопних видів, що сприяє формуванню цілісного уявлення про еволюційні процеси.

3. Освітні воркшопи з елементами STEM [4].

Музей регулярно проводить воркшопи для школярів та студентів, де учасники мають змогу працювати з реальними зразками, створювати цифрові моделі, аналізувати дані за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) та біостатистичних методів. Такі заходи сприяють розвитку навичок критичного мислення, наукового аналізу та командної роботи.

4. Міжфакультетська співпраця.

У процесі реалізації проєктів музей активно співпрацює з факультетами біології, прикладної математики та електроніки, що дозволяє залучати фахівців з різних галузей до спільного вирішення наукових і освітніх завдань. Така співпраця сприяє формуванню нових дослідницьких підходів, зокрема у сфері палеоекології, біоінформатики та візуалізації даних.

Ці результати свідчать про те, що Палеонтологічний музей ЛНУ імені Івана Франка не лише адаптується до сучасних викликів, а й активно формує нові моделі наукової діяльності, що базуються на трансдисциплінарності та цифровій інноваційності.

Обговорення. Результати дослідження підтверджують, що Палеонтологічний музей ЛНУ імені Івана Франка успішно реалізує трансдисциплінарний підхід, поєднуючи геологічні, біологічні, екологічні, геотуристичні, культурні та цифрові компоненти в єдиному науково-освітньому просторі. Така модель діяльності відповідає сучасним тенденціям розвитку музейної справи, де інституції перестають бути лише сховищами артефактів і перетворюються на динамічні платформи для створення нових знань.

Застосування цифрових технологій, зокрема 3D-моделювання, віртуальних турів та інтерактивних освітніх ресурсів, дозволяє не

лише зберігати та вивчати музейні об'єкти, а й робити їх доступними для широкої аудиторії – студентів, школярів, дослідників, громадськості. Це сприяє демократизації знань і формуванню нових форм наукової комунікації.

Важливою особливістю діяльності музею є його інтеграція в академічне середовище, що забезпечує постійний обмін знаннями між різними дисциплінами. Така співпраця дозволяє реалізовувати проєкти, які виходять за межі традиційної геології чи біології, охоплюючи сфери екології, палеоінформатики, освітніх технологій та навіть культурної дипломатії.

Однак, трансдисциплінарний підхід також супроводжується низкою викликів. Серед них – потреба в координації між різними академічними підрозділами, забезпечення технічної підтримки цифрових проєктів, а також необхідність постійного оновлення компетенцій музейного персоналу. В умовах обмежених ресурсів, особливо в період воєнного стану, ці виклики можуть ускладнювати реалізацію інноваційних ініціатив.

Попри це, досвід Палеонтологічного музею ЛНУ демонструє, що навіть у складних умовах можливо створювати ефективні трансдисциплінарні моделі, які сприяють розвитку науки, освіти та культури. Такий підхід може бути адаптований іншими університетськими музеями України та слугувати основою для формування нової парадигми музейної справи – відкритої, інтегрованої та орієнтованої на майбутнє.

Висновки. Палеонтологічний музей Львівського національного університету імені Івана Франка демонструє високий потенціал як платформа для трансдисциплінарних досліджень, що поєднують геологічні, біологічні, екологічні, геотуристичні та цифрові компоненти. У сучасних умовах, коли наука потребує нових форм інтеграції знань, музейна інституція виступає не лише як сховище наукової спадщини, а як активний учасник процесу створення нових знань, освітніх практик та наукової комунікації.

Реалізовані проєкти – діджиталізація викопних організмів, віртуальні експозиції, STEM-воркшопи [4] та міжфакультетська співпраця – свідчать про здатність музею адаптуватися до викликів часу та формувати інноваційні моделі взаємодії між

наукою, освітою і технологіями. Такий підхід сприяє не лише розвитку академічної науки, а й популяризації палеонтології серед широкої аудиторії, формуванню екологічної та еволюційної свідомості.

Університетські музеї, зокрема Палеонтологічний музей ЛНУ, можуть і повинні відігравати ключову роль у трансформації наукового ландшафту України, особливо в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення. Їхня діяльність має бути підтримана на інституційному та державному рівнях, з урахуванням потреб цифровізації, міждисциплінарності та міжнародної інтеграції.

Перелік використаної літератури

1. Ковальчук Є. Музей у сучасному світі: розробка наукової концепції. Волинський краєзнавчий музей. https://volyn-kray-mus.at.ua/publ/muzej_u_suchasnomu_sviti_rozrobka_naukovoji_koncepciji/1-1-0-62
2. Панас Н. Використання цифрових технологій у музейній та пам'яткоохоронній діяльності. *Молодий вчений*. 2019. <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2585>
3. Снагощенко В. Університетський музей: традиційний та інноваційний підходи в освітній діяльності. *Молодий вчений*. 2018. <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3561>
4. Сліпухіна І., Савченко Я. Реалізація STEM-підходу в освітньому середовищі музею науки. *Інститут обдарованої дитини НАПН України*. 2023. https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744029/5/Realizaciya%20STEAM_Slipuhina-Savchenko%202023.pdf
5. Cameron F. Beyond the cult of the replicant: Museums and historical digital objects – Traditional concerns, new discourses. In *Theorizing Digital Cultural Heritage*. 2006. (pp. 49–75). MIT Press.
6. Nicolescu B. *Manifesto of Transdisciplinarity*. 2002. SUNY Press.
7. Klein J.T. *Creating Interdisciplinary Campus Cultures: A Model for Strength and Sustainability*. Jossey-Bass. 2010.

УДК 549.673 (043.3)

**КОЛЕКЦІЯ РОДОХРОЗИТІВ МІНЕРАЛОГІЧНОГО
МУЗЕЮ ІМЕНІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА**
**Цільмак О.В., Бурбан К.А., Бучинська А.В., Дворжак Т.С.,
Борняк У.І.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,
Україна, mineralogy.museum@lnu.edu.ua*

Здійснено детальну каталогізацію колекції родохрозитів Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка. Музейна колекція налічує 22 зразки з родохрозитом з родовищ і рудопроявів Європи (Румунія, Німеччина, Сербія, Україна), Азії (Таджикистан), Північної (США) та Південної Америки (Перу). Проведено опис зразків з дослідженням історії надходження зразків до збірки.
Ключові слова: родохрозит, колекція, музей, родовище.

**THE COLLECTION OF RHODOCHROSITES OF THE
YEVHEN LAZARENKO MINERALOGICAL MUSEUM**
**Tsilmak O.V., Burbank K.A., Buchynska A.V., Dvorzhak T.S.,
Bornyak U.I.**

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv Ukraine,
mineralogy.museum@lnu.edu.ua*

The collection of rhodochrosites of the Yevgen Lazarenko Mineralogical Museum has been detailed cataloged. The collection includes 22 samples of rhodochrosite from deposits and ore occurrences in Europe (Romania, Germany, Serbia, Ukraine), Asia (Tajikistan), North (USA) and South America (Peru). A detailed description of the samples has been carried out with a study of the history of the samples entering the collection.

Keywords: rhodochrosite, collection, museum, deposit.

Мінералогічний музей імені Євгена Лазаренка (надалі – Музей) – один із найдавніших мінералогічних музеїв України і світу, колекція якого охоплює понад 14 тисяч зразків мінеральних утворень зі всіх континентів земної кулі, а також метеоритів і космічного пилу; це перший структурний підрозділ геологічного спрямування у Львівському національному університеті імені Івана Франка.

Музейні мінералогічні колекції є важливою складовою природничої та наукової спадщини людства. Вони зберігають унікальні зразки мінералів, які нерідко походять з уже вичерпаних чи недоступних родовищ, і тим самим фіксують історичний зріз геологічного різноманіття планети. Опис музейних мінералогічних колекцій є необхідною умовою їх наукової систематизації та збереження і є одним із ключових завдань музейної та наукової діяльності. Каталогізація з детальним описом експонатів, географічною прив'язкою, із зазначенням даних про джерело і час поступлення зразка дозволяє не лише впорядкувати фондові матеріали, а й створити надійну базу для подальших наукових досліджень, музейної педагогіки та міждисциплінарних проєктів.

В 2025 році працівниками Музею проведено детальну каталогізацію колекції родохрозитів з описом зразків та дослідженням історії її поповнення. Ця колекція вирізняється не лише естетичною привабливістю, але й науковою цінністю завдяки різноманітності форм, агрегатів та географічного походження зразків.

Колекція родохрозитів налічує 22 зразки з родовищ і рудопроярів Європи (Румунія, Німеччина, Сербія, Україна), Азії (Таджикистан), Північної (США) та Південної Америки (Перу). Окремі зразки з цієї колекції представлені в експозиціях Музею “Забарвлення”, “Морфологія”, “Ізоморфізм” та “Карбонати”.

В історії становлення колекції родохрозитів Музею доцільно виділити чотири етапи: 1-й етап – 1870–1880-ті роки, 2-й етап – 1920-ті роки, 3-й етап – 1960-ті роки, 4-й етап – новітній в 2020-х роках.

Експонати першого етапу складають основну частину колекції родохрозитів Музею. В цей період музейна колекція поповнилась зразками зі старих європейських родовищ Німеччини і Румунії.

На етикетці німецького зразка з родохрозитом зазначена географічна локація Oberneisen (Обернайзен). Завдяки аналізу даних по родохрозитах цього району встановлено, що ймовірно зразок відібраний з рудника Rothenberg (Ротенберг) (інша назва – Seitersfeld) – давнього рудника, де видобували руди заліза і мангану. Цей рудник розташований біля Обернайзена, приблизно

за 3 км на південний схід від Нідернайзена (об'єднаний муніципалітет Аар-Айнріх, район Рейн-Лан, федеральна земля Рейнланд-Пфальц, Німеччина). Він вважається вичерпаним з 1928 року. Музейний зразок представлений смугастим агрегатом гідроксидів і оксидів заліза з прожилками, виповненими друзовими агрегатами родохрозиту розміром до 1 мм темно-коричневого забарвлення (рис. 1).



Рис. 1. Друза родохрозиту в агрегаті оксидів і гідроксидів заліза (рудник Ротенберг, Німеччина)



Рис. 2. Кальцит-родохрозитовий агрегат (родовище Кавнік, Румунія)

Морфологія кристалів унікальна, типова саме для однієї з морфологічних відмін родохрозиту, описаних на руднику Ротенберг — кристали представлені двосторонніми тригональними призмами. Також родохрозит у зразку спостерігається у вигляді землистих агрегатів рожевого забарвлення.

Експонати з Румунії представлені зразками з історичних родовищ Секеримб і Кар'єра-Четате (район Південних Апусенських гір) й Кавнік (рудний район Бая-Маре). Для родовищ Кавнік і родовища в районі комуни Рошія-Монтане (Кар'єра-Четате) археологічними дослідженнями підтверджено початок розвитку гірничої галузі ще в часи Римської імперії. Кавнік є типовим місцем (TL – Type locality) для родохрозиту. Родовище Секеримб розробляється з 1745 року. Румунські родовища, з яких наявні зразки з родохрозитом в колекції Музею, розробляються і в наш час, вони є класичними епітермальними

родовищами, де видобувають золото, срібло, мідь, телур, свинець, цинк і є важливою складовою економіки Румунії.

В музейних зразках з Кавніка представлені родохрозити усіх морфологічних типів агрегатів цього родовища: смугасті оніксоподібні кальцит-родохрозитові (рис. 2) і характерні для Кавніка ботріюїдні (сферолітові, гроноподібні) агрегати (рис. 3).



Рис. 3. Ботріюїдні агрегати родохрозиту в кварцовій матриці (родовище Кавнік, Румунія)



Рис. 4. Скупчення розеток ромбоєдричних кристалів родохрозиту (родовище Секеримб, Румунія)

У зразках з родовища Секеримб родохрозит спостерігається у вигляді друз ромбоєдричних кристалів, скупчень розеток ромбоєдричних кристалів (рис. 4) і натічних агрегатів. Зразок з району Рошія-Монтане (повіт Альба, Румунія) представлений кварц-родохрозитовим прожилком з вкрапленнями золота розміром до 1 мм у вмісній вулканічній породі.

На жаль, лише стосовно частини експонатів в каталозі, укладеному в цей період, зазначені відомості, в кого були закуплені зразки. Частина зразків придбані в дилерському центрі Теодора Шухардта (Theodor Schuchardt) «Chemische Fabrik & Mineralhandlung» (підприємство з постачання хімічних речовин і дилерство мінералів) у місті Мускау (зараз Бад-Мускау) району Герліц (Німеччина), заснованому 1865 року. Зразок з родохрозитом з рудного району Кар'єра-Четате (Рошія-Монтане, Румунія) був придбаний в дилера на прізвище Кутера (Kuthera).



Рис. 5. Псевдоморфоза родохрозиту і кальциту по рештках двостулкових молюсків в землистому агрегаті оксидів і гідроксидів заліза (Камиш-Бурунське родовище, Крим, Україна)



Рис. 6. Кварц-родохрозитовий агрегат (родовище Хуанзала, Перу)

Другий етап поповнення колекції родохрозиту припадає на час формування мінералогічної колекції кафедри кристалографії Львівського університету (рік заснування кафедри – 1923). В цей час у дилерському центрі Фрідріха Кранца (F. Krantz) здійснено закупівлю великої колекції мінералів, серед яких є один зразок з родохрозитом. Dr. F. Krantz Rheinisches.

Mineralien-Kontor (в перекладі з нім. Кранц – Рейнська мінеральна контора) – юридичний спадкоємець дилерського центру доктора Августа Кранца, заснованого 1833 року у Фрайзбурзі; фірма існує донині і не змінила напрямку своєї діяльності. Зразок з родохрозитом походить з рудного району Бютте (штат Монтана, США), де до 1960-х років видобували манганові руди. Експонат представлений масивним агрегатом родохрозиту світло-рожевого забарвлення з прожилками білого кварцу потужністю до 1 см і вкрапленнями халькопіриту і галеніту.

Зразки третього етапу становлення колекції надійшли з особистих колекцій визначних українських мінералогів. В 1963 році О.І. Матковський передав до колекції Музею зразок з району Чивчин (Івано-Франківська область, Україна), який представлений тонкозернистим агрегатом родохрозиту і родоніту рожевого забарвлення з прожилками оксидів мангану. В 1965 році

Л.О. Станкевич подарував Музею зразок з родохрозитом з Камиш-Бурунського родовища (Крим, Україна). Зразок представлений агрегатом оксидів і гідроксидів заліза з рештками скелету двостулкових молюсків, заміщених мікрозернистим агрегатом карбонатів – родохрозиту лососево-рожевого забарвлення і кальциту (псевдоморфоза карбонатів по рештках двостулкових молюсків) (рис. 5). В 1967 році колекція родохрозитів Музею була доповнена Є.К. Лазаренком зразком з району Майданпек (округ Бор, Сербія) – доломітовий прожилок у вмісній вулканічній породі з дрібними до 2 мм кристалами родохрозиту лососево-рожевого забарвлення в центральній частині прожилка.

В новітній (четвертий) етап становлення колекція родохрозитів поповнилась двома зразками. В 2023 році Л.З. Скаун передав до колекції Музею фрагмент родохрозитового прожилку світло-рожевого з легким бежевим відтінком забарвлення з Гісарського хребта (Таджикистан). Зразок з родохрозитом з родовища Хуанзала (провінція Болоньєзі, регіон Анкаш, Перу) в 2024 році Музею подарувала Марія Терлецька, яка придбала цей експонат на виставці-продажі мінералів у Мадриді. Родохрозит у зразку спостерігається у двох морфологічних формах. Родохрозит формує дрібнокристалічний (розмір кристалів до 1 мм) масивний агрегат світло-рожевого кольору, а також розетки таблитчастих ромбоєдричних кристалів (розмір розеток 2–3 мм) (рис. 6).

Під час опису колекції родохрозитів Мінералогічного музею виокремлено зразки для подальших досліджень з метою уточнення мінерального складу та детального опису кристаломорфологічних особливостей родохрозиту. Надалі планується проведення більш детального аналізу цих зразків із використанням відповідних аналітичних методів.

МУЗЕЙНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ МІНЕРАЛІВ ТА ГІРСЬКИХ ПОРІД

Шепель П.В., Башинський С.І.

*Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир,
Україна, rr52_shpv@student.ztu.edu.ua, kgt_bsi@ztu.edu.ua*

Музейні мінералогічні колекції є важливим інструментом збереження геологічної спадщини та розвитку наук про Землю. Розглянуто наукову, освітню та культурну роль колекцій, методи дослідження зразків, принципи їх консервації та міжнародний досвід систематизації. Приділено увагу унікальним мінералам та перспективам цифровізації музейних фондів.

Ключові слова: музейні колекції, геологічна спадщина, консервація зразків, пегматити Волині, цифровізація фондів.

MUSEUM ASPECT OF RESEARCH AND PRESERVATION OF MINERALS AND ROCKS

Shepel P.V., Bashynskiy S.I.

*Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine,
rr52_shpv@student.ztu.edu.ua, kgt_bsi@ztu.edu.ua*

Museum mineralogical collections are an important tool for preserving geological heritage and developing Earth sciences. The scientific, educational, and cultural role of collections, methods of studying samples, principles of their conservation, and international experience in systematization are considered. Attention is paid to unique minerals and the prospects for digitization of museum collections.

Keywords: museum collections, geological heritage, specimen conservation, pegmatites of Volynia, digitization of collections.

Музейні мінералогічні колекції відіграють ключову роль у збереженні геологічної спадщини та розвитку наук про Землю. В умовах інтенсивного техногенного навантаження на природні екосистеми та зміни клімату особливо актуальним стає питання систематизації, дослідження та збереження унікальних зразків мінералів і гірських порід для майбутніх поколінь дослідників.

Музейні мінералогічні колекції створюються з декількох фундаментальних цілей.

По-перше, це збереження унікальних зразків як еталонів для наукових досліджень – багато родовищ уже вичерпані або недоступні, тому музейні зразки стають незамінним матеріалом для вивчення процесів мінералоутворення.

По-друге, колекції служать документальним свідченням геологічної історії Землі, зберігаючи інформацію про умови формування різних типів родовищ і геологічних процесів минулого.

По-третє, музейне зберігання забезпечує доступність рідкісних та типових зразків для освітніх цілей, дозволяючи майбутнім геологам і мінералогам ознайомитися з різноманіттям мінерального світу. Нарешті, музеї зберігають культурно-історичну цінність дорогоцінного каміння, демонструючи його роль у розвитку цивілізації та декоративно-прикладного мистецтва. Таке комплексне зберігання створює потужну наукову базу для фундаментальних і прикладних досліджень.

У вітчизняних умовах, зокрема в Музеї коштовного і декоративного каміння у Хорошеві (Житомирська область), який містить унікальне зібрання мінералів з камерних пегматитів Волині, застосовується комплекс традиційних і сучасних методів дослідження. Основними є кристалооптичні дослідження з використанням поляризаційних мікроскопів, рентгеноструктурний аналіз для визначення кристалічної структури, а також гранулометричний, кристалохімічний та парагенетичний аналіз для встановлення хімічного складу, структури та умов утворення мінералів.

Міжнародний досвід, зокрема музею Terra Mineralia у Фрайберзі (Німеччина), демонструє важливість систематизації за географічним та генетичним принципами. Каталогізація включає створення детальних паспортів зразків з фіксацією морфологічних особливостей, хімічного складу, місцезнаходження та умов знаходження, що особливо актуально для унікальних зразків із Волинських родовищ, які представляють світовий інтерес для мінералогічних досліджень.

Періоди приросту:

- 1834–1900: Формування базових колекцій (+8,000 зразків);

- 1900–1939: Активний розвиток (+10,000 зразків);
- 1945–1985: Повоєнне відновлення (+10,000 зразків);
- 1996: Створення Хорошівського музею (1,800 зразків).

Періоди занепаду:

- 1941–1945: Втрати під час війни (–20,000 зразків)
- 1990-ті: Економічні труднощі перехідного періоду

Консервація мінералогічних зразків потребує індивідуального підходу залежно від мінерального складу та структурних особливостей. Основні принципи включають контроль температурно-вологісного режиму (18–22°C, відносна вологість 45–60 %), захист від світлового випромінювання та мінімізацію механічних впливів.

Динаміка кількості експонатів у часі

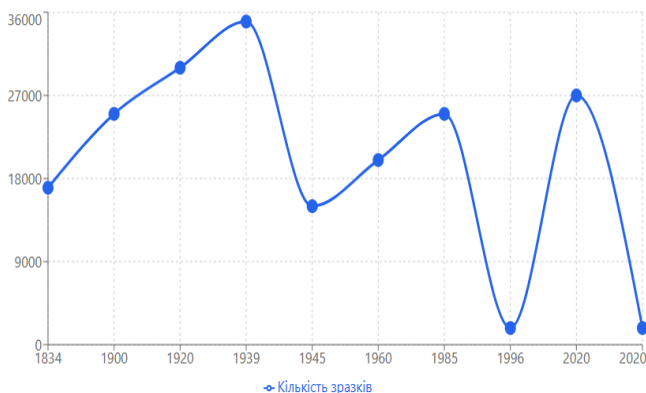


Рис.1. Динаміка кількості експонатів у часі

Особливу увагу потребують нестабільні мінерали: сульфідні мінерали (піротин, піроліт) схильні до окислення та утворення сульфатів, що призводить до руйнування зразків; гідратні мінерали (мірабіліт, тенардит) можуть втрачати кристалізаційну воду при низькій вологості повітря; деякі різновиди аметисту та димчастого кварцу вицвітають під дією ультрафіолетового випромінювання.

Для зберігання органогенних утворень, зокрема бурштину, необхідні спеціальні умови – захист від перепадів температур (що

може призвести до появи тріщин) та контроль вологості для запобігання крихкості. Дорогоцінне каміння з включеннями потребує особливої обережності: включення рідини у смарагдах можуть призвести до внутрішніх напруг при температурних коливаннях, а перли втрачають перламутровий блиск при пересиханні або надмірній вологості.

Мінералогічні колекції служать унікальним навчальним матеріалом для підготовки фахівців у галузі геології, мінералогії та суміжних наук. Музейні зразки дозволяють студентам та молодим дослідникам ознайомитися з різноманіттям мінерального світу, вивчити закономірності мінералоутворення.

Музейний аспект дослідження і збереження мінералів та гірських порід є невід'ємною складовою розвитку геологічних наук. Ефективне поєднання традиційних підходів із сучасними технологіями дослідження та збереження забезпечує не лише збереження унікальної геологічної спадщини, але й створює основу для майбутніх наукових відкриттів. Подальший розвиток цього напрямку потребує міжінституційної співпраці, стандартизації методів роботи з колекціями та впровадження інноваційних технологій цифровізації музейних фондів.

Перелік використаної літератури

1. Основи гемології: електронний навчальний посібник / Квасниця І.В. Інтернет-ресурс Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2023. 184 с.
2. Павлишин В.І. Мінералогія. Ч.1 : підручник / В.І. Павлишин, С.О. Довгий. Київ : КНТ, 2008. 534 с.
3. museumstone.com.ua

УДК 069:55:549

**МУЗЕЙ КОШТОВНОГО І ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ:
ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ ДЛЯ
МАЙБУТНІХ ПОКОЛІНЬ**

Яковлєва В.В.

*ДУ «Музей коштовного і декоративного каміння»,
с.мт. Хорошів, Житомирська обл., muzey_vv@ukr.net*

У статті розглядається роль музею коштовного і декоративного каміння як ключової установи у справі збереження геологічної спадщини. Аналізуються основні функції музею: формування колекцій, дослідження експонатів, освітня місія, популяризація знань про унікальні геологічні об'єкти та виховання відповідального ставлення до природних ресурсів.

Ключові слова: музей, коштовне і декоративне каміння, геологічна спадщина, фондово-облікова документація, туристичний потенціал.

**MUSEUM OF PRECIOUS AND DECORATIVE STONES:
PRESERVATION OF GEOLOGICAL HERITAGE FOR
FUTURE GENERATIONS**

Yakovleva V.V.

*State Institution «Museum of precious and decorative stones»
Khoroshiv, Zhytomyr region, muzey_vv@ukr.net*

The article examines the role of the museum of precious and decorative stones as a key institution in preserving geological heritage. The main functions of the museum are analyzed: collection formation, exhibit research, educational mission, popularization of knowledge about unique geological objects, and fostering a responsible attitude towards natural resources.

Keywords: museum, precious and decorative stones, geological heritage, collections management documentation, tourism potential.

Україна має надзвичайно багату геологічну історію та різноманіття корисних копалин, що є справжнім скарбом як для науки, так і для культури. Ці мінеральні ресурси мають не лише естетичну та практичну цінність для ювелірної справи, а й відіграють ключову роль у дослідженні етапів формування земної кори.

Геологічна спадщина – це невід'ємна складова національної ідентичності, адже вона поєднує природні, історичні та культурні

аспекти розвитку країни. В Україні, яка може похвалитися винятковими родовищами та рідкісними геологічними формаціями, питання їхнього збереження та вивчення є надзвичайно актуальним.

Одним із провідних центрів, що займається охороною, вивченням та популяризацією цієї унікальної спадщини, є Музей коштовного і декоративного каміння. Він не лише презентує природну красу каменів, а й виконує важливу просвітницьку, наукову та культурну місію, формуючи усвідомлене ставлення суспільства до геологічного багатства України.

Державна установа «Музей коштовного і декоративного каміння» (сmt Хорошів, Житомирська область) створена відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11 грудня 1996 р. № 1485 «Про створення музею коштовного і декоративного каміння» на базі мінералогічної колекції орендного підприємства «Кварцсамоцвіти», та передана в управління Міністерству фінансів України. Урядом було прийнято рішення про те, що мінералогічна колекція, яка була зібрана працівниками підприємства, приватизації не підлягає: це зібрання мінералів і гірських порід, що стало результатом багаторічної кропіткої праці місцевих працівників геологічного підприємства, знане і шановане як серед фахівців геологічної науки, так і серед численних прихильників природи, має стати музеєм, окремою публічною державною установою.

Це рішення вимагало виконання ряду заходів. Визначальними серед них було розширення та поповнення мінералогічної колекції новими зразками, що мають освітню та наукову цінність, а також створення відповідних умов для збереження експонатів. Важливим напрямком діяльності також стає організація й активізація наукових досліджень у сфері геології та мінералогії, а також популяризація геологічних знань серед широкої аудиторії шляхом проведення лекцій, екскурсій, тематичних виставок і видавничої діяльності.

У період, коли колекція мінералів перебувала у підпорядкуванні геологічної організації «Кварцсамоцвіти», системна робота з обліку експонатів не проводилась. Зразки збиралися та зберігалися без належного документального

оформлення, що ускладнювало їхню ідентифікацію, наукову атрибуцію та забезпечення належних умов збереження.

Ситуація кардинально змінилася після того, як установі було надано офіційний статус державного музею. Відповідно до вимог чинного законодавства в закладі було розпочато повноцінне ведення музейної фондово-облікової документації. Зокрема, було створено інвентарні книги, описові картки для кожного експоната, запроваджено систему реєстрації надходжень, а також визначено порядок проведення їхньої періодичної перевірки. Це сприяло впорядкуванню музейної колекції, забезпеченню її збереження та підвищенню загального рівня організації музейної діяльності.

Крім того, коли колекція мінералів була під управлінням геологічної організації «Кварцсамоцвіти», відсутність належного фондово-облікового контролю створювала умови для можливих вилучень експонатів. Через відсутність реєстрації та системного збереження окремі зразки могли бути передані стороннім особам, використані у виробничих цілях, а інколи й просто втрачалися без можливості їхнього повернення до колекції мінералів. Відсутність відповідної документації унеможливлювала відстеження подібних випадків і суттєво ускладнювала збереження музейного фонду.

Обставини докорінно змінились після надання музею статусу державної установи. Відповідно до вимог законодавства було впроваджено суворий облік усіх експонатів, запроваджено механізми контролю за збереженням кожного музейного предмета. Завдяки цьому всі об'єкти колекції отримали офіційний статус, їхнє незаконне вилучення чи втрата стали неможливими. Державний контроль і нормативно-правова база забезпечили надійний захист музейних фондів, що гарантує їхнє збереження для майбутніх поколінь.

З метою забезпечення належного функціонування та збереження музею постановою Кабінету Міністрів України від 19 грудня 2001 № 1709 «Про затвердження переліку наукових об'єктів, що становлять національне надбання, та внесення змін до Положення, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 18 лютого 1997 р. № 174» колекція коштовного і

декоративного каміння віднесена до Переліку наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Статус національного надбання для колекції коштовного і декоративного каміння набуває особливого значення, оскільки це дозволяє забезпечити охорону, збереження та підтримку колекції навіть у критичних умовах. Даний статус є своєрідною гарантією того, що музей, і надалі буде стабільно існувати, він є запорукою стабільного сталого розвитку та нашої впевненості, що колекція знаходиться під незмінною опікою та захистом держави.

Колекція має значне наукове значення, оскільки включає рідкісні та незамінні зразки мінералів, які більше не зустрічаються в природі. Більше того, окремі її експонати, відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 травня 2004 року №306-р, увійшли до Історичного фонду дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння України – складової Державного фонду дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння.

Музей коштовного і декоративного каміння є справжньою геологічною скарбницею. Його експозиція включає зразки мінералів та гірських порід, виявлені як в Україні, так і на інших континентах – у Європі, Америці, Африці. Наразі установа володіє майже 3000 музейними предметами, включаючи геологічні зразки та унікальні друковані видання.

П'ять основних колекцій геологічних матеріалів музею демонструють неймовірне розмаїття мінерального світу, дозволяючи відвідувачам зануритися у процеси формування Землі, що тривали мільярди років. Кожна з цих колекцій має безцінне значення для наукових досліджень, освітніх програм та культурного розвитку.

1. *Літотека* – це захоплива колекція гірських порід, зібраних з різних куточків світу. Вона ілюструє, як різноманітні геологічні процеси призводять до формування неповторних зразків, даруючи відвідувачам повне уявлення про склад і структуру земної кори.

2. *Колекція мінералів Волинського родовища камерних пегматитів*. Це зібрання є перлиною музею, представляючи унікальні екземпляри мінералів, що утворилися в надрах

Волинського родовища – геологічного утворення, відомого своїми велетенськими кристалами берилу, топазу та кварцу. Ці рідкісні зразки є результатом складних процесів кристалізації магматичних розплавів, і саме тут можна побачити високоякісні берили та топази, що мають не лише естетичну, а й непересічну наукову цінність.

3. *Колекція мінералів України.* Ця колекція яскраво ілюструє мінеральне багатство нашої країни, включаючи зразки з різних геологічних регіонів: Карпат, Поділля, Донбасу, Криму та інших територій. Відвідувачі можуть ознайомитися з широким спектром мінералів, серед яких бурштин, гранат, кальцит, гіпс, родоніт, яшма, агат та численні інші, що свідчить про значні мінеральні ресурси України.

4. *Колекція мінералів світу.* Ця складова музею пропонує відвідувачам подорож мінеральним світом, представляючи зразки з Бразилії, Афганістану, Індії, Польщі, Конго та інших країн. Вона включає як дорогоцінне каміння, так і унікальні рідкісні мінерали, що не зустрічаються на території України. Ця колекція не лише ілюструє геологічне розмаїття Землі, а й сприяє глибшому розумінню процесів мінералоутворення в різних геологічних умовах.

5. *Колекція виробів з коштовного і декоративного каміння.* Тут відвідувачі можуть насолодитися майстерно обробленими зразками бурштину, аквамарину, берилу, топазу, кварцу та різноманітних виробних каменів, що застосовуються в ювелірному мистецтві. Експозиція наочно ілюструє перетворення необроблених мінералів на вишукані прикраси, що підкреслює їхню естетичну цінність та місце в геологічній спадщині.

Значне розширення основного фонду Музею коштовного і декоративного каміння відбулося у 2016 році, коли до геологічних матеріалів (мінералів та гірських порід) додався фонд письмових матеріалів. Це стало ключовим моментом у розвитку музею, відкривши можливості для глибшого дослідження історичних і наукових аспектів геології. До нового фонду увійшли: цінні стародруки та рідкісні книги, що відображають світогляд минулих вчених; науково-популярні видання, що роблять науку

доступною для широкого загалу; геологічні атласи, мінералогічні енциклопедії та праці видатних геологів, які розширюють наукові уявлення; а також архівні фотографії минулого століття, що слугують важливими історичними артефактами, ілюструючи розвиток геологічної науки та історію Волинського родовища камерних пегматитів.

Музей є унікальним освітнім, науковим та культурним осередком, що активно інтегрований у життя Хорошівської громади. Він слугує важливим навчальним центром, допомагаючи школярам, студентам та всім зацікавленим поглибити знання про будову Землі, походження та значення корисних копалин. Однією з ключових ініціатив є створення гуртка «Юний геолог» у місцевому ліцеї. Цей гурток надає учням унікальну можливість зануритися у світ мінералогії, палеонтології та геології, проводячи практичні експерименти (виращування мінералів, визначення твердості, робота з мікроскопом) та беручи участь у геологічних експедиціях на відвали місцевого родовища для збирання самоцвітів. Така діяльність не лише розширює світогляд, а й сприяє професійній орієнтації школярів у геологічній та екологічній сферах.

Музей також активно долучається до громадського життя, виходячи за межі своїх стін: він організовує виставки, майстер-класи та інтерактивні лекції на відкритому повітрі. Такі заходи є ефективним способом залучення широкої публіки, перетворюючи геологічну науку на доступну та цікаву для людей різного віку.

Експозиція музею слугує для обласних та районних органів виконавчої влади наочним засобом демонстрації туристичного потенціалу області та держави. Завдяки унікальним експонатам, включення музею до туристичних маршрутів посилює інтерес до місцевих природних багатств. Заклад став центральним пунктом для відвідування Волинського родовища камерних пегматитів мандрівниками, науковцями, студентами та фахівцями з багатьох країн. Його визнання підтверджується згадками у світових мінералогічних енциклопедіях, що закріплює його роль як основної складової комплексу «родовище-колекція».

Серед найуспішніших наукових проєктів Музею коштовного і декоративного каміння – щорічні Всеукраїнські науково-практичні конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання», започатковані у 2008 році. Ця конференція стала знаковою подією для науковців, студентів, геологів та природознавців, щорічно привертаючи дедалі більше учасників і підвищуючи рівень дискусій. Вона робить вагомий внесок у розвиток наукового потенціалу країни та є яскравим прикладом активної ролі музеїв у розвитку науки, освіти та екологічного менеджменту.

Музей постійно дбає про професійний розвиток свого персоналу, організовуючи спеціалізовані заняття для вдосконалення знань та освоєння нових методів дослідження геологічних матеріалів. Це життєво необхідно, адже наука не стоїть на місці, вимагаючи безперервного оновлення знань фахівців. Паралельно, музей регулярно проводить навчальні лекції з мінералогії. Ці лекції орієнтовані не лише на студентів та фахівців, а й на всіх, хто бажає глибше пізнати історію Землі, процеси її формування та роль корисних копалин. Завдяки майстерності лекторів, складні наукові поняття подаються захопливо та зрозуміло, роблячи науку доступною для широкої аудиторії.

Музей активно розвиває виставкову діяльність, що становить окремий важливий напрям його роботи. Організовуючи різноманітні тематичні експозиції, працівники музею мають на меті продемонструвати унікальні зразки мінералів та гірських порід. Такі виставки незмінно привертають значну кількість відвідувачів – від школярів та студентів до туристів, забезпечуючи поширення знань про геологічну спадщину.

Окрім геологічного напрямку, музей приділяє значну увагу національно-патріотичному вихованню та збереженню історичної пам'яті. У межах цієї важливої місії заклад активно створює тематичні виставки, присвячені як державним святкам та визначним історичним подіям України, так і її культурним здобуткам або пам'яті жертв минулих трагедій. Таким чином, музей не лише виконує просвітницьку функцію, а й стає

осередком для зміцнення громадської свідомості та національної самоідентичності.

ДУ «Музей коштовного і декоративного каміння» є ключовим гравцем у збереженні та популяризації геологічного надбання України. Його багатогранна діяльність не лише сприяє розвитку геологічної культури та науки, а й підтримує національну спадщину. Музей виступає як сховище унікальних зразків та важливий освітній заклад, що допомагає виховувати повагу до природи та усвідомлене ставлення до раціонального використання її ресурсів.

ДУ «Музей коштовного і декоративного каміння» відіграє вирішальну роль у збереженні унікальної геологічної спадщини України. Він забезпечує не лише фізичний захист мінералів та гірських порід, а й, завдяки своїй багатогранній діяльності, виховує нові покоління дослідників, геологів, екологів та свідомих громадян. Отже, музей є не просто виставковим простором, а важливим елементом культурної стратегії держави, що гарантує збереження природних скарбів для майбутніх поколінь.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
 МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ	
<i>Бельський В.М., Кульчицька Г.О., Гицин В.Я., Гоголев К.І., Поляченко Є.Б. АЛАНІТ ІЗ КСЕНОЛІТУ МЕЗОЗОЙСЬКИХ ЕФУЗИВІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ..</i>	5
<i>Богатиренко В.А., Ткаченко Т.В., Нестеровський В.А., Прибора Н.А., Андрєєва О.В. МОРФОЛОГІЯ ТА ТЕКСТУРА САПОНІТІВ УКРАЇНИ.....</i>	12
<i>Бірук Д., Скакун Л., Побережська І., Білик Н. РЕЧОВИННИЙ СКЛАД ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ ВУЛКАНІЧНИХ ПОРІД МАТЕКІВСЬКОГО ВУЛКАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИГОРЛАТ-ГУТИНСЬКОГО ПАСМА.....</i>	21
<i>Васильєва І.В. РОЗМИВИ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ. НОВИЙ ПОГЛЯД НА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ.....</i>	27
<i>Драмарецький Є.О., Ярошенко К.К., Саприкін В.Ю., Колябіна І.Л., Черевко І.А. ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА «КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКА ЛАВРА».....</i>	34
<i>Зелінський М.Р., Остафійчук Н.М., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ КОНЦЕНТРАЦІЙ ОЛОВА В РОЗСИПНИХ РОДОВИЩАХ СУЩАНО-ПЕРЖАНСЬКОЇ ЗОНИ.....</i>	41
<i>Компанець Г.С., Ковальчук М.С., Ганжа О.А. ПРОСТОРОВЕ ПОШИРЕННЯ СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНОГО ВМІСТУ АПАТИТУ І ІЛЬМЕНІТУ В КОРІ ВИВІТРЮВАННЯ ФЕДОРІВСЬКОГО РОДОВИЩА.....</i>	44
<i>Koretsky O.M., Kovalchuk M.S. GOLD FROM THE ALLUVIUM OF THE LOWER COURSE OF THE CHORNY SHEREMOSH RIVER.....</i>	51
<i>Крошко Ю.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЮВІАЛЬНИХ КАОЛІНІВ ЗАХІДНО-ДІБРОВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ ПРОСЯНІВСЬКОГО КАОЛІНОВОГО РАЙОНУ.....</i>	58

<i>Лазарук Я.Г., Гривняк Г.Б., Гарасим С.В.</i> ВУГЛЕВОДНЕВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАХІДНОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ЯК РЕЗЕРВ ДЛЯ ВИДОБУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ.....	64
<i>Любчак О. В., Яковенко М.Б., Хоха Ю.В.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ДЕКАРБОКСИЛІЗАЦІЇ ВИКОПНОЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ (ВУГІЛЛЯ, СЛАНЦІ, ТОРФ).....	70
<i>Охоліна Т.В., Кузьманенко Г.О., Мережко М.Д.</i> ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ У СФЕРІ КРИТИЧНИХ МІНЕРАЛІВ: ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДИБІРСЬКОГО ТА ФЕДОРІВСЬКОГО РОДОВИЩ АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВИХ РУД.....	75
<i>Павленко А.О., Побережська І.В., Білик Н.Т., Мігунова Я.І.</i> МІНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІМБЕРЛІТІВ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКУ.....	80
<i>Рябоконь Т.С.</i> ЧАС ФОРМУВАННЯ МАРГАНЦЕВОРУДНИХ ВЕРСТВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ У ПОСЛІДОВНОСТІ ПОДІЙ ІНІЦІАЛЬНОГО ОЛІГОЦЕНУ.....	87
<i>Фігура Л.А., Ковальчук М.С.</i> ЛАТЕРАЛЬНЕ ПОШИРЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ВМІСТУ МОНАЦИТУ, КАСИТЕРИТУ, ХРОМІТУ В РУДНИХ ПІСКАХ ТАРАСІВСЬКОГО РОДОВИЩА.....	94
<i>Чорноног С.С., Губіна В.Г., Чорноног С.Д.</i> МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДХОДІВ ВИДОБУТКУ І ЗБАГАЧЕННЯ МЕТАЛЕВИХ РУД УКРАЇНИ.....	100
<i>Шестаков О.Ю., Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.</i> ЦИРКОНІЄНОСНІСТЬ АЛЮВІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ВЕЛИКО-ТАРАМСЬКОЇ ДІЛЯНКИ.....	107
<i>Шуляк А.В., Терещук Р.Г.</i> МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ БАГАТСТВА УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ.....	112
<i>Яковенко М.Б., Хоха Ю.В.</i> ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ РУХОМИХ ФОРМ КАДМІУ У ВЕРТИКАЛЬНИХ ПРОФІЛЯХ ТОРФУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	115

МОНІТОРИНГ, ОХОРОНА ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ

<i>Баранов В.А., Герца П.Д., Грабовецький А.Є.</i> ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕНЬ СТРУКТУРНИХ ЗМІН В ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ.....	122
<i>Бублясь В.М.</i> АНАЛІЗ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ПОГРАНИЧНИХ ГЕОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АТМОСФЕРИ І ЛІТОСФЕРИ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ОПАДАМИ, ІНФІЛЬТРАЦІЄЮ І ЖИВЛЕННЯМ ҐРУНТОВИХ ВОД.....	127
<i>Вергельська Н.В., Вергельська В.В., Скопиченко І.М.</i> ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ПОРІД ВИВЕДЕНИХ НА ДЕННУ ПОВЕРХНЮ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ.....	134
<i>Д'яченко Н.О.</i> ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ НА СТАН ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ.....	140
<i>Наумов Я.О., Колісніченко Д.В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ ЛІЗНИКІВСЬКОГО РОДОВИЩА У ГЕОПОЛІМЕРНИХ ОСНОВАХ.....	148
<i>Феофанов А.М., Сетя Л.Д.</i> ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДОНБАСУ.....	152
<i>Черевко І.А., Кріль Т.В.</i> МІНЕРАЛЬНІ НОВОУТВОРЕННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ВЕРХНЬОЇ ЛАВРИ: СКЛАД ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ.....	159

ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ТА ТУРИСТИЧНО- РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ

<i>Мачуліна С.О.</i> РУДОПРОЯВ В ЗОНІ ГЛЯЦІОДИСЛОКАЦІЙ ГОРИ ПИВИХА.....	166
<i>Нестеровський В.А., Деяк М.А., Волконський О.О.</i> ЯМПІЛЬСЬКІ ПІСКОВИКИ ПОГЛЯД В МИНУЛЕ ТА МАЙБУТНЄ.....	171

<i>Осокіна Н.П.</i> ВИХОДИ БАЗАЛЬТІВ (ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКА ПЛИТА, РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ) ЯК МАРШРУТИ ГЕОТУРИЗМУ.....	178
<i>Савчук Є.Д., Підвисоцький В.Т.</i> ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ ПОЛІСЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ.....	183
<i>Стефанський В.Л.</i> ЗНАХІДКА СЕРЕДНЬОЕОЦЕНОВОЇ ФАУНИ У ВІДВАЛАХ РЕДУТСЬКОГО КАР'ЄРУ (М. ГОРІШНІ ПЛАВНІ) В СВІТЛІ РОЗШИРЕННЯ МЕЖ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЛІСОВІ ОЗЕРА».....	186

МУЗЕЙНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ МІНЕРАЛІВ ТА ГІРСЬКИХ ПОРІД

<i>Деревська К.І., Руденко К.В.</i> КОЛЕКЦІЙНІ ЗБРАННЯ ФЛЮОРИТУ З РОДОВИЩ УКРАЇНИ.....	190
<i>Ковальчук М.С.</i> ПАЛЕОНТОЛОГІЧНА КОЛЕКЦІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО МУЗЕЮ ПРИРОДНИЧОГО ФАКУЛЬТЕТУ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА....	198
<i>Liventseva Hanna, Sukach Vitaliy</i> MINERAL DIVERSITY OF UKRAINE IN CSIC COLLECTION OF ROCKS AND MINERALS, BARCELONA, SPAIN.....	204
<i>Тузяк Я.М., Іваніна А.В., Хом'як Л.М., Богданова М.І., Кірчанова О.Г., Гоцанюк Г.І., Шайнога І.В.</i> ПАЛЕОНТОЛОГІЧНИЙ МУЗЕЙ ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	211
<i>Цільмак О.В., Бурбан К.А., Бучинська А.В., Дворжак Т.С., Борняк У.І.</i> КОЛЕКЦІЯ РОДОХРОЗИТІВ МІНЕРАЛОГІЧНОГО МУЗЕЮ ІМЕНІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА.....	218
<i>Шепель П.В., Башинський С.І.</i> МУЗЕЙНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ МІНЕРАЛІВ ТА ГІРСЬКИХ ПОРІД.....	224
<i>Яковлева В.В.</i> МУЗЕЙ КОШТОВНОГО І ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ: ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПОКОЛІНЬ.....	228

Наукове видання

Матеріали дванадцятої науково-практичної конференції
«Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального
використання» (Хорошів, 3 жовтня 2025 року)

Комп'ютерна верстка: М.С. Ковальчук

Дизайн обкладинки: Г.О. Кузьманенко

Оригінал-макет: М.С. Ковальчук

Матеріали подано в авторській редакції з незначними
редакційними правками.

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен,
географічних назв та інших відомостей несуть автори.

Підп. до друку _09.2025. Формат 60x84/16 Зам. №_
Папір офсетний. Друк цифровий. Ум. друк. арк. _____.
Обл.-вид. арк. _____. Наклад 50 прим.
Надруковано з оригінал-макету замовника в авторській редакції
Видавник і виготовлювач