

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Державна установа «Науковий центр гірничої геології,
геоекології та розвитку інфраструктури»

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОЕКОЛОГІЯ

№2 (7)

Головний редактор

кандидат геолого-мінералогічних наук

Ігор Михайлович Скопиченко

Заступник головного редактора

доктор геологічних наук, професор

Мирон Степанович Ковальчук (Україна)

Відповідальний секретар видання

Вікторія Валеріївна Вергельська

Редакційна колегія

доктор наук, професор

Буніамін Акгул (Туреччина)

кандидат геологічних наук

Ірина Володимирівна Бучинська (Україна)

доктор геологічних наук

Наталія Вікторівна Вергельська (Україна)

доктор інженер

Кремена Дедеянова (Болгарія)

доктор геологічних наук

Дмитро Володимирович Лисинчук (Україна)

доктор геологічних наук

Іван Іванович Михальченко (Україна)

Ph.D., професор

Радослав Наков (Болгарія)

доктор геологічних наук

Любов Степанівна Осьмачко (Україна)

доктор геологічних наук

Людмила Іванівна Пимоненко (Україна)

доктор геологічних наук

Володимир Васильович Покалюк (Україна)

2023

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
State Institution «Scientific Center of Mining Geology,
Geocology and Infrastructure Development »

MINING GEOLOGY AND GEOECOLOGY

№ 2 (7) * 2023

Editor in Chief

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

Igor Skopychenko

Deputy Editor-in-Chief

Doctor of Geological Sciences, Professor

Myron Kovalchuk (Ukraine)

Executive Secretary of the publication

Victoriia Vergelska

Editorial board

Assoc. Prof. Dr.

Buniamin Akgul (Turkey)

candidate of geological sciences

Iryna Buchynska (Ukraine)

Doctor of Geological Sciences

Nataliia Vergelska (Ukraine)

doctor engineer

Kremena Dedelyanova (Bulgaria)

Doctor of Geological Sciences

Dmytro Lysynchuk (Ukraine)

Doctor of Geological Sciences

Ivan Myhalchenko (Ukraine)

Ph.D., professor

Radoslav Nakov (Bulgaria)

Doctor of Geological Sciences

Lybov Osmachko (Ukraine)

Doctor of Geological Sciences

Lyudmila Pymonenko (Ukraine)

Doctor of Geological Sciences

Volodymyr Pokalyuk (Ukraine)

Адреса редакції:

01601 Київ, бул. Вернадського 34-б

ДУ НЦ ГГГРІ НАН України

e-mail: vvika10@meta.ua

Затверджено до друку Науково-технічною радою
ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та
розвитку інфраструктури НАН України»
Протокол № 8 від 26.12.2023

Літературний редактор: С.М. Озірська

Технічний редактор: А.О. Нікітіна

Електронне видання,

Згідно постанови Відділення наук про
Землю

Протокол 8 §63 від 08.12.2020

© ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та розвитку інфраструктури НАН України», 2023

ЗМІСТ

Гірнича геологія

Крошко Ю.В., Ковальчук М.С.

Латеральний і вертикальний розподіл титано-цирконієвих мінералів в межах Андріївського і Лікарівського родовищ (Південно-західна частина Новомиргородського масиву) 5

Вергельська Н. В.

Міграція флюїдів - основний критерій газоносності відпрацьованих ділянок вуглепородних масивів Донбасу 23

Пимоненко Л.І., Скопиченко І.М., Нікітіна А.О.

Геологічні чинники поширення сланцевих формацій України 44

Геоєкологія

Д'яченко Н.О., Головченко Д.М., Озінська С.М.

Оцінка впливу вуглевидобувної промисловості на екологічну ситуацію у техногенно навантажених регіонах 57

Геологічні пам'ятки та музеї

Яковлева В.В., Ковтун І.А.

Музей коштовного і декоративного каміння – історія, визнання, розвиток 67

Дискусії.

Гуля Д.П.

Проблеми екології та декарбонізації в Україні 77

Ювілеї

Голуб О.Г., Мельник В.Т.

Начальник комплексної лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» 91

CONTENTS

Mining Geology

- Kroshko Yu. V., Kovalchuk M. S.*
Lateral and vertical distribution of titanium-zirconium minerals within of the Andriivskyi and Likarivskyi deposits (South-Western part of the Novomyrhorod massif) 5
- Vergelska N. V.*
Fluid migration is the main criterion of the gas-bearing capacity of the closed area of mines of the coal-bearing fields of the Donbas 23
- Pymonenko L.I., Skopychenko I.M., Nikitina A.O.*
Geological factors of distribution of shale formations of Ukraine 44

Geoecology

- D'yachenko N.O., Holovchenko D.M., Ozirska S.M.*
Assessment of the impact of the coal mining industry on the ecological situation in technogenically loaded regions 57

Geological Monuments and Museums

- Yakovleva V.V., Kovtun I.A.*
Museum of precious and decorative stones – history, recognition, development 67

Discussions

- Gunia D.P.*
Problems of ecology and decarbonization in Ukraine 77

Anniversaries

- Golub O.H., Melnyk V.T.*
Head of the complex laboratory of the SE "Ukrnaukageocentr" 91

[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2\(7\).295192](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2(7).295192)

УДК (549.641.23:553.3.068.5):551.763.1]:519.876.5(477)

Yu. V. Kroshko, M. S. Kovalchuk

LATERAL AND VERTICAL DISTRIBUTION OF TITANIUM-ZIRCONIUM MINERALS WITHIN OF THE ANDRIIVSKYI AND LIKARIVSKYI DEPOSITS (SOUTH-WESTERN PART OF THE NOVOMYRHOROD MASSIF)

General information on the geological structure and ore-bearing capacity of the Likarivske and Andriivske deposits, which are located in the southwestern part of the Korsun-Novomyrhorod pluton within the Novomyrhorod massif (South-Western part), is provided. The productive deposits of the Likarivske and Andriivske deposits are represented by the weathering crust formation and the continental alluvial sand-kaolin formation of the Lower Cretaceous (Aptian-Lower Albian). On the basis of the coordinates, description and results of testing wells, a target database was created. On the basis of this database, cartographic constructions were carried out. The structural (relief of the bottom and of the top surfaces of ore-bearing deposits and their thickness) and material (lithological composition of productive deposits; lateral distribution of the average content of ilmenite, zircon, rutile and apatite in productive deposits) parameters of different ages and different genetic formations of the Likarivske and Andriivske deposits were studied. The direction and strength of correlations between ilmenite, rutile, zircon, and apatite in the weathered crust and continental sediments (sands and redeposited kaolins) of the Lower Cretaceous were studied. It was established that within the limits of the Likarivske and Andriivske deposits, during the geological development of the territory, a zircon-apatite-ilmenite ore-bearing system of different time and different genetics was formed, which is represented by a spatial-paragenetic series: crystalline rocks of the foundation; weathering crusts of crystalline rocks of the foundation; fluvial formations formed due to erosion and redeposition of eluvium; fluvial formations that were formed due to erosion and redeposition of eluvium and Mesozoic-Cenozoic placers of different ages. The results of the research are an information base for supporting mining operations within the studied deposits.

Key words: Korsun-Novomyrhorod pluton, Novomyrhorod massif, gabbro-anorthosite formation, weathering crust of crystalline rocks, continental deposits of the Lower Cretaceous, Likarivske and Andriivske deposits, ilmenite, rutile, zircon, apatite.

© Yu. V. Kroshko, M. S. Kovalchuk, 2023

Introduction.

The world's largest deposits of titanium ores are associated with the gabbro-anorthosite formation. The phosphate-titanium formation in the rocks of the main composition was discovered in the Korsun-Novomyrhorod structural-metallogenic zone of the Ukrainian shield, which covers the pluton of the same name, elongated in the meridional direction. Within the boundaries of the Korsun-Novomyrhorod structural-metallogenic zone, the Horodyschensko-Smilyanska and Novomyrhorodska metallogenic zones are distinguished, within which ore fields are located. The Novomyrhorod massif is located in the south of the Korsun-Novomyrhorod pluton within the Novomyrhorodska metallogenic zone. Within the boundaries of the Novomyrhorod massif, manifestations of titanium were found in the rocks of the crystalline foundation: Velykovyskivskiy, Zlatopilskiy, Kamianuvatskiy, Kostiantynivskiy, Novomyrhorodskiy, Osypivskiy, Pivnicno-Zakhidnyi, Poktovskiy, Shpakivskiy. Along with titanium ores in the crystalline rocks of the foundation, exogenous titanium deposits and ore manifestations in the crust were established weathering of crystalline rocks of the main composition, continental (Aptian-Lower Albian, Middle Eocene, Quaternary) and coastal-marine (Upper Albian, Eocene, Miocene) sediments.

In the production reports and scientific publications of the authors of the article, it was noted that within the boundaries of the Novomyrhorod gabbro-anorthosite massif there is a close spatial and paragenetic relationship between the ore-bearing capacity of the crystalline rocks of the foundation, their weathering crusts and deposits of different ages and genesis, which were formed as a result of erosion and redeposition of eluvium. Such objects include the Likarivske and Andriivske deposits, which combine the ore bearing of the weathered crust and ore bearing of Aptian-Lower Albian continental deposits. Continental deposits are widespread within the Lebedyn-Balagleivska paleovalley and were formed as a result of the erosion of the eluvium. Continental deposits are spread sporadically and have been preserved from erosion until now in the form of sinuous bands resembling the contours of river valleys.

Research materials and methods.

The methodical-methodological basis of the study of the ore bearing of the weathering crust and placers of zirconium-titanium minerals is the work of the authors of the article on geological and genetic modeling of the ore bearing of the sedimentary formation units of the Korsun-Novomyrhorod pluton and the Novomyrhorod massif in particular [1-6]. The basis of studies of the zirconium-titanium ore bearing of the Novomyrhorod massif were production reports: Fedorenko N.S. (1970) «Geological report on the results of the search for ilmenite

placers in the Middle Dnieper region among the sandy deposits of the Lower Cretaceous, carried out by the South Ukrainian Geological Expedition in 1969–1970»; Skorobach V.I., Karmazenko V.G. (1973) «Geological report on the results of searches for ilmenite placers within the southern part of the Lebedyno-Balakliivska depression in Byrzulivska and other areas of the Middle Dnieper region, carried out by the South Ukrainian Geological Expedition in 1971–1973»; Skorobach V.I., Karmazenko V.G. (1976) «Report on the results of preliminary exploration of the Byrzulivskyi alluvial ilmenite deposit and searches for ilmenite placers in the southern part of the Lebedyno-Balakliivska depression in 1974–1976»; Skorobach V.I., Karmazenko V.G., Grechushkina T.A. (1979) «Report on the results of the search for new placer and residual ilmenite deposits within the area of distribution of the main rocks of the Novomirgorod and Voronivsky massifs for 1977-1979»; Skorobach V.I., Tarasenko V.S., Shkurenko I.E. (1983) «Report on the results of detailed searches for titanium ores in promising areas of the southern part of the Korsun-Novomirgorod pluton for 1980–1983»; Flore N. (2005) «Revaluation of prospective and forecast resources of the leading types of minerals discovered on the territory of the enterprise as a result of geological surveying and prospecting works as of 01.01. 2001 on the area M-36-XX, XXV, XXVI, XXVII, XXXII, XXXIII and within the central and northwestern part of the Dnipro lignite basin»; Dushenko I.S. etc. (2006) «Report on the results of detailed exploration of the Byrzuliv placer ilmenite deposit in the Kirovohrad region»; Levchenko N.N. (2006) «Project for detailed exploration of the Byrzuliv ilmenite deposit»; Levchenko M.M. etc. (2012) «Detailed geological and economic assessment of the Byrzuliv placer ilmenite deposit: report of the Public Enterprise «Kirovgeology» on the results of geological exploration carried out in the Kirovohrad region in 2009–2012»; Shafranska N. and others. (2016) «Report on the results of repeated geological and economic assessment of ilmenite reserves in ore sands and weathering crust of Byrzuliv deposit in Kirovohrad region as of January 1, 2016»; Vykhodtsev M.K. (2016) «Preliminary geological and economic assessment of titanium ore reserves of the Likariv placer deposit», as well as scientific publications, the processing and generalization of which material became the basis for creating a complete picture of the titanium bearing potential of promising objects of various ages and genetics within the southwestern part of the Novomyrhorod massif. Cartographic constructions were carried out using the software Golden Software Strater, Golden Software Surfer.

The purpose of the study is to present the results of the ore-bearing research of the Likarivske and Andriivske deposits of apatite-zircon-ilmenite ores.

The Likarivske and Andriivske deposits are located in the southwestern part of the Korsun-Novomyrhorod pluton within the South-Western part of Novomyrhorod massif (Fig. 1).



Fig. 1. The research area on a space image from the Google Earth Pro portal

The Likarivske deposit of titanium ores is located in the central part of the Ingul megablock of the Ukrainian shield, in the southern part of the Korsun-Novomyrhorod pluton between the villages of Byrzulove, Korobchyne, Likareve, south of the village of Likareve, Novoukrainsky district, Kirovohrad region. The geological structure of the deposit includes rocks of acidic and basic composition of the Mesoproterozoic Korosten complex, their weathering crusts and sedimentary formations of the Cretaceous, Paleogene, Neogene and Quaternary systems [6]. Most of the Likarivske deposit is located within the distribution of rocks of the anorthosite formation of the crystalline basement; the northern part of the deposit is located within the distribution of rocks of the Rapakivi granite formation (Fig. 2). Among the rocks of the main composition, labradorite is the most common. The deposit is represented by two sections — Central and Western, the separation of which is caused by Quaternary erosion.

The weathering crust of crystalline rocks is widespread, its thickness is 0.7–32.0 m (average value 7.99 m). The largest thicknesses of the weathering crust are located in the central and northeastern parts of the deposit (Fig. 3, *a*).

In the vertical section of the weathering crust, three zones are distinguished (from bottom to top): disintegration and leaching with a thickness of 0.5–13.0 m; initial hydrolysis (hydromica-kaolinite; montmorillonite-kaolinite) with a thickness of

1.0–13.0 m; final hydrolysis and oxidation of weathering products (kaolinite, gibbsite, and kaolinite-gibbsite) with a thickness of 1.0–14.0 m. The average content of minerals in the weathering crust, kg/m³: ilmenite 4.5–149.2 (average value 37.26); rutile 0.01–0.037 (average 0.016); zircon 0.01–4.77 (average 0.32), apatite 0.01–4.66 (average 0.76). Areas of increased average mineral content in the weathering crust do not coincide spatially (sometimes there is a spatial overlap between areas of increased average ilmenite and rutile content) and do not depend on the thickness of the eluvium (Fig. 4). The correlation and its strength between the average mineral content is as follows: between ilmenite and rutile and ilmenite and zircon — direct weak (+0.23 and +0.27, respectively); between zircon and rutile — absent; between ilmenite and apatite — inverse very weak (–0.13); between zircon and apatite — inverse weak (–0.21); between rutile and apatite is absent.

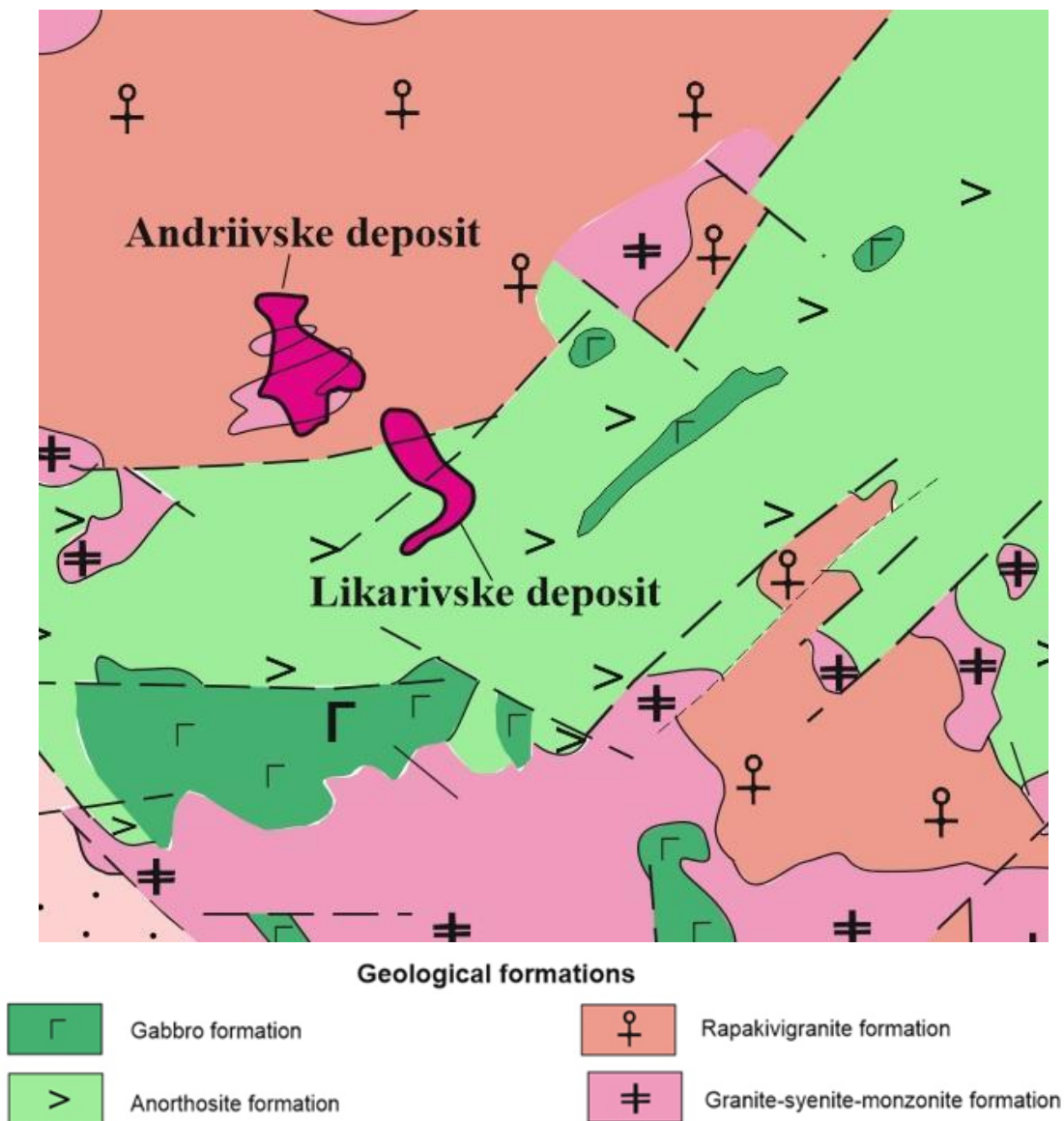


Fig. 2. Geological map of the Precambrian formations of the study area (according to N. Flore, 2005). Scale 1:200000

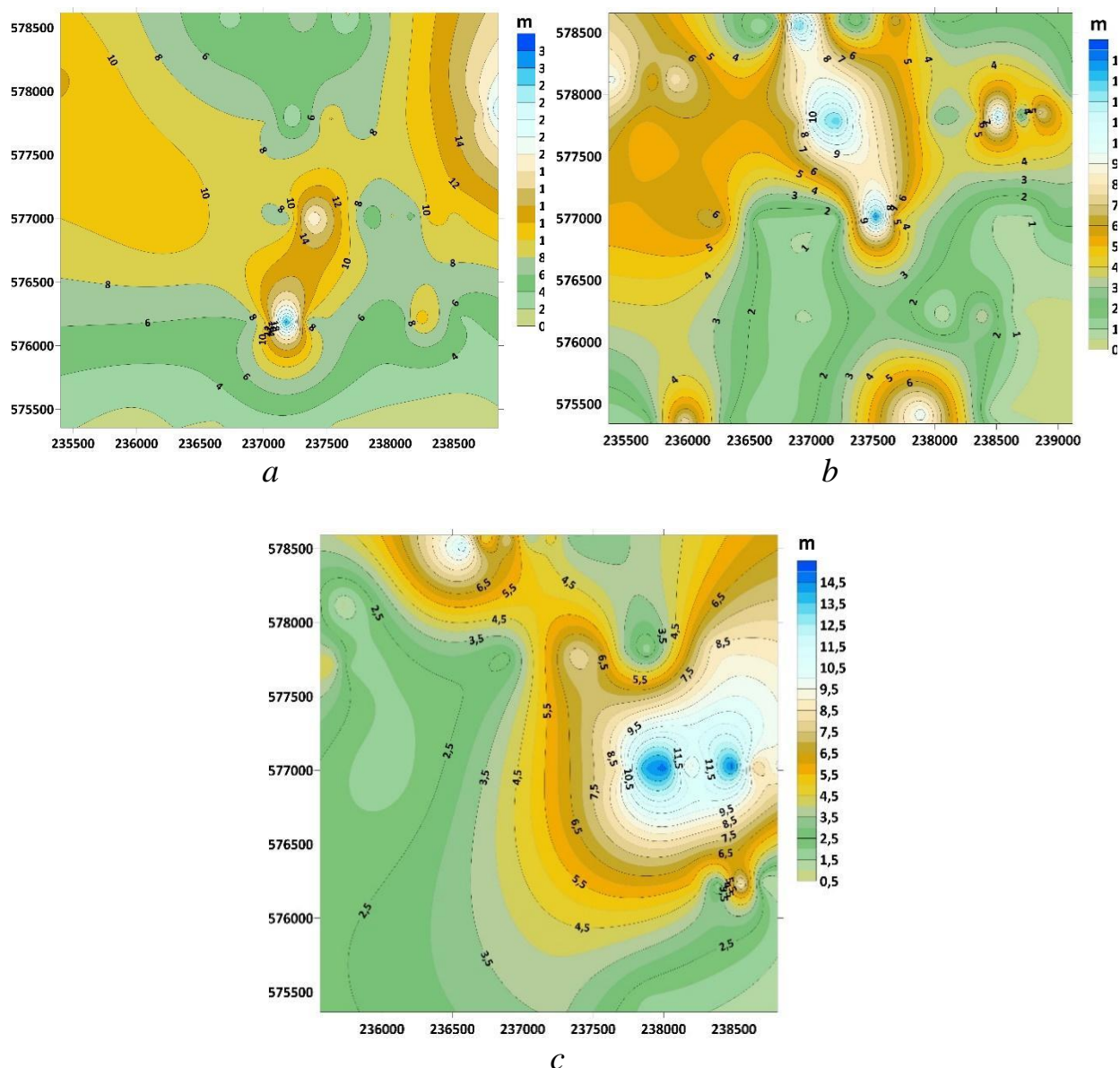


Fig. 3. Likarivske deposit. Isopachites of the thickness of weathering crust (a), Lower Cretaceous sands (b) and Lower Cretaceous redeposited kaolins (c)

With erosion, Lower Cretaceous (Aptian-Lower Albian) continental alluvial, alluvial-deluvial deposits (Smilyan layers) are deposited on the weathering crust, which fill the long-buried erosion-tectonic Lebedyn-Balakeivska paleovalley. The absolute height of the bottom of the paleovalley is 126.0–130.0 m, the relative elevation of the sides of the valley is 20 m [6]. Continental sediments of the Lower Cretaceous are represented by light gray kaolinic sands and redeposited sandy kaolins.

The thickness of the continental sands is 0.5–14.7 m (4.19 m on average). The greatest thicknesses of sand are associated with channel settings and are localized mainly in the northern part of the deposit.

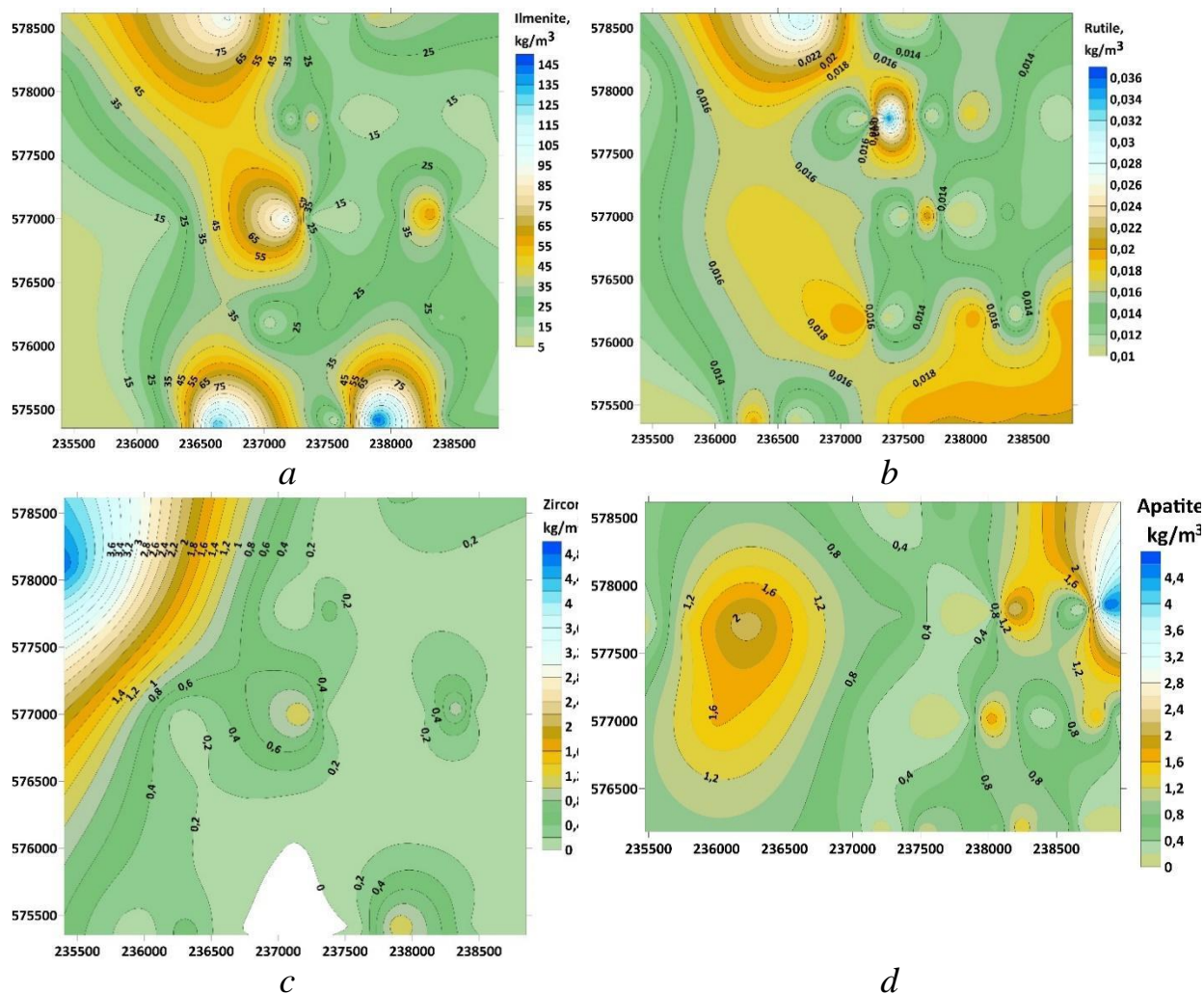


Fig. 4. Likarivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m^3) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in the weathering crust

Within the sand stratum, several local areas of increase in their thickness have been identified (see Fig. 3, b). The average content of minerals in sands, kg/m^3 : ilmenite 1.5–167.3 (average value 51.55); rutile 0.01–0.25 (average 0.03); zircon 0.01–3.41 (average 0.60), apatite 0.01–2.11 (average 0.55). Areas of increased average mineral content do not coincide spatially (Fig. 5).

An exception is the northern part of the deposit, which has significant average contents of ilmenite and zircon. The correlation and its strength between the average content of minerals is as follows: between ilmenite and rutile — inverse weak (-0.22); between ilmenite and zircon — direct strong ($+0.80$); between zircon and rutile — inverse very weak (-0.16); between ilmenite and apatite — inverse weak (-0.20); between zircon and apatite — inverse weak (-0.24); between rutile and apatite — direct strong ($+0.74$).

About 85% of sand belongs to the class with a grain size of less than 0.2 mm. Almost all ilmenite is concentrated in the size class — 1.5+0.045 mm. The extraction of ilmenite is 87%.

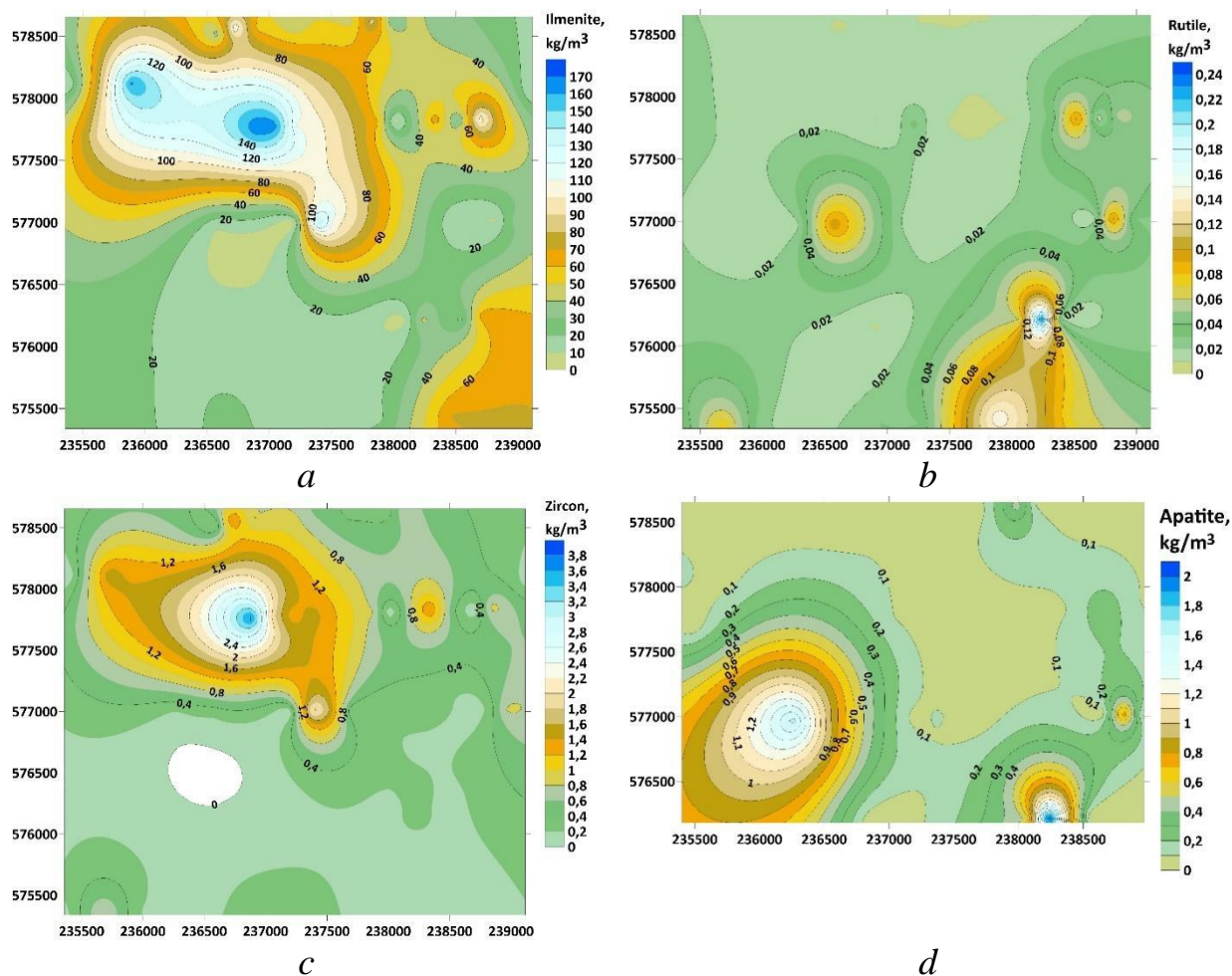


Fig. 5. Likarivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m^3) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in Aptian-Lower Albian sands

Redeposited kaolins were formed in floodplain and deluvial-alluvial environments. The thickness of redeposited kaolins is 0.8–15.1 m (average value 5.92 m). Areas with the maximum thickness of redeposited kaolins are present in the northwestern and centraleastern parts of the deposit. (see Fig. 3, c). Average mineral content in redeposited kaolins, kg/m^3 : ilmenite 4.4–223.0 (average value 90.66); rutile 0.01–0.06 (average 0.018); zircon 0.02–3.02 (average 0.81), apatite 0.01–2.20 (average 0.18). Areas of increased average mineral content do not coincide spatially. (Fig. 6). An exception is the central part of the deposit, which has significant average contents of ilmenite and zircon.

The correlation and its strength between the average content of minerals is as follows: between ilmenite and rutile — absent; between ilmenite and zircon — direct moderate (+0.39); between zircon and rutile — inverse very weak (–0.17); between

ilmenite and apatite — inverse moderate (-0.3); between apatite and zircon — inverse weak (-0.24); between apatite and rutile is absent.

The productive layer is represented by sands and redeposited kaolins. In general, the ore body has a layer-like shape, lies subhorizontally, with variable thickness and uneven roach, characterized by uneven distribution of useful components both horizontally and vertically. Within the Central area, the weighted average content of ilmenite is 147.22 kg/m^3 , zircon — 1.83 kg/m^3 , and within the Western area, the weighted average content of ilmenite is 104.35 kg/m^3 .

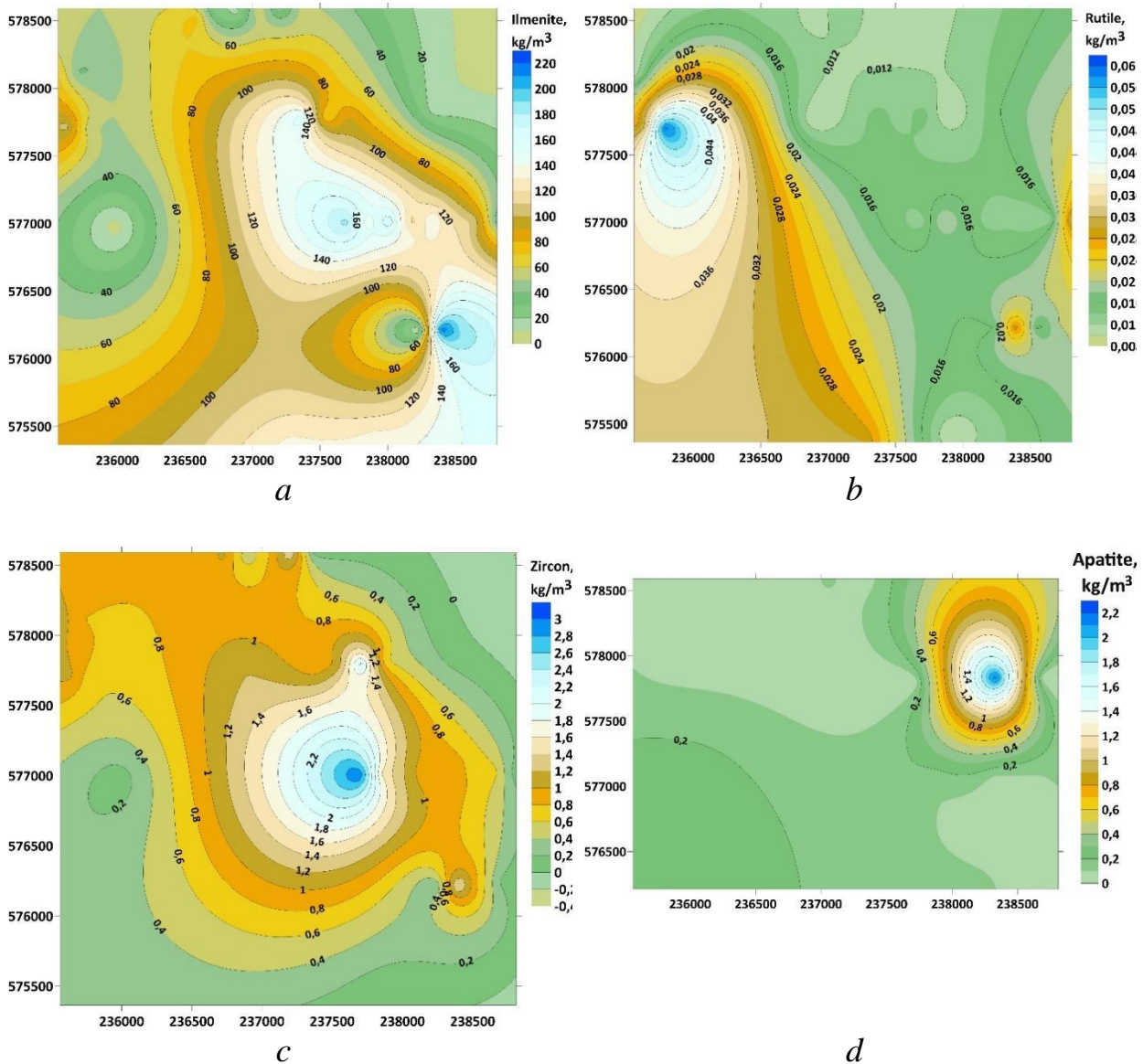


Fig. 6. Likarivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m^3) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in Aptian-Lower Albian redeposited kaolins

According to the results of the chemical analysis of the ilmenite monomineral fraction, performed during the preliminary geological and economic assessment of

the deposit reserves, the TiO_2 content in ilmenite is 61.02%, and the $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ratio is 0.78. The ZrO_2 content in zircon is 63.54%.

There is no correlation between the content of apatite in the weathering crust and redeposited Lower Cretaceous kaolins; it is also absent in Aptian-Lower Albian redeposited kaolins and sands; in weathering crust and Lower Cretaceous sands — direct weak (+0.23).

A layer of sands and redeposited kaolins with flint inclusions lies in the roof of the Lower Cretaceous continental deposits. The thickness of the sands is 0.5–2.0 m, and the layer of chert is 0.1–1.0 m [6]. The continental deposits are overlain by coastal-marine formations of the Burimska suite, which are timed to depressions in the topography of the crystalline rocks of the foundation and their weathering crust. These are glauconite-quartz sands, multi-grained, weakly kaolin, poorly sorted. The thickness of deposits is up to 3.0 m, sometimes more. The content of ilmenite is 10–30 kg/m^3 , and only in the eastern part of the site in some samples it reaches 150.0 kg/m^3 [6]. Above the section are undissociated lower-middle Eocene sediments, represented by multi-grained, light-gray, gray, yellowish-gray sands up to 3.0 m thick. The ilmenite content in the sands reaches 50.0 kg/m^3 [6]. Upper Paleogene glauconite-quartz fine-, very fine-grained, greenish-gray sands overlap the Eocene deposits. The thickness of deposits is up to 20.0 m; the content of ilmenite is up to 50.0 kg/m^3 [6]. On the sediments of the Kharkiv suite lie the sands of the Lower Neogene (Novopetrivska suite) fine- and very fine-grained, light gray, yellowish-gray, 2.0–12.0 m thick. The section is completed by variegated clays of the Neogene system (Miocene) and sands, loams eolian-deluvial and alluvial-deluvial of the Quaternary system.

Reserves and resources of ilmenite are classified as C_2 and P_1 . The deposit belongs to the significant deposits.

The Andriivske deposit is located on the northern flank of the Likarivske deposit within the Velyka Vys river valley and its slopes in the territory of the Novomyrhorod district of the Kirovohrad region (between the settlements of Ivanivka, Troyaniv, Andriivka, and Likariv). The geological structure of the deposit includes: rapakivi granites and their weathering crust, ilmenite-rich continental deposits of the Lower Cretaceous (Aptian-Lower Albian), coastal marine deposits of the Lower Cretaceous (Upper Albian) and Quaternary alluvial deposits of the Velyka Vys river valley [6]. The deposit is located within the distribution of rocks of the granite-rapakivi formation and granite-syenite-monzonite formation (see Fig. 2).

Due to the lack of data, the presented material regarding the weathering crust concerns only the eastern part of the deposit. The thickness of the weathering crust is 0.2–16.5 m (average value 5.86 m). The thickness of the weathering crust increases in the direction from north to south (Fig. 7, a). The average content of minerals in the

weathered crust, kg/m³: ilmenite 15.95–61.5 (average value 25.32); zircon 0.03–3.11 (average 0.52); rutile 0.01–0.1 (average 0.03), apatite 0.1–2.43 (average 0.97). Halos of increased mineral content do not coincide spatially (Fig. 8).

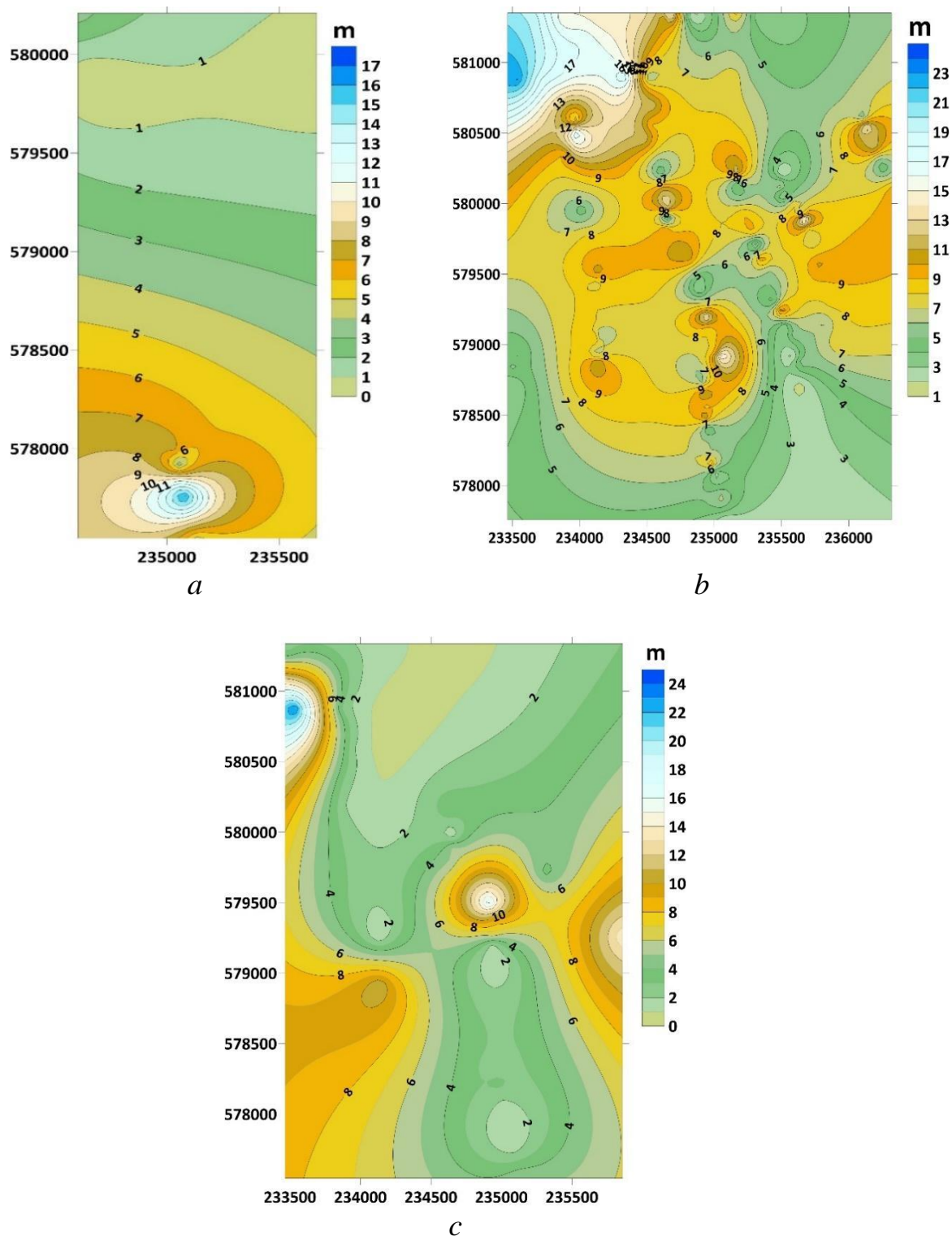


Fig. 7. Andriivske deposit. Isopachites of the thickness of weathering crust (a), Lower Cretaceous sands (b) and Lower Cretaceous redeposited kaolins (c)

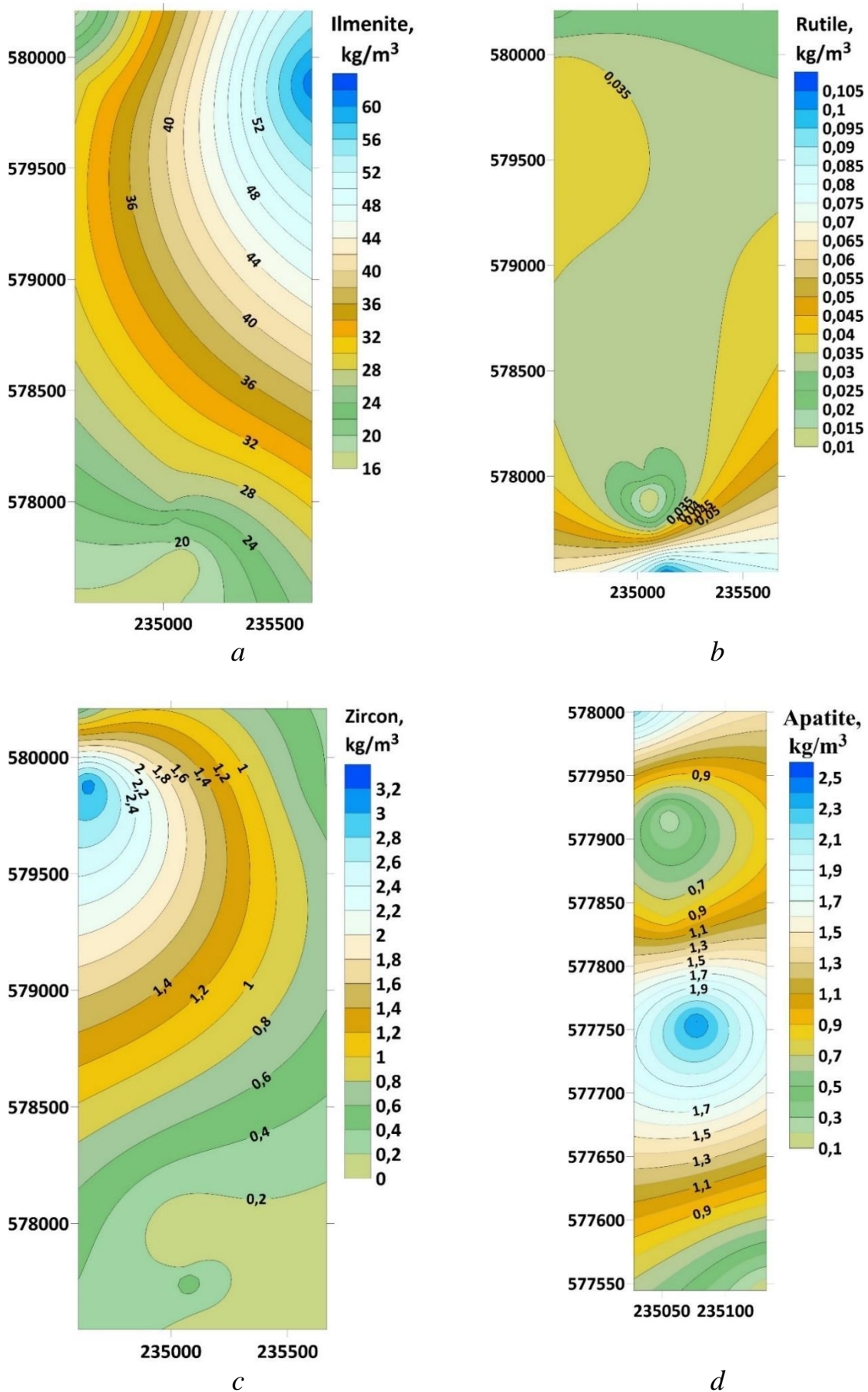


Fig. 8. Andriivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m^3) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in the weathering crust

The correlation relationship and its strength between the average content of minerals is as follows: between ilmenite and zircon, the direct line is very weak (+0.11); between rutile and apatite — the reverse is moderate (−0.31); between apatite and zircon — straight average (+0.65); there are no correlations between ilmenite and rutile, between rutile and zircon, and between ilmenite and apatite.

Continental deposits of the Lower Cretaceous fill the erosion-tectonic Lebedyn-Balakleivska paleodepression and are widespread at the intersection of the Velyka Vys river valley and the Lebedyn-Balakleivska paleodepression. In some areas, Lower Cretaceous deposits are eroded by the modern valley of the Velyka Vys River. The Lower Cretaceous continental deposits are represented by Aptian-Lower Albian Smilyan strata. These are alluvial and alluvial-deluvial sands of quartz, light gray, kaolin and redeposited sandy kaolin.

The thickness of Aptian-Lower Albian sands is 1.2–23.8 m (average value 8.41 m). In general, the thickness of the sands increases from the southeast to the northwest (see Fig. 7, *b*) Within the axial part of the paleovalley, the continental sediments are partially eroded by the modern valley of the Velyka Vys River. Average content in wells, kg/m³: ilmenite 2.85–83.58 (average value 22.57 m), zircon 0.03–11.96 (average 0.47), rutile 0.01–4.8 (average 0.14), apatite 0,02–1,7 (average 0,43). The maximum content of ilmenite is 182.7 kg/m³. Halos of increased mineral content do not coincide spatially (Fig. 9). The correlation and its strength between the average content of minerals are as follows: between ilmenite and zircon — direct is very weak (+0.12); between zircon and rutile — direct very weak (+0.1); between ilmenite and rutile — absent; between ilmenite and apatite — inverse very weak (−0.13); between rutile and apatite — absent; between zircon and apatite — direct very weak (+0.11).

About 75% of the sand consists of classes with a size greater than 0.315 mm. Extraction of ilmenite 84.5%.

The thickness of redeposited kaolins is 0.6–23.6 m (on average 4.85 m), the largest is concentrated in the western (with a maximum in the northwestern) and central-eastern parts of the deposit (see Fig. 7, *c*). Average content, kg/m³: ilmenite 4.0–165.4 (average 46.65), zircon 0.05–2.5 (average 1.47), rutile 0.01–1.5 (average 0, 07), apatite 0,01–4,1 (average 0,36). The correlation and its strength between the average mineral content is as follows: between ilmenite and zircon — direct moderate (+0.30); between zircon and rutile — direct moderate (+0.48); between ilmenite and rutile — direct weak (+0.24); between ilmenite and apatite, — inverse very weak (−0.17); between zircon and apatite — inverse moderate (−0.32); between rutile and apatite — absent.

Upper Albian coastal sands lie on the eroded surface of the Smilyan strata. The thickness of the sands reaches 20 m, the content of ilmenite — from the first kilograms to 20 kg/m³, occasionally up to 60 kg/m³ [6].

Within the deposit, there are modern Quaternary ilmenite placers, which are confined to the Velyka Vys river valley, in the place where the river erodes Upper Cretaceous (Upper Albian) coastal marine and Lower Cretaceous (Aptian–Lower Albian) continental deposits.

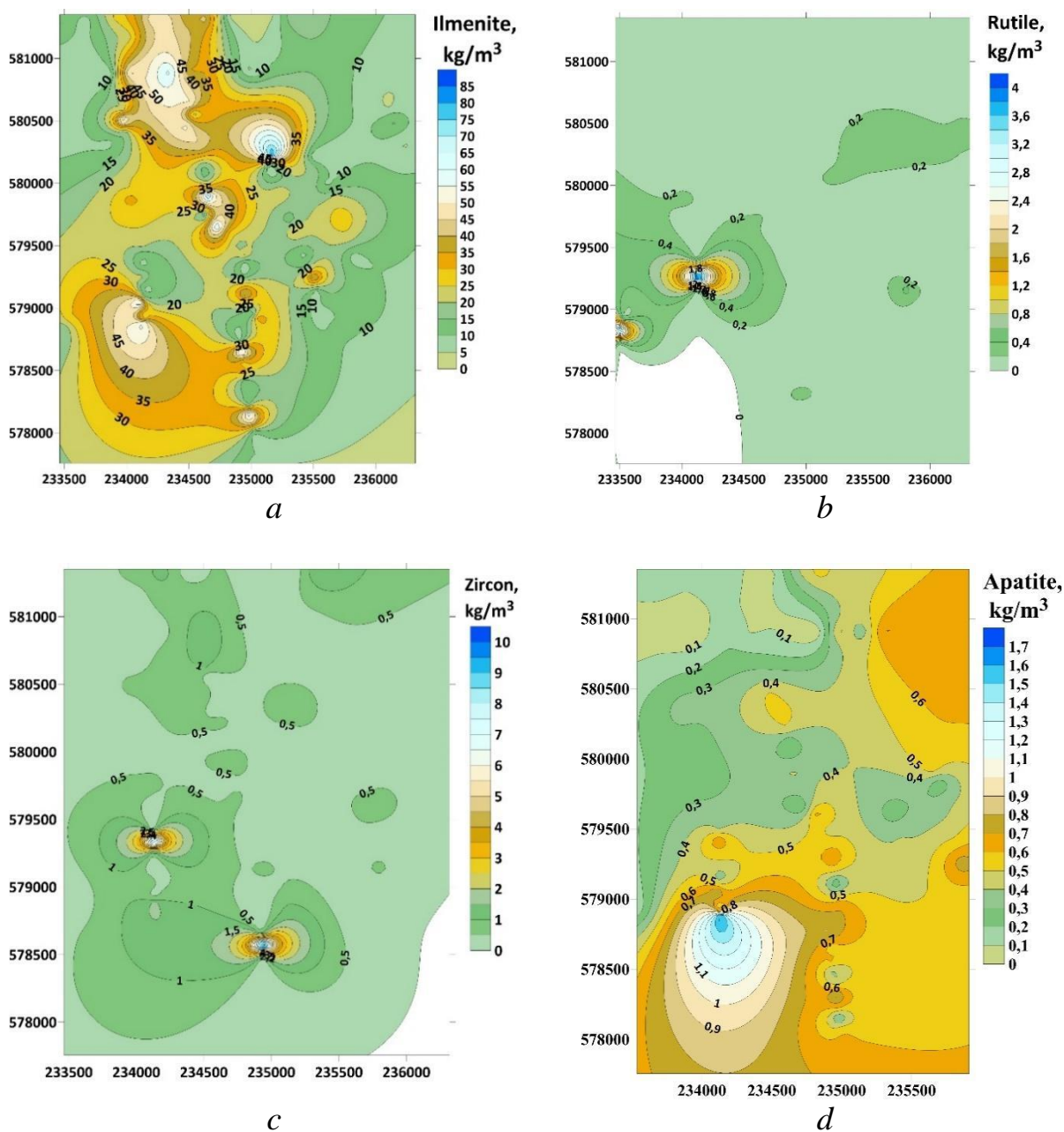


Fig. 9. Andriivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m³) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in Aptian-Lower Albian sands

Minor tributaries of the river erode the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation. The Quaternary placer is composed of medium-coarse-grained, gray alluvial sands. The width of the placer is 0.3–0.6 km, the length is up to 4.0 km. The thickness of the productive layer is 2.7 m. The content of ilmenite is 30–61 kg/m³ (average value is 47 kg/m³).

Reserves and resources of ilmenite are classified as C₂ and P₁.

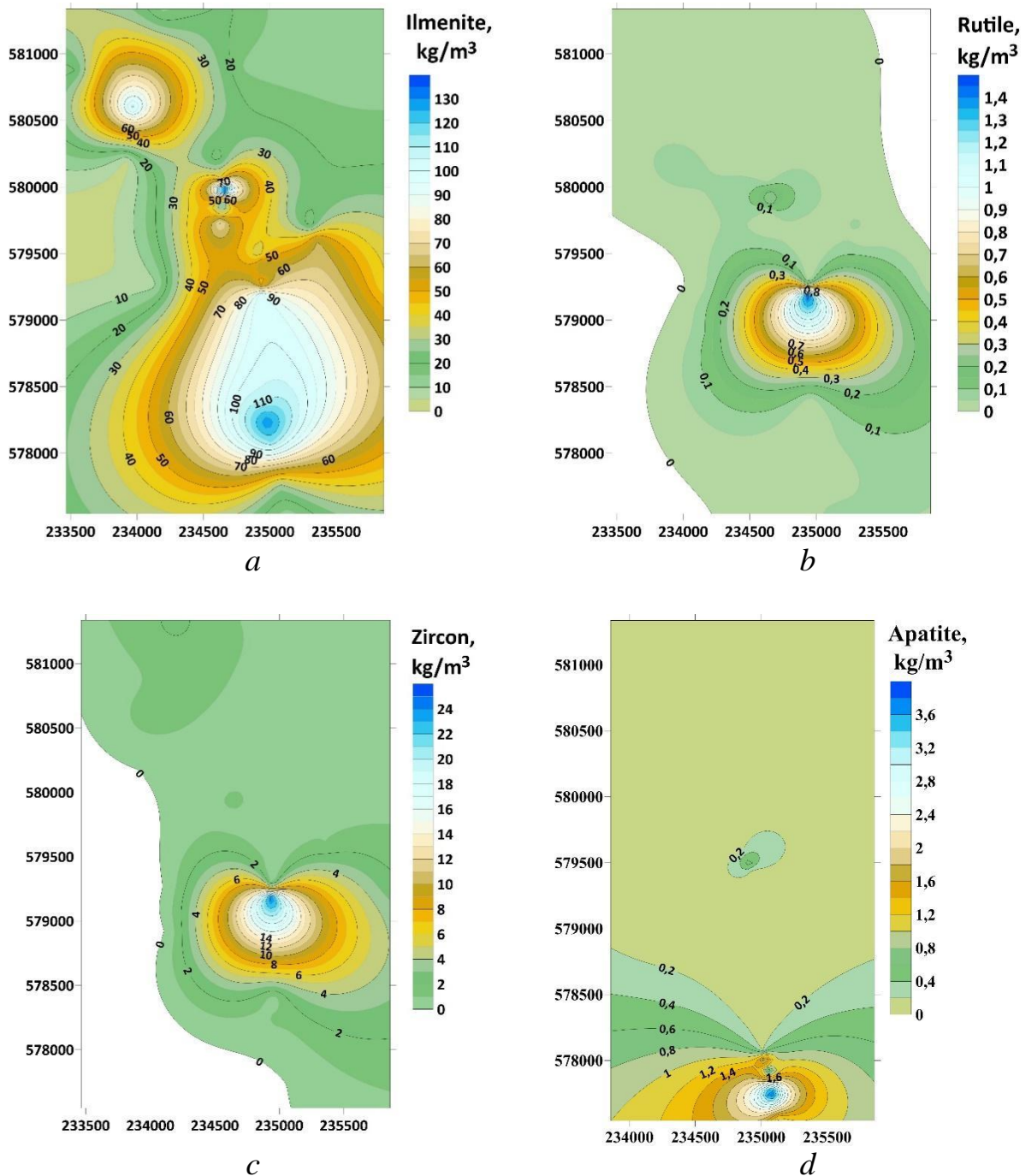


Fig. 10. Andriivske deposit. Lateral distribution of the average content (kg/m³) of ilmenite (a), rutile (b), zircon (c) and apatite (d) in Aptian-Lower Albian redeposited kaolins

Conclusion.

1. Within the southwestern part of the Novomyrhorod massif of the Korsun-Novomyrhorod pluton within the limits of the Likarivske and Andriivske deposits, during the long geological history of the area's development, a different time and different genesis, spatially paragenetic rutile-apatite-zircon-ilmenite ore-bearing system was formed. The ore-bearing system is represented by ore-bearing crystalline rocks of the basement, their weathering crusts and continental deposits of the Lower Cretaceous (Aptian-Lower Albian).

2. The main useful component of the deposits is ilmenite. Associated components are zircon, apatite, rutile.

3. The industrial content of ilmenite has been established in the following deposits: Likarivske deposit — weathering crust of crystalline basement rocks, continental Aptian-Lower Albian, marine Upper Albian, continental Lower-Middle Eocene, and marine Middle Eocene; Andriivske deposit — weathering crust of crystalline basement rocks, continental Aptian-Lower Albian sediments, continental Quaternary sediments.

4. The main ore-bearing potential of the deposits is contained in the weathering crust and continental deposits of the Lower Cretaceous. Lower Cretaceous deposits fill the Lebedyn-Balakleivska paleovalley, which developed its channel in the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation.

5. Maps were created that characterize the lateral change in the thickness of the weathering crust, Lower Cretaceous continental sands, and redeposited kaolins, as well as the lateral distribution of the average content of ilmenite, rutile, zircon, and apatite in these deposits.

6. The lateral distribution of the thickness of the weathering crust is due to the relief of the surface of the crystalline rocks of the foundation and the partial erosion of the eluvium during the geological development of the territory. The uneven distribution of the thickness of the Aptian-Lower Albian continental deposits is caused by the configuration of the tectonic-erosive paleovalley, the relief of the surface of the weathering crust, the amount of terrigenous material entering the sedimentation basin, facies conditions, erosion.

7. The lateral distribution of the average content of ilmenite, rutile, zircon, and apatite in the ore-bearing deposits is mostly unsustained, with local areas of increased content. The average content of minerals in the weathering crust is determined by their average content in the parent rocks of the crystalline foundation; in continental formations of the Lower Cretaceous — by the content of minerals in the weathering crust, partly by the relief of the rock and the facies conditions of formation.

8. Halos of significant content of mineral, as a rule, do not coincide spatially.

9. Correlations between average content of mineral are direct and inverse. Correlations are mostly very weak, weak or absent; sometimes correlations are moderate and rarely — strong.

10. The significance of the obtained results lies in the establishment of the inherited character of ore bearing in a wide formation and stratigraphic range. This determines the paragenetic and spatial relationship and significant resource potential of the studied deposits.

11. The obtained results prompt a revision of the ore-bearing potential of the territories within the various geoblocks of the Ukrainian shield, where deposits of different ages and different genesis and ore occurrences of titanium-zirconium minerals are spatially and paragenetically related.

REFERENCES

1. Kovalchuk M.S., Kroshko Yu.V. 2016. Evolutionary and genetic series of ilmenite-bearing crusts of weathering of the Ukrainian shield and Mesozoic products of their erosion and redeposition. *Latest problems of geology: Mater. scientific and practical conf. in memory of V.P. Makridina, May 27–28, 2016*. Kharkiv: I.S. Ivanchenko Publishing House, pp. 64–65. – in Ukrainian.
2. Kroshko Yu. 2016. Digital structural and lithological models of Aptian-Lower Albian and Middle Eocene continental ilmenite placers within the Korsun-Novomyrhorod pluton. *Mineral. coll.* No. 66. Vol. 1. pp. 30–39. – in Ukrainian.
3. Kroshko Yu.V. 2016. Digital structural and lithological models of Lower Cretaceous continental ilmenite placers of the upper paleocurrent of the Lebedyn-Balakliiv paleovalley (central part of the Ukrainian shield). *Geoinformatics*. Vol. 3(59). pp. 49–57. – in Ukrainian.
4. Kroshko Yu.V., Kovalchuk M.S. 2021. Structural and lithological modeling of ilmenite deposits in weathering crusts and products of their erosion and redeposition within the Novomyrhorod titanium-bearing region. *From Mineralogy and Geognosy to Geochemistry, Petrology, Geology and Geophysics: Fundamental and Applied Trends of the XXI Century: Proceedings of the All-Ukrainian Conference (MinGeoIntegration XXI)*. Kyiv. pp. 189–193. – in Ukrainian.
5. Kroshko Y.V., Kovalchuk M.S. 2023. Ore-bearing of the Likarivskyi placer (Korsun-Novomyrhorod pluton). *Problems of applied geological sciences and ways to overcome them (to the 160th anniversary of the birth of V.I. Vernadsky)*: Collection of materials of the scientific conference of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation. M.P. Semenenko. Kyiv. pp. 70–74. – in Ukrainian.
6. Kroshko Y.V., Kovalchuk M.S. 2023. Polychronic-polygenic paragenetic-spatial titanium ore system of the sedimentary cover of the south-western part of the Korsun-Novomyrhorod pluton. *Geochemistry and ore formation*. Issue 44. pp. 63–88. <https://doi.org/10.15407/gof.2023.44.063>. – in Ukrainian.

Ю.В. Крошко, М.С. Ковальчук

ЛАТЕРАЛЬНИЙ І ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ТИТАНО-ЦИРКОНІЄВИХ МІНЕРАЛІВ В МЕЖАХ АНДРІЇВСЬКОГО І ЛІКАРІВСЬКОГО РОДОВИЩ (ПІВДЕННО-ЗАХІДНА ЧАСТИНА НОВОМИРГОРОДСЬКОГО МАСИВУ)

Подано загальні відомості про геологічну будову та рудоносність Лікарівського та Андріївського родовищ, які розташовані у південно-західній частині Корсунь-Новомиргородського плутону в межах Новомиргородського масиву (південно-західна частина). Продуктивні відклади Лікарівського і Андріївського родовищ представлені формацією кори вивітрювання і континентальною алювіальною піщано-каоліновою формацією нижньої крейди (апт-нижній альб). На підставі координат, опису і результатів опробування свердловин створено цільову базу даних, на основі якої здійснено картографічні побудови. Досліджено структурні (рельєф підосви, поверхні рудовмісних відкладів та їх товщина) і речовинні (літологічний склад рудоносних відкладів; розподіл середнього вмісту ільменіту, циркону, рутилу і апатиту за латераллю в продуктивних відкладах) параметри різновікових і різногенетичних утворень Лікарівського і Андріївського родовищ. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між ільменітом, рутилом, цирконом і апатитом у корі вивітрювання та в континентальних відкладах (піски і перевідкладені каоліни) нижньої крейди. Встановлено, що в межах Лікарівського і Андріївського родовищ протягом геологічного розвитку території утворилася різночасова і різногенетична циркон-apatит-ільменітова рудоносна система, яка представлена просторово-парагенетичним рядом: кристалічні породи фундаменту; кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту; флювіальні формації, які утворилися за рахунок ерозії і перевідкладення елювію та різновікових мезозой-кайнозойських розсипів. Результати досліджень є інформаційною базою для супроводу видобувних робіт у межах досліджених родовищ.

Ключові слова: Корсунь-Новомиргородський плутон, Новомиргородський масив, габро-анортозитова формація, кора вивітрювання кристалічних порід, континентальні відклади нижньої крейди, Лікарівське і Андріївське родовища, ільменіт, рутил, циркон, апатит.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Юлія Крошко

кандидат геологічних наук

e-mail: ykrosh.79@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-7601-7760>

Мирон Ковальчук

доктор геологічних наук

e-mail: kms1964@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-9265-9707>

Стаття надійшла: 21.08.2023.

Н. В. Вергельська

МІГРАЦІЯ ФЛЮЇДІВ - ОСНОВНИЙ КРИТЕРІЙ ГАЗОНОСНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ДІЛЯНОК ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ ДОНБАСУ

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій, що контролюють зони стиснення і розуцілення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями, а у наших дослідженнях відкладами карбону. Міграція газу новоутвореною тріщинуватістю у масиві, за рахунок впливу гірничих виробок на верхні шари літосфери, дозволяє формувати скупчення газу у приповерхневих та поверхневих ділянках. Як наслідок, на відносно незначних ділянках концентрується значна кількість газу, яка сприятиме газодинамічним явищам на поверхні та може завдавати значних збитків будовам та людським життям.

З масопереносом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглепородних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями, які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженні ознаки нерівномірного розподілу флюїдів під впливом тектонічних і техногенних факторів були напрацьовані на спостереженнях за новоутвореннями у постседиментаційному геологічному середовищі: текстурно-структурних характеристик за даними вивчення зразків, шліфів та лабораторних спостережень, які визначають послідовність зміни речовинного складу конседиментаційних і постседиментаційних утворень та їх взаємовідношення в просторі і часі. Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази вуглепородних масивів, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглеводневої газової суміші шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до приповерхневих.

Ключові слова: міграція флюїдів, техногенні колектори, тектоніка, ненасичені вуглеводні, вуглепородні масиви, масоперенос, Донбас.

Вступ.

Попередніми дослідження встановлено, що під час видобутку вугілля зна-

чна частина газу перерозподіляється у масиві та залишається у новоутворених колекторах, створюючи ділянки придатні для дегазації. Першопричиною дослідження газових покладів у вуглепородних масивах - є безпечність проведення робіт дегазації та можливість використання вуглеводневої сировини. У той же час виведення газів вуглепородних масивів на денну поверхню негативно впливає на довкілля, оскільки до їх складу входять у значній кількості входить метан та його гомологи.

Міграція газу новоутвореною тріщинуватістю у масиві, за рахунок впливу гірничих виробок на верхні шари літосфери, дозволяє формувати скупчення газу у приповерхневих та поверхневих ділянках. Як наслідок, на відносно незначних ділянках концентрується значна кількість газу, яка сприятиме газодинамічним явищам на поверхні та може завдавати значних збитків будовам та людським життям.

З масопереносом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглепородних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями, які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженням перерозподілу газу у вуглепородних масивах займалися А.Я. Радзівілл, В.В. Лукінов, Л.І. Пимоненко, Д.П. Гуня та інші. Зокрема дослідженням ненасичених вуглеводнів у вуглепородних масивах проведено О.М. Сукачовим [19, 20], а у газових сумішах вуглепородних масивах та відпрацьованих виробок Н.В. Вергельською.

Мета дослідження: вплив міграції флюїдів на перерозподіл газу та газоносність відпрацьованих ділянок вуглепородних масивів Донбасу.

Матеріали та методи досліджень.

В основу виконання даного дослідження покладені проби вугілля та вміщуючих порід; визначена залишкова газова складова у вугільних пробах відібраних на шахтах Донецько-Макіївського вуглепромислового району, протягом 2005 – 2013 років та узагальнення раніше проведених досліджень тектоніки крайових частин шахтних полів та газоносності Донецького басейну [2-12]. Дослідження розкритих кар'єрними розробками розрізів безвугільної південно-західної частини Складчастого Донбасу проведено у 2004 – 2007 рр. Виконано вуглепетрологічні та вуглепетрографічні дослідження вугільних пластів та зон контакту вугільний пласт-вміщуючі породи. Вміст ненасичених газів у газовій суміші визначено за методикою [13] (патент № 79554 від 25.04.2013).

Результати дослідження та обговорення.

Дослідження ознак нерівномірного розподілу флюїдів під впливом тектонічних і техногенних факторів були напрацьовані на спостереженнях за новоутвореннями у постседиментаційному геологічному середовищі: текстурно-структурних характеристик за даними вивчення зразків, шліфів та лабораторних спостережень, які визначають послідовність зміни речовинного складу конседиментаційних і постседиментаційних утворень та їх взаємовідношення в просторі та часі.

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій (типів тектонічних форм), що контролюють зони (ділянки) стиснення і розуцільнення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями, а у наших дослідженнях відкладами карбону. В основу покладено принцип подібності мікро-, мезо- та макроформ у найширшому використанні даних понять. Для шахтної гірничо-геологічної практики особливо важливо раціональне використання мезо- та мікроформ, які можуть спостерігатись і досліджуватись у досить обмеженому просторі виробок, свердловин, природних та штучних відслонень, окремих зразків, шліфів та аншліфів, мікроформ під електронним мікроскопом і таке інше.

Протягом 2004 – 2007 рр. проводилось геологічне вивчення розрізів розкритих кар'єрними розробками в межах південно-західної частини Складчастого Донбасу – зони зчленування з Приазовським кристалічним блоком Українського щита (УЩ). Зокрема, детально досліджувались будова, тектонічні та гідротермальні неоднорідності (розломні зони, дайки, доломітові діапіри, карстові воронки та інше) теригенно-карбонатної формації нижньокам'яновугільних відкладів у трьох відкритих кар'єрах Центральний, Східно-Доломітовий та Стельський, що розташовані у Волноваській структурно-тектонічній зоні. За результатами польових досліджень встановлено, що у нижньокам'яновугільній формації зафіксувались прояви активної розломної діяльності, в тому числі й флюїдодинаміки, які відбувались у цій частині Складчастого Донбасу протягом трьох тектонічних циклів фанерозою – герцинського, кімерійського, альпійського. У Центральному кар'єрі переважали складчасті і розломні процеси, у Східно-Доломітовому – складчасті, розломні і гідротермальні, у Стельському – розломні, постмагматичні (дайково-ефузивні, гідротермальні) та діапіризму (рис. 1). Про наявність перерахованих процесів свідчать: брекчії і дзеркала ковзання, скиди і підкиди значних за розмірами блоків порід, особливо турнейського віку, інтенсивна тріщинуватість, процеси вилуговування, кавернозність і карст, прориви трахіандезитових дайок з піропами, альмандинами і хромшпінелідами,

прояви вуглецевого метасоматозу, гнізда і жили, що заповнені кальцитом, кристалічним кварцем, піритом (рис. 2), флюоритом, гіпсом.



Рис. 1. Загальний вигляд західної стінки Стилського кар'єру. На приповерхневому першому уступі – лінзи розущільнених загіпсованих порід надкупольних просадок.



Рис. 2. Зразки скупчень трубчастого і голчастого кристалічного піриту з вторинними плівками гідроксидів заліза та кальцитових жил, широко розповсюджених над субвулканічними трахіандезитами в глинисто-доломітових пачках Стилського кар'єру.

Доломітизовані вапняки і доломіти зони S_1^{tb1} мають численні прожилки молочно-білого кальциту шириною переважно 1-3 см, а також жеоди, каверни і дрібні карстові порожнини (розміром до 8-10 см і більше), заповнені дрібнокристалічними «щітками» і зростками напівпрозорих кристалів кальциту завдовжки до 1-3 см, рідше дрібними кристалами первинного доломіту, що додають породам плямистий вигляд. На деяких кальцитових щітках і кристалах спостерігаються присипки чорної сажистої речовини.

В темно-сірих доломітах, що підстилають пісковики, при розколванні спостерігаються примазки і дрібні гніздоподібні скупчення отверділої бітумінозної речовини в тонких епігенетичних тріщинах і порожнинах (порах і кавернах), що свідчить про міграційні процеси нафтидів з первинно збагачених органікою вапняків і чорних сланців (переважно, кременистих аргілітів). У центрі кар'єру у зоні тектонічного порушення під пісковиком вторинні доломіти інтенсивно роздроблені і мають ознаки вилуговування. На деяких доломітових брилах були виявлені присипки сажистої речовини, яка зверху була щільно «засіяна» чорними блискучими шматочками антраксоліту кутастої форми, розміром від перших міліметрів до 0,5 см і більше. Останні дуже легко відокремлювалися від вміщуючої породи і обсипалися. Серед численних дрібних кутастих шматочків зустрічалися «нарости» досить великих (до 2 x 1,5 см) утворень антраксоліта, що мали близьку до напливів і каплеподібну форми.

Досліджені результати міграції з різними новоутвореннями можна пояснити як самоорганізацію процесів, які утворюються в енергетичних середовища (структурах) з відмінними фізичними властивостями. Тобто, відбуваються перервно-неперервні процеси утворення та перетворення речовини (чи окремих елементів) та порід у термобаричних умовах, в тому числі й за участі флюїдів.

Найбільш відомим елементом, який у більшості випадків є флюїдом (чи входить до його складу) та дає початок речовинному світу є водень. Він характеризується самим низьким значенням внутрішньої енергії, але з відносно високою часткою в ній кінетичної енергії. Із-за цього водень характеризується як високоенергетичний елемент, що має підвищену рухливість і високу проникаючу здатність. Швидкість дифузії водню на декілька ступенів перевищує швидкість дифузії інших газів, причому вона значно збільшується з підвищенням температури у відповідності до експоненціального закону: $D = D_0 \cdot e^{-\varepsilon/RT}$, де D_0 - передекспоненціальний множник (коефіцієнт дифузії), ε - енергія активації дифузії. При підвищенні тиску (від атмосферного і вище) швидкість дифузії також збільшується пропорційно, відповідно до формули $D=K \sqrt{P}$, де K – коефіцієнт, що залежить від типу речовини. Оскільки водень дифундує у вигляді протону, котрий у силу своїх малих розмірів (10^{-5} \AA), має

властивість проникати не тільки між вузлів решіток, але і через електронні оболонки [12, 13]. Основним впливаючим фактором на дифузію водню в різних речовинах, є не геометрія кристалічної решітки, а її енергетика, тобто різниця в інтенсивності та направленості електричних полів, що створюється атомами речовини, у результаті коливань котрих протон переходить від одного до другого. Підвищення температури інтенсифікує теплові рухи і, відповідно, прискорює обмін атомів протонами – прискорює дифузію.

У земних умовах різні шари нашої планети, а особливо літосфера, знаходяться в неоднакових енергетичних станах, які визначаються поєднанням тиску та температури. Мабуть, самий низький енергетичний стан має місце в земній корі і при тому в континентальній. Океанічна кора знаходиться в більш високоенергетичному стані, так як там вищі температури та нижчі тиски. Відмінною рисою водню є його виключно висока теплоємність. Для молекулярного водню (H_2) вона складає при 298,15 К – $14,46 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), для атомарного (H) – $20,82 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), що в десятки раз перевищує теплоємність інших елементів. Феноменальна теплоємність водню дозволяє його характеризувати як теплоносій. Проникаючи в осадові породи, які багаті органічним чи неорганічним вуглецем, водень утворює вуглеводневі сполуки. Із збільшенням температури цей процес ще більше активізується. Здатність з'єднуватися з вуглецем у водню в три рази вища у порівнянні з киснем, що вказує на деяку пріоритетність у водню до утворення вуглеводнів у порівнянні з водою при рівному вмісті в породах вуглецю і кисню. Оскільки кисень у різних формах присутній в основному у верхніх шарах літосфери, а присутність неорганічного вуглецю слід очікувати на значно більших глибинах, то й початкові стадії утворення вуглеводнів повинні відбуватися значно раніше, в умовах високих тисків і температур. Різний ступінь задіяності водню в процесі утворення вуглеводнів залежить від характеру порід, через які він протікає й існуючі в них термобаричні умови. В осадових породах, особливо вугіллі чи вуглистих породах, задіяність водню доволі висока із-за великої кількості органічного вуглецю і відносно високих температур [1, 11, 15].

Процес утворення вуглеводневих сполук є неперервним, у силу неперервності водневого потоку через тверду оболонку Землі. Його не можливо прив'язати переважно до якогось періоду геологічної історії розвитку Землі. Він йде постійно і більш інтенсивно там, де вищі температури. Масове переміщення водню через породи літосфери створює на великих глибинах в умовах високих тисків і температур скупчення газових субстанцій, які проникаючи глибинними розломами і, досягаючи більше низькотемпературних рівнів, утворюють газоворідкі сполуки – флюїди. Шляхи міграції вуглеводнів визначаються тектонічними порушеннями, а наявність пасток є необхідною

умовою їх акумуляції. У результаті тривалих міграцій вуглеводні акумулюються в зустрічаючих на їх шляху структурах-пастках, де у процесі тривалої взаємодії з породами за сприятливих термобаричних умов проходять наступні стадії перетворень. Аналогічні процеси актуальні для вуглепородних масивів, в тому числі й новоутвореними техногенними колекторами відпрацьованих вугільних пластів [7, 21].

Досить дослідженими є формування пасток флюїдів у зонах розвитку соляних діапїрів Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Сіль, є складовою частиною флюїдів, на першому етапі рифтоутворення в процесі просідання блоків у зоні розтягу разом з поверхневими водами заповнювала утворювані западини. Після утворення соляних товщ у відкладах девонського періоду Дніпровсько-Донецької западини, виникає перепона на шляху руху із великих глибин розривними порушеннями гарячих флюїдів. Під потужним соляним чохлам вони накопичуються, утворюючи дуже високі тиски. Маючи відносно високу температуру і тиск вони можуть одночасно проплавляти сіль і втискати її в ослаблену зону у вищезалягаючі осадові відклади. В результаті прориву солей, флюїди, при дотику з більш жорсткими і холодними осадовими відкладами у процесі конденсації поступово раз за разом нарощують соляний купол, який проникає в зону розтягу, прориваючи вищезалягаючі нашарування. Вибуховоподібний прорив флюїдами соляних відкладів допомагає виносу на поверхню уламків і глиб кристалічних порід (солей), де вони фіксуються в результаті конденсації флюїдів, утворюючи чохол соляного штоку із порід кепроку. Зростаючі соляні штоки втискаються ослабленими зонами, зминаючи і прориваючи осадові породи, утворюють різного типу пастки, в яких з часом акумулюються вуглеводні. На глибинах можливого синтезу вуглецю можуть утворюватися неорганічні вуглеводні, а на менших, – куди проникає водень і де є в достатній кількості відклади органічного вуглецю, можливе утворення і накопичення органічних вуглеводнів [12].

Не можна заперечити думку про те, що значні родовища вуглеводнів в основному знаходяться в умовах аномальновисоких пластових тисків (АВПТ). Що дозволяє припускати наявність потужних покришок, під якими міг би накопичуватися газ, що має високі дифузійні властивості – водень. Дифузуючи через всю земну кору, водень утворює під покришками щільні газові скупчення. При постійному об'ємі це приводить до збільшення пластового тиску і відповідно утворення АВПТ. Поровий (пластовий) тиск може досягати 90% геостатичного (σ). Вданому випадку величина геостатичного тиску для порового буде критичною, бо при її досягненні різко збільшується можливість прориву покришки. Слід зазначити, що висока проникаюча здатність водню, а також газоподібних вуглеводнів, робить недовговічними замкнуті області з

аномальновисоким пластовим тиском, а відповідно і родовища вуглеводнів через розширюючі зони проникнення, приводить у кінцевому результаті до руйнування покришок. Зони з АВПТ, як природним організуючим фактором, допомагають інтенсивному утворенню вуглеводневих молекулярних структур, інтенсивно поглинаючих внутрішню енергію структурних елементів замкненої системи [11, 12, 14].

Крім широко відомих методів вивчення ізотопного складу вуглеводнево-водневих потоків у зв'язку з масопереносом флюїдів з глибоких горизонтів вугільного масиву Донбасу, з практичної точки зору є вивчення принципів міграції та просторового поширення в масиві нижчих вуглеводнів метанового ряду, а також таких ненасичених вуглеводнів, як етилен, пропілен та ацетилен.

Причиною практичної реалізації пошуку та дослідження геологічних тіл та структур, які вміщують (чи можуть вміщувати за певних умов) у своєму газовому складі ненасичені вуглеводні, була ситуація пов'язана з вивченням причин раптовості прояву викидів порід та вугілля, а також вибухів рудничної атмосфери під час проведення гірничих робіт. Прогноз та дії щодо упередження викидонебезпечності, мають протиріччя деяких даних глобального прояву раптових викидів сучасним уявам про природу цих явищ, свідчать про недостатньо повне змістове поняття «раптовий викид». Причиною ж раптових катастрофічних вибухів рудничної атмосфери завжди вважається «людський фактор».

Проведемо узагальнення попередніх досліджень у межах Донецько-Макіївського вуглепромислового району для встановлення зв'язку тектоніки окремої структури з флюїдо- та газодинамічними проявами у вуглепородному масиві.

Надзвичайно важливі матеріали про тектоніку газоносних вугільних масивів з активними газодинамічними проявами при вуглевидобуванні одержані починаючи з 80-90-х років минулого століття на шахтах центральної частини Донецько-Макіївського вуглепромислового району [18]. Матеріали геологічних досліджень на вугільних шахтах постійно поповнювалися та дозволили провести узагальнення та порівняння значного фактичного матеріалу для визначення можливості впливу тектоніки на міграцію флюїдів у вуглепородних масивах та їх вплив на раптові газодинамічні ситуації у Донецькому басейні.

За геологічними матеріалами, які характеризують структуру шахтного поля шахти «Чайкіно». Шахтне поле – похила брахіантиклінальна складка шириною понад 2 км, з крилами, що нахилені під кутами 3-6°. Порушеність її простежується у північно-східному напрямку під такими ж кутами. У межах антиклінальної складки шахтного поля помітних тектонічних розривних

порушень не спостерігалось. У склепінні складки породи залягають субгоризонтально, а на крилах (на межі шахтного поля) падіння шарів сягає від $2 - 5^\circ$ до $8 - 9^\circ$. Пласт m_3 , що має в цій частині структури витриману товщу $1,5 - 1,8$ м і відносно незначну порушеність, відпрацьований в основному протягом до 80-х років минулого століття, а згодом роботи проводилися уже переважно у більш складних гірничо-геологічних умовах крайових частин шахтного поля.

Важливо підкреслити, що у межах похилого склепіння Чайкінської антикліналі гірничо-геологічні умови відпрацювання пласта m_3 значно відрізняються від суміжних ділянок – на більш крутих крилах, у зонах флексур та зсувів чи насувів. За тектонофізичними характеристиками ці розривні порушення нами кваліфікуються зсувами.

В напрямі Безіменного зсуву, в північно-західному напрямі і далі за ним північно-західні кути падіння пласта збільшуються до $10 - 13 - 15^\circ$, занурення пласта північно-західне. При відпрацюванні пласта m_3 на III-тій північній лаві кут його падіння становив 15° . У блоці, розташованому між Ново-Чайкінським та Французьким зсувами, кути падіння зростають до 20° (від $10-13$ до 20°), при зануренні пласта у північно-західному напрямку. Занурення протилежного крила південно-західне під кутом $5-9^\circ$. Асиметрія крил виразна і характерна для центральної частини антиклінальної складки.

Тектонічні порушення, які ускладнюють асиметричні поперечні антиклінальні складки і відносяться до тріщин (або системи тріщин) сколу в межах поля шахти «Чайкіно», за матеріалами карт і планів гірничих виробок узгоджуються із складчастими деформаціями і співкладчастими, як результат кінцевої стадії дислокації, коли плікативні або квазіпластичні деформації ускладнюються розривними порушеннями – зсувами. Зонами розсланцювання окремі частини крил сповзають із припіднятих приосьових частин антикліналей у бік синкліналей – у бік зон стиснення.

Зсуви – характерні утворення тектонічних дислокацій Донецько-Макіївського району, і вони відіграють ключову роль у формуванні газоносних структур як вугільних пластах, так і у вміщуючих породах, виконуючи роль для структур розущільнення – резервуарів підвищеного вмісту вільного газу – екранів і формування аномально високих пластових тисків.

Аномально високі пластові тиски (АВПТ), ще не зовсім вивчені у межах Складчастого Донбасу, де за глибиною залягання промислових вугільних пластів вони не прогнозуються за аналогією з нафтогазонасними районами ДДЗ. Це результат поширеної точки зору на залежність величини пластового тиску від співвідношень літостатичного та гідростатичного тисків. Для структур Донбасу потрібно брати у розрахунок значні напруження тектонічного походження, які можуть перевищувати у кілька разів тиск,

прогнозований на глибинах понад 4000 – 5000 м в районах спокійного залягання верств, що характерно для ДДЗ [12]. Осередки АВПТ при їх порушеності гірничими виробками можуть спричинити раптові непередбачені нормативами газодинамічні явища, можливо навіть незалежно від складу газової чи газОВО-водної суміші.

Площини зміщувачів зсувів, насувів та похилих скидів по всіх задокументованих розрізах Донецько-Макіївського району орієнтовані під кутом 50°, 45°, 30° до 15°, поодинокі - 10°. Кути падіння притаманні малоамплітудним східчастим скидам (0,1 м, 0,25 м, 0,6 м, 0,7 м, 4,2 м, 6,0 м) досягають 80-90°. Для них характерні тріщини розриву (відриву) або відкриті тріщини, які мають хорошу флюїдопроникливість і флюїдомісткість.

Схеми взаємовідношення складчастих і розривних порушень різних форм і структурного рангу, складені за матеріалами пластів гірничих виробок шахти «Чайкіно» дозволяють відзначити не тільки механічний зв'язок плікативних і диз'юнктивних дислокацій, їхню синхронність і послідовність, але також значну роль текстур течії (або пластичної деформації та розсланцювання) у вугільному пласті й у вміщуючій породі. У зв'язку з цим, доцільно, розглянути текстурно-структурні особливості вугільного пласта m_3 , враховуючи його просторове і тектонічне положення в межах шахти «Чайкіно» та суміжних шахтних полів.

III-тя північна лава шахти «Чайкіно» відпрацьовувалась у смузі впливу Безіменного зсуву північ-північно-східного простягання з падінням зміщувача на захід (північний захід та південний захід). Поверхня зміщувача хвиляста і ламана, в цілому похила – 20 - 15° і менше. Переміщення у приконтактних частинах пласта, створюючи систему тріщин, що нагадують віяло або структуру «кінського хвоста», де пошарові (попластові) сколові текстури сланцюватості – головні, найбільш виразні відгалуження – то малоамплітудні порушення. Їхні площини донизу стають похилими з малими кутами нахилу, стрімко збільшуючи до 60-70° кути нахилу доверху, виклинюються.

Деякі додаткові відомості про взаємовідношення вугільного пласта і вміщуючих порід в їх контактних частинах дають спостереження безпосередньо у контактних зонах пласта m_3 при відборі вугільних проб на визначення залишкових складових вугільних газів. Вивчені шліфи вугілля під мікроскопом і репліки вугільних сколів поверхонь із дзеркалами ковзання і поверхні тріщин відриву. У покрівлі пласта m_3 – пісковики з лінзою чи прошарком детритусових вапняків, доломітизованих з прожилками бітумів у тріщинах відриву. Система тріщин відриву виповнена також кальцитом або вуглисто-глинистим матеріалом. Вони створюють систему прямокутників по відношенню до тріщини сколу із дзеркалами ковзання, які орієнтовані під

кутом до 45°. Листуватість (плитчастість або кліваж) у верхній частині вугільного пласта орієнтована паралельно контакту із вміщуючою породою – дрібнозернистими пісковиками з гніздами та прожилками піриту. Аргіліти і алевроліти на контакті з вугіллям виклинюються по тектонічному приконтактовому порушенню. В них присутні чіткі дзеркала ковзання, які підкреслюють сланцюватість.

У покрівлі вугільного пласта m_3 на ділянці розповсюдження дрібнозернистого темно-сірого вуглисто-пісковика – виразні сидеритові конкреції та стяжіння неправильної складної конфігурації до 2-3 см в перетині. Поверхня контакту вугілля з пісковиком нерівна, створена взаємопрониканням вугілля у породу і навпаки: пісковикові та вугільні клиноподібні ін'єкції, вимірювані сантиметрами і першими десятками сантиметрів. Ширина контактової зони взаємопрониканням до 10 – 20 см.

В зоні впливу відгалужень Безіменного зсуву у покрівлі пласта m_3 відібрані зразки приконтактових з вугільним пластом пісковиків (20-30 метрів по висхідній у лаві знизу). Система дрібних тріщин відриву, залічених кальцитом або відкритих (0,5 – 1,5 мм завширшки) зафіксовані на площині контакту пісковика з вугіллям, вони перетинаються під кутом 90°, а по відношенню до тріщин сколу із дзеркалами ковзання орієнтовані під кутами 45-50°. Листуватість вугілля чітка у зразках та шліфах і орієнтована паралельно контакту з дрібнозернистим піритизованим пісковиком. Ділянки контакту, представлені аргілітами та алевролітами, – тонколистуватості із дзеркалами ковзання. Вугільним пластом пісковики «сповзають» по падінню всієї товщі. Вугільний пласт є квазіпластичним матеріалом, яким відбувається зсув, а вугільний пласт екранується поверхнею зсуву, де породи ущільнені та розсланцьовані.

Зразки та шліфи із покрівлі та підосви пласта m_3 5-ої східної лави шахти «Чайкіно» й 5-ої дільниці шахти східної лави панелі 33 ім. В.М. Бажанова, представлені розсланцьованими вуглистими аргілітами та вуглисто-глинистими сланцями з лінзами піриту до 4 см в перетині. Їх супроводжують гідротермальні прожилки завтовшки від кількох міліметрів до 0,2 см паралельно-голчастих карбонатів. Кристали карбонатів, ріст яких відбувається від контактів до їх центральних частин, орієнтовані видовженістю по нормалі до контакту прожилка. Карбонатні прожилки створюють мереживо перетинів під прямим кутом за відношенням один до одного. Окремі кристали піриту та пилуваті вкрапленості насичують всю породу.

Виявлені мікротріщини, як виповнені гідротермальними прожилками, так і відкриті, поєднані з крупними розривами. З ними пов'язані активні гідротермальні процеси з сульфідними рудопроявами. Крім кальцитових,

широко представлені каолінітові виповнення та інші низькотермальні гідротермальні утворення зони аргілізації (сульфатної мінералізації). Вони розповсюджені на ділянці 3-ої північної лави шахти ім. В.М. Бажанова. Крім аргілітів і алевролітів, присутні доломітизовані (доломітові) аргіліти та сидеритові стяжіння. Наявність вторинної (гідротермальної) доломітизації може свідчити про сліди середньо- та високотемпературної гідротермальної проробки вугленосних відкладів цих шахт на їх тектонічно активних ділянках. Аналогічні процеси простежені у Красноармійському вуглепромисловому районі в зоні розривних тектонічних порушень, що підтверджує міграцію флюїдів у Донецькому басейні, як у вуглевміщуючій так і безвугільній товщах.

Вивчення мікротріщинуватості та накладеного мінералоутворення у шліфах як вміщуючих порід, так і вугільних пластів, переконує у тому, що це одна із досить надійних ознак нерівномірності перерозподілу воднево-вуглеводневої флюїдодинаміки на контакті вугільний пласт – вміщуючі породи.

Виявлено, що в лежачих контактах зсувів різних рангів концентруються значні кількості гідротермальних прожиткових карбонатів і карбонатно-сульфідних імпрегнацій, а також новоутворення каолініту та низькотемпературного кварцу. Вугілля і вміщуючі породи лежачого крила зсуву збагачені сульфідами, як розсіяновкращепленими, так і конкреційними. Поблизу екрану-зсуву, у лежачому крилі зсуву, відбувається розгрузка гідротерм і формування своєрідних рудних зон у тектонічного бар'єру за рахунок перерозподілу флюїдів вуглепородного масиву.

Супроводжуючі зсув (насув) тріщини відриву як розгалуження, виповнені мінеральними новоутвореннями, створюють дефіцит простору для вуглеводнів та води і посилюють динамічні (водо-газодинамічні) напруження, сприяють утворенню АВПТ.

Насичені вуглеводні, і перш за все метан та його гомологи, як більш стійкі по відношенню до ненасичених, менш стабільних, вільно почувають себе у зонах розуцільнення, а ненасичені, що потребують для свого збереження додаткового обмеження рухливості їх молекул, які надзвичайно чутливі до змін середовища, тяжіють до зон стиску (уцільнення).

При розкритті контактів зон стиску та розтягу гірничими шахтними виробками може відбутися переструктуризація газодинамічної системи, що була стабілізована раніше (до гірничих робіт), і її миттєва реалізація, ступінь небезпечності якої буде залежати від її об'ємів та контрастності розподілу флюїдів. Миттєвість зміни режимів газодинамічних структур підтверджується аналогом роботи автоматичної системи спостереження газового режиму виробки і раптовим виникненням катастрофічних явищ, на низці шахт

Донецько-Макіївського вуглепромислового району, у тому числі найбільшої катастрофи на шахті ім. О.Ф. Засядька в листопаді – грудні 2007 року.

Раптові газодинамічні явища у забоях і відпрацьованих просторах, особливо часті в процесі робіт по проходці та робіт по проведенню додаткових заходів техніки безпеки (проходка шнурів, свердловин і т.д.), тому доцільно розглянути можливості, планувати та проводити буріння з поверхні, зокрема і свердловин для промислового видобування вуглеводнів.

Висновок про тенденцію роздільного вмісту насичених і ненасичених вуглеводнів у вуглепородному масиві, у його різних за режимом тектонічних зонах і осередках, підтверджується роботами О.М. Сукачова та Г.Г. Жернової [18 - 20]. На основі картографічних узагальнень газоносності вугільного пласта m_3 досліджено неспівпадання максимумів газоносності вугільного пласта і місць проявів раптових викидів, оскільки метан у вуглепородному масиві, у більшості випадків є стабілізуючим газом і, зазвичай, при його вмісті понад 35 % раптових газодинамічних ситуацій у вугільних виробках не спостерігалось.

Мікротекстурно-структурні ознаки нерівномірного розподілу вуглеводнів у гірничих масивах вугільних шахт, для узагальнення, вивчалися за матеріалами та спостереженнями на більшості шахтах Донецько-Макіївського вуглепромислового району, а у останні роки у Красноармійському вуглепромислову районі та окремих шахтах Західного Донбасу. Вивчення текстурних і структурних (мікротекстур і мікроструктур) змін у породах і вугіллі проведено під мікроскопом у проникаючому світлі та під електронним мікроскопом, також враховані дані вивчення молекулярної структури вугілля рентгенографічним методом інших районів Донбасу.

Приклади тріщинних мікроструктур, виявлених у результаті дослідження поверхонь сколу і відриву у зразках вугілля, відібраних в ацетиленоносному пласті m_3 третьої північної лави, приведено на фотографіях реплік під електронним мікроскопом (рис. 3 - 6). Лінійні форми показані на рис. 3 та 4, а на рис. 5 та 6 лінійні форми відсутні або не виражені досить чітко.

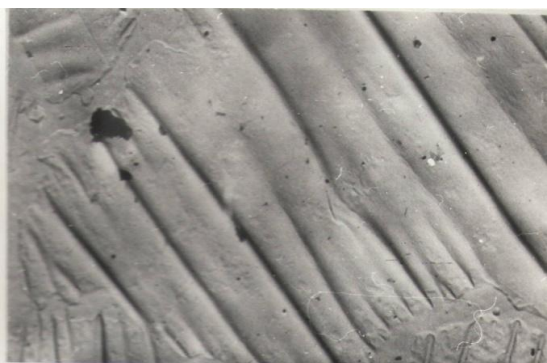


Рис. 3. Репліка – зразок 5-8/164x3500

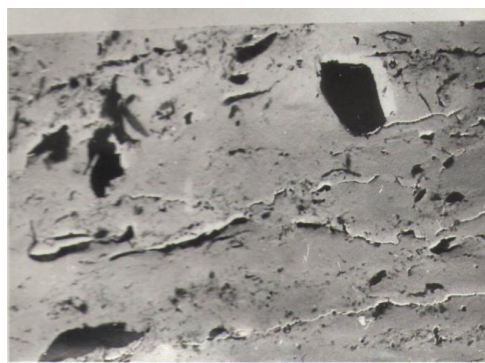


Рис. 4. Репліка – зразок 6-17/164x3500



Рис. 5. Репліка – зразок 11-13/168x3500



Рис. 6. Репліка – зразок 11-19/168x3500

Приблизно 15% із одержаних реплік досліджених зразків під мікроскопом, належать тим, які мають лінійні мікроформи. Вони, швидше за все, є вірогідними текстурно-структурними різновидами каналів (поглинань, штрихів) у вугіллі, які здатні утримувати і зберігати в порах розмірами близькими до 1 нм, природний ацетилен.

Проводячи підсумки аналізу текстурно-структурних неоднорідностей розподілу насичених та ненасичених вуглеводнів пласта m_3 , приходимо до висновку, що ненасичені вуглеводні концентруються переважно у ледачому крилі тектонічних зсувів.

Значна кількість у вуглепородному масиві вуглецю – елемента, якому властиві руйнування і відновлення хімічних зв'язків з більшістю елементів різними способами, а також факт підтоку з глибинних горизонтів вільного водню, давали підстави для припущення можливості синтезу природних ненасичених вуглеводневих сполук за певних енергетичних умов. Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, за умовами їх утворення, можна характеризувати як адвентивні гази, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглепородного масиву шляхом транспортування різного типу тектонічними тріщинами з глибинних горизонтів до при поверхневих.

Об'єктом вивчення ацетиленонасиченості масиву була вибрана південно-західна частина поперечної до головної складчастості Донбасу найбільш тектонічно активна зона Ветківського та Григор'ївського насувів. У даній зоні Оленівська магмотермальна аномалія та Амвросіївський купол могли бути енергетичним джерелом деструкції нижніх і синтезу ненасичених вуглеводнів. Оленівська магмотермальна аномалія розміщена у вузлі перетину бортових розломів Складчастого Донбасу і Українського щита, а Амвросіївський купол і гіпотетична інтрузія під ним на глибині 5 км – у зоні Єланчик–Ровеньківського глибинного розломів [11, 16, 19, 20]. Наявність у газовій складовій вугільних пластів та вміщуючих порід ненасичених вуглеводнів встановлена на окремих ділянках вугільних пластів. Однак, відсутність аналізу ізотопного складу

елементів, що складають ненасичені вуглеводні, на сьогодні, не дає можливості їх розподілу на мантійно- чи магмотермальний типи, але їх міграція глибинними розломами із глибших горизонтів в приповерхневі горизонти осадових порід є незаперечним фактом.

Проведене рекогносцироване опробування вугілля шахтопластів Макіївського району дає підстави стверджувати, що ацетиленопрояви пристосовані, в основному, до опірюючих Григор'ївський та Первомайський насуви – порушенням. Ненасичені вуглеводні встановлені на всіх шахтопластах від k_5 до n_1 , однак відсотковий вміст ацетилену був майже скрізь вищим у південно-східних зонах, де він сягав 2-3% (в деяких випадках – 5%) від загальної кількості нижчих вуглеводнів. На північно-західних крилах насувів частка ненасичених вуглеводнів зрідка перевищувала 1%.

Системне площинне опробування шахтопластів шахти ім. О.Ф. Засядька – l_1 та m_3 , підтвердило тенденцію максимального ацетиленопрояву на південно-східних апофізах значних насувових структур. Ацетиленнасичена ділянка вугільного пласта встановлена на протязі 400 м в межах 11-ої та 12-ої західної та 13 східної (табл. 1) лав пласта l_1 . У північно-східному напрямку ця зона виклинюється до головного конвеєра; південно-західне продовження цієї зони встановити не вдалося у зв'язку з відпрацюванням 10-ї лави. Ширина зони – в межах 150 – 200 м. На ділянках вугільних пластів l_1 , m_3 та k_5 , що примикають до північно-західної периферії Григор'ївського насуву, ацетилен ніде не встановлений.

Таблиця 1

Вміст ненасичених вуглеводнів у залишковій газовій складовій вугільного пласта l_1 шахти ім. О.Ф. Засядька

№ проб	Місце відбору	Дата відбору	C_2H_4	C_3H_6	C_2H_2
1	ПК 48	19.12.06.	–	–	–
2	ПК 49	19.12.06.	–	–	–
3	ПК 50	19.12.06.	0,02	–	–
4	ПК 51	19.12.06.	0,03	сліди	–
5	ПК 52	19.12.06.	0,01	–	–
6	ПК 55	19.12.06.	0,02	–	–
7	ПК 57	19.12.06.	0,02	–	–
8	ПК 67	02.04.07.	–	–	–
9	ПК 70	02.04.07.	–	–	–
10	ПК 73	02.04.07.	–	–	–

З викладеного можна зробити висновок, що північно-західні крила Ветківського, Григор'ївського та Первомайського насувів насичувались комплексом нижчих вуглеводнів з ненасиченими вуглеводнями виключаючи

ацетилен, а на північно-східних крилах, крім перерахованих газів, масив насичувався і ацетиленом.

Слід відмітити, що ацетилен встановлений тільки у верхній пачці пласта m_3 . У верхній та нижній пачках ацетилен встановлений тільки в місцях перем'ятості пласта. В межах вугільного пласта l_1 ацетилен може бути присутній як тільки у верхній, так і тільки у нижній частині пласта. Етилен скрізь, а пропілен майже скрізь супутній ацетиленпроявам. При цьому, контури поширення етилену та пропілену часто на 50-70 м перевищують контури поширення ацетилену.

Ацетиленом насичені ділянки вугілля південно-східних апофіз Ветківського насуву, поширені, як правило, не на всьому протязі розривних порушень, що пояснюється чергуванням зон сколу із зонами відриву, які під час масопереносу є зонами транспортування газів.

Зважаючи на те, що вуглеводні метанового ряду, крім частини метану з проблематичною генетикою, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах, ніж сучасні умови їх поширення [6, 9, 19], можна стверджувати, газонасичення вугільного масиву відбулося за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем. Рух потоку речовини відбувався у відповідності другому закону термодинаміки, згідно якому стан речовини змінюється в напрямку досягнення рівноваги температури і тиску – з глибоких горизонтів до при поверхневих, від високих температур і тиску – до більш низьких. В результаті дисипації енергії під час процесу масопереносу остаточна масовіддача у верхніх горизонтах масиву відбулася як за рахунок молекулярної дифузії так і переходу частини газу в адсорбований стан.

У зв'язку з тим, що у прирозломних зонах сорбованими є більш важкі вуглеводні ($C_3 - C_5$) та вуглеводні з недосконалою енергетикою (етилен, пропілен, ацетилен), але які не складають основу газової вуглеводневої суміші вугільних пластів, є основи для припущення, що під час всіх етапів масопереносу адвентивні гази не відчували значного тиску з боку корінних газів, які перебували у порах вугільних пластів та вміщуючих порід. Таким чином, основна маса сучасних газових вуглеводнів верхніх горизонтів вугільного масиву існує за рахунок процесу масопереносу від місць їх генезису (синтезу) – до місць їх сучасного поширення.

У цілому, умови насичення вугільного масиву Донбасу нижчими насиченими та ненасиченими вуглеводнями визначаються часом збільшення чи зменшення пропускної здатності тектонічних розривних порушень та часом надходження до них вуглеводнів. Всі параметри газових вуглеводнів

контролюються мозаїкою фізичних параметрів різних частин вугільного масиву.

Висновки

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій (типів тектонічних форм), що контролюють зони (ділянки) стиснення і розуцільнення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями. Вивчення новоутворень, пов'язаних з магмо-гідротермальними процесами, процесами рудо- та вуглеводневого метасоматозу довугленосних, вугленосних і надвугленосних фанерозойських відкладів Складчастого Донбасу виявило наскрізність флюїдопотоків, що періодично активізуються й активно діють і в сучасних умовах у всьому розрізі на рівні регіональних, зональних і локальних, переважно, осередкових діапирових структур.

Нерівномірний розподіл флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу, зважаючи на поширення насичених і ненасичених вуглеводнів, контролюються регіональними, зональними і локальними структурами в межах окремих шахтних полів. Оскільки, вуглеводні метанового ряду, переважно, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах, ніж сучасні умови їх поширення, можна стверджувати, газонасичення вуглепородного масиву відбулося (відбувається і нині) за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем.

Розглянута можливість формування у вуглепородних масивах Складчастого Донбасу аномально високих пластових тисків у газових і газОВО-водняних сумішах у структурах з високим катагенезом порід вугленосних товщ і складною тектонічною дислокованістю. Структури з аномально високими тисками газів і водно-газової суміші та діючі сучасні канали вуглеводнево-водневого флюїдного підтоку є вірогідними осередками раптових газодинамічних явищ, які контролюються лінійними тектонічними порушеннями та реалізуються, переважно, в осередкових і кільцевих структурах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Почтаренко В.І., Аксьом С.Д., Дубосарський В.Р., Мамишев І.Є., Кізлат А.М., Палій В.М. Прогнозування геодинамічних зон та перспективних площ для видобутку шахтного метану вугільних родовищ Донбасу. Київ: Фоліант, 2011. 236 с.

2. Багрінцева К.І. Геологічні умови газоносності вугільних відкладів північних околиць Донецького басейну. Дис. ... на здобуття вч. ступеня канд. геол.-мін. наук., 1952.
3. Безручко К., Приходченко О., Каргаполов А., Уразка М. Умови формування комбінованих газових пасток на території Західного Донбасу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2016.- № 1-2 (168-169). С. 26-37.
4. Бондарчук В.Г., Чередниченко О.І. Про природу раптових викидів вугілля, порід та газу в шахтах Донбасу. *Доповіді АН УРСР. Серія Б*. 1971. № 10. С. 870 –873.
5. Вергельська Н. В., Правоторова О. В., Назарова І. О. Про особливості газової складової вугільних пластів в тектонічно активних зонах (на прикладі ділянки Північно-Родинська-2 ДП ВК «Краснолиманська»). *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2011. Вип. 9 ч. 2. С. 440 - 450.
6. Вергельська Н.В. Газоносність відпрацьованого простору діючих шахт Донбасу. *Тектоніка і стратиграфія*. 2012. Вип. 39. С. 30-33.
7. Вергельська, Н., Пимоненко, Л., Скопиченко, І. Гірничо-геологічні особливості прогнозування динамічних явищ у вугільних шахтах. *Гірнича геологія та геоecологія*. 2022. 1(4). С. 5–15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
8. Гніпп Л.В. Вплив геологічних чинників на розподіл природних газів за умов великих глибин Донецького басейну (на прикладі Алмазного геолого-промислового району). Дис. ... на здобуття вч. ступеня канд. геол.-мін. наук., 1966.
9. Лукінов В. В. Гірничо-геологічні умови утворення скупчень вільного метану на вугільних родовищах. *Науковий вісник НГУ*. № 4. 2007. С. 55–59
10. Моногарова Ю.Й., Моногаров І.І., Мантошко Я.С. Особливості основних напрямів проведення дегазаційних робіт на Томашевській площі Лисичанського геолого-промислового району донбасу. *Геолог України*. 2009. №3. С. 161–164.
11. Радзівілл А.Я. До прогнозу зміни метаноносності вугленосних відкладів Складчастого Донбасу з глибиною. *Наук. праці Інституту фундаментальних досліджень*. Київ: Знання. 2001. С. 105-110.
12. Радзівілл А.Я., Іванова А.В., Зайцева Л.Б. Геологія вуглегазових басейнів (провінцій) України. Київ. ЛОГОС, 2007. 179 с.
13. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент No 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013.
14. Тіркель М.Г., Анциферов В.А., Глухов О.О. Вивчення газоносності вугленосної товщі. Донецьк: ВЕБЕР, 2008. 208 с.
15. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Tokar L. Prognosis for free methane traps of structural and tectonic type in Donbas. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, Ores Mining*. London: Taylor & Francis Group, 2014.- P. 267-271. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b17547-47>
16. Boki V.V., Gunya D.P., Pimonenko L.I., Balalae A.K., Vergelska N.V. Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*. 2013. 40. P. 49-58.
17. Priyalov V.A., Zhykalyak M.V., Panova E.A. Geologic controls on coalbed occurrence in the Donets Basin (Ukraine). *3 rd International Methane Nitrogen Oxide Mitigation conference*, November, 17 - 19, 2003.-Beijing, 2003.

18. Savchuk V.S., Kudelya Yu.A., Maidanovych I.A. State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR. 1987. 42 c.
19. Sukachov O.M. The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1985. № 11. P. 21-24.
20. Sukachov O.M. Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1987. №10. P. 22-25.
21. Vergelska N. Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donets basin. *GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt*, October 9-14, 2010. P. 571 - 572.

REFERENCES

1. Bagrii I.D., Gozhik P.F., Pochtarenko V.I., Aksyom S.D., Dubosarskyi V.R., Mamyshev I.E., Kizlat A.M., Palii V.M. Forecasting of geodynamic zones and promising areas for the extraction of mine methane from coal deposits of Donbas. Kyiv: Foliant, 2011. 236 p.
2. Bagrintseva K.I. Geological conditions of gas carrying capacity of coal deposits of the northern outskirts of the Donetsk Basin. Diss. ... to obtain a degree. candidate degree geol.-min. Science, 1952.
3. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Kargapolov A., Urazka M. Conditions for the formation of combined gas traps in the territory of Western Donbass. *Geology and geochemistry of fossil fuels.* 2016.- No. 1-2 (168-169). P. 26-37.
4. Bondarchuk V.G., Cherednychenko O.I. About the nature of sudden emissions of coal, rocks and gas in the mines of Donbas. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1971. No. 10. P. 870-873.
5. Vergelska N.V., Pravotorova O.V., Nazarova I.O. On the peculiarities of the gas component of coal seams in tectonically active zones (on the example of the Severno-Rodinska-2 section of the Krasnolymanska SE VC). *Scientific works of the UkrNDMI of the National Academy of Sciences of Ukraine.* 2011. Issue 9 h. 2. P. 440 - 450.
6. Vergelska N.V. Gas carrying capacity of the exhausted space of the operating mines of Donbas. *Tectonics and stratigraphy.* 2012. Issue 39. P. 30-33.
7. Vergelska N.V., Pymonenko L.I., Skopychenko I.M. Mining and geological features of forecasting dynamic phenomena in coal mines. *Mining geology and geoecology.* 2022. №1 (4). P. 5 - 15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
8. Gnipp L.V. The influence of geological factors on the distribution of natural gases under the conditions of great depths of the Donetsk basin (on the example of the Diamond geological and industrial district). Diss. ... to obtain a degree. candidate degree geol.-min. Science, 1966.
9. Lukinov V. V. Mining and geological conditions for the formation of free methane accumulations in coal deposits. *Scientific Bulletin of NSU.* No. 4. 2007. P. 55–59.
10. Monogarova Yu.Y., Monogarov I.I., Mantoshko Ya.S. Peculiarities of the main directions of degassing works on Tomashevskaya Square of the Lysychan geological and industrial district of Donbas. *Geologist of Ukraine.* 2009. No. 3. P. 161–164.
11. Radzivil A.Ya. To the forecast of changes in the methane content of coal-bearing deposits of the Folded Donbass with depth. *Science works of the Institute of Fundamental Research.* Kyiv: Knowledge. 2001. P. 105-110.

12. Radzivill A.Ya., Ivanova A.V., Zaitseva LB. Geology of coal and gas basins (provinces) of Ukraine. Kyiv. LOGOS, 2007. 179 p.
13. The method of determining the residual gas component of the Donbas coal massif, authors A. Ya. Radzivill, O. M. Sukachev, N. V. Vergelska, M. Yu. Sobolev, Patent No. 79554 dated 04/25/2013. State Intellectual Property Service of Ukraine, 2013.
14. Tirkel M.G., Antsiferov V.A., Glukhov O.O. Study of the gas content of the coal-bearing stratum. Donetsk: WEBER, 2008. 208 p.
15. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Tokar L. Prognosis for free methane traps of structural and tectonic type in Donbas. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, Ores Mining*. London: Taylor & Francis Group, 2014.- P. 267-271. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b17547-47>
16. Boki V.V., Gunya D.P., Pimonenko L.I., Balalaev A.K., Vergelska N.V. Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*. 2013. 40. P. 49-58.
17. Priyalov V.A., Zhykalyak M.V., Panova E.A. Geologic controls on coalbed occurrence in the Donets Basin (Ukraine). *3 rd International Methane Nitrogen Oxide Mitigation conference*, November, 17 - 19, 2003.-Beijing, 2003.
18. Savchuk V.S., Kudelya Yu.A., Maidanovych I.A. State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR. 1987. 42 c.
19. Sukachov O.M. The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*. 1985. № 11. P. 21-24.
20. Sukachov O.M. Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*. 1987. №10. P. 22-25.
21. Vergelska N. Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donets basin. *GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt*, October 9-14, 2010. P. 571 - 572.

N. V. Vergelska

FLUID MIGRATION IS THE MAIN CRITERION OF THE GAS-BEARING CAPACITY OF THE CLOSED AREA OF MINES OF THE COAL-BEARING FIELDS OF THE DONBAS

Fluid migration is determined, first of all, by different in shape and rank types of dislocations that control compression and rarefaction zones as the main regulators of the distribution of matter and energy in the Earth's crust, represented mainly by Phanerozoic formations, and in our studies by carbon deposits. Gas migration through the newly formed fractures in the massif, due to the impact of mine workings on the upper layers of the lithosphere, allows for the formation of gas accumulations in the near-surface and surface areas. As a result, a significant amount of gas is concentrated in relatively small areas, which will contribute to gas-dynamic phenomena on the surface and can cause significant damage to buildings and human life.

Mass transfer of deep fluids is associated with the formation of mineral deposits, including the most explored ones, ore and oil and gas. At the same time, the distribution of

gas in coal-bearing massifs is related to their tectonic structure, especially to faulting, which is a way for hydrocarbon-hydrogen mixtures to migrate from deeper horizons.

The study of the signs of uneven distribution of fluids under the influence of tectonic and anthropogenic factors was based on observations of new formations in the post-sedimentary geological environment: textural and structural characteristics based on the study of samples, grinds and laboratory observations, which determine the sequence of changes in the material composition of consedimentary and post-sedimentary formations and their relationship in space and time. Unsaturated hydrocarbons, such as ethylene, propylene and acetylene, can be characterised as adventitious gases of hydrocarbon massifs that have taken their current position in the gas component of the hydrocarbon gas mixture by being transported by fractures from deep horizons to the surface.

Key words: fluid migration, man-made reservoirs, tectonics, unsaturated hydrocarbons, coal-bearing massifs, mass transfer, Donbas.

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна
Наталія Вергельська
доктор геологічних наук
e-mail: vnata09@meta.ua
<https://orcid/0000-0002-1440-6082>

Стаття надійшла: 25.10.2023.

Л.І. Пимоненко, І.М. Скопиченко, А.О. Нікітіна

ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ПОШИРЕННЯ СЛАНЦЕВИХ ФОРМАЦІЙ УКРАЇНИ

Горючі сланці у світі досить поширені. Вони представлені як невеликими сланцепроявами, так і великими родовищами. На даний час тільки декілька родовищ горючих сланців у Бразилії, Китаї й Естонії, експлуатуються. Зважаючи на зниження загальносвітових обсягів видобутку нафти, горючі сланці є перспективним джерелом енергоресурсів у майбутньому.

Горючі сланці містяться запаси вуглеводнів, які значно перевищують запаси природної нафти і газу. За даними пошуково-розвідувальних робіт, ресурси родовищ горючих сланців у світі колосальні. Їх потенційні ресурси оцінюються в 650 трлн. тонн, відомі ресурси досягають 450 трлн. тонн. Загальну оцінку світових ресурсів виконати доволі складно, оскільки для їх вивчення у країнах використовуються різні методи з урахуванням наявності запасів, потреби, доцільності їх видобутку і використання.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднювальні речовини, які мають підвищений забруднюючий вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на організм людини.

Ключові слова: горючі сланці, менілітові сланці, охорона навколишнього середовища при видобутку сланців.

Вступ.

Освоєння родовищ традиційних енергетичних джерел, у першу чергу нафти та газу, супроводжується швидким виснаженням розроблюваних родовищ, що викликає необхідність використання альтернативних джерел. Одним з джерел енергетичної сировини є горючі сланці, які мають великі запаси.

Горючі сланці у світі досить поширені. Вони представлені як невеликими сланцепроявами, так і великими родовищами. На даний час тільки декілька родовищ горючих сланців у Бразилії, Китаї й Естонії, експлуатуються [4, 12]. Зважаючи на зниження загальносвітових обсягів видобутку нафти, горючі сланці є перспективним джерелом енергоресурсів у майбутньому.

Горючі сланці містяться запаси вуглеводнів, які значно перевищують запаси природної нафти і газу. За даними пошуково-розвідувальних робіт, ресурси родовищ горючих сланців у світі колосальні. Їх потенційні ресурси оцінюються в 650 трлн. тонн, відомі ресурси досягають 450 трлн. тонн. Загальну оцінку світових ресурсів виконати доволі складно, оскільки для їх вивчення у країнах використовуються різні методи з урахуванням наявності запасів, потреби, доцільності їх видобутку і використання [2, 3, 4].

Сьогодні у багатьох країнах світу ведуться дослідницькі та дослідно-промислові роботи зі створення ефективних технологій з метою одержання зі сланців рідких і газоподібних висококалорійних палив та дефіцитних хімічних продуктів. Найбільший розвиток такі роботи одержали в Бразилії, Росії, Естонії, Австралії та США. За оцінками, США мають запаси понад 56 трлн м³ сланцевого газу [10, 12].

Розширення паливно-енергетичного балансу України під час відновлення її після бойових дій, обумовлює повернення до вивчення сланцевих родовищ, які розташовані у різних геологічних структурах.

Мета: визначити геологічні чинники поширення сланцевих формацій та екологічні ризики при їх розробці.

Матеріали та методи досліджень.

Проведено аналіз та узагальнення матеріалів виробничих звітів, наукових публікацій [1 - 12], польові та аналітичні дослідження проведені авторами у 2019 – 2022 рр.

Виклад основного матеріалу.

Під сланцями взагалі (як горючими, так і вуглистими) розуміють викопні матеріали, в яких крім органічних речовин міститься велика кількість і мінеральних речовин (умовно понад 40%). Термін «горючі сланці» прийнято поширювати на сланці з органічною масою (тобто з керогеном) лише сапропелевої природи. Високозольні породи з органічною масою гумусної природи називають звичайно «вуглистими сланцями». Слід враховувати, що за характером органічної маси у природі зустрічаються сланці як гумусного і сапропелевого, так і ліптобіолітового, а також змішаного походження. У даній статті розглядаються «горючі та, переважно, мінілітові сланці».

Перші родовища горючих сланців утворились більше 1 млрд років тому, в докембрії, близько 40% усіх сланців утворились у палеозойську еру, 30% – у мезозойську та 25% – у кайнозойську. Поклади горючих сланців, за звичай, це пласти товщиною в кілька метрів. Однак, зустрічаються сланцеві поклади загальною потужністю до 600 м із частим перешаруванням пластів горючих сланців і різних осадових порід.

На території України знаходяться два основних регіони (рис. 1) де поширені родовища горючих сланців, з яких можливе видобування природного газу, а саме: Львівсько-Люблінський басейн на заході країни (видобувні запаси сланцевого газу оцінюють на рівні 1,47 трильйона метрів кубічних) та Дніпровсько-Донецький басейн – на сході (видобувні запаси сланцевого газу оцінюють на рівні 2,15 трильйонів метрів кубічних) [2, 3 - 7].



Рис. 1. Оглядова карта сланченості України (Скоробач, 2002)

Формація, яка домінує в генеруванні газу сланцевих товщ Дніпровсько-Донецького басейну, - чорні сланці візейського ярусу нижнього карбону, а основні поклади сланцевого газу в межах Львівського палеозойського прогину зосереджені в сланцях силурійсько-ордовицьких відкладів.

Відклади, що включають родовища та прояви горючих та мінілітових сланців, приурочені в Україні до різних тектонічних структур і спостерігаються у різних регіонах . У межах України виділено дві геотектонічні групи формацій вміщуючих сланці: перша – формація древніх платформ, друга – формація геосинклінальних областей.

До формації древніх платформ відносять горючі сланці западин Українського щита (УЩ), півдня Подолії (Волино-Подольської плити), депресійних воронок і, можливо, компенсаційних прогинах Дніпровсько-

Донецької западини (ДДЗ). Формація геосинклінальних областей представлена менілітовими сланцями Карпат. Родовища горючих і менілітових сланців та сланцепроявів мають різний вік утворення та обстановки накопичення.

У Бовтиській і Ротмістрівській западинах УЩ [2] (рис. 1), у депресійних воронках ДДЗ сланценакопичення, ймовірно, проходило в умовах опріснених водойм зі значним обсягом надходження теригенного матеріалу. Горючі сланці півдня Подолії та менілітові сланці Карпат накопичувалися в умовах мілководдя морських басейнів [2, 6].

Сланці Ротмістрівської западини відносять до нижньо-крейдового віку. Питання про вік сланців Бовтиського родовища є дискусійним: одні дослідники відносять їх до нижньо-крейдового періоду, інші – до палеогену-нижнього еоцену. На нашу думку, сланценакопичення у Бовтиській западині можливо тривало протягом від крейди до неогену із перервами, аналогічно до торфонакопичення, що представлене у сучасних розрізах буровугільними пластами Дніпровського буровугільного басейну.

Вздовж Подільської гряди (рис. 1) товтрових вапняків розвинуті сланценосні відклади доволі широкою (10-20 км) смугою, яка простягається на 130 км. Підосвою сланценосного розрізу є рифові вапняки верхнього тортону, які називаються «тесовою банкою», що поширені на території повсюди. Горючі сланці півдня Подолії різного віку: Михайлівський прояв - пов'язаний з осадовими утвореннями верхнього тортону, а Флоріанівське родовище, Слобода-Савицький і Новоселицький прояви - нижньосарматського віку, що також корелюються за віком формування з буровугільними покладами регіону. Утворення фацій і вапнякових рифів проходило в умовах, які пов'язані з трансгресією теплих морів у верхньотортонській і нижньосарматській час [2].

Рифові споруди товтрової смуги характеризуються складними формами та конфігурацією, які обумовили утворення напівзамкнених мілководних лагуноподібних басейнів. У яких склалися сприятливі умови застійного режиму при яких почалось накопичення глинистого матеріалу і розвиток органічного світу. За таких умов здійснювалось накопичення рослинних і тваринних залишків, які є джерелом органічної речовини бітумінозних сланців. Лагунно-морські умови накопичення та утворення сланценосних формацій були характерні для більшості відкладів нижньосарматського віку, які прилягають безпосередньо до товтрів.

У будові Дніпровсько-Донецької западини приймають участь девонські, кам'яновугільні, пермські, тріасові, юрські, крейдянські, палеогенові, неогенові і четвертинні відклади, які залягають на розмитій поверхні докембрійського кристалічного фундаменту. Припущення про можливу сланценосність девонських відкладів базуються на тому факті, що у Прип'ятському прогині

(Білорусь), який є північно-західним продовженням ДДЗ, встановлена сланценосність девонських відкладів (данково-лебедянський горизонт фаменського ярусу верхнього девону), глибина залягання горючих сланців коливається там від 60-70 м на заході, до 500-600 м і більше на сході (на кордоні держав). Потужність пластів горючих сланців змінюється у межах від 0,1-0,2 м до 3-4 м [2].

Сланценосними у ДДЗ (рис. 1) можуть бути широко розвинуті олігоцен-міоценові відклади у межах депресійних воронок, які пов'язані з соляною тектонікою. Про це свідчить виявлення сапропелітів в межах Ново-Дмитрієвської та Пісочненської депресійних воронок, які мають багатопластову будову.

Виявлення горючих сланців доволі ймовірно в межах компенсаційних прогинів, які залягають в тому ж комплексі осадових порід, включаючи і вугленосну товщу, з середньою частиною якої пов'язані сапропеліти. Однак, поки що ні в одному із вивчених компенсаційних прогинів (Сула-Удайський, Роспачинівський) горючих сланців виявлено не було.

Вивченість виявлених на Україні родовищ і проявів горючих сланців доволі різна, тому і геолого-економічна оцінка залежить від ступеня вивченості геологічних особливостей кожного родовища і сланцепрояву.

Менілітові сланці розповсюджені на значній площі Українських Карпат (рис. 1) (близько 15 тис. км²). Менілітові бітумінозні сланці, які є одним із компонентів менілітової серії олігоцену, широко розвинуті в зоні Карпатських гірських будов, на всьому протязі української частини Карпат від польського до румунського кордону. З рахунок інтенсивної складчастості та численних надвигових порушень вони в багатьох місцях утворюють великі відслонення, головним чином у бортах долин рік, які прорізають їх навхрест простягання (рис. 2). У товщі менілітової серії М. Л. Ладиженський виділяє три світи: нижню, середню і верхню.

Нижня світа представлена кременисто-мергелистим роговиковим горизонтом, сланцюватим аргілітом з багаточисленними прошарками глауконітових пісковиків, доломіту і доломітизованих вапняків. Потужність світи змінюється від 200 до 400 м.

Середня світа складається з вапнякових аргілітів темно-сірого кольору, які чергуються з вапняковистими пісковиками, алевролітами і доломітами. Порооди даної світи характеризуються невеликим вмістом органічної речовини.

Верхня світа складена аргілітами чорного та коричневого кольору з прошарками пісковіку, алевриту, мергелю і доломіту. Потужність світи досягає 600 м.



Рис. 2. Відслонення сланців у долині річки Свіча.



Рис. 3. Відслонення менілітових сланців поблизу с. Новошин (Карпати, палеоген, менілітова світа).

Менілітові відклади, як і інші породи карпатського флішу, зібрані в складки і ускладнені тектонічними порушеннями скидного-насувного характеру.

Вміст менілітових сланців в розрізі верхньої і нижньої світ коливається від 80 до 95 %. Менілітові відклади неоднорідні як за літологічним складом, так і за вмістом органічної речовини в сланцях. Вказана неоднорідність спостерігається по розрізу і по простяганню менілітових порід (рис. 4 а, 4 б).

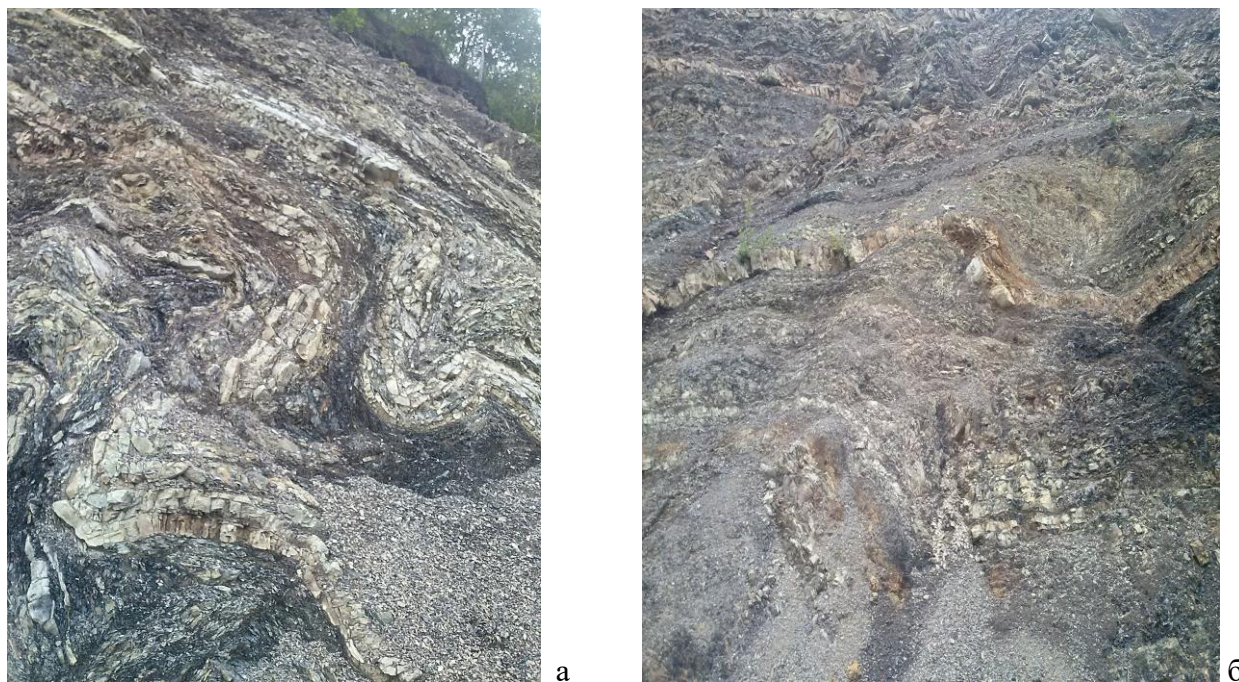


Рис. 4. Фрагменти відслонення (рис. 3) менілітових сланців поблизу с. Новошин (Карпати, палеоген, менілітова світ)

Територія розповсюдження менілітових сланців ділиться на наступні тектонічні одиниці: Покутську підзону внутрішньої зони Передкарпатського прогину (Покутські складки), Скибову, Кросненську і Дуклянську зони [4, 7].

Менілітові відклади представляють собою потужний комплекс почергових шарів власне бітумінозних сланців, пісковиків і кременистих порід. Свою назву менілітові сланці отримали від мінералу «меніліт» з групи напівопалів, який названий у 1794 році французьким мінералогом Доломьє і виявлений у даній серії відкладів Е. Глокером.

В Україні найбільш збагачені бітумами вважаються сланці менілітової світ. Ці сланці мають коричневий до чорного колір, виходять на денну поверхню та залягають на різних глибинах у різних тектонічних поверхах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і Скибової зони Карпат. На рисунку 2 зображено фото менілітових сланців із відслонення у руслі ріки

Свіча, Івано-Франківської області. Це - чорні сланці, які містять органічний матеріал сапропелевого ряду.

Варто зазначити, що формування сланценосних товщ у межах древніх платформ корелюються за часом формування із вугленосними товщами аналогічних структур та відповідає закономірностям накопичення органічної речовини. Накопичення та консервація органічної речовини відбувається за наявності воднево-вуглеводневого підтоку [2]. Процеси збачагнення осадових порід бітумінозною речовиною були простежені по-близу Залізного порту та на Арабатській стрілці у зоні впливу «гарячих джерел».

Значні тектонічні (тектоно-магматичні) процеси значно змінили менілітові сланценосні товщі, які підняли на денну поверхню (рис. 3, 4). Зважаючи на різкі зміни форм на незначних відстанях у сланценосній товщі та тріщинуватість у сланцевих прошарках, вважаємо за що на товщу мали значний вплив постформаційні тектоно-плутонічні процеси, які за часом відповідають вулканізму у Карпатах. Вугленосні площі Закарпаття та Прикарпаття за віком формування корелюються із менілітовими сланцями.

Розвиток покладів сланців корелюється територіально та в часі з вугленосними товщами та з нафтогазоносними верствами у межах Українського щита, півдня Подолії (Волино-Подольської плити), депресійних воронок і, можливо, компенсаційних прогинах Дніпровсько-Донецької западини та Карпат.

Потенціал покладу горючих сланців характеризується кількістю і якістю органічних сполук, а також рівнем їх термічної зрілості [1].

Якісним показником газової ефективності горючого сланцю є вміст керогена, тобто вуглецевмісної органіки. До найбільш термічно зрілих сланців відносять родовища «сухого газу» (вміст метану складає не менше 90%) з керогеном типу III. Менш термічно зрілі родовища з керогеном типу II даватимуть газ з домішками конденсату. Ще менш термічно зрілі сланці з керогеном типу I є нафтоносними. Термічна зрілість залежить від ступеня нагрівання материнської породи в процесі перетворення керогену у вуглеводні [10].

Обсяг доступного газу в сланцевому пласті прямо пропорційний товщині сланцевого шару, найбільш доцільно розробляти потужні і термічно-зрілі сланці. Як правило, вони відносяться до палеозойської і мезозойської ери, зокрема, до пермського, девонського, ордовіцького і силурійського періодів.

Існує цілий набір геохімічних параметрів, які зумовлюють умови видобутку сланцевого газу а, відповідно, визначають собівартість продукту. Перш за все, істотно впливає на собівартість видобутку вміст глини у жорстких пісках, яка поглинає енергію гідророзриву, що вимагає збільшення обсягу

необхідних хімікатів. Найбільш вигідними вважаються «крихкі» сланці з великим вмістом двоокису кремнію, оскільки такі родовища містять природні переломи і тріщини та потребують меншої потужності гідророзриву [3, 8, 10].

Екологічні ризики під час розробки сланців.

Сланцева промисловість має вельми різноманітний вплив на навколишнє середовище, причому негативний характер цього впливу у багато чому визначається утворенням надзвичайно великої кількості твердих відходів, основна частина яких за сучасних технологій видобутку та переробки сланців складається у відвалах [1, 3, 4, 9, 11].

Відвали порушують елементи природного ландшафту, які визивають зміни рельєфу місцевості і типової рослинності. Оскільки у вміщуючій породі та зольних залишках термічної переробки сланців міститься від 5 до 20% горючих речовин, відвали можуть samozapalюються. Горіння їх продовжується місяцями, іноді продовжується протягом ряду років. При цьому атмосфера забруднюється сірчанним ангідридом та іншими токсичними газами. Інтенсивне забруднення атмосфери відбувається і в результаті вітрової ерозії поверхневого шару відвалів. У зв'язку з вимиванням із відвалів органічних речовин, продуктів їх розкладу, розчинних мінералів і важких металів забруднюється ґрунт, ґрунтові води і джерела водопостачання. Варто зазначити, що облаштування відвалів пов'язано з відчуженням значних земельних територій. При цьому пошкодження ґрунту проявляються на площах, які значно перевищують безпосередньо зайнятість відвалами. Заходи, які направлені на локалізацію шкідливого впливу видобутку сланців на навколишнє середовище, зводяться, в основному, до організації відповідного складування твердих відходів і з наступною рекультивацією території.

У теперішній час, з метою запобігання samozapalення, відсипка порід на прибалтійських шахтах ведеться тільки у плоскі відвали з терасами через кожні 10 м по висоті. Проєкт рекультивації таких відвалів передбачає покриття поверхні терас і вершин відвалів родючим шаром ґрунту, попередньо знятого з поверхні відведеної під відвал і посадки лісу [9].

Розроблені і, як передбачається у майбутньому, будуть широко застосовуватися методи озеленення зольних відвалів переробки сланців деревами і кущами, а також багаторічними травами. Перші досліди в цьому напрямку були проведені в 1968 році в Естонії. Вегетаційні досліди по озелененню відвалів проводяться і у США [12].

Для складування відходів переробки сланців необхідно використовувати негативні форми рельєфу (балки, яри і ін.). При цьому відходи повинні зволожуватись водою і утрамбовуватись. Для попередження забруднення водотоків при розчиненні речовин із відходів, відвали повинні бути обладнані

дамбами і дренажним устаткуванням. Після виповнення негативних форм рельєфу відвали вирівнюються і покриваються ґрунтовим шаром.

Таким чином, є ряд технічних рішень, реалізація яких дозволяє зменшити негативний вплив відходів на навколишнє середовище. Тим не менше, коло невирішених проблем достатньо широке, і в США наприклад, саме ця обставина є в якості одного із головних доводів проти організації промислової переробки сланців у наземних агрегатах.

При підземній перегонці можуть виникнути проблеми, які пов'язані з охороною довкілля (забруднення ґрунтових вод продуктами термічної переробки, які залишаються у породі). Негативні наслідки можуть мати і високотемпературне нагрівання великих мас гірської породи. Всі ці питання потребують довивчення.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднювальні речовини, які мають підвищений забруднюючий вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на людину. Системи захисту атмосферного повітря від забруднення, захисту води від забруднення стічними водами, охорона ґрунту і рекультивацію земель будуть використовувати сучасні технічні засоби і заходи, що в повному обсязі забезпечить очищення газових викидів і стічних вод до гранично припустимих концентрацій.

На основі вище викладеного можна ще раз констатувати, що єдино вірним і радикальним рішенням цієї проблеми є комплексна переробка сланців з максимальною утилізацією їх мінеральної частини. При такому підході з ефективним захистом навколишнього середовища, досягається значна економія коштів, які використовуються на облаштування й експлуатацію породних і зольних відвалів, а також забезпечення раціонального використання природних ресурсів.

Висновки.

Площі розвитку сланців України пов'язані з різними геотектонічними структурами. На накопичення та формування сланцевих верств мали вплив тектоніка та воднево-вуглеводней підтік, за аналогією до вугленосних товщ та нафтогазових покладів. У менілітових сланценосних товщах встановлено постформаційний тектоно-плутонічний вплив, що вивів сланцевмісні розрізи на денну повехню, не виключено, що такі ж процеси можна буде простежити й на глибині у суміжних регіонах.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднюючі речовини, які мають підвищений

негативний вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на організм людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вульчин Є.І. Геохімія мікроелементів у каустобіолітах Західних областей України. К.: Наукова думка, 1974. 111 с.
2. Етапи утворення вугленосних формацій в геологічних структурах України; ІГН НАН України / А.Я. Радзівілл, В.Ф. Шульга, А.В. Іванова, С.О. Мачуліна, Н.В. Вергельська, А.В. Александрова, Л.Б. Зайцева. Київ: LAT&K, 2012. 215 с.
3. Ковальський В.С., Зубченко О.М., Богуслав М.В. Горючі сланці для енергетики і хімії України. *Вісник НАУ*. 2006. №2. С. 139-144.
4. Лукін О. Ю. Сланцевий газ та перспективи його видобування в Україні. Стаття 1. Сучасний стан проблеми сланцевого газу (у світлі досвіду освоєння його ресурсів у США). *Геологічний журнал*. 2010. № 3. С. 17–33.
5. Орлов О.О. Виявлення нафтопродукуючих порід у Карпатах. *Нафтова і газова промисловість*. 1992. №2. С.10-11.
6. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Трубенко О.М., Омельченко Т.В. Методика кількісного температурного впливу на енергетичні властивості покладів вуглеводнів. *Науковий вісник*. 2009. №2. С.37-43.
7. Орлов О.О., Жученко Г.О. Потенційні можливості використання ресурсів нетрадиційних енергоносіїв у Західному регіоні України. *Івано-Франківськ: ІФНТУНГ*. 1992. 17 с.
8. Орлов О.О., Омельченко В.Г. Проблема видобутку нафти і газу із бітумінозних товщ України. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2010. № 4(37). С. 28 – 33.
9. Щокін А.Р., Колесник Ю.В. Взаємозв'язок проблем екології та заходів з енергозбереження – вирішальний чинник сучасного етапу розвитку економіки держави. *Стратегічна панорама*. 2004. № 2. С. 25–30.
10. Frantz J.K., Jochen V. 2005. Shale Gas White Paper [Electronic resource] *Technological journal*. Autumn. – Log access mode: http://www.slb.com/services/industry_challenges/unconventional_resources/shale_gas_liquids.aspx
11. Lapidus A. L., Krylova A. Yu., Tonkonogov B. P. 2000. Chemistry and technology of fuels and oils [Electronic resource] *Science in higher education*. Vol. 36. № 2. P. 82–88. – Log access mode: <http://www.springerlink.com/content/g34t346350m7p312/>
12. Shale Gas in North America Emerging Supply Opportunity: Northeast Energy and Commerce Association Fuels Conference / Canadian Society for Unconventional Gas. – Canadian Society for Unconventional Gas, 2008. 20 p.

REFERENCES

1. Vulchyn E.I. 1974. Geochemistry of trace elements in caustobiolites of Western regions of Ukraine. K.: Naukova dumka. 111 p.
2. Stages of the formation of coal-bearing formations in the geological structures of Ukraine. 2012. National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences of

- Ukraine / A.Ya. Radziwill, V.F. Shulga, A.V. Ivanova, S.O. Machulina, N.V. Vergelska, A.V. Aleksandrova, L.B. Zaitseva Kyiv: LAT&K. 215 p.
3. Kovalsky V.S., Zubchenko O.M., Bohuslav M.V. 2006. Oil shale for energy and chemistry of Ukraine. *Bulletin of NAU*. No. 2. P. 139-144.
 4. Lukin O. Yu. 2010. Shale gas and prospects for its extraction in Ukraine. Article 1. The current state of the shale gas problem (in the light of the experience of developing its resources in the USA). *Geological Journal*. No. 3. P. 17–33.
 5. Orlov O.O. 1992. Discovery of oil-producing rocks in the Carpathians. *Oil and gas industry*. No. 2. P.10-11.
 6. Orlov O.O., Omelchenko V.G., Trubenko O.M., Omelchenko T.V. 2009. Methodology of quantitative temperature influence on energy properties of hydrocarbon deposits. *Scientific Bulletin*. No. 2. P.37-43.
 7. Orlov O.O., Zhuchenko G.O. 1992. Potential opportunities for the use of resources of non-traditional energy carriers in the Western region of Ukraine. Ivano-Frankivsk: IFNTUNG. 17 p.
 8. Orlov O.O., Omelchenko V.G. 2010. The problem of oil and gas extraction from bituminous strata of Ukraine. *Exploration and development of oil and gas fields*. No. 4(37). P. 28-33.
 9. Shchokin A.R., Kolesnyk Y.V. 2004. The interrelation of environmental problems and energy saving measures is a decisive factor in the current stage of development of the state's economy. *Strategic panorama*. No. 2. P. 25–30.
 10. Frantz J.K., Jochen V. 2005. Shale Gas White Paper [Electronic resource] *Technological journal*. Autumn. – Log access mode: http://www.slb.com/services/industry_challenges/unconventional_resources/shale_gas_liquids.aspx
 11. Lapidus A. L., Krylova A. Yu., Tonkonogov B. P. 2000. Chemistry and technology of fuels and oils [Electronic resource] *Science in higher education*. Vol. 36. № 2. P. 82–88. – Log access mode: <http://www.springerlink.com/content/g34t346350m7p312/>
 12. Shale Gas in North America Emerging Supply Opportunity: Northeast Energy and Commerce Association Fuels Conference / Canadian Society for Unconventional Gas. – Canadian Society for Unconventional Gas, 2008. 20 p.

L.I. Pymonenko, I.M. Skopychenko, A.O. Nikitina

GEOLOGICAL FACTORS OF SHALE FORMATIONS IN UKRAINE

Oil shale is quite widespread in the world. They are represented by both small oil shale occurrences and large deposits. At present, only a few oil shale deposits in Brazil, China and Estonia are being exploited. Given the decline in global oil production, oil shale is a promising source of energy in the future.

Oil shale contains hydrocarbon reserves that are significantly higher than those of natural oil and gas. According to exploration data, the resources of oil shale deposits in the world are enormous. Their potential resources are estimated at 650 trillion tonnes, while known resources reach 450 trillion tonnes. It is difficult to make a general assessment of global resources, as different countries use different methods to study them, taking into account the availability of reserves, the need, and the feasibility of their extraction and use.

When addressing environmental issues, it is necessary to take into account the fact that gas emissions and wastewater from oil shale processing facilities contain pollutants that have an increased environmental impact and harmful effects on the human body.

Key words: oil shale, menilite shale, environmental protection during oil shale extraction.

Інститут геотехнічної механіки ім. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна

Людмила Пимоненко

доктор геологічних наук

<https://orcid.org/0000-0002-5598-6722>

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна

Ігор Скопиченко

кандидат геолого-мінералогічних наук

e-mail: i.skopychenko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0333-2698>

Анна Нікітіна

кандидат геологічних наук

<https://orcid.org/0000-0003-0196-1391>

Стаття надійшла: 25.04.2023.

Н. О. Д'яченко, Д. М. Головченко, С. М. Озірська

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ЕКОЛОГІЧНУ СИТУАЦІЮ У ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНАХ

Гірничовидобувні регіони, а особливо вуглевидобувні, визначаються незворотною трансформацією природних екосистем, де чітко простежується їх деградація. Маси виведених на поверхню гірських порід та новоутворених форм (пустот) у верхніх шарах літосфери створюють техногенне геологічне середовище. Техногенез у геологічному середовищі набуває масштабів геологічного процесу, який може бути порівняний з природними геологічними явищами. Максимальне антропогенне навантаження внаслідок високого розвитку гірничодобувної промисловості та формування техногенних ландшафтів спостерігається у межах Донецького та Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів та Дніпровського буровугільного басейну. Вуглевидобувні райони, які розташовані у західній, східній та центральній частині України, є природно-антропогеновими системами, що активно впливають на довкілля, наповнюючи рештками руйнування порід териконів, які поширюються за сприяння водних поків та вітру.

В основі виникнення більшості екологічних проблем вуглевидобувних регіонів України є техногенні зміни головних груп факторів: інженерно-геологічних, геохімічних, гідрогеологічних та біологічних. Прогнозування можливості відновлення техногенного геологічного середовища у вуглевидобувних районах, під впливом природно-техногенних факторів, необхідне для забезпечення геоекологічної безпеки та безпеки для здоров'я населення. Для збереження екологічно безпечного стану техногенного геологічного середовища вуглевидобувних регіонів варто систематичне проведення нормування природокористування, екологічний моніторинг та відновлення ландшафтів (парків, рекреаційних зон чи сільськогосподарських угіль) у новоствореному рельєфі.

Ключові слова: екологія вугледобувних регіонів, відновлення довкілля, Донбас, Львівсько-Волинський басейн.

Вступ.

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

Особливої уваги на сучасному етапі розвитку суспільства набули проблеми, пов'язані з надмірним використанням природних ресурсів, що зумовлене порушенням у розміщенні продуктивних сил і виробничих потужностей протягом тривалого часу на окремих територіях, зокрема у вуглевидобувних регіонах.

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

Мета дослідження: проаналізувати адаптивні можливості техногенного геологічного середовища до відновлення у вуглевидобувних регіонах України.

Матеріали та методи дослідження.

Зважаючи на основні вимоги нормативних документів, які діють у сфері використання надр: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Кодексом України про надра, проведено польові досліджень у Донбасі (2019 -2021 рр.) та у Львівсько-Волинському басейні (2022 р.).

Проведено узагальнення попередніх та власних досліджень, встановлено адаптивні можливості техногенного геологічного середовища у вуглевидобувних регіонах України. Розроблено та запропоновано шкалу градацій адаптивних можливостей техногенного геологічного середовища до відновлення за окремими результатами діяльності вуглевидобувних підприємств у перспективі.

Результати дослідження.

Розвиток вуглевидобувної промисловості, який розпочався понад 250 років (Донбас) та понад 70 років (Львівсько-Волинський басейн) досяг максимуму на початку вісімдесятих років, потім розпочався поступовий спад. Найбільший вплив на геологічне середовище мають антропогенні процеси, що виникли внаслідок видобутку вугілля, вуглезбагачення або пов'язані з діяльністю цього комплексу: забруднення атмосфери, зміни характеру та інтенсивності геохімічних процесів у ґрунтах, зміни гідрогеологічного режиму, які пов'язані з відкачуванням шахтних вод і скиданням їх у поверхневі водотоки та забрудненням поверхневих і, частково, підземних вод, вилучення з обігу значних земельних ресурсів під відходи виробництва та промислові вуглевидобувні комплекси, зміна ландшафтів, порушення природних екзогенних процесів та поява нових (терикони, осідання, підтоплення), які природно не характерні для даної місцевості.

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

Кожен з вугільних басейнів вирізняється особливостями геологічного середовища, які простежуються у формуванні сучасного техногенного геологічного середовища вуглевидобувних регіонів. Розглянемо наслідки діяльності вуглевидобувних підприємств у Львівсько-Волинському та Донецькому басейнах.

У Львівсько-Волинському басейні екзогенні процеси у межах району включають просідання в еолових лесових суглинках і карст у крейдових

відкладах. Над відпрацьованими ділянками вуглепородних масивів розвивається інтенсивне зволоження, за рахунок підняття рівня підземних вод, а на раніше зволжених ділянках спостерігається значне заболочення. Заболочення у наслідок просідання горизонтально вироблених вугільних пластів – поширений процес, який негативно впливає на геологічне середовище та шкодить розвитку сільського господарства і будівництва. Подекуди утворилися інтенсивно затоплені або заповнені водою округлі або овальні западини – озера розміром до 100-150 м, деякі до 500-700 м у діаметрі. Інтенсивність просідання на більшості шахт Червоноградського району досягала 100 мм/рік. Максимальна амплітуда осідання зафіксована у районі Великомоствських шахт № 3, 5, 8 і досягала 4 м, на площі 4 км². Мінімальне просідання зафіксовано у районі Великомоствської шахти №9 [1]. Зокрема, вісім населених пунктів і понад 2 тис. га сільськогосподарських угідь (Червоноградський район) знаходяться у зоні просідання та затоплення внаслідок діяльності вуглевидобувних підприємств. Для зменшення тиску на поверхню, висота териконів у Львівсько-Волинському басейні має два рівні (рис. 1). Останніми роками підтоплені території поблизу міст і шахт засипані породами з териконів, де утворені садові ділянки [1].



Рис. 1. ВП Шахта Червоноградська з териконем, Львівсько-Волинський басейн.

У результаті лісовідновлення териконів сформувалися ландшафти змішаних лісів з трав'яним підліском і розвитком грибного царства (рис. 2, 3).

Спостерігається й самовідновлення породних та вуглепородних відвалів, що вказує на відповідний попередній вибір біоценозів для регіону.

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. До негативних наслідків доцільно віднести горіння териконів, яке більш характерне для Львівсько-Волинського басейну, в той час як у Донецькому, такі процеси поодинокі та мають меншу інтенсивність на менших площах [2].

Відпрацювання вугільних пластів у Донецькому басейні під кутом (від 3° до 20°, а на окремих шахтах і більше), зменшує просідання поверхні над відпрацьованими ділянками вуглепородних масивів, але створює так звану «шагреневу шкіру». Тобто неоднорідне, мало виражене на поверхні просідання, яке фіксується аерофотозйомкою місцевості та сприяє сучасним проявам мікротектонічних процесів у породах верхніх шарів літосфери. На териконах у Донецькому басейні можливо спостерігати процеси руйнування порід піднятих на денну поверхню та їх перенесення на суміжні території. Висоти териконів, в окремих випадках, сягають понад 20 – 70 м (рис. 2).



Рис. 2. Терикони та водовідстійники шахти Родинська (закрита, зліва) та ДП ВК «Краснолиманська» (діюча, справа), Донецький басейн.

В той же час більшість териконів у Донецькому басейні не мають рослинності, лише окремі, біля підніжжя терикона мають кущово-деревний

покрив із акації та чорноклену. На териконах можна побачити поодинокі абрикоси та акації. У зволжених місцях на териконах чи біля них росте очерет. Для покращення екологічного стану даного регіону та адаптивних можливостей рослинних угруповань, варто при залісненні териконів розробити біоценози із зазначених вище рослин.

За рахунок тривалого забруднення геологічного середовища у вуглевидобувних регіонах його можливості до адаптації наслідків гірничих робіт та виведених на денну поверхню порід без зміни довкілля – неможливе. Зважаючи на вище наведене, у вуглевидобувних районах сформоване техногенне геологічне середовище. На сьогодні, одним із основних завдань є оцінка техногенного геологічного середовища до можливості його адаптації та відновлення у наближеному стані до природнього. Найбільшими екологічними проблемами вуглевидобувних регіонів є: зміна ландшафту, зміна рельєфу, забруднення атмосфери, забруднення ґрунтів, забруднення підземних та поверхневих вод.

Проведення моніторингу за основними параметрами впливу на техногенне геологічне середовище та його компоненти для покращення екологічного стану вуглевидобувних регіонів та визначення його адаптивних можливостей до відновлення, доцільно на таких рівнях:

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

Одним із початкових кроків є розробка шкали градацій адаптивних можливостей техногенного геологічного середовища до відновлення природного стану за окремими результатами діяльності вуглевидобувних підприємств. Шкала градацій адаптивних можливостей техногенного геологічного середовища до відновлення природного стану запропонована авторами за аналогом у роботах [3, 4, 5]: відсутня (В), низька (Н), середня (С), висока (Е) (для таблиці 1 та 2).

Зважаючи на вище наведені дані, є можливості зменшення негативного впливу на довкілля накопичених відходів вуглевидобувної промисловості за рахунок їх використання при будівництві доріг та створення ландшафтних парків із інтеграцією новоутворених форм рельєфу. Геохімічні, гідро-геологічні та біологічні фактори техногенних змін після закриття вуглевидобувних

підприємств мають сприятливі фактори до відновлення та, з часом, можуть бути частково чи повністю залучені до господарського комплексу.

Відновлення навколишнього середовища у техногенно навантажених регіонах є актуальним для встановлення безпечного екологічного рівня у районах із розвинутою вуглевидобувною промисловістю, а особливо після закриття шахт.

Таблиця 1

Адаптивні можливості техногенного геологічного середовища до відновлення природного стану у Червоноградському вуглевидобувному районі Львівсько-Волинського басейну

Фактори техногенних змін	Результати вуглевидобувної діяльності	Термін прогнозованого відновлення		
		Швидке відновлення	Середньотривала перспектива	Довготривала перспектива
Інженерно-геологічні	Накопичення відходів вуглевидобувної промисловості	В	Н	С
	Порушення стійкості відпрацьованих ділянок вуглепородного масиву	В	В	В
Геохімічні	Вплив на приземну атмосферу шахтних полів	Н	С	Е
	Накопичення та зміна порід у териконах	В	Н	Н
Гідро-геологічні	Мінімалізація впливу на підземні води	Н	С	С
	Мінімалізація впливу на поверхневі води	Н	С	Е
Біологічні	Відновлення рослинних біоценозів, в тому числі новостворених	С	С	Е
	Господарська діяльність після ліквідації вуглевидобувних підприємств	Н	С	Е

Висновки.

Вуглевидобувні регіони України є регіонами прояву процесів виснаження надр, що характеризуються ускладненням гірничо-геологічних умов

експлуатації вуглевидобувних підприємств та безповоротною трансформацією геологічного середовища у техногенне геологічне середовище.

Таблиця 2

Адаптивні можливості техногенного геологічного середовища до відновлення природного стану у Покровському вуглевидобувному районі Донецького басейну

Фактори техногенних змін	Результати вуглевидобувної діяльності	Термін прогнозованого відновлення		
		Швидке відновлення	Середньотривала перспектива	Довготривала перспектива
Інженерно-геологічні	Накопичення відходів вуглевидобувної промисловості	В	Н	С
	Порушення стійкості відпрацьованих ділянок вуглепородного масиву	Н	Н	Н
Геохімічні	Вплив на приземну атмосферу шахтних полів	Н	С	Е
	Накопичення та зміна порід у териконах	В	Н	Н
Гідро-геологічні	Мінімалізація впливу на підземні води	Н	С	Е
	Мінімалізація впливу на поверхневі води	Н	С	Е
Біологічні	Відновлення рослинних біоценозів, в тому числі новостворених	Н	Н	С
	Господарська діяльність після ліквідації вуглевидобувних підприємств	Н	С	Е

Формування техногенного геологічного середовища відбувалося під впливом гірничо-видобувних робіт та виведення на поверхню значних мас гірської породи, що мало вплив на погіршення екологічної ситуації у вуглевидобувних регіонах.

Прогнозування можливості відновлення техногенного геологічного середовища у вуглевидобувних районах, під впливом природно-техногенних факторів, необхідне для забезпечення геоecологічної безпеки та безпеки для здоров'я населення. Для збереження екологічно безпечного стану техногенного геологічного середовища вуглевидобувних регіонів варто систематичне

проведення: нормування природокористування, екологічний моніторинг та відновлення ландшафтів (парків, рекреаційних зон чи сільськогосподарських угіль) у новоствореному рельєфі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Довгий С.О., Коржнев М.М., Курило М.М., Ляшенко О.І., Малахов О.І., Трофимчук О.М., Чумаченко С.М., Яковлев Є.О., Захзарій Н.В., Сухіна О.М. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні: НАН України, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. Київ: Ніка-Центр, 2012. 316 с.
2. Коржнев М.М., Малахов О.І. Техногенні зміни геологічного середовища та порушення природного геохімічного балансу у гірничодобувних регіонах на прикладі Кривбасу. *Вісник КНУ. Геологія*. 2011. Вип. 53. С. 54 – 57.
3. Лівенцева Г.А., Вергельська В.В., Мельник В.В. Еколого-гідрологічні проблеми вугледобувних регіонів України. *Тектоніка і стратиграфія*. 2019. Вип. 46. С. 133–140.
4. Малахов І.М., Альохіна Т.М., Іванченко В.В., Бобко А.О., Агаджанов М.Є. Методичні питання вивчення трансформації геологічного середовища у гірничодобувних регіонах. *Серія: «Геологічне середовище антропогенної екосистеми»*, Кривий Ріг: Видавництво НАН України. 2011. 172 с.
5. Скопиченко Є.І., Вергельська В.В., Вергельська Н.В., Головченко Д.М., Озірська С.М. Моніторинг впливу вугільних техногенних ландшафтів на атмосферу вугледобувних регіонів. *Гірнична геологія та геоекологія*. 2022. №2(5). С. 39-49. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082)

REFERENCES

1. Dovgiy S.O., Korzhnev M.M., Kurylo M.M., Lyashenko O.I., Malakhov O.I., Trofymchuk O.M., Chumachenko S.M., Yakovlev E.O., Zahzarii N.V., Sukhina O.M. 2012. Environmental risks, damages and rational limits of subsoil use in Ukraine: National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Telecommunications and Global Information Space. Kyiv: Nika-Center, 316 p.
2. Korzhnev M.M., Malakhov O.I. 2011. Man-made changes in the geological environment and disruption of the natural geochemical balance in mining regions on the example of Kryvbas. *Bulletin of KNU. Geology*. Issue 53. P. 54-57.
3. Liventseva G.A., Vergelska V.V., Melnyk V.V. 2019. Ecological and hydrogeological problems of coal-mining regions of Ukraine. *Tectonics and stratigraphy*. Issue 46. P. 133–140.
4. Malakhov I.M., Alyokhina T.M., Ivanchenko V.V., Bobko A.O., Agadzhanov M.E. 2011. Methodological issues of studying the transformation of the geological environment in mining regions. *Series: «Geological environment of the anthropogenic ecosystem»*, Kryvyi Rih: Publishing House of the National Academy of Sciences of Ukraine. 172 p.
5. Skopychenko E.I., Vergelska V.V., Vergelska N.V., Golovchenko D.M., Ozirska S.M. 2022. Monitoring of the influence of coal man-made landscapes on the atmosphere of

N. O. D'yachenko, D. M. Holovchenko, S. M. Ozirska

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE COAL MINING INDUSTRY ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN TECHNOLOGICALLY LOADED REGIONS

Mining regions, and especially coal mining regions, are defined by the irreversible transformation of natural ecosystems, where their degradation is clearly visible. Masses of rocks brought to the surface and newly formed forms (voids) in the upper layers of the lithosphere create a technogenic geological environment. Technogenesis in the geological environment acquires the scale of a geological process, which can be compared with natural geological phenomena. The maximum anthropogenic load due to the high development of the mining industry and the formation of technogenic landscapes is observed within the Donetsk and Lviv-Volyn coal basins and the Dnipro lignite basin. Coal mining areas, which are located in the western, eastern and central parts of Ukraine, are natural and anthropogenic systems that actively affect the environment, filling with the remains of the destruction of terricone rocks that spread with the help of water currents and wind.

At the root of the emergence of most environmental problems in the coal-mining regions of Ukraine are technogenic changes in the main groups of factors: engineering-geological, geochemical, hydrogeological, and biological. Forecasting the possibility of restoration of man-made geological environment in coal-mining areas, under the influence of natural and man-made factors, is necessary to ensure geo-ecological safety and public health safety. In order to preserve the ecologically safe state of the man-made geological environment of coal-mining regions, it is necessary to systematically carry out: regulation of nature use, ecological monitoring and restoration of landscapes (parks, recreational areas or agricultural coal) in the newly created terrain.

Key words: ecology of coal-mining regions, environmental restoration, Donbas, Lviv-Volyn Basin.

Держана установа «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна

Наталія Д'яченко
кандидат геологічних наук,
e-mail: natalidyachenko1969@gmail.com,
<https://orcid/0000-0002-4852-0203>

Діна Головченко
Світлана Озірська

Стаття надійшла: 01.10.2023

[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2\(7\).295202](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2(7).295202)

УДК 550.9(477)

В. В. Яковлева, І. А. Ковтун

МУЗЕЙ КОШТОВНОГО І ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ – ІСТОРІЯ, ВИЗНАННЯ, РОЗВИТОК

Музей коштовного і декоративного каміння належить до числа відомих музейних закладів присвячених геологічній тематиці. Створення Музею розвивалося паралельно із діяльністю з дослідження та експлуатації Волинського родовища камерних пегматитів. Колекція представлених в установі зразків з Волинського родовища камерних пегматитів, корисних копалин природно-сировинної бази України та мінералів і гірських порід з родовищ світу заслужено отримала статус унікальної. Це зібрання, що стало результатом багаторічної клопіткої праці місцевих спеціалістів, знане і шановане як серед фахівців геологічної науки, так і серед численних прихильників природи. Значна частина експонатів Музею є унікальними і не мають аналогів в світі. Колекція має виняткове значення для науки і не підлягає відтворенню у разі її руйнування, тому що втрата рідкісних експонатів не може бути замінена на інші подібні. Вісім зразків з колекції мають власні імена, присвячені як видатним вченим світового рівня визнання, так і назвам, що відображають характерні ознаки, які фігурують у світовій мінералогічній літературі.

Стратегія розвитку Музею передбачає: поширення геологічних знань, залучення широкого загалу відвідувачів, забезпечення повноцінного функціонування як наукового та культурно-просвітницького закладу, подальший розвиток як осередку геолого-мінералогічного життя, піднесення рівня його роботи відповідно до сучасних вимог, розвиток інфраструктури, розширення онлайн ресурсів.

Ключові слова: музей коштовного і декоративного каміння, топаз, берил.

Від самого початку свого створення Музей розвивався паралельно із діяльністю по дослідженню та експлуатації Волинського родовища камерних пегматитів. Цей довгий у часовому вимірі проміжок (промисловий видобуток

сировини на родовищі почався в 30-х роках минулого століття) увібрав в себе всі складнощі організаційних робіт, лихоліття війни та післявоєнної відбудови, роботи з переходу на нові етапи освоєння родовища. Для Музею цей шлях також складався непросто.

Початок всьому покладено ще в другій половині XIX ст., коли відомими науковцями, дослідниками, в числі яких Осовський, Морозевич, Миклухо-Маклай, вперше було звернуто увагу на геологічні особливості Житомирщини. Предметом вивчення стали знайдені біля сіл Гута-Потіївська та Писарівка Житомирського повіту нагромадження кременів та кварцу. Дещо пізніше ці зразки були доповнені знахідками топазу і берилу, першовідкривачем яких став Г.І. Осовський, що в статті 1867 року під назвою «Геолого-геогностичний нарис Волинської губернії» вперше зробив наголос на важливості відкритого родовища. Після цих подій почала зростати цінність отриманих на родовищі мінералів і порід, що стають експонатами ряду приватних колекцій, але про створення зібрання колекції на місці робіт поки ще не йшлося.

На початку XX ст. вивчення родовища набуває все більшого наукового і прикладного характеру. Цьому зокрема всіляко сприяла діяльність відомого вченого, краєзнавця, географа П.А. Тутковського, яким написана ґрунтова праця про ландшафти і ґрунти Волині, та геолога С.В. Бельського, що проводив роботи по розвідці корисних копалин. Останнім були зроблені чергові вагомні знахідки мінералів з камерних пегматитів Волині, зокрема топазу, що лягли в основу опису зразків з родовища, виданого у 1911 р. Л.Івановим.

Великим розмахом проведених робіт, початком систематичних пошукових та добувних робіт були ознаменовані передвоєнні роки. Зокрема 1931 р. можна вважати датою переходу до цілеспрямованого освоєння родовища, стаціонарного режиму робіт, адже завдання з його вивчення покладалось на партію Українського геолого-розвідувального тресту під керівництвом В.П.Амбургера. Знайдені і розкриті нею пегматитові тіла біля сіл Писарівка та Вишняківка, розширення інформації про їх внутрішню будову, виявлені у них мінерали спонукали геологів до створення постійної експозиції. Тож за сприянням В.П. Амбургера і Б.О. Гаврусевича в селі Писарівка був створений невеличкий музей. Дану колекцію можна вважати попередником теперішнього Музею, першою спробою наочної демонстрації мінералів Волині. Перешкодою розвитку та розширенню виставки стала Велика Вітчизняна війна, що зруйнувала всі плани і що, на жаль, не залишила по собі ні музею, ні його експозиції.

Проте вже перший після окупації 1944 рік став початком відновлення пошуково-розвідувальної та видобувної діяльності на родовищі. Велике значення, яке надавалось родовищу керівництвом та масштабність

проваджуваних робіт, були зумовлені наявністю багатих на п'єзокварц об'єктів – стратегічно важливої сировини, якої потребувала держава. Продовження також отримала наукова діяльність з метою посилення вивчення і експлуатації в подальшому пегматитових тіл. Тому на початку 50-х років Інститутом геологічних наук АН УРСР була організована чергова група вчених, завдяки яким побачила світ монографія «П'єзокварцові пегматити Волині» (1957), Київським та Львівським державними університетами досліджувались властивості і умови утворення кристалів моріону і топазу із пегматитів [2].

Як наслідок знову постає питання відновлення втраченого музею, щоправда про його повноцінність говорити поки що було зарано. Причина цьому – відсутність ресурсів задля облаштування та впорядкування колекції і головна перешкода – не було належного приміщення, тому місцем для зберігання експонатів довгий час слугували ящики та сейфи геологів. Проте все це аж ніяк не було перешкодою для геологів, робітників рудника «Волинський», які, будучи в душі ентузіастами, віддавали себе справі створення музею, його наповнення новими зразками. Така діяльність, яку надихали і рухали вперед засновники зібраної колекції В.Т. Ключков та О.І. Салманін, змушувати чекати результатів не стала – в 1951 р. був відкритий мінералогічний музей.

Колекція була розміщена в одній великій кімнаті, а експонати розміщувались на спеціальних постаментах пірамідальної багатоповерхової форми. Такі скромні умови аж ніяк не могли применшити унікальність самої експозиції. Тому що вже тоді представництво в ній мінералів та гірських порід було широким та фахово скомпонованим. Зокрема демонструвалися кристали димчастого кварцу, моріону, гірського кришталю, топази світло-рожевого і блакитного кольорів, польові шпати, слюда, а також багато інших мінералів. Статус же колекції, визначений і зареєстрований в 1958 році Житомирським обласним управлінням культури як «Мінералогічний музей на громадських засадах» був закономірним.

Наступна сторінка становлення Музею була позначена змінами приміщення експозиції. Це відбувалось з різних причин, але головною і приємною все ж була та, що постійне розширення експонатів вимагало відповідно і нових більш просторих залів. Краса і різноманіття мінералів родовища стали ще більш яскравішими і доступнішими для відвідувачів, а останньому сприяли замовлені спеціальні скляні вітрини, нові меблі. Музей стає складовою частиною тематичної партії ВО «Західкварцсамоцвіти» (у об'єднання під такою назвою було трансформовано у 1977 р. рудник «Волинський» і яке продовжило роботи по видобутку та переробці п'єзокварцу,

дорогоцінного та напівдорогоцінного каміння не лише на території України, а й сусідніх Білорусі та Молдови).

Таке широке поле діяльності місцевих геологів, що дозволяло постійно поповнювати зібрання зразками за рахунок освоєння нових родовищ, поступово перетворювало колекцію у повноцінний комплексний мінералогічний музей. По його експонатах за бажанням можна було з легкістю дослідити трудовий шлях чисельного колективу об'єднання. Адже з місць, де проводились роботи, геологи підприємства привозили цікаві зразки бурштину, родоніту, опалу, мармурового оніксу, обсидіану. Проте основу і головну його цінність тоді, як і зараз, звичайно становили зразки зібрані під час робіт на місцевому родовищі камерних пегматитів.

Варто додати, що оновлення колекції стало б неможливим без наполегливої праці геологів підприємства «Західкварцсамоцвіти» Ю. Г. Сорокіна, В. С. Булгакова, В. І. Панченко, І. С. Василишина, А. С. Весельєва, Ф. В. Мужановського, В. М. Бурлакова, Н. Г. Лукашенко, Т. М. Бурлакової, Л. І. Муського, І. П. Архарова та інших. Надійною допомогою їм у цій діяльності слугувала видана в 1973 р. наукова монографія під редакцією академіка НАН України Євгена Лазаренка «Мінералогія і генезис камерних пегматитів Волині», що стала результатом узагальнення та підсумків наукової діяльності десятків геологів, що присвятили себе справі дослідження Волинського родовища камерних пегматитів [7].

Поступово музей перестає бути закритим і недоступним для широкого загалу, яким він був довгий час в силу політичних мотивів. Та й не можливо вже було приховувати таке багате цілісне зібрання від шанувальників мінералогії, а навпаки настав час завойовувати авторитет у поважному колі геологів. Першою сюди проторувала шлях в 1984 р. міжнародна група вчених-геологів, членів XXVII Геологічного конгресу (Москва), в 1993 р. – учасники Міжнародного геологічного симпозіуму «Intergems-93» (Прага). Свої емоції та захват вони залишили у книзі відгуків музею, наділивши його такими епітетами як «казковий, ні з чим незрівнянний музей», «дивовижний музей світового значення». Колекція перетворюється вже на постійний пункт призначення у навчально-пізнавальних маршрутах геологів, студентів, школярів.

В 1992 році експонати Музею було переміщено у двоповерховий спеціально відремонтований будинок, де вони зберігаються на даний час, зайнявши більш гідну для такої поважної колекції площу – сьогодні це п'ять просторих залів. Розширення колекції новими зразками, яких на сьогодні налічується вже близько 2600, що репрезентують геологічні утворення України, Європи, Америки та Африки, відбувається постійно.

Колекція давно заслуговувала того, щоб бути відзначеною на державному рівні, щоб підтвердити отримане від відвідувачів звання унікального по наповненню та непересічного за змістом закладу ще й офіційним підвищенням свого статусу. Така подія сталася в 1996 р., коли згідно постанови Кабінету Міністрів України на основі колекції мінералів та гірських порід мінералогічного музею підприємства «Кварцсамоцвіти» було створено Музей коштовного і декоративного каміння, підпорядкований Міністерству фінансів України [3]. А вже в 2001 р. ще одна постанова КМУ присвоїла Музею статус «Науковий об'єкт, що становить національне надбання України» [5]. Таке визнання потребувало суттєві додаткові вимоги, серед яких окремим пунктом значиться широкий круг завдань. Головними з таких є подальше накопичення мінералогічної бази із Волинського родовища камерних пегматитів, забезпечення її надійного збереження, організація науково-дослідницької роботи, освітньо-пропагандистський спектр діяльності, популяризація геологічних знань, відповідність сучасним вимогам.

Відповідно до постанови КМУ від 02.02.2000 № 209 «Про затвердження переліку музеїв, в яких зберігаються музейні колекції та музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України» установа входить до переліку музеїв, в яких зберігаються музейні колекції та музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини Музейного фонду України [4].

Вісім зразків з колекції мають власні імена, присвячені як видатним вченим світового рівня визнання, так і назвам, що відображають характерні ознаки, які фігурують у світовій мінералогічній літературі. Це берили «Академік Євген Лазаренко» (рис. 1), «Апостоли Петро і Павло» (рис. 2), «Професор Павлишин» (рис. 3), топази «Академік Олександр Ферсман», «Золоте Полісся» (рис. 4), «Джерельце» (рис. 5), «Казка» (рис. 6), «Академік Станіслав Довгий». У 2001 році окремі мінерали (два берили та чотири топаза) занесені до державного реєстру України з їх власною назвою та у 2004 році зараховані до Історичного фонду дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння України [6]. Укрпоштою введено в обіг нову поштову марку «Берил «Апостоли Петро і Павло», виготовлену спеціально для художньої серії «Краса і велич України. Житомирська область».

Про світове визнання та популярність Музею свідчать і чисельні відгуки спеціалістів із різних країн світу, відвідувачів Музею, залишені у Книзі відгуків, зокрема: професора Шат (Кембридж, Великобританія), професора Джін Агрел (Кембридж, Великобританія), Джеймс Гарвін (Університет Брауна, США), доктора г-м. н. С. Зубовича (Білорусь), Р. Оджанавгора (Міннесота,



Рис. 1. Берил «Академік Євген Лазаренко» Рис. 2. Берил «Апостоли Петро і Павло»



Рис. 3. Берил «Професор Павлишин»



Рис. 4. Топаз «Золоте Полісся»



Рис. 5. Топаз «Джерельце»



Рис. 6. Топаз «Казка»

США), академіка НАН України Б. Стогнія, академіка НАН України Є. Лазаренка, професора В. Павлишина, професора М. Ковальчука, академіка НАН України О. Пономаренка, академіка НАН України П. Гожику, професора К. Деревської, Святійшого Патріарха всієї Русі України УПЦ КП Філарета, академіка Фрідріха Ганка (Фрайбург, Німеччина), професора Акселя Мюллера (Осло, Норвегія), посла Швейцарії в Україні Клода Вільда та ін.

Серед найуспішніших наукових проєктів Музею варто назвати організацію і проведення Всеукраїнських науково-краєзнавчих конференцій «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання», які були започатковані як щорічні з 2008 року. У 2018 році статус конференції змінився з науково-краєзнавчого на науково-практичний. Співорганізаторами конференції виступили ДУ «Музей кошового і декоративного каміння», Українське мінералогічне товариство, ГО «Спілка геологів України». Конференція набула нового якісно високого гатунку, зокрема, виріс загальний рівень наукової дискусії, підвищилась цінність запропонованих до обговорення питань, кількісно збільшилось та географічно розширилось число учасників заходу.

В 2021 році відбулась десята науково-практична конференція «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання» що є знаковою, оскільки була науковою подією, яка дозволяла узагальнити наукові здобутки попередніх дев'яти конференцій [9].

З року в рік на конференціях зростає науковий рівень, теоретична та практична значимість запропонованих до обговорення матеріалів, кількісний склад учасників заходу. Була створена можливість долучити до професійної дискусії заслужених вчених, співробітників провідних геологічних організацій, краєзнавців і працівників музеїв. Щоразу в рамках робочої атмосфери учасники конференцій презентували свої дослідження та були рушіями новаторських поглядів, вдавались до наукових дебатів, у результаті яких захід ставав майданчиком, на якому накопичений досвід геологічної науки в поєднанні з доробками починаючих спеціалістів давав вагомий результат.

Значна частина експонатів Музею є унікальними і не мають аналогів в світі. Колекція має виняткове значення для науки і не підлягає відтворенню у разі її руйнування, тому що втрата рідкісних експонатів не може бути замінена на інші подібні [1, 8].

Стратегія розвитку Музею передбачає поширення геологічних знань, залучення до Музею широкого загалу відвідувачів; забезпечення повноцінного функціонування Музею як наукового та культурно-просвітницького закладу; подальший розвиток як осередку геолого-мінералогічного життя, піднесення

рівня його роботи відповідно до сучасних вимог, розвиток інфраструктури, розширення онлайн ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василюшин І.С., Індутний В.В., Павлюшин В.І. та ін. Музей коштовного і декоративного каміння. Каталог. Науково-популярне видання. Київ. Державний гемологічний центр України, 2001. 100 с.
2. Ивантишин М.Н., Клочков В.Т., Личак И.Л., Царовский И.Д. и Чернышкова Л.П. Пьезокварцевые пегматиты Волини (Украинская ССР). Киев : Изд-во АН УССР. 1957. 204 с.
3. Кабінет міністрів України. Постанова від 11.12.1996р. №1485 «Про створення музею коштовного і декоративного каміння». 1 с.
4. Кабінет міністрів України. Постанова від 02.12.2021 № 1388 «Про затвердження переліку музеїв та заповідників, в яких зберігаються музейні предмети, що є державною власністю і належать до державної частини музейного фонду України». 61 с.
5. Кабінет міністрів України. Постанова від 19.12.2001р. № 1709 «Про затвердження переліку наукових об'єктів, що становлять національне надбання». 5 с.
6. Кабінет міністрів України. Розпорядження від 12.05.2004р. №306р «Про зарахування цінностей колекції Музею коштовного і декоративного каміння до Історичного фонду дорогоцінних металів і дорогоцінного каміння України». 2 с.
7. Лазаренко Є.К., Павлюшин В.І., Латиш В.Т., Сорокін Ю.Г. Мінералогія і генезис камерних пегматитів Волині. Львів, 1973. 360 с.
8. Яковлева В.В. Музей коштовного та декоративного каміння. До 10-ї річниці. Житомир, 2006. 6 с.
9. Яковлева В.В., Ковальчук М.С. Історично-наукові аспекти науково-практичної конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання». *Матеріали X науково-практичної конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання»* (8 жовтня 2021 р. смт. Хорошів). Київ, 2021. С. 5 – 28.

REFERENCES

1. Vasylyshyn I.S., Indutny V.V., Pavlyshyn V.I. etc. 2001. Museum of precious and decorative stones. Catalogue. Popular scientific edition. Kyiv. State Gemological Center of Ukraine, 100 p.
2. Ivantyshyn M.N., Klochkov V.T., Lychak I.L., Tsarovsky I.D., Chernyshkova L.P. 1957. Piezoquartz pegmatites of Volyn (Ukrainian SSR). - Kyiv: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. 204 p.
3. Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution dated 11.12.1996 No. 1485 "On the creation of a museum of precious and decorative stones." 1 p.
4. Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution dated 02.12.2021 No. 1388 "On approval of the list of museums and reserves that store museum objects that are state property and belong to the state part of the museum fund of Ukraine." 61 p.
5. Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution dated 19.12.2001 No. 1709 "On approval of the list of scientific objects constituting national property". 5 p.

6. Cabinet of Ministers of Ukraine. Order dated 12.05.2004 No. 306p "On the enrollment of the valuables of the Museum of Precious and Decorative Stones collection to the Historical Fund of Precious Metals and Precious Stones of Ukraine." 2 p.
7. Lazarenko Ye.K., Pavlyshyn V.I., Latysh V.T., Sorokin Y.G. 1973. Mineralogy and genesis of chamber pegmatites of Volhynia. Lviv. 360 p.
8. Yakovleva V.V. 2006. Museum of precious and decorative stones. To the 10th anniversary. Zhytomyr. 16 p.
9. Yakovleva V.V., Kovalchuk M.S. 2021. Historical and scientific aspects of the scientific and practical conference "Mineral and raw material wealth of Ukraine: ways of optimal use". *Materials of X scientific and practical conference "Mineral and raw material wealth of Ukraine: ways of optimal use"* (October 8, 2021, Khoroshiv township). Kyiv. P. 5 – 28.

V. V. Yakovleva, I. A. Kovtun

MUSEUM OF PRECIOUS AND DECORATIVE STONES – HISTORY, RECOGNITION, DEVELOPMENT

The Museum of Precious and Decorative Stones is one of the well-known museums dedicated to geological topics. The creation of the Museum developed in parallel with the research and exploitation of the Volyn chamber pegmatite deposit. The collection of specimens from the Volyn chamber pegmatite deposit, minerals of the natural resource base of Ukraine and minerals and rocks from deposits around the world has deservedly received the status of unique. This collection, which is the result of many years of hard work by local specialists, is known and respected both among geological experts and numerous nature lovers. Many of the Museum's exhibits are unique and have no analogues in the world. The collection is of exceptional importance for science and cannot be reproduced in the event of its destruction, as the loss of rare exhibits cannot be replaced by other similar ones. Eight specimens from the collection have their own names, dedicated both to prominent scientists of world renown and to names that reflect the characteristic features that appear in the world mineralogical literature.

The Museum's development strategy envisages: dissemination of geological knowledge, attraction of a wide range of visitors, ensuring full functioning as a scientific, cultural and educational institution, further development as a centre of geological and mineralogical life, raising the level of its work in accordance with modern requirements, infrastructure development, and expansion of online resources.

Keywords: museum of precious and decorative stones, topaz, beryl.

Музей коштовного і декоративного каміння, Хорошів, Україна
Віталія Яковлева
директор
Іван Ковтук
Молодший науковий співробітник

Стаття надійшла: 01.11.2023

[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2\(7\).295203](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2(7).295203)

УДК

Д. П. Гуня

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ

Розглядаються та аналізуються доповіді відповідальних наукових співробітників, в яких питання поводження з промисловими та господарськими відходами не є самоціль, а проблеми екологічної небезпеки, збереження навколишнього середовища та здоров'я людини. Розглянуті проблеми поводження з відходами в Україні та зокрема в Вінницькій області, та інші питання, які були підняті на Національних Форумах та на Науковій конференції, які проводилися в Україні. Поводження з відходами розглядається як суспільна програма, що повинна відповідати Європейським правилам та стандартам. Підняте питання про необхідність паспортизації відвалів з вказанням в паспортах всебічної інформації.

Розглядається питання про систему державного управління розвитку мінерально- сировинної бази країни. В зв'язку з прийняттям в Європі концепції декарбонізації енергетики, було вказано на необхідність приділення належної уваги питанням видобування водню.

Ключові слова: парникові гази, Кіотський протокол, Паризька угода, поводження з відходами, екологічна криза, сміттєзвалища, бурові відходи, небезпечні відходи, хвостосховища, технологічний паспорт, декарбонізація енергетики, Закон України «Про управління відходами», відходи водопідготовки, фільтрат об'єктів захоронення побутових відходів, гідрохімія, система рентного надрокористування, технології частотно—резонансної обробки супутникових знімків, водень, водні ресурси.

З метою скорочення викидів парникових газів в атмосферу, в Японському місті Кіото, в грудні 1997 року, була підписана Міжнародна угода (Кіотський протокол). Україна приєдналась до Кіотського протоколу тільки в 2014 році.

В рамках щорічної конференції ООН щодо зміни клімату, визначаються нові вимоги та можливості. Так в Парижі, в грудні 2015 року, була прийнята концепція про декарбонізацію енергетики. Це так звана Паризька угода.

Україна на вимоги цієї угоди, в 2021 році приймає зобов'язання скоротити викиди парникових газів до 2030 року на 65% в порівнянні з 1990

роком [1].

Всесвітній день екологічної освіти відзначається щороку 26 січня та бере свій початок із 1972 року з Декларації Конференції ООН з навколишнього середовища, яка окреслила необхідність критеріїв і загальних принципів, щоб запропонувати людям світу натхнення та вказівки для збереження та покращення навколишнього середовища.

Однією з найактуальніших проблем сучасного світу є взаємодія людини з природою. Важливим аспектом у вирішенні проблеми збереження природних ресурсів є освіта людей в області охорони довкілля, екологічне виховання всього населення, а особливо підростаючого покоління. Необхідно не лише сприяти інформуванню населення, а й розвивати відповідну його поведінку.

Люди повинні зрозуміти, що збережемо природу - збережемо себе.

Відповідно до статті 30 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» організація благоустрою населених пунктів входить до компетенції міських, сільських і селищних рад. Окрім цього згідно статті 33 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» до відання виконавчих органів сільських, селищних, міських рад належать повноваження щодо здійснення контролю за додержанням земельного та природоохоронного законодавства, використанням і охороною земель, природних ресурсів загальнодержавного та місцевого значення. Також, згідно статті 15 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», місцеві ради несуть відповідальність за стан навколишнього природного середовища на своїй території в межах наданих повноважень.

У найважливіших міжнародних документах останнього десятиріччя, присвячених проблемам навколишнього середовища і гармонійного розвитку людства, велика увага приділяється екологічній культурі й свідомості, інформованості людей про екологічну ситуацію у світі, регіоні, в місці проживання, їх обізнаності з ймовірними шляхами розв'язання екологічних проблем, з концептуальними підходами до збереження біосфери та цивілізації.

Провідними вченими—екологами, спираючись на результати глибокого аналізу глобальних екологічних проблем, стверджується, що жодні науково—технічні новації, економічні та соціальні реформи не зможуть самі по собі забезпечити поступальний екологічно збалансований розвиток людства.

Для успішного розв'язання складних екологічних проблем необхідне утвердження екологічної свідомості як на рівні індивідуального, так і суспільного буття, реалізації екологічної ідеології життя, стимуляції екологізації економіки та виробництва, зрештою формування постіндустріальної екологічно зорієнтованої цивілізації. Згадування та

обговорення всіх цих проблем в різних формах проходило на всіх, які відбувалися, форумах та конференціях з питань екології.

Відповідно до ст. 21 Закону України «Про відходи» органи місцевого самоврядування у сфері поводження з відходами забезпечують:

- а) виконання вимог законодавства про відходи;
- б) розроблення та затвердження схем санітарного очищення населених пунктів;
- в) організацію збирання і видалення побутових відходів, у тому числі відходів дрібних виробників, створення полігонів для їх захоронення, а також організацію роздільного збирання корисних компонентів цих відходів;
- г) затвердження місцевих і регіональних програм поводження з відходами та контроль за їх виконанням;
- д) вжиття заходів для стимулювання суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність у сфері поводження з відходами;
- е) вирішення питань щодо розміщення на своїй території об'єктів поводження з відходами;
- є) координацію діяльності суб'єктів підприємницької діяльності, що знаходяться на їх території, в межах компетенції;
- з) здійснення контролю за раціональним використанням та безпечним поводженням з відходами на своїй території;
- и) ліквідацію несанкціонованих і неконтрольованих звалищ відходів;
- і) сприяння роз'ясненню законодавства про відходи серед населення, створення необхідних умов для стимулювання залучення населення до збирання і заготівлі окремих видів відходів як вторинної сировини;
- ї) здійснення інших повноважень відповідно до законів України;
- й) надання згоди на розміщення на території села, селища, міста місць чи об'єктів для зберігання та захоронення відходів, сфера екологічного впливу функціонування яких згідно з діючими нормативами включає відповідну адміністративно-територіальну одиницю;
- м) здійснення контролю за додержанням юридичними та фізичними особами вимог у сфері поводження з виробничими та побутовими відходами відповідно до закону та розгляд справ про адміністративні правопорушення або передача їх матеріалів на розгляд інших державних органів у разі порушення законодавства про відходи.

Закон України «Про відходи» було прийнято 05.03. 1998 року, але початок дії Закону обумовлено з 01.01.2021 року.

Органи місцевого самоврядування приймають рішення про відвід земельних ділянок для розміщення відходів і будівництва об'єктів поводження з відходами.

В Києві 8-10 жовтня 2020 року відбувся Національний Форум «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». Національний Форум, як суспільна платформа для обговорення нагальних проблем у сфері поводження з відходами та вироблення рішень, які відповідають європейським правилам та стандартам, було започатковано у 2013 році [2].

Про плани поводження з побутовими та промисловими відходами та стан їх реалізації на Національному Форумі були доповіді майже по всіх областях України [6]. У всіх доповідях та їх обговореннях, зверталась увага на те, що проблема екологічної небезпеки твердих побутових та промислових відходів гостро стоїть перед кожним населеним пунктом країни. Для вирішення цієї проблеми необхідно проводити комплексну роботу, направлену на ефективне поводження з відходами та вживати заходи щодо недопущення поглиблення екологічної кризи.

На Форумі було підняте питання про необхідність сортування побутових відходів, що вимагає ст.32 ЗУ «Про відходи», відповідно до якої з 1 січня 2018 року захоронення неперероблених (необроблених) побутових відходів забороняється. З цього моменту на законодавчому рівні закріплена вимога сортування побутових відходів. Для вирішення проблеми сортування сміття, було розпочато просвітницьку роботу щодо важливості сортування сміття [2]. В доповіді була приділена увага збору пластикових пляшок, переробка на щепу гілок дерев, збору будівельних відходів окремо та подальше їх використання. Було також вказано на несанкціоновані сміттєзвалища, що є загально територіальною проблемою.

На Форумі також було розглянуте питання методичних особливостей розроблення місцевих програм поводження з відходами. В доповіді питання екологічної безпеки розглядається на прикладі розробки районної програми поводження з твердими побутовими відходами, виявлення та аналізування основних методологічних труднощів.

На Форумі особливо було підняте та всебічно розглянуте питання про проблеми поводження з буровими відходами, їх утилізація. Бурові відходи – це відходи процесу буріння свердловин, що складаються з бурових шламів, рідкої фази та відпрацьованих бурових розчинів. При бурінні з метою підвищення ефективності та забезпечення безпеки буріння, застосовуються різні хімічні реагенти, які є небезпечними для екології. Бурові шлами необхідно утилізувати, переробляти. Спеціалізованими, екологічно безпечними методами поводження з ними повинні займатися спеціалізовані суб'єкти господарювання, з якими і заключають угоди виконавці бурових робіт.

На Форумі також було розглянуте питання складування, зберігання та подальше використання промислових відходів. В Україні за рік утворюється промислових відходів біля 420 млн.т. Їх обсяги у 40 разів перевищують кількість утворення побутових відходів. Перероблення та використання накопичених за роки відходів виробництва, залишається гострою екологічною проблемою. На даний час необхідно виконати паспортизацію промислових відходів, де вказати, які відходи, хто їх зробив та можливі шляхи їх подальшого перероблення та використання. Одна з найважливіших проблем вирішення цих завдань, є застосування якісно нових інноваційних технологій.

На Форумі також були підняті та всебічно розглянуті питання з небезпечними відходами, особливо медичними та непридатними пестицидами.

Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами звичайно є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

Для кожного хвостосховища, незалежно від його негативного впливу на екологію, на навколишнє середовище, вважаємо за необхідне створити так званий технологічний паспорт. Технологічний паспорт повинен включати наступну інформацію:

1. Назва досліджуваного об'єкту.
2. Фотографії досліджуваного об'єкту (натурні та космічні знімки).
3. Географічні координати.
4. Юридичного власника.
5. Стан експлуатації.
6. Речовинний склад об'єкту.
7. Хімічний склад об'єкту.
8. Розташування об'єкту відносно рельєфу місцевості.
9. Розташування досліджуваного об'єкту відносно житлових та промислових об'єктів.
10. Вказати, яку площу займає досліджуваний об'єкт.
11. Вказати ступінь його озеленення.
12. Вказати ступінь розвитку екзогенних процесів.
13. Вказати загальний стан об'єкту з точки зору екології.
14. Вказати можливі варіанти подальшого використання.

Останнім часом країни Європи дуже зацікавлені станом екології, скоро вони будуть готові зробити все для зменшення впливу на навколишнє

середовище результатів діяльності людини. Враховуючи те, що Європа взяла курс на декарбонізацію енергетики, вважаємо за необхідне, під егідою НАН України, в рамках Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, терміново прийняти цільову програму, виконання якої дозволить зменшити вплив результатів діяльності людства на навколишнє середовище та визначити подальші можливості використання відходів господарської діяльності.

Постановою КМУ №1030 від 13.09.2022 року затверджено «Порядок ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку». Цей Порядок визначає процедуру віднесення об'єктів до об'єктів підвищеної небезпеки відповідного класу.

Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки проводиться за трьома етапами. На першому етапі складається перелік небезпечних речовин. На другому етапі складається перелік виробничих одиниць, які мають небезпечні речовини. На третьому етапі визначається маса небезпечної речовини. Загальна маса небезпечної речовини береться як сумарна маса, яка може розміститися в сховищах (резервуарах) відповідно до проєктної документації. Згідно п.26 цього Порядку, суб'єкт господарювання несе відповідальність відповідно до законодавства за своєчасне, повне і достовірне проведення ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН).

В Києві 24-25 листопада 2022 року відбувся черговий Національний Форум «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». Організатором Форуму знову виступила Всеукраїнська екологічна ліга. Ключова тема Форуму: Дорожня карта реалізації Закону України «Про управління відходами» [6].

Форум проводився за сприянням Комітету Верховної Ради з питань екологічної політики та природокористування, Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Метою цього Форуму було визначення пріоритетних шляхів реалізації Закону України «Про управління відходами», вирішення проблем перероблення та утилізації відходів, сприяння залученню інвестицій, впровадження природоохоронних ініціатив та проєктів, впровадження засад збалансованого, сталого розвитку в Україні, сприяння співпраці органів державної влади, місцевого самоврядування, громадських організацій, науки, бізнесу.

В даній роботі широко використані доповіді та матеріали Національного Форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» [6].

Зокрема на Форумі була проголошена та розглянута доповідь доктора сільськогосподарських наук, професора, директора навчально-наукового

інституту агроекології та землеустрою, голови Рівненської обласної організації Всеукраїнської екологічної ліги Прищепи Алли Миколаївни та аспіранта кафедри екології та технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Ярошук Олесі Вікторівни «Використання відходів водопідготовки (вапняного шламу) Рівненської АЕС у контексті розвитку циркулярної економіки регіону».

На Форумі була розглянута доповідь кандидата економічних наук, старшого викладача кафедри економіки та підприємницької діяльності факультету економіки та підприємництва Вінницького національного аграрного університету Паламаренко Яни Вікторівни «Сучасний стан та перспективи переробки побутових відходів в Україні та країнах ЄС».

На Форумі також приділено увагу доповіді доктора геологічних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України Азімова Олександра Тельмановича «Фільтрат об'єктів захоронення побутових відходів: гідрохімія, екологічні загрози, соціальні ризики».

Стосовно Вінницької області, можна констатувати, що на даний час щорічно на території області утворюється близько 2,0 млн. тонн відходів, з них частка побутових відходів складає 470,0 тис. тонн, або 26%, решта – це відходи переробної промисловості, сільського господарства, лісового господарства та інші відходи. При цьому переробляється або спалюється менше 20% відходів, як наслідок на полігонах накопичено майже 32 мільйони тонн сміття. Зі слів очільника Вінницької ОДА Сергія Борзова, це катастрофічне навантаження, і меншим воно не стає.

Вінничина першою в Україні розробила Регіональний план управління відходами (РПУВ) на період до 2030 року. До свого затвердження план пройшов стратегічну екологічну оцінку та процедуру громадського обговорення, як документ державного планування.

Регіональний план управління відходами—це практичний посібник, в якому прийнято існуючу систему поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ), використано зарубіжний та вітчизняний досвіди і відповідно запропоновано сценарій розвитку сфери поводження з ТПВ саме на місцевому рівні. У Вінницькій області вже передбачені сім сміттесортувальних ліній:

1. Село Стадниця Вінницького району;
2. Іллінецька ОТГ;
3. Калинівська ОТГ;
4. Сміт Муровані-Курилівці;
5. М. Козятин;
6. М. Хмільник;

7. Барська ОТГ.

Існує чіткий план дій органів місцевого самоврядування, який пропонує напрямок руху кожної окремої ОТГ області – заради економічного благополуччя території. Наприклад, якщо до обласної державної адміністрації звернеться будь-яка ОТГ, щодо будівництва сміттесортувальної лінії на власній території, РПУВ підкаже: чи це рішення є доцільним, а головне економічно обгрунтованим для даної ОТГ, чи можливо місцевій владі вигідніше купити декілька сміттєвозів і довантажити сусідню, вже побудовану сміттесортувальну лінію.

Розробленим РПУВ передбачаються наступні основні цілі:

1. Зменшення обсягів захоронення побутових відходів з 99,6% до 36%.
2. Зменшення кількості полігонів та звалищ ТПВ з 741 до 30 одиниць.
3. Збільшення обсягів відходів, що направляються на перероблення з 0,39% до 50%.
4. Утворення центрів зі збирання відходів для їх ремонту та повторного використання.
5. Охоплення всіх населених пунктів послугами з поводження з побутовими відходами та запровадження в них роздільного збирання сміття.

Наступний крок—впровадження таких планів на рівні територіальних громад. Чинним законодавством саме на органи місцевого самоврядування покладено відповідальність за організацію та поводження в сфері твердих побутових відходів (ТПВ).

На даний час послуга з вивезення ТПВ надається в 296 населених пунктах в області, або 20% від загальної кількості. Тарифи на відповідні послуги встановлені в 128 населених пунктах, або в 8,5 %. Роздільне збирання окремих компонентів ТПВ запроваджене в 161 населеному пункті, або в 10,7%.

ОДА готова виступати консультативно — дорадчим органом для місцевих ОТГ, а в подальшому і органом законодавчих ініціатив в сфері поводження з ТПВ.

Сучасні проблеми гірничої геології та геоєкології, актуальні проблеми регіонів, було розглянуто на III Міжнародній науковій конференції, яка пройшла в м. Київ 29-30 листопада 2022 року [7].

Так доповіді М. С. Ковальчука, Н. В. Вергельської та Н. В. Сірої «Сучасні підходи до дослідження та каталогізації породних відвалів видобувних підприємств України», сказано, що за оцінками Індексу якості навколишнього середовища (Environmental Performance Index), які здійснює Йельський університет (США), Україна займає 87-е місце серед 163 країн світу. Україна належить до однієї з найбільш забруднених країн світу. Рівень навантаження на

навколишнє природне середовище в Україні в 4-5 разів перевищує аналогічні показники інших країн.

В доповіді К. А. Безручко, Л. І. Пимоненко «Вплив Фанерозейських геодинамічних процесів в Палеотетісі на формування Донбасу» на цій конференції згадано про відомі фази тектогенезу та про утворення які при цьому відбулися:

Судетська фаза (C_1/C_2) – утворення складок в зоні Мечин (Добруджа) та на Кавказі;

Заальська фаза (P_1/P_2) – утворення прогину в Добруджі, утворення крутих складок в Криму, утворення складок субширотного простірання на Кавказі.

Пфальська фаза (P_2/T_1) – закладання Тріасового прогину в Добруджі, інтенсивна складчатість на Кавказі, в Криму відклади нижнього Тріасу відсутні.

Дальньокімерійська фаза (T_3/J_1) – складчатість в Налбандському грабені, прояви вулканізму в Добруджі, утворення тектонічних неузгоджень в Криму та денудація до Юрських відкладів на Кавказі.

Донецька фаза (J_1/J_2) – утворення Тульчинського прогину, складчатості та вулканізму в Добруджі, утворення Таврійського прогину та вулканізму в Криму, підйом Кавказу, що проявилось в зменшенні потужності відкладів з заходу на схід.

Новокімерійська фаза (J_3/K_1) – утворення Переддобруджинського прогину в Добруджі, утворення Юрського прогину, вулканізм, зсуви переміщення в Криму, утворення складчатості в Передкавказзі.

Ларамійська фаза (K_2/Pg) – утворення Бадачської мульди складчатості в Добруджі, утворення Крейдового прогину в Криму, утворення Адигейського виступу на Кавказі.

Зіставлення головних етапів розвитку, геодинамічних процесів та механізму утворення основних структур СЄП (Добруджа, Крим, Кавказ, Донбас) у Фанерозої засвідчило загальні закономірності формування і розвитку цих структур і характеризують глобальність процесів, які проходили на Землі в ті часи.

Також на цій конференції в доповіді Т. Л. Міхеєва, Г. М. Дрогицької, О. П. Лапіна «Інтерпретація магнітних та гравітаційних аномалій над тілами рудних габроїдів Коростенського та Корсунь — Новомиргородських плутонів» було сказано, що при інтерпретації магнітних аномалій виявили неоднорідність і різнонаправленість їх намагніченості, що може свідчити про різні напрямки та різні інтенсивності магнітного поля в цих регіонах.

В даний час екологічні дослідження займають особливе місце серед сучасних наук, але системний аналіз та математичне моделювання в них застосовуються рідше, ніж потребують вимоги сучасності, зокрема в Європі.

Про новий підхід до екологічних досліджень та аналізу було сказано на цій конференції в доповіді А. В. Ковальчук, А. С. Д'яченко, Н. О. Д'яченко «Економетричний підхід у прогнозуванні поведження з відходами». Основні показники для моделювання – статистичні дані утворення та поведження з відходами. Для зручності вводяться наступні показники: Y1 – утворено, X1 – утилізовано, X2 – спалено, X3 – видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти, X4 – загальний обсяг відходів. Пакет EVIEWS дозволяє працювати з цими даними та вказує на сутність проведення регресивного аналізу. За допомогою цього пакету можна виконувати прогнозування утворення та поведження з відходами на найближчі періоди.

В даний час у складних соціально-економічних умовах, особливої актуальності набуває проблема визначення реальної кон'юнктури вітчизняної мінерально-сировинної бази і необхідності її удосконалення відповідно до загальноєвропейських стандартів. Досвід країн світу переконливо показує, що найбільш ефективною системою державного управління розвитком мінерально-сировинної бази та державного регулювання гірничої діяльності є система рентного надкористування. В Україні ця система ніколи не використовувалась в повному обсязі. В більшості своїй розвідані та включені до Державного балансу родовища корисних копалин непридатні для промислового освоєння з різних причин, в основному родовища недостатньо розвідані. З незрозумілих причин скасоване бюджетне фінансування з розвитку мінерально-сировинної бази на 2022 рік [7].

На науковій конференції, що відбулася, також зокрема було підняте питання про поетапне знищення підприємств геологічної галузі, як чинник деградації мінерально-сировинної бази України [7].

Розглянуті також питання сучасних підходів до дослідження та каталогізації породних відвалів видобувних підприємств України.

Значна увага була приділена використанню технології частотно – резонансної обробки супутникових знімків [4].

Було також розглянуте питання впливу тектонічних чинників на утворення природних ресурсів.

В зв'язку з прийняттям в Європі концепції декарбонізації енергетики, було вказано на необхідність приділяти увагу отриманню, тобто видобуванню водню [2, 3]. Перша в історії знахідка природного водню, була зроблена Д. І. Менделєєвим в 1888 році при дослідженні газу вугільних шахт Донбасу, де в одній із шахт, розташованій біля Макіївки, було знайдено природній водень.

Водень до цієї пори залишається маловивченим природним газом. Це пов'язане з тим, що свердловини в більшості своїй споруджувались в осадових породах, де відповідно до існуючого уявлення, залягають вуглеводні. Водень в

силу своєї дифузійної здібності, не затримується і не накопичується в осадовій товщі [5].

В Україні водень в значних концентраціях було знайдено в залізорудних родовищах Кривого Рогу. Також високе значення дебіту водню із свердловини в 100 000 м³ на добу, було зареєстроване при бурінні свердловини в кимберлітовій трубці Удачна. Всі ці факти поки, що не викликали належної уваги та реакції наукового суспільства, що зовсім не відповідає вимогам сьогодення. Поки тільки визначено, що фонові концентрації водню пов'язані з тектонікою зон, що вивчаються і чим молодша тектонічна активність зони, тим більша концентрація водню. Всі відомі факти знахідок природного водню і всі прийняті протоколи та угоди, давно вже вказують на те, що необхідно почати пошуки родовищ водню в Україні та використовувати його як енергоносія. Свердловина, пробурена в республіці Малі в 2012 році, дає майже чистий водень, який до цього часу використовують для виробництва електроенергії, також говорить про це [3].

Використовуючи технології частотно-резонансного зондування та обробки даних дистанційного зондування Землі при проведенні профільних геоелектричних та сейсмічних досліджень [4] на території Вінницької області в Україні на сейсмопрофілі «Добре» отримані сигнали від водню та алмазів з магматичних порід. На сейсмопрофілі TESZ-2021, також зафіксовані відклики водню [4, 5].

На Міжнародній конференції велику увагу також було приділено об'єктам побутових відходів, утворенню геохімії фільтрату, локалізації побутових відходів, оцінки впливу їх на довкілля та безпеку життєдіяльності. Було розглянуто хімічний аналіз води одного з артезіанських водоносних горизонтів Волино – Поділля [7]. До першорядної проблеми сьогодення, не менше вагомої, ніж забезпечення промисловості України паливно-енергетичною сировиною, що не впливає на погіршення екології, належить виявлення і збільшення водних ресурсів, насамперед прісної, придатної для вживання води, як визначальної умови життя й здоров'я людини та збереження довкілля. Ця проблема торкається і Західного регіону. В свій час було виконано дослідження водоносного горизонту Волинсько-Подільського артезіанського басейну, який приурочений до мергельно-крейдових відкладів сенон – турону верхньої крейди. Орографічно район відноситься до Волинсько-Подільської височини в межах рік Західний Буг, Полтва, Солотвина, Рокитна. Водоносний горизонт має повсюдне поширення з глибиною залягання від 15 до 100 м. Водоносні породи – тріщинуваті вапняки і мергелі верхньої крейди. Воду цього горизонту використовують для централізованого господарсько-питного водопостачання смт. Олесько, м. Буськ та м. Львів. Хімічний аналіз води, взятої

з свердловини у м. Буськ з глибини 35 м, показує, що вода гідрокарбонатна кальцієва з мінералізацією 705 мг/дм³, жорстка. Вода за мінералізацією належить до прісних вод з підвищеною мінералізацією. Вміст заліза загального в воді становить 2,4мг/дм³, загальна лужність – 5,4 ммоль/дм³, вміст кальцію – 148,3 мг/дм³. Органолептичні показники та показник вмісту заліза перевищують допустимі норми, отже вода є непридатною для пиття.

В матеріалах проведеної Міжнародної наукової конференції, немає відомостей щодо робіт по підготовці цієї води перш, ніж подати її до мережі водопостачання.

18.10.2023 року в інтерв'ю Українському Радіо заступник міністра захисту довкілля і природних ресурсів Вікторія Кіреєва сказала, що для вирішення проблеми сміття, було схвалено рамковий Закон «Про управління відходами». Закон «Про управління відходами» набув чинності від 09.07.2023 року. Цей Закон спрямований на введення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами. Головна його мета – поліпшення стану навколишнього середовища та створення необхідної інфраструктури для управління відходами. Закон чітко визначає, що переробляти, а що захоронювати. Необхідно посилювати відповідальність виробників, необхідно вводити екологічний податок на захоронення відходів. Виробник повинен збирати і переробляти певну кількість своєї продукції, а якщо ні, то сплачувати великі штрафи. Зараз як Уряд, так і органи місцевого самоуправління, повинні впроваджувати правила поведження з відходами. Потрібно зробити так, щоб захоронення відходів було не вигідне виробнику і їх утворювачу. Такий підхід до цього питання вже є в багатьох країнах світу і ми до цього повинні прийти і, в першу чергу, змінити дозвільну систему для таких суб'єктів. Взагалі всі відходи потрібно сортувати, а це не простий процес, і він вже працює в Європі. Відповідно до цього Закону потрібно розробити національний план поведження з відходами і план для регіонів, який повинен пройти громадське обговорення і кожна область повинна прийняти регіональний план поведження з відходами, а після цього прийняти місцеві плани і плани для кожного підприємства. Порядок розроблення та затвердження регіональних планів управління відходами затверджено Постановою КМУ №667 від 30.06.2023 року. Урядом також були прийняті відповідні проекти законів, постанови та накази Мінекології. Оскільки Вінницька область у свій час розробила регіональний план по управлінню відходами, то його потрібно переглянути у відповідності до Постанови КМУ.

Висновок.

З аналізу доповідей наукових співробітників, впливає питання поведження з промисловими та господарськими відходами - не є самоціль, а

проблеми екологічної небезпеки, збереження навколишнього середовища та здоров'я людини у техногенно навантажених регіонах. Розглянуті проблеми поводження з відходами в Україні, зокрема у Вінницькій області, та інші актуальні екологічні питання, які були підняті на Національних Форумах та на Наукових конференціях, які проводилися в Україні у 2022 - 2023 рр. Поводження з відходами розглядається як суспільна програма, що повинна відповідати Європейським правилам та стандартам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бокий Б.В., Гуня Д.П., Пимоненко Л.И., Балалаев А.К., Вергельская Н.В. Миграция и накопление глубинного газа, как один из факторов возникновения аварийных ситуаций. *Тектоника и стратиграфия*. №40. 2013. С. 49-58.
2. Гуня Д.П. Возможні причини зміни клімату та необхідність декарбонізації енергетики. *Гірнича геологія та геоекологія*. №2(3) 2021.
3. Матеріали Національного Форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» 8-10 жовтня 2020 року.
4. Матеріали Національного Форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» 24-25 листопада 2022 року.
5. Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів III Міжнародної наукової конференції (Київ. 29-30 листопада 2022 р.). ДУ «НЦ ГГГРІ НАН України». 2022. 194с.
6. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згонник В.А., Макаренко А.Н., Ларин Н.В., Богуславский А.С. Очерки дегазації Землі. Київ. 2018. 632с.
7. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Про перспективи використання технології частотно – резонансної обробки даних ДЗЗ при проведенні геоелектричних та сейсмічних досліджень. *Геоінформатика*. №3-4. 2021. С. 18-50.

REFERENCES

1. Bokiyy B.V., Gunia D.P., Pymonenko L.I., Balalaev A.K., Vergelskaya N.V. 2013. Migration and accumulation of deep-sea gas as one of the factors in the occurrence of emergency situations. *Tectonics and Stratigraphy*. No. 40. P. 49-58.
2. Gunia D.P. 2021. Possible causes of climate change and the need for energy decarbonization. *Mining geology and geocology*. No. 2(3)
3. Materials of the National Forum "Waste Management in Ukraine: Legislation, Economy, Technologies" October 8-10, 2020.
4. Materials of the National Forum "Waste Management in Ukraine: Legislation, Economy, Technologies" November 24-25, 2022.
5. Modern problems of mining geology and geocology. *3rd International Scientific Conference* (Kyiv. November 29-30, 2022). Government "Scientific Centre of Mining Geology and Geocology and Infrastructure Development of National Academy of Sciences of Ukraine", 2022. 194 p.
6. Shestopalov V.M., Lukin O.Y., Zgonnyk V.A., Makarenko A.N., Laryn N.V., Boguslavskiy A.S. 2018. Essays on the degassing of the Earth. Kyiv. 632 p.

7. Yakymchuk M.A., Korchagin I.M. 2021. On the prospects of using the technology of frequency-resonance data processing of ERS in conducting geoelectrical and seismic studies. *Geoinformatics*. No. 3-4. P. 18-50.

D.P. Gunia

ECOLOGICAL PROBLEMS AND DECARBONIZATION IN UKRAINE

The article with the reports of responsible researchers, in which the issues of industrial and household waste management are not an end in itself but the problems of environmental safety, environmental conservation and human health. The question was raised about the necessity for certification of dumps with instructions in the passports of general information. The issue of the system of state management of the development of the mineral resource and raw material base of the country is considered.

The problems of waste management in Ukraine in particular in Vinnytsia region and other issues that were raised at the National Forums and at the Scientific Conference held in Ukraine were considered. Waste management is considered as a public program that must comply with European rules and standards.

With the adoption of the concept of energy decarbonization in Europe it was said that it is necessary to pay attention to the issues of hydrogen production.

Key words: GHG, Kyoto Protocol, Paris Agreement, ettle manipulation, ecological crisis.

ВП «Володарське», ПАТ «Шахта імені О.Ф.Засядька», м. Харків, Україна
кандидат технічних наук
Дмитро Гуня

Стаття надійшла: 01.10.2023

[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2\(7\).295204](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.2(7).295204)

УДК

О.Г. Голуб, В.Т. Мельник

**НАЧАЛЬНИК КОМПЛЕКСНОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ
ДП «УКРНАУКАГЕОЦЕНТР»**

З 2011 року комплексну аналітичну лабораторію Дочірнього підприємства ПрАТ «НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр» очолює Сіра Наталія Василівна. Під керівництвом та за участю Наталії Василівни у комплексній аналітичній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» проводять визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюють експериментальні дослідження зразків флюїдів і породи. За аналізом результатів експериментальних досліджень системи вода – газ у змодельованих пластових умовах доводить, що азот у складі природного газу за своїми фізико-хімічними характеристиками може бути використаний як геохімічний індикатор прогнозування початку процесу обводнення покладів газоконденсатних родовищ. Результатом її росту став захист кандидатської дисертації у 2015 році на тему «Розробка та застосування комплексних геолого-геохімічних методів прогнозування обводнення газоконденсатних покладів».

Ключові слова: Н.В. Сіра, ДП «Укрнаукагеоцентр», комплексна аналітична лабораторія.



Рис. 1. Н. В. Сіра у лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр»

З 2011 року комплексну аналітичну лабораторію Дочірнього підприємства ПрАТ «НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр» (ДП «Укрнаукагеоцентр») очолює кандидат геологічних наук Сіра Наталія Василівна.



Рис. 2. Н.В. Сіра зі співробітниками лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр»



Рис. 3. Н.В. Сіра зі співробітниками у газохроматографічній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр»

Сіра Наталія Василівна, народилася 3 жовтня 1973 року в сім'ї службовців у селищі Олесько Буського району Львівської області. Навчання Н.В. Сіра розпочала у 1980 році в Олеській загальноосвітній школі, яку закінчила у 1990 році із срібною медаллю. Протягом 1990 – 1995 рр. навчалась у Полтавському Державному педагогічному інституті на природничому факультеті та отримала вищу освіту за спеціальністю біологія з додатковою спеціальністю хімія.

Трудову діяльність Наталія Василівна розпочала у загальноосвітній школі № 11 м. Полтави, де з 1995 року по 2005 рік працювала вчителем хімії.

З лютого 2005 року і по теперішній час працює у комплексній аналітичній лабораторії дочірнього підприємства ПрАТ «НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр» (до грудня 2011 року ДП «Полтава РГП»). А з листопада 2011 р. очолює колектив лабораторії.

Наталія Василівна активно співпрацює як із виробничими, науково-дослідними, так і науковими установами України. Підвищення кваліфікації проходила за кордоном у Італії, що дозволило максимально використовувати обладнання Епі для оцінки нафтової та газової продукції українських видобувних компаній. Значний доробок складають 25 наукових публікацій, де висвітлені питання наукових досліджень та розробок Н.В. Сірої. Основні розробки висвітлені у Патенті на корисну модель № 94706. Спосіб контролю за обводненням газоконденсатних родовищ, автори Сіра Н.В., Зезекало І.Г., Сіра Ю.А.



Рис. 3, 4. Н.В. Сіра під час підвищення кваліфікації в Італії

Результатом її росту став захист кандидатської дисертації у 2015 році на тему «Розробка та застосування комплексних геолого-геохімічних методів прогнозування обводнення газоконденсатних покладів» в Інституті геологічних наук НАН України.



Рис. 5. Н. В. Сіра під час науково-практичної конференції



Рис. 6. Н.В. Сіра під час підвищення кваліфікації в Італії

Під керівництвом та за участю Наталії Василівни у комплексній аналітичній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» проводять визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюють експериментальні дослідження зразків флюїдів і породи. За аналізом результатів

експериментальних досліджень системи вода – газ у змодельованих пластових умовах доводить, що азот у складі природного газу за своїми фізико-хімічними характеристиками може бути використаний як геохімічний індикатор прогнозування початку процесу обводнення покладів газоконденсатних родовищ. У комплексній аналітичній лабораторії проводять хроматографічне визначення компонентного складу газів для нафтогазових та вугільних (вуглегазових) родовищ України. Для вибору оптимального способу розробки покладів родовищ вуглеводнів у комплексній аналітичній лабораторії проводиться повний комплекс досліджень геохімічних індикаторів продукції свердловин у пластових умовах на рvt-установці, розробленій і сконструйованій у ДП «Укрнаукагеоцентр».



Рис. 7. Н.В. Сіра під час підвищення кваліфікації в Ені (Італія)

Дирекція Дочірнього підприємства ПрАТ «НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр» та співробітники комплексної аналітичної лабораторії вітають Наталію Василівну з ювілеєм, бажають наснаги та плідних досліджень у подальшій роботі.

О.Н. Golub, V.T. Melnyk

**HEAD OF THE COMPLEX LABORATORY OF THE SE
«UKRNAUKAGEOCENTR»**

Since 2011, the Integrated Analytical Laboratory of the Subsidiary Enterprise of PrJSC «NJSC «Nadra Ukrainy» «Ukrainian geological center of industry research» SE «Ukrnaukageocenter» has been headed by Sira Nataliia Vasylivna. Under the leadership and with the participation of Nataliia Vasylivna, the Integrated Analytical Laboratory of SE

«Ukrnaukageotsentr» conducts determination of physical and chemical properties of reservoir oils as complex multicomponent hydrocarbon systems, conducts experimental studies of samples. According to the analysis of the results of experimental studies of the water-gas system, in simulated reservoir conditions, it is proved that nitrogen, based on its physical and chemical characteristics, can be used as a geochemical indicator of the process of anticipatory watering of deposits of gas condensate deposits. The result of its growth was the defense of a candidate's thesis in 2015 on the topic «Development and application of complex geological and geochemical methods for forecasting the watering of gas condensate deposits».

Key words: N.V. Sira, SE «Ukrnaukageotsentr», Integrated Analytical Laboratory.

Дочірнє підприємство ПрАТ «НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр», м. Полтава, Україна

Олег Голуб

В'ячеслав Мельник

Стаття надійшла: 03.10.2023