

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «НАУКОВИЙ ЦЕНТР ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ, ГЕОЕКОЛОГІЇ
ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ»**



МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ ТА ГЕОЕКОЛОГІЇ»

Київ 2020

Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції (Київ, 10 – 11 грудня 2020 р.) – ДУ НЦ ГГГРІ НАН України, 2020. – 150 с.

ISBN 978-966-02-9433-2

У збірнику матеріалів конференції висвітлюють актуальні питання сучасних проблем гірничої геології та геоecології. Публікації відображають роботу конференції, що проходила 10 – 11 грудня у форматі тематичних секцій «Гірнича геологія та геомеханіка», «Сучасні методи досліджень» і «Екологічні та правові проблеми техногенно-навантажених регіонів». Матеріали конференції будуть цікаві як для спеціалістів, так і широкого загалу.

Електронне видання.

Матеріали подаються в авторській редакції.

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

Редакційна колегія: Скопиченко І.М., Загороднюк П.О., Бучинська І.В., Вергельська Н.В., Ковальчук М.С., Лівенцева Г.А., Деделянова К., Мельник В.В., Наумко І.М., Пимоненко Л.І., Наков Р., Сіра Н.В., Удалов І.В.

Технічний редактор: Вергельська В.В.

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України»
(Протокол № 6 від 02.12.2020)

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

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

УДК 552.574:622.831.322

ТЕРМОГАЗОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У ВУГІЛЛІ

В.А. Баранов

доктор геологічних наук

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

Представлено результати досліджень термогазодинамічних процесів у вугіллі в шахтах трьох виділених типів, які відрізняються гірничо-геологічними умовами, газодинамічними проявами, самозайманням та іншими властивостями, що суттєво впливає на безпеку праці гірників. Запропонована схема поділу дільниць розвідки, діючих та закритих шахт для різних ступенів катагенезу. Для діючих шахт розглянуті природні та технологічні процеси, що впливають на умови праці і безпеку.

Ключові слова: шахта, породи, катагенез, процеси, викиди, самозаймання.

ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УГЛЯХ

В.А. Баранов

доктор геологических наук

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
49005, г. Днепр, ул. Симферопольская, 2а

Представлены результаты исследований термогазодинамических процессов в углях в шахтах трёх выделенных типов, которые отличаются горно-геологическими условиями, газодинамическими проявлениями, самовозгоранием и другими свойствами, что существенно влияет на безопасность труда горняков. Предложена схема разделения участков разведки, действующих и закрытых шахт для разных степеней катагенеза. Для действующих шахт рассмотрены природные и технологические процессы, влияющие на условия труда и безопасность.

Ключевые слова: шахта, породы, катагенез, процессы, выбросы, самовозгорание.

THERMOGASDYNAMIC PROCESSES IN COALS

V.A. Baranov

Doctor of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics, NAS Ukraine

The paper presents the results of studies of thermogasdynamic processes in coals in mines of three selected types, which differ in mining and geological conditions, gas-dynamic manifestations, spontaneous combustion and other properties, which significantly affects the safety of miners. A scheme for dividing exploration areas, operating and closed mines for different degrees of catagenesis is proposed. For operating mines, natural and technological processes affecting working conditions and safety are considered.

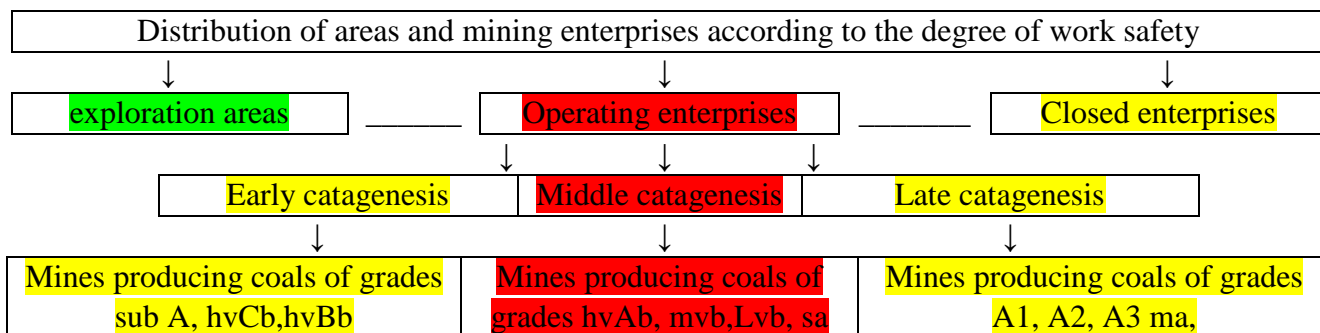
Key words: mine, rocks, catagenesis, processes, outbursts, spontaneous combustion.

Long-term experience of work in coal mines and analysis of publications of specialists in the coal industry allows us to consider the properties of coal seams and host rocks not as a static constant, but as a dynamic process of constant transformation of sedimentary deposits in lithogenesis, which is superimposed on the active influence of technogenic factors. An exploration site, an operating coal mine, and a spent and abandoned mine are three different areas of the territory. Each of these areas requires its own, specific approach in terms of preparatory work, the

development of a mineral resource and the subsequent repayment of mine workings and, in general, a mining enterprise.

If we arrange these three areas or stages of use according to hazard categories, then the operating enterprises will come first, followed by the closed and safest areas of exploration. If we consider the operating enterprises, which is most important, it should be noted that they can also be divided into several types according to the degree of safety, which is not always taken into account not only by mine builders, but also by the management of a mining enterprise (Fig.).

Figure: 1 distribution of sites and mines according to the degree of safety



The first type of coal mines includes those that are stratigraphically located at the early substage of catagenesis, in the near-zone areas, mines coals of grades A, hvCb, hvBb, at depths of up to 600-700 m. In these mines, problems are associated with increased water inflows, collapse of a false roof; gas abundance, usually insignificant, but increasing with depth; gas-dynamic phenomena do occur, but rarely; no sandstone emissions; a gas explosion can occur if there are interruptions in ventilation. Endogenous fires do occur, but usually due to man-made reasons or frictional friction. Spontaneous combustion occurs rarely and is correlated with moisture and disturbance of rocks and coals. If the moisture content of coals and host rocks is more than 6-7 %, spontaneous combustion usually does not occur. An example of this type is the mines of the Western Donbass.

The second type of coal mines includes those that are stratigraphically located at the middle substage of catagenesis, and in terms of area, in the transitional regions from near-edge to central or deep; mines coals of grades hvAb, mvb, Lvb, sa, at depths of more than 700 m. These mines are characterized by a full set of all the problems that may exist in coal mines: dynamic, gas-dynamic and thermal phenomena. In mines of the second type, there are still problems with water abundance, collapse of a false roof, squeezing out of soil and side rocks, but they decrease their influence with depth and, in fact, go to the horizons with sa grade coals. Compared to the first type of coal mines, gas content and gas content increase here, emissions of sandstones containing coals, rock bumps, prompts, coal and gas emissions, gas and dust explosions, etc. are added.

In recent years, an interesting relationship has been established for a significant increase in gas volumes of closed micropores in quartz grains of oligomictic sandstones of the considered coal basin. Methane migrates from the pore space to

microdefects of detrital grains, is preserved and, subsequently, closed micropores are crushed to micro- and nano-sizes. The total volume of closed microporosity reaches 40 % or more of the total porosity [1]. These volumes of closed microporosity and additional significant gas pressures had never been taken into account before. Now we can say that these additional volumes of methane under pressure up to 50 MPa can become the main reason for the outburst hazard of quartz sandstones in the region under consideration. A significant part of these phenomena can be avoided by performing preliminary and current degassing of working horizons. Usually degassing is carried out by surface degassing wells and underground ones drilled at different angles into the longwall being prepared for mining. The rest of the methane is removed using mine ventilation.

Thermal problems are worse. If man-made problems can be excluded by using production discipline, then frictional sparking during roof landing, after mining a part of the formation, cannot be avoided. Given that this sparking can occur in different rocks, but mainly in sandstones, it is important to control the content of CO and CO₂ in the mine atmosphere, especially after the roof has been planted. Thus, the development of the seam by the reverse stroke is the most preferable, since a low-amplitude disturbance of the seam appears, the lava prepared for mining is degassed, when increased contents of these gases appear, it is possible to make bridges of the worked-out part and control their tightness. In the case of direct mining of coal, work will have to be stopped if the gas content exceeds the limit values. One more feature of the second type mines should be pointed out. They are characterized by the presence of heavy hydrocarbons - products of natural cracking of sapropelites. Coals of the above grades for the second type of mines were formed at temperatures from 100⁰C to 160⁰C. At these temperatures, oil and bitumen are formed. The presence of vapors of light oil fractions in the mine atmosphere reduces the temperature threshold for gas ignition, which leads to explosions and other thermal processes, for example, the ignition of coal seams.

It should be recalled here that in 2018, at the IGTМ NAS of Ukraine, a new phenomenon was described - spontaneous sublimation and desublimation of rocks - which makes it possible to differentiate endogenous processes into active (combustion is in progress) and passive (decay is in progress), without analyzing the determination of unsaturated hydrocarbons for these goals, characterized by the complexity of the accuracy of the definition [2]. The new method is fast, and its implementation does not require data on unsaturated hydrocarbons.

The third type of coal mines is characterized, in general, by a decrease in safety problems, since the gas content and gas content of the host rocks and, first of all, sandstones, which are associated with the main volumes of gas in coal mines, decrease. The porosity of sandstones here is usually less than 5 %, low, especially for the conditions of the Donbass, permeability, so the outburst hazard of sandstones leaves with paleo-depth. At present, several sandstone outbursts are known in mines that process sa grade coals (the boundary between the middle and late catagenesis), with an open porosity of more than 5 % in sandstones. In other words, emissions can occur where there are sufficient volumes of gas. For example, there is enough gas in

coals and its volumes increase, reaching maximum values in anthracites (up to 40-45 m³/t_{fm}). For this reason, emissions of coal and gas continue in the coals of the mines of this type, up to the transition of coal from the anthracite grade to the unofficial superanthracite grade, where there is little or no gas. From this point of view, this stratigraphic interval (the presence of superanthracites) would be logical to single out as a separate grade, but this is done by coal chemists working for customers of coal raw materials. Since anthracites and superanthracites are not used to make coke, and their calorific value is approximately the same, there is no formal need to separate them. It should be noted that anthracites are outburst hazardous, while superanthracites are not, which is quite logical, since there is no gas in the latter.

The water cut in the mines of the third type is the lowest, since the porosity and permeability of the rocks are minimal here. Caving and prompts are much less common than in the first and second types of mines. The absence of heavy hydrocarbons increases the explosive threshold of gases. According to [3], spontaneous combustion of anthracite in seams was not recorded, but in stacks such cases were noted. Nevertheless, V.I. Nikolin (2006) points to 4 fires in anthracite mines, which requires detailed verification, since coal could have ignited from frictional processes during planting or other reasons, and it is virtually impossible to verify this, especially in worked out areas. Hence, even in case of dubious fires in anthracite coals, the third type of coal mines is significantly safer when mining.

Thus, if in the regional plan we consider the degree of safety of work at coal mines in the complex, it should be pointed out the need for a differentiated approach to this problem. An increase in the level of safety is associated with taking into account a significant number of processes, not all of which occur in all mines, during the extraction of coal of various grades. Plant managers need to be aware of the problems inherent in the mines in which they work, first of all, in order to apply preventive measures to prevent particularly dangerous phenomena in specific conditions. Of particular importance are transitional conditions from one type to another, when mining and geological conditions change, and the management and engineering staff are not always ready for this. Thus, some mines in Western Donbass are starting to move from the first type to the second type. Mining and geological conditions will change and the management of the mines should be ready for this.

REFERENCES

1. Baranov V.A., Antipovich Y.V. Influence of the gas inclusions in quartz grains of sandstones on outburst of rocks / Traditions and innovations of resource-saving technologies in mineral mining and processing: Multi-authored monograph. Petrosani. – Universitas publishing, - Romania, 2019. – PP. 403-415.
2. Баранов В.А. Спонтанная сублимация углей при газодинамических и термических явлениях // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. - № 11 (специальный выпуск 49). С. 392-400. DOI: 1025018/0236-1493-2018-11-49-535-543
3. Кузяра С.В., Дроздник И.Д., Кафтан Ю.С., Должанская Ю.Б. Прогноз и предупреждение самовозгорания угля в пластах и взрывов в шахтах // Уголь Украины. – 2005.

УДК 553.982/981

**СУЛЬФАТНІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ЯК ОДИН ІЗ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ КРЕЙДОВИХ ВІДКЛАДІВ
ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ**

А.П. Бойко, І.Р. Михайлів, Н.В. Дубей

кандидати геологічних наук

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

В якості гідрохімічних показників нафтогазоносності використані різноманітні хімічні компоненти, мікроелементи та коефіцієнти пластових вод крейдових відкладів. Характерною особливістю хімічного складу підземних вод нафтових і газових родовищ є сульфатність. Понижений вміст сульфатів у підземних водах вважають надійним показником нафтогазоносності.

Ключові слова: нафтогазоносність, крейдові відклади, карта сульфатності.

**СУЛЬФАТНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, КАК ОДИН ИЗ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НАРУЖНОЙ ЗОНЫ ПРЕДКАРПАТСКОГО
ПРОГИБА**

А.П. Бойко, И.Р. Михайлив, Н.В. Дубей

кандидаты геологических наук

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, 76019,
г. Ивано-Франковск, ул. Карпатская, 15

В качестве гидрохимических показателей нефтегазоносности использованы различные химические компоненты, микроэлементы и коэффициенты пластовых вод меловых отложений. Характерной особенностью химического состава подземных вод нефтяных и газовых месторождений является сульфатность. Пониженное содержание сульфатов в подземных водах считают надежным показателем нефтегазоносности.

Ключевые слова: нефтегазоносность, меловые отложения, карта сульфатности.

**SULFATE CONTENT OF GROUNDWATER AS ONE OF THE
HYDROGEOLOGICAL INDICATORS OF OIL AND GAS CONTAINMENT OF
CRETACEOUS DEPOSITS OF THE EXTERNAL ZONE OF PRECARPATHIAN
FOREDEEP**

A.P. Boiko, I.R. Mykhailiv, N.V. Dubei

candidates (PhD) of geological sciences

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 76019,
Ivano-Frankivsk, Karpatska street, 15

Various chemical components, microelements and coefficients of formation waters of Cretaceous deposits are used as hydrochemical indicators of oil and gas bearing capacity. A characteristic feature of the chemical composition of groundwater from oil and gas fields is sulfate content. Reduced sulfate content in groundwater is considered a reliable indicator of oil and gas.

Key words: oil and gas content, Cretaceous deposits, sulfate content map.

Особливості хімічного складу, що притаманні підземним водам нафтогазових родовищ можна віднести до гідрохімічних показників

нафтогазоносності. Основними результуючими документами гідрохімічних та гідродинамічних досліджень є карти гідрогеологічних коефіцієнтів [6]. Гідрохімічні карти відображають характер зміни іонного складу води по площі. Це дає змогу скласти уявлення про характер зміни мінералізації пластових вод, її хімічний склад, генетичний тип води за В.А. Суліним, ступінь метаморфізації (rNa^+/rCl^-), сульфатність ($rSO_4^{2-} \cdot 100/rCl^-$), значення хлор-бромного коефіцієнта (rCl^-/rBr^-), вміст сульфатів (rSO_4^{2-}).

Володіючи даними коефіцієнтів, можна охарактеризувати їх зміну по площі та зробити висновки щодо режиму водообміну досліджуваної ділянки, визначити тип води, охарактеризувати ступінь метаморфізму, виділити зони гідрогеологічної закритості надр та в кінцевому варіанті визначити ділянки з можливими скупченнями нафти і газу [4, 5].

Характерною особливістю хімічного складу підземних вод нафтових і газових родовищ є сульфатність. Як правило, даний показник надається у вигляді коефіцієнта сульфатності – $rSO_4^{2-} \cdot 100/rCl^-$, який відноситься до групи прямих локальних показників [122]. Для оцінки насичення води сульфатами використовують формулу $SO_4 = 108/d^2$, де d – густина води, $кг/м^3$. Понижений вміст сульфатів у підземних водах (або їх сульфатність) багато авторів [7, 2] вважають надійним показником нафтогазоносності, оскільки відновлення сульфатів у водах нафтогазових родовищ відбувається за участі анаеробних бактерій в присутності органічної речовини, в тому числі нафти і газу.

Зазвичай, сульфатність вод неглибоких горизонтів у зоні активного водообміну змінюється в межах 10-500, тоді як в межах глибокостанурених метаморфізованих водах – значно менше 1. Якщо вміст іону SO_4^{2-} не перевищує значення 50 мг/дм^3 , то його можна враховувати лише як непряму ознаку нафтогазоносності. Якщо кількість сульфатів у підземних водах менше 25 мг/дм^3 , а вода є високомінералізована, то це є прямою ознакою наявності близького розташування ВНК або ГВК [3].

З метою дослідження зміни по площі коефіцієнта сульфатності крейдових відкладів, побудовано відповідна карту, на якій за допомогою ізоліній представлено значення коефіцієнта $rSO_4^{2-} \cdot 100/rCl^-$ та вміст сульфатів (SO_4^{2-}) (рис. 1).

Аналіз побудованої карти свідчить, про те що у північно-західній частині Косівсько-Угерської підзони Зовнішньої зони Передкарпатського прогину знаходяться дві ділянки, для яких коефіцієнт сульфатності не перевищує 0,1. Одна з них приурочена до Дрогобицько-Щирецького поперечного порушення (св. № 11-Північно-Мединицька – 0,01), інша – до Стрийського поперечного розлому (св. № 3-Угерська – 0,09). Далі у напрямку на північний схід значення коефіцієнта поступово зростають та змінюються в межах від 0,1 до 0,3 (св. №№ 35, 52 та № 90-Більче-Волицька). На півночі у зоні Судово-Вишнянського тектонічного порушення (св. № 35-Північно-Мединицька та № 65-Більче-

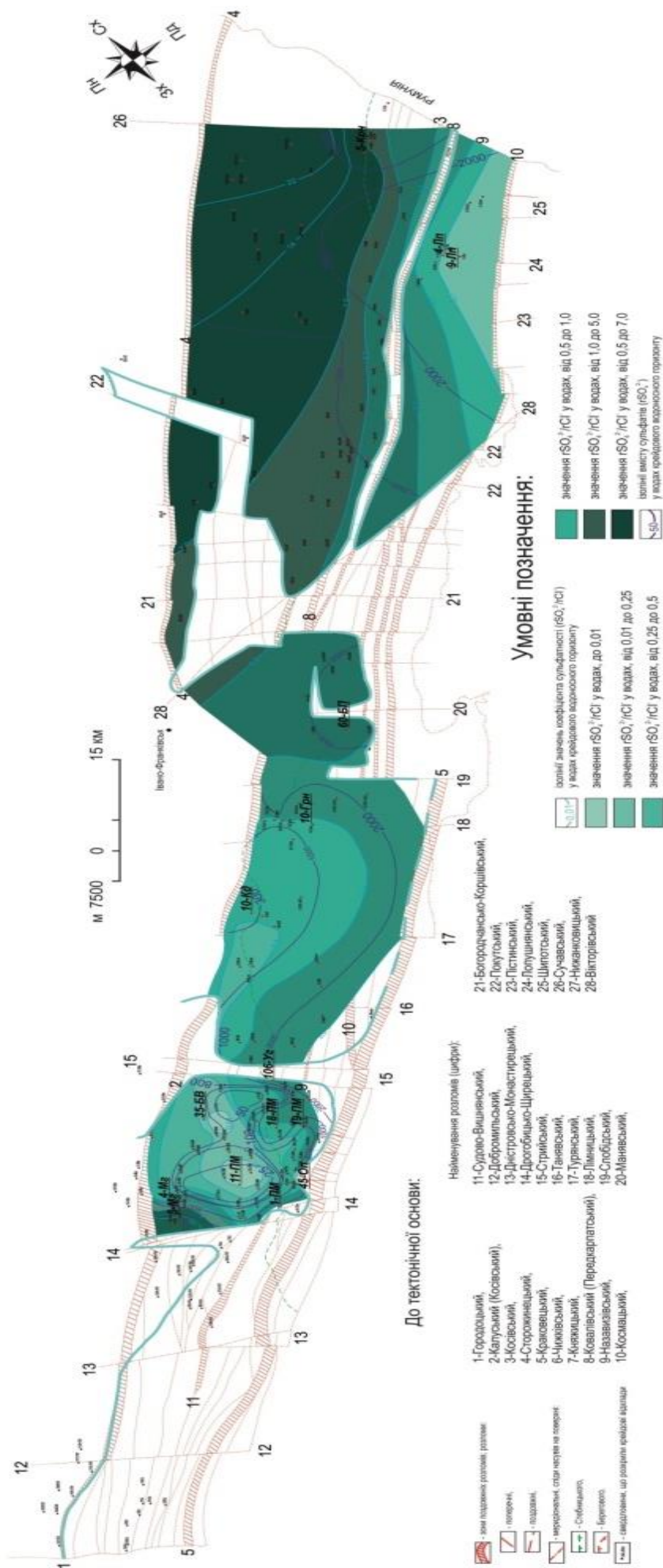
Волицька) і на схід до Стрийського розлому (св. № 98-Угерська) – значення коефіцієнтів становлять від 0,3 до 0,5 (рис. 1). Зважаючи на те, що значення коефіцієнта сульфатності не перевищує 1, то ці ділянки можна віднести, за гідрохімічним фоном, до сприятливих для нафтонагромадження [1].

Значення коефіцієнта сульфатності менше 0,5 спостерігаються також у центральній частині досліджуваної території, однак далі на південний схід у ділянці обмеженій поздовжніми тектонічними розломами значення показника поступово зростають.

Розглядаючи піднасувну ділянку автохтона Зовнішньої зони можна бачити сильні аномалії в районі Лопушлянського родовища (Лопушлянська підзона), де в тектонічнообмеженій ділянці, де в пробурених св. № 4, 6, 8, 9-Лопушлянські, сульфатність змінюється від 0,1 до 4,97. А вже ближче до Сторожинецької підзони, що в північному напрямі, сягає близько 26 (св. № 3-Красноільська).

Основним локальним показником нафтогазоносності, що може свідчити про можливе газоутворення є вміст іону SO_4^{2-} . Північно-західна частина досліджуваної зони характеризується переважно пониженими значеннями іонного коефіцієнта. Так, у пробах води зі св. № 11-Північно-Мединицька значення SO_4^{2-} сягає своїх найменших значень 11,12 мг/дм³, тоді як в північно-східному напрямі (св. № 52-Більче-Волицька) його вміст поступово зростає і становить 39,8 мг/дм³. Подальше зростання показника спостерігається також у східному напрямі (100 і більше мг/дм³) і поширюється до Стрийського поперечного тектонічного порушення. Ділянки, де вміст SO_4^{2-} іону менше 150 мг/дм³, знаходяться і вище, і нижче вищеописаних зон (св. № 35-Північно-Мединицька та №№ 5,65-Більче-Волицька). На периферії зони концентрація SO_4^{2-} -іону характеризується досить різким зростанням і на деяких ділянках досягає значень, що перевищують позначку 3000 мг/дм³. У центральній частині Зовнішньої зони (св. № 10-Кадобнянська), у тому числі в районі Гринівського та Богородчанського родовищ, спостерігається збільшення насичення пластових вод сульфат-іонами від 206 до 3167 мг/дм³ у свердловинах. Далі, на південний схід води в районі Лопушлянського родовища містять іон від 98 мг/дм³ (св. № 4-Лопушлянська) до 712 мг/дм³ (св. № 9-Лопушлянська), а вже в північному напрямі ці значення зростають до максимальних показників – 4370 мг/дм³ (св. № 5-Красноільська) (рис. 1).

Отже, згідно з проведеною оцінкою найсприятливішими гідрогеологічними умовами характеризується Лопушлянська підзона та північно-західна частина Косівсько-Угерської підзони. Другорядними ділянками виступають території в районі Гринівського та Святославського родовищ.



0-11.12. 2020

Рис. 1. Карта сульфатності вод крейдових відкладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (склала А.П. Бойко з використанням даних В.В. Колодія та особистих досліджень, автори тектонічної основи В.М. Щерба, О.С. Щерба, І.В. Кілін, 1973, 1974 рр.)

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колодій В.В. Нафтогазова гідрогеологія / В.В. Колодій, І.В. Колодій, Б.Й. Маєвський.– Підручник для ВНЗ.– Івано-Франківськ: Факел, 2009.–184 с.
2. Кротова В.А. Гидрогеологические критерии нефтеносности / А.В. Кротова // Тр. ВНИГРИ.–1960.–Вып. 147.– С.22-29
3. Маєвський Б.Й. Прогнозування пошуки та розвідка нафтових і газових родовищ / Б.Й. Маєвський, О.Є. Лозинський, В.В. Гладун, П.М. Чепіль.– Підручник Для ВНЗ.– Київ: Наукова думка, 2004.– 446 с.
4. Мазур А.П. Гідрогеологічна характеристика вод крейдового періоду, як один з критеріїв нафтогазоносності / А.П. Мазур // Сборник научных трудов Sworld.–2014.–Вып.1. Том 32.– С.61-64.
5. Михайлів І. Р. Гідрогеологічна характеристика вод крейдових відкладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину, як один із критеріїв їх нафтогазоносності / І. Р. Михайлів, А. П. Мазур // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2015. – № 2(55). – С. 7-18.
6. Суббота М.И. Интерпритация результатов гидрогеологических исследований при поисках нефти и газа / М.И. Суббота , В.Ф. Клейменов, Е.В. Стадник и другие.– Коллектив авторов, 1990. – 195 с.
7. Сулин В.А. Гидрогеология нефтяных месторождений / В.А. Сулин.– М: 1948.– 240 с.

УДК 625.7/.8

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ

І.В. Васильєва

геолог

Інститут геологічних наук НАН України

Київ, вул. О. Гончара 55-б

Український державний геологорозвідувальний інститут

В статті проаналізовано основні проблеми проектування, капітального та поточного ремонту автомобільних доріг України, що пов'язані з особливостями геологічної будови, кліматичними та екологічними характеристиками території робіт.

Ключові слова: автомобільні дороги, геологічна будова, клімат, екологічна характеристика.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

И.В. Васильева

геолог

Институт геологических наук НАН Украины

г. Киев, ул. О. Гончара 55-б

Украинский государственный геологоразведочный институт

В статье проанализированы основные проблемы проектирования, капитального и текущего ремонта автомобильных дорог Украины, связанные с особенностями геологического строения, климатическими и экологическими характеристиками территории работ.

Ключевые слова: автомобильные дороги, геологическое строение, климат, экологическая характеристика.

TOPICAL PROBLEMS OF THE CONDITION OF ROADS OF UKRAINE

I.V. Vasilieva

geologist

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine, 01601, Kyiv, Oles Gonchar Str., 55b

Ukrainian State Geological Research Institute

The article analyzes the main problems of design, overhaul and maintenance of highways in Ukraine, which associated with the peculiarities of the geological structure, climatic and environmental characteristics of the work area.

Key words: highways, geological structure, climate, ecological characteristics.

Ні для кого не є секретом, в якому стані знаходиться більшість автомобільних доріг України. Згідно з Вікіпедією [5], у рейтингу якості автомобільних доріг в країнах світу, що складається Всесвітнім економічним форумом, Україна в 2018 році зайняла 123-тє місце з 140 можливих. Серед країн Європи Україна посіла передостаннє місце, випередивши лише Молдову.

Станом на 1940 рік загальна протяжність автошляхів на території УРСР становила 270,7 тис. км. Переважно це були ґрунтові дороги. Лише 10,8 % доріг мали тверде покриття.

Найінтенсивнішими темпами дороги будувались у 60—70-і роки ХХ сторіччя. Яскравим прикладом шляхобудівного сподвижництва слугує зокрема

робота Новомиргородської шляхово-експлуатаційної дільниці ШЕД-722, яка під керівництвом інженера-шляховика Степана Кожум'яки за 7 років плідної роботи (1955—1961) завершила будівництво автотраси Черкаси—Умань—Гайсин—Брацлав (317 км, на дистанції Сміла—Брацлав) і спорудила до середини 70-х рр. 12 автошляхових мостів через річку Велика Вись.

До кінця 80-х років фактично була збудована загальна мережа автомобільних доріг в Україні. Наразі розвиток автомобільних шляхів загального користування відстає від темпів автомобілізації країни. Протягом 1990—2010 рр. їх протяжність практично не збільшувалася. Щільність автомобільних доріг в Україні у 6,6 разів менша, ніж у Франції (відповідно 0,28 та 1,84 кілометра доріг на 1 кв. кілометр площі країни). Протяжність швидкісних доріг в Україні становить 0,28 тис. кілометрів (у Німеччині — 12,5 тис. кілометрів, у Франції — 7,1 тис. кілометрів), а рівень фінансування одного кілометра автодоріг в Україні відповідно у 5,5—6 разів менший, ніж у зазначених країнах.

Серед причин, які впливають на загальний стан доріг України, головне місце займає недостатність фінансування. Але інші чинники також вносять свій негативний вклад у формування зазначеної проблеми. Це особливості геологічної будови (наявність неущільнених ґрунтів, дрібні та більш крупні тектонічні порушення, перезволоження ґрунтів за рахунок впливу першого водоносного горизонту та потрапляння великої кількості атмосферних опадів, присутність агресивних підземних вод); кліматичні умови районів (промерзання до 1,0-1,5 м, велика кількість опадів, вивітрювання) [1].

Крім того, важливим негативним фактором являється нехтування правилами та рекомендаціями по будівництву та ремонту автомобільних доріг (зменшення потужності шарів дорожнього одягу, відсутність заходів по ущільненню нестійких та просушуванню перезволожених ґрунтів та ін.).



Приклади конструкції робочих шарів дорожнього одягу наведені в таблиці 1. Перший шар переважно представлений асфальтом дрібнозернистим 10-14 см, іноді зустрічається асфальт крупнозернистий до 3-5 см. Другий шар дорожнього одягу представлений щебнем різної фракції, іноді зустрічаються залишки старої дороги, бруківка. Нижче залягають корінні ґрунти.

Для порівняння – рекомендована будова дорожнього покриття складається з наступних шарів: мілко-середньозернистий асфальт 8-10 см, крупнозернистий асфальт 5-7 см, георешітка, бітум, три шари мілко-, середньо-, крупнозернистого щебню, пісок, вирівняний ґрунтовий шар [2].

Типовий геологічний розріз представлений на рисунку 1. Товща порід, що залягає під шаром дорожнього одягу представлена суглинками, супісками, пісками та глинами. Подекуди зустрічаються вивітрені граніти. Зазначені породи часто мають пластичні та текучі властивості, що потребує додаткових заходів по зміцненню та ущільненню породного та насипного шарів. Рівень ґрунтових найчастіше знаходиться на глибині до 9-14 м.

Рекомендації по зменшенню негативного впливу природних факторів можуть бути наступні:

Конструкція робочих шарів дорожнього одягу

		
T-2 Траса P 51		
Глибина, до (м)	Потужність шару (м)	Опис шару
0,02	0,02	Асфальтобетон дрібнозернистий (шар зносу)
0,10	0,08	Асфальтобетон дрібнозернистий
0,27	0,17	Щебінь з гранвідсівом
0,57	0,30	Суглинок
0,77	0,20	Пісок
		Суглинок
-22-		
		
T-10 КМ 144+542 Правий проїзд (79,80 м)		
Глибина, до (м)	Потужність шару (м)	Опис шару
0,14	0,14	Асфальтобетон дрібнозернистий
0,20	0,06	Щебінь фракція 10-20
0,35	0,15	Бруківка
0,45	0,10	Пісок
		Суглинок

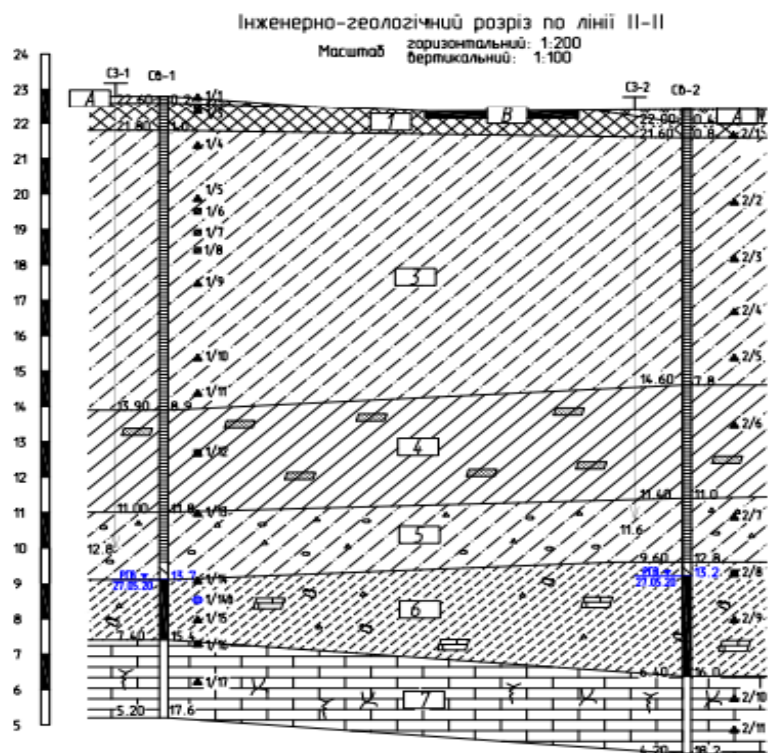


Рисунок 1. Типовий інженерно-геологічний розріз впоперек дорожнього покриття

1. Перед улаштуванням нових робочих шарів дорожнього одягу, необхідно додатково ущільнювати ґрунти у верхній частині насипу, можливо з додаванням цементу [3].
2. Там, де в тілі насипу зустрічаються перезволожені ґрунти, виконувати їх заміну або просушування.
3. Передбачати заходи, які виключають можливість попадання великої кількості атмосферних опадів у тіло насипу та в основу дорожнього покриття [4].
4. Враховувати негативну зміну фізико-механічних властивостей ґрунтів через надмірне зволоження (набухання, руйнація внаслідок промерзання та ін.) при будівництві нових та реконструкції існуючих автомобільних доріг.

Висловлюється подяка колективу ТОВ «Аратта Гео» за наданий матеріал та корисні поради.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Инженерная геология СССР. Том I. – М.: Изд. МГУ, 1978.
2. ДБН А.2.1-1-2008. “Інженерні вишукування для будівництва”, Мінрегіонбуд України, К., 2008.
3. ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи. Норми проектування”, Мінбуд України, К., 2006.
4. ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія”, Мінрегіонбуд України, К., 2011.
5. <https://uk.wikipedia.org/wiki>

УДК 553.981.4:622.279(477.6)

ЗАПОВНЕННЯ ГАЗОМ ТЕХНОГЕННИХ КОЛЕКТОРІВ ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ

Н.В. Вергельська

доктор геологічних наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», 01601, м. Київ, бул. Вернадського 34-б

Розглядається газоносність відпрацьованого простору на підставі вивчення залишкової газової складової забутованного простору діючих шахт. На підставі досліджень визначено, що кількість газу у відпрацьованому просторі корелюється з тектонічними порушеннями у вуглепородному масиві.

Ключові слова: газоносність, Донбас, газ вуглепородних масивів.

ЗАПОЛНЕНИЕ ГАЗОМ ТЕХНОГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВОВ

Н.В. Вергельская

доктор геологических наук

ГУ «Научный центр горной геологии, геоecологии и развития инфраструктуры НАН Украины», 01601, г. Киев, бул. Вернадского 34-б

Рассматривается газоносность отработанного пространства на основании изучения остаточной газовой составляющей забутованного пространства. На основании исследований определено, что количество газа в отработанном пространстве коррелируется с тектоническими нарушениями в углепородном массиве.

Ключевые слова: газоносность, Донбасс, газ углепородных массивов.

GAS FILLING OF TECHNOGENIC COLLECTORS OF COAL-ROCK MASSIF

N.V. Vergelska

Doctor of Geological Sciences

SI «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of Ukraine», Institute of Geology science of NAS of Ukraine, Kyiv, bul. Vernadskogo 34-b

The article deals with the exhaust gas content of the space based on the study of residual gas component of the produced space. Based on the studies determined that the amount of gas in space developed correlates with tectonic disturbances in coal-rock massif.

Key words: gas content, Donbass, gas coal-rock massif.

Видобуток метану відпрацьованих ділянок вуглепородних масивів та закритих шахт має наступні аспекти: видобуток метану як енергоносія, зниження викидів метану в атмосферу, зниження ризику акумуляції газів у житлових будівлях та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище у техногенно-навантажених регіонах.

Досвід робіт з видобування та утилізації метану з закритих шахт США, Німеччини, Англії та інших країн свідчить про реальну можливість отримання

газово-повітряної суміші із вмістом метану понад 25-35%, що дозволяє використовувати її для виробництва електроенергії.

Проведені дослідження були направлені на визначення можливих шляхів перерозподілу у новосформованому середовищі масиву водяної, газової чи водяно-газової суміші. Вони дають можливість визначити напрями подальших досліджень у пошуках характеру змін природних умов техногенними, новоутворених техногенних пустот-колекторів, а також можливості виникнення екологічних проблем за умови подальшого використання поверхонь шахтних полів.

Наші дослідження протягом 2012 – 2020 років проводилися на відпрацьованих ділянках діючих шахт Красноармійського, Донецько-Макіївського вуглепромислових районах та Західному Добсані. Для досліджень були відібрані проби залишкової газової складової із відпрацьованого забутованого простору та визначений кількісний та якісний газовий склад [3]: **He** ($9,6 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$ об. %), **H₂** ($8,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-1}$ об. %), **CO₂** (0,36 – 8,1 об. %), **CH₄** (0,169 – 5,44 об. %), **C₂H₆** (0,003 – 0,188 об. %), **C₃H₈** ($8,1 \cdot 10^{-4} - 8,0 \cdot 10^{-2}$ об. %), **iC₄H₁₀** ($7,2 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-3}$ об. %), **nC₄H₁₀** ($5,0 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-2}$ об. %), **iC₅H₁₂** ($7,5 \cdot 10^{-4} - 2,9 \cdot 10^{-3}$ об. %), **nC₅H₁₂** ($8,4 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-3}$ об. %), **C₆H₁₄** ($7,1 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-3}$ об. %). Слід зазначити, що проби відібрані з відпрацьованого простору мали термін новоутвореного колектора протягом 14 – 30 днів. Вміст гелію та водню вказує на активне сучасне газонаповнююче та газозберігаюче середовище відпрацьованого простору. Вищі показники залишкової газової складової визначені у пробах відібраних у зонах тектонічних порушень або на відстані не більше 150 – 200 м.

Порівнюючи результати досліджень залишкової газової складової у вуглепородних масивах [1, 2] та відпрацьованому просторі діючих шахт простежується такий зв'язок: при наближенні до зон тектонічних порушень збільшуються якісні та кількісні показники газової суміші.

Відпрацьований простір діючих шахт є новим техногенним колектором, придатним для накопичення газоподібних вуглеводнів. На активні процеси міграції газів у відпрацьованому просторі вказують дослідження залишкової газової складової, представлені гелієм, воднем та вуглеводневими газами.

Кількість газу у відпрацьованому просторі корелюється із порушеннями вуглепородного масиву: у зонах порушень вуглепородного масиву кількість газу більша [2].

На підставі проведених досліджень встановлено: одним з головних чинників газонасиченості відпрацьованого простору діючих шахт є тектонічний, який взаємодіє з глибиною (горизонтом) відпрацювання, геологічною структурою та вміщуючими породами відпрацьованого вуглепородного масиву. На основі зміни газової суміші є можливість визначити типи колекторів відпрацьованого простору діючих шахт та прогнозувати можливості їх газоносності.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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») // Наук. пр. УкрНДМІ НАН України / За заг. ред. А. В. Анциферова. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2011. – Вип. 9 ч. 2. – С. 440 - 450.
2. Вергельська Н. В. Газоносність відпрацьованого простору діючих шахт Донбасу // Тектоніка і стратиграфія. – 2012. – Вип. 39. – С. 30–33.
3. Спосіб визначення зон скупчення газу у відпрацьованому просторі діючих шахт, автори М. І. Євдощук, Н. В. Вергельська, Патент № 99540 від 10.06.2015. Державна служба інтелектуальної власності України, 2015 – 7 с.

УДК 368.003:553.04(477)

**КОМПЛЕКСНА ВАРТІСНА ОЦІНКА ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН У
НАДРАХ – ГАРАНТІЯ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ МІНЕРАЛЬНО-
СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ**

М.В. Жикаляк¹

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

В.М. Жикаляк²

¹Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія», 84511, Донецька область, м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, dongeo@ukr.net

²Фізична особа - підприємець

Одним із найбільш ефективних методів управління розвитком мінерально-сировинного потенціалу більшості країн світу є метод рентного державного регулювання, який базується на вартісній оцінці корисних копалин. У статті розглянуто механізм комплексної вартісної оцінки запасів корисних копалин у надрах і обґрунтована необхідність використання вартості видобутих корисних копалин для оподаткування використання надр (справляння рентних податків).

Ключові слова: Корисні копалини, запаси, вартісна оцінка, розвиток.

**КОМПЛЕКСНАЯ СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ В НЕДРАХ – ГАРАНТИЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УКРАИНЫ**

Н.В. Жикаляк¹

доктор экономических наук, кандидат геологических наук

В.Н. Жикаляк²

¹Государственное региональное геологическое предприятие «Донецкгеология», 84511, Донецкая область, г. Бахмут, ул. А. Сибирцева, 17, dongeo@ukr.net

²Физическое лицо - предприниматель

Одним из наиболее эффективных методов управления развитием минерально-сырьевого потенциала большинства стран мира является метод рентного государственного регулирования, базирующегося на стоимостной оценке полезных ископаемых. В статье рассмотрен механизм комплексной стоимостной оценки запасов полезных ископаемых в недрах и обоснована необходимость использования стоимости добытых полезных ископаемых для налогообложения использования недр (взимания рентных налогов).

Ключевые слова: Полезные ископаемые, запасы, стоимостная оценка, развитие.

**COMPREHENSIVE VALUE APPRAISAL OF MINERAL RESERVES IN THE
SUBSOIL - GUARANTEE OF EFFECTIVE DEVELOPMENT OF THE MINERAL
RAW MATERIAL BASE OF UKRAINE**

M.V. Zhykalyak¹

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

V.M. Zhykalyak²

¹State Regional Geological Enterprise "Donetskgeologiya", 84511, Donetsk region, city of Bakhmut, O. Sybirtseva Street, 17, dongeo@ukr.net

²Individual – entrepreneur

One of the most effective methods of managing the development of mineral and raw materials potential of most countries of the world is the method of government rent regulation, which is based on the value appraisal of mineral reserves. The article considers the mechanism of complex value

appraisal of mineral reserves in the subsoil and substantiates the need to use the value of extracted minerals for taxation of subsoil use (levy of rent taxes).

Key words: Mineral resources, reserves, value appraisal, development.

Вступ. У складних соціально-економічних умовах сьогодення визначальної актуальності набуває проблема реальної кон'юнктури вітчизняної мінерально-сировинної бази і необхідність суттєвого її удосконалення з метою інноваційно-інвестиційного неоіндустріального розвитку базових галузей промисловості та національної економіки в цілому. Реалізація інноваційних заходів щодо реформування і поетапної трансформації в ринкову економіку мінерально-сировинної бази України на основі комплексної вартісної оцінки родовищ корисних копалин і ділянок надр з удосконаленням методичного підходу щодо визначення початкової вартості спецдозволів на користування надрами дозволить суттєво підвищити ефективність державного регулювання геологічної та гірничовидобувної діяльності у відповідності з європейськими принципами і стандартами та інтересами нинішнього і майбутніх поколінь громадян України.

Виклад основного матеріалу. В умовах переважаючого олігархічного, політико-бюрократичного і напівтіньового розвитку надрокористування в Україні на протязі останніх 15 років держава випустила із рук стратегічне управління та економічно збалансоване державне регулювання вітчизняним мінерально-сировинним комплексом. Недосконале надроресурсне законодавство, невизначеність або розмитість відповідальності спеціально уповноважених державних органів за не підтвердженість інформації про кількісну та якісну оцінку запасів корисних копалин у надрах і відсутність специфікації права власності на них не сприяють ефективній інноваційній діяльності інвесторів і надрокористувачів щодо геологічного вивчення та освоєння нових родовищ і нових видів мінеральної сировини [1, 2].

Перехід на вартісну оцінку запасів корисних копалин, ділянок надр і мінерально-сировинної бази в цілому дозволить виявити нові елементи і чинники сталого розвитку вітчизняного мінерально-сировинного комплексу, уточнити геолого-економічне районування території держави та окремих регіонів, обґрунтувати або суттєво деталізувати центри економічного зростання для реалізації ресурсно-інноваційної стратегії освоєння мінерально-сировинного потенціалу України на період до 2030 року і подальшу перспективу [3].

Сучасну ринкову оцінку запасів корисних копалин у надрах необхідно здійснювати на основі складання інтерактивних цифрових геолого-економічних карт видобувної цінності окремих видів корисних копалин і ділянок надр в цілому. При цьому в якості вартісної оцінки повинна прийматися не валова оцінка запасів корисних копалин у надрах, а видобувна їх цінність – цінність потенційно видобувних обсягів корисних копалин, видобуток яких є нормативно рентабельним, а видобувні їх запаси відповідають не менше ніж 20-річній перспективі споживання. Вона також буде забезпечувати здійснення принципів структурних перетворень та системних заходів,

унемоżliвлюючих неефективне ресурсомарнотратне надрокористування та незаконний тіньовий видобуток корисних копалин і обґрунтувати дієві економіко-правові й методологічні механізми щодо геологічного вивчення, раціонального використання, охорони та відтворення (прирощення у надрах) мінеральних ресурсів із впровадженням взаємопов'язаних кадастрів на основі інтерактивних геоінформаційних систем.

Для прогнозування інноваційно-інвестиційних напрямів розвитку вітчизняного надрокористування на основі оцінки видобувної вартості запасів корисних копалин у надрах із врахуванням реальних соціально-економічних умов сьогодення та у відповідності до загальноєвропейських стандартів, перш за все, необхідно уточнити сценарії розвитку національної економіки і базових галузей промисловості на середньо-довгострокову перспективу та суттєво оптимізувати планові показники *«Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року»* стосовно енергетичних, критичних і стратегічних видів корисних копалин. При цьому реалізацію комплексних системних заходів щодо сталого розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази та економічно ощадливого надрокористування в умовах становлення в Україні ринкових відносин доцільно здійснювати у дві взаємопов'язані стадії – оперативних системних дій та стратегічних розробок [1].

Державна служба геології та надр України в якості першочергових заходів на протязі 2020 року основну увагу приділяла тільки дерегуляції, лібералізації та відкритості обігу спецдозволів на користування надрами і їх видачі за результатами онлайн-аукціонів, досягнувши в цьому значного прогресу та високої ефективності. Електронні торги проходять на платформі Prozorro, імена учасників під час аукціону невідомі, а рішення приймаються за результатами найкращої ціни, яку запропонували за лот. Однак досягнення в стандартизації та автоматизації розрахунку початкової ціни вартості спецдозволів і геологічної інформації не відповідають задекларованим Держгеонадрами ліберальним принципам дерегуляції та прозорості. Методика визначення механізму розрахунку початкової ціни продажу на аукціоні спеціальних дозволів на користування надрами, а також розміру збору у випадках надання спеціальних дозволів на користування надрами без проведення аукціону є упередженою та економічно не обґрунтованою.

Широко розрекламована Держгеонадрами діяльність Центру геолого-економічних досліджень та експертиз (Центр ГЕДЕ) при ДНВП «Геоінформ України» є яскравим прикладом рентоорієнтованої поведінки чиновників від геології та надр, а не ефективним заходом дерегуляції та лібералізації обігу спецдозволів на користування надрами. Центр ГЕДЕ не є спеціально уповноваженою державною організацією щодо реалізації державної політики у сфері геологічного вивчення та раціонального використання надр, а ДНВП «Геоінформ України» відповідає тільки за накопичення та зберігання геологічної інформації про надра різних форм власності, формування Державного балансу і кадастру запасів корисних копалин та Державних

реєстрів артезіанських, газових і нафтових свердловин. При цьому право власності на всі геологічні матеріали у випадку недержавного фінансування геологорозвідувальних робіт належить інвестору, а виключне майнове авторське право на геологічні звіти і картографічні матеріали як на службові твори незалежно від джерела фінансування, належить відповідним підприємствам-виконавцям, а не ДНВП «Геоінформ України» і, тим паче, Центру ГЕДЕ.

У розрахунку початкової ціни вартості спецдозволів на користування надрами не повинна враховуватись будь-яка частка вартості прогнозних ресурсів, оскільки прогнозні техніко-економічні міркування є попередніми та можливими і не можуть апробуватись або затверджуватися як видобувні у зв'язку із недостатнім геологічним вивченням видобувної цінності прогнозних ресурсів.

Вихідною інформацією для визначення початкової ціни вартості спецдозволів (ПЦВД) повинні бути тільки затверджені протоколом ДКЗ України запаси корисних копалин з корегуванням геолого-економічних оцінок і техніко-економічних показників на офіційні статистичні дані: індекси інфляції, коефіцієнти ВВП і розвитку видобувної та переробної промисловості тощо. При цьому до розрахунку початкової ціни спецдозволу щодо об'єктів, стосовно яких геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин затверджена ДКЗ України менше п'яти років до здійснення розрахунку початкової ціни спецдозволу, поправочні коефіцієнти до визначення ПЦВД можна не застосовувати, але для родовищ і ділянок надр, запаси корисних копалин яких апробовані чи затверджені до 1991 року або взагалі не затверджені протоколом ДКЗ, повинна проводитися повторна або первинна їх геолого-економічна оцінка та затвердження протоколом ДКЗ України [4].

Для розрахунку початкової вартості спецдозволу не може використовуватися ціна одиниці товарної продукції гірничовидобувного підприємства і, тим паче, фактичні ціни її продажу або імпорту, оскільки ціна продажу одиниці мінеральної сировини стосується підприємницької, а не гірничої ренти. Зокрема, підприємницька рента, в основному, залежить від дій і поведінки суб'єктів господарювання та ринкового на біржах або державного регулювання, а гірнича рента, в основному, не залежить від поведінки суб'єктів гірничої діяльності, оскільки обумовлена природними геологічними, гірничо-геологічними та екологічними факторами і фундаментальними соціально-економічними чинниками. Вартість товарної продукції гірничого підприємства (видобутої мінеральної сировини) без урахування витрат на її постачання споживачу повинна враховуватись тільки при оподаткуванні використання надр для видобування корисних копалин (ставок рентних податків або ставок роялті), а не *вартість видобування* одиниці мінеральної сировини як це справляється зараз. Тобто зараз, згідно відповідних норм чинного Податкового кодексу України, надрокористувачі із кращими природними характеристиками родовищ і менш складними гірничо-геологічними умовами видобування корисних копалин за одиницю видобутої мінеральної сировини платять

менший податок, за використання надр, чим надрокористувачі із гіршими природними характеристиками родовищ і більш складними гірничо-геологічними умовами видобування корисних копалин [2].

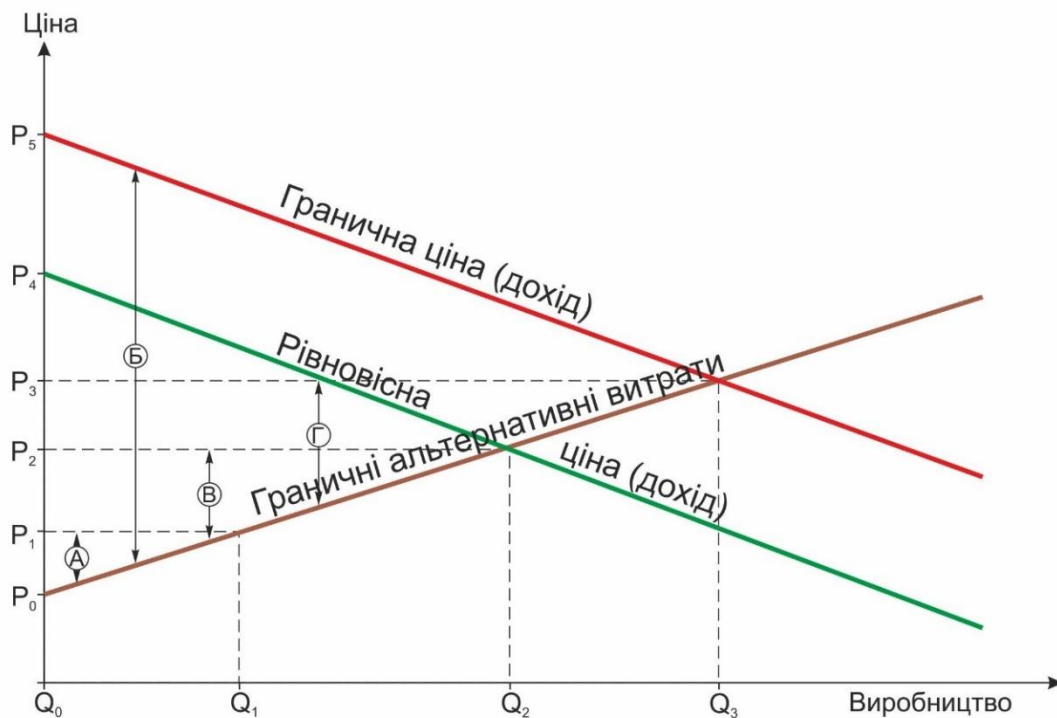
Розвідані запаси корисних копалин у надрах і видобута мінеральна сировина повинні також стати важливим об'єктом бухгалтерського обліку активів і витрат гірничовидобувних підприємств згідно міжнародних стандартів обліку, а достовірну інформацію про обсяги, кількісні та якісні показники запасів корисних копалин родовищ і ділянок надр необхідно враховувати не тільки при визначенні конкурентоспроможності мінеральної сировини на товарних ринках, але й для здійснення економічно збалансованого оподаткування використання надр та обґрунтування рівновісної початкової ціни спецдозволів на користування надрами.

Декларативність та упередженість економічно необґрунтованої методики (методичного механізму Центру ГЕДЕ при ДНВП «Геоінформ України») в умовах відсутності в державі специфікації прав власності на запаси корисних копалин у надрах не забезпечить створення економічно збалансованих сприятливих умов для широкомасштабного залучення іноземних і внутрішніх інвестицій в освоєння нових родовищ та нових видів мінеральної сировини.

Максималізація вартості запасів корисних копалин у надрах або максималізація початкової вартості спецдозволів на користування надрами – це стратегічно найменш важливе завдання в умовах становлення ринкових відносин в Україні. Набагато важливіше обґрунтувати економічно збалансовану видобувну вартість корисних копалин за вирахуванням витрат на видобування їх запасів у конкретних гірничо-геологічних і соціально-економічних умовах у залежності від величини гірничої ренти родовища або ділянки надр (рис. 1). Крім того необхідно враховувати, що для надрокористувачів, які на законних підставах оформили спецдозвіл на користування надрами для видобування корисних копалин, їх запаси повинні стати таким самим активом як і нерухомість, акції, депозити та облігації, а отже їх вартість згідно методу капіталізації доходу залежатиме від двох чинників [1].

По-перше, від суми яку видобуті запаси корисних копалин або одиниця цих запасів забезпечать надрокористувачу щорічний дохід як частину економічного прибутку з урахуванням їх ліквідності на товарних ринках, величини гірничої ренти та фактично сплачених податків і зборів. Тобто чим кращими і вищими будуть ці показники, тим більшою буде видобувна вартість запасів корисних копалин у надрах.

По-друге, від вартості грошового капіталу. Зокрема, якщо акції чи депозит забезпечують ренту (рентний дохід) 15 % річних, тоді і видобуті запаси мінеральної сировини щороку повинні приносити надрокористувачу близьку, але не нижчу дохідність, а якщо 8 % чи мінімально гарантованих державою 3 %, тоді і дохідність від видобування корисних копалин має бути відповідною. Це обов'язково необхідно враховувати при визначенні початкової ціни спецдозволу на користування надрами для видобування корисних копалин у межах конкретного родовища або ділянки надр [1].



Букви в кружках - види ренти: А - мінімальна, Б - тіньова, В - рівновісна, Г - надприбуткова.

Рисунок 1. Рента при видобуванні корисних копалин

Висновки. Найбільш ефективним і конкурентоспроможним в умовах становлення в Україні ринкових відносин може бути тільки рентне надкористування з економічно збалансованим державним регулюванням геологічної та гірничовидобувної діяльності.

Каталізатором сталого розвитку надкористування та базових галузей промисловості виступатимуть інноваційно-інвестиційні перспективи геологічного вивчення і освоєння нових родовищ і нових видів мінеральної сировини на основі комплексної вартісної оцінки запасів корисних копалин у надрах, які повинні забезпечувати не тільки господарську діяльність гірничовидобувних підприємств, але й бути джерелом капіталу, гірничої та підприємницької ренти.

Основним принципом інноваційно-інвестиційного розвитку надкористування повинен стати принцип раціонального та екологічно ощадливого надкористування з економічно збалансованим поєднанням дозвільно-регуляторних, податкових і техніко-технологічних механізмів удосконалення вітчизняного мінерально-сировинного комплексу та нерозподіленого фонду надр. При цьому раціональне екологічно ощадливе надкористування в Україні з метою неоіндустріального розвитку базових галузей промисловості та національної економіки в цілому, скоріше за все, можуть забезпечити тільки ефективні господарі й господарники, а не олігархи та їх слуги.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Олександр Амоша, Микола Жикаляк, Олексій Квілінський (2018). Концептуальні напрями удосконалення механізму реформування геологічного сектору та використання корисних копалин в Україні//Інноваційне промислове підприємство у формування сталого розвитку: монографія/ред. кол. О.І. Амоша, Х. Джвігол, Р. Мішкевіч. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ. С. 7-31.
2. Жикаляк Н.В. Государственное регулирование рентных отношений в горной промышленности Украины: моногр./НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Донецьк, 548с.
3. Реструктуризація мінерально-сировинної бази та її інформаційне забезпечення (2007). – Київ, Наукова думка. – 347с.
4. Рудько Г.І., Курило М.М., Родованов С.В. (2011). Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. – Київ. – АДЕФ, 384с.

УДК 622.1:553.94

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУ СТІЙКОСТІ ВУГЛЕВМІЩУЮЧИХ ПОРІД ПО
КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ**

В.В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

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

Використання запропонованого комплексу геолого-геофізичних методів дозволяє максимально детально і оперативно визначати фізико-механічні властивості вуглевміщуючих порід в їх природному заляганні безперервно по всьому геологічному розрізу кожної свердловини пробуреної на родовищі та отримувати кондиційну геологічну інформацію для прогнозу поведінки порід в гірських виробках.

Ключові слова: стійкість порід, фізико-механічні властивості, геомеханічна система, очисні виробки, помилкова покрівля.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗА УСТОЙЧИВОСТИ УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ
ПОРОД ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

В.В. Ишков

кандидат геолого-минералогических наук

Е.С. Козий

кандидат геологических наук

Национальный технический университет «Днепровская политехника»,
49005, г. Дніпр, пр. Д. Яворницкого, 19

Использование предложенного комплекса геолого-геофизических методов позволяет максимально подробно и оперативно определять физико-механические свойства углевмещающих пород в их естественном залегании непрерывно по всему геологическому разрезу каждой скважины пробуренной на месторождении и получать кондиционную геологическую информацию для прогноза поведения пород в горных выработках.

Ключевые слова: устойчивость пород, физико-механические свойства, геомеханическая система, очистные выработки, ложная кровля.

**PECULIARITIES OF FORECASTING THE STABILITY OF COAL-BEARING
ROCKS BY THE COMPLEX OF GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL METHODS**

V.V. Ishkov

candidate of geological and mineralogical sciences

Ye.S. Kozii

candidate of geological sciences

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

The use of the proposed complex of geological and geophysical methods allows the most detailed and p operatively determine of the physical and mechanical properties of coal-bearing rocks in their natural occurrence continuously throughout the geological section of each well drilled in the deposit and obtain conditioned geological information for predicting the behavior of rocks in mine workings.

Key words: rock stability, physical and mechanical properties, geomechanical system, second workings, false roof.

Дослідження, що включають вивчення фізико-механічних властивостей і стійкості порід покрівлі вугільних пластів є обов'язковими при геолого-економічній оцінці вугільних родовищ. При цьому, вивчення механічної міцності має проводитися в не менше ніж 20-25% розвідувальних свердловин, у кожному літологічному типі, що залягає в межах активній покрівлі та ґрунту. У той же час, на пострадянському просторі фізико-механічні властивості вуглевміщуючих порід, як правило визначалися, та продовжують визначатися тільки методами пресових випробувань. Такий спосіб крім трудомісткості і високої вартості відбору та випробування зразків має і ряд інших суттєвих недоліків, пов'язаних зі зменшенням виходу і втратою керна в слабких породах покрівлі і ґрунту вугільних пластів, неможливістю охопити випробуванням всі розвідувальні свердловини у всьому інтервалі розрізу і не відтворюваності пресових випробувань.

Використання комплексу геолого-геофізичних методів дозволяє максимально детально і в той же час оперативно вивчати фізико-механічні властивості вуглевміщуючих порід в їх природному заляганні безперервно по всьому геологічному розрізу всіх свердловин, пробурених на родовищі. Використання геофізичних методів дослідження свердловин при подальшій побудові літолого-міцнісних карт покрівлі і ґрунту вугільних пластів, карт стійкості порід покрівлі, її навантажувальних властивостей і керованості в значній мірі зменшує вплив перерахованих недоліків лабораторних пресових визначень по керновим пробам і забезпечує необхідну та достатню повноту і надійність прогнозу поведінки порід в гірських виробках.

Необхідно враховувати, що так, як фізико-механічні властивості за своєю природою тісно пов'язані з літолого-фаціальними і петрографічними особливостями порід, а значення каротажних параметрів крім того залежать і від умов буріння, то різноманіття геологічних і свердловинних умов на різних вугільних родовищах (шахтних полях) навіть в межах одного геологічного району робить принципово неможливим розробку і застосування для розрахунків будь-якого з параметрів механічних властивостей гірських порід універсальних формул або догматичних рецептів. Тому, для визначення залежностей, що дозволяють розраховувати механічні властивості порід з досить високою точністю і надійністю в межах конкретних родовищ, необхідно проведення спеціального комплексу досліджень, які дозволитимуть творчо враховувати на підставі аналізу аналітичних та емпіричних даних конкретні природні і техногенні інформаційні особливості об'єкта досліджень.

Комплексний метод прогнозування стійкості вуглевміщуючих порід запропонований авторами передбачає послідовне виконання трьох взаємопов'язаних етапів: 1) розрахунок межі міцності порід при стисненні і розтягуванні (пошарових і в масиві) для 20-метрового інтервалу покрівлі та 10 метрового ґрунту вугільних пластів за стандартним комплексом геофізичних вимірювань в свердловинах з використанням обмеженої кількості прямих пресових визначень; 2) просторове виділення і кількісна оцінка ослаблених кавернозно-тріщинуватих зон; 3) характеристика активної покрівлі вугільних

пластів по стійкості, навантажувальним властивостям і керованості. Поетапний комплексний підхід до прогнозу поведінки порід дозволяє з найбільшою повнотою використовувати дані геологічної розвідки (стандартний і акустичний каротаж, опис керна, результати лабораторних визначень) і дати характеристику активної покрівлі за трьома основними показниками. До найважливіших геологічних причин, що визначає стан виробок, відносяться глибина залягання і міцність порід, схильність їх до розшарування, обводненість і літологічний склад, наявність міжшарових зрушень, розвиток кавернозно-тріщинуватих зон та ін. Використання запропонованої методики дозволяє мінімум в 5-6 разів збільшити вихідні дані і суттєво підвищити достовірність прогнозу. Методика, розроблена в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» відповідає всім вимогам нормативних документів, що регламентують вивчення механічних властивостей вуглевміщуючих порід і вугілля при проведенні геолого-економічної оцінки вугільних родовищ і проектуванні нових виробок на діючих підприємствах.

Вона передбачає строгий облік конкретних геологічних умов (літолого-фаціальний і петрографічний склад, ступінь катагенезу, характер залягання порід, наявність розривних порушень та інших ослаблених зон) кожної окремої ділянки чи шахтного поля, для якого проводяться дослідження. При цьому зіставлення значень міцності отриманими шляхом пресових випробувань і розрахованих на багатьох вугільних родовищ колишнього СРСР за результатами акустичного і стандартного комплексу каротажу, літолого-фаціальних та петрографічних досліджень дозволяє вважати ці методи рівноточними. Розраховані за допомогою рівнянь регресії показники міцності (пошарові і в масиві) для 20 м покрівлі та 10 м ґрунту вугільних пластів, беруть в основу побудови прогнозних конденційних літолого-міцнісних карт.

Другий етап прогнозування стійкості вуглевміщуючих порід передбачає виділення і оцінку ослаблених зон у покрівлі і ґрунту пластів в свердловинах за комплексом геофізичних досліджень і геологічної документації. Для кількісної оцінки ослаблених зон за даними кавернометрії в свердловинах авторами запропонований коефіцієнт кавернозності K , що відображає ступінь ураженості вуглевміщуючих порід ослабленими зонами.

На третьому етапі при побудові карт розвитку ослаблених зон картографічною основою є одномасштабні гіпсометричні плани вугільних пластів. На них біля кожної із свердловин виносяться значення коефіцієнта K , будується контур передбачуваної помилкової покрівлі, тектонічні порушення і деякі інші дані. Як відомо, поведінка порід в гірських виробках характеризується їх здатністю чинити опір гірському тиску після оголення і переходу в стан граничної рівноваги. Сам процес переходу залежить від мінливості природних особливостей порід і розвивається в просторі і часі. Стійкість виробленого простору визначається динамікою розвитку геомеханічної системи покрівля - цілик - ґрунт. Конкретні умови прояву гірського тиску викликані природними і техногенними факторами, сукупність яких і формує конкретну геомеханічну обстановку [1, 2, 3, 4]. Навантажувальні

властивості покрівлі очисних виробок залежать від потужності в її розрізі порід, що легко обвалюються, та від потужності і кроку обвалення порід, що важко обвалюються. Під керованістю покрівлі розуміється її здатність піддаватися впливу комплексу заходів, що забезпечують безпечну роботу та запобігання вивалу порід в призабійний простір, затискання кріплень, завали очисних вибоїв і в цілому стійкість контуру гірничих виробок до динамічно мінливих в часі і просторі різноманітних негативних проявів гірського тиску. Карти стійкості покрівлі очисних виробок, що містять інформацію про площі розвитку помилкової покрівлі та кавернозно - тріщинуватих зонах, про стійкість безпосередньої покрівлі, про тип основної покрівлі по навантажувальним властивостям, а отже, і про клас керованості активної покрівлі, є вихідними матеріалами, які дозволяють зробити вибір способів управління покрівлею, обґрунтувати паспорти кріплення, забезпечити безпеку праці, поліпшити планування і техніко-технологічний супровід організації гірських робіт на діючих шахтах, створити найбільш раціональні схеми і порядок відпрацювання вугільних пластів при проектуванні нових вугледобувних підприємств.

Розроблена комплексна методика прогнозування стійкості вуглевміщуючих порід враховує весь вже існуючий масив геолого-геофізичної і гірничо-технологічної інформації повністю задовольняє існуючі нормативні вимоги, як при проектуванні нових вугледобувних підприємств, так і вже на діючих шахтах. Вона може і повинна застосовуватись при плануванні і проектуванні елементів системи розробки з урахуванням управління гірським тиском і зрушення порід; проектуванні високоефективних способів ведення гірничих робіт та прогнозуванні ступеня їх небезпеки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алимжанов М.Г. О постановке задачи устойчивости стенок глубоких скважин // Доклады РАН. -1992. Т. 325. - №3. С. 445-449.
2. Булин Н.К. Современное поле напряжений в верхних горизонтах земной коры. Геотектоника, 1971. - №3. С. 3-15.
3. Войтенко В.С. Управление горным давлением при бурении скважин. М: Недра, 1985. - 181 с.
4. Глушко В.Т., Криничанский Г.Т. Инженерно-геологическое прогнозирование устойчивости выработок глубоких угольных шахт. М: Недра, 1974. - 175 с.

УДК 553.94:550.42

**ПРО РОЗПОДІЛ БЕРИЛІУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ K₅ ШАХТИ
«КАПІТАЛЬНА» КРАСНОАРМІЙСЬКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВОГО
РАЙОНУ**

В.В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

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

Наведено аналіз результатів досліджень просторового розповсюдження берилію у вугільному пласті k₅ шахти «Капітальна» й встановлено площинні варіації його концентрацій. Виявлено, що із збільшенням мінеральних домішок у вугільних пластах концентрація берилію зменшується, таким чином, концентратором цього елемента є органічна складова вугілля.

Ключові слова: берилій, токсичні елементи, вугільний пласт, шахта, генетичні причини.

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ БЕРИЛИЯ В УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ K₅ ШАХТЫ
«КАПИТАЛЬНАЯ» КРАСНОАРМЕЙСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО
РАЙОНА**

В.В. Ишков

кандидат геолого-минералогических наук

Е.С. Козий

кандидат геологических наук

Национальный технический университет «Днепровская политехника»,
49005, г. Днепр, пр. Д. Яворницкого, 19

Приведен анализ результатов исследований пространственного распространения бериллия в угольном пласте k₅ и установлены площадные вариации его концентраций. Выявлено, что с увеличением минеральных примесей в угольных пластах концентрация бериллия уменьшается, таким образом, концентратором этого элемента является органическая составляющая угля.

Ключевые слова: бериллий, токсичные элементы, угольный пласт, шахта, генетические причины.

**ABOUT THE DISTRIBUTION OF BERILIUM IN THE K₅ COAL SEAM OF
THE KAPITALNA MINE OF THE KRASNOARMIISKYI GEOLOGICAL
AND INDUSTRIAL AREA**

V.V. Ishkov

candidate of geological and mineralogical sciences

Ye.S. Kozii

candidate of geological sciences

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

The analysis of the results of studies of the spatial distribution of beryllium in the coal seam k₅ is given and areal variations of its concentrations are established. It was revealed that with an increase

in mineral impurities in coal seams, the concentration of beryllium decreases, thus, the concentrator of this element is the organic component of coal.

Key words: beryllium, toxic elements, coal seam, mine, genetic causes.

На сьогодні для вирішення екологічних питань у вуглевидобувних регіонах, дослідження токсичних елементів (до яких, в тому числі, відноситься берилій [1]) є обов'язковими та дозволяють визначати вплив на довкілля вуглевидобувних і вуглезбагачувальних підприємств, а також організацій вугільної теплоенергетики.

В межах поля шахти «Капітальна» концентрація берилію по пласту k_5 змінюється в межах від 0,59 г/т до 1,37 г/т. Середнє значення по пласту складає 0,98 г/т. На побудованій карті виділяються дві значні зони підвищеного вмісту берилію. Найбільше значення пов'язане із свердловиною №3438 в центральній частині шахтного поля (рис. 1), із вмістом берилію 1,37 г/т. На північному заході ділянки розташована свердловина №2222, із вмістом берилію 1,35 г/т. Мінімальне значення вмісту берилію вугільного пласта відзначено в свердловині №1859, яка знаходиться на південному заході і становить 0,59 г/т.

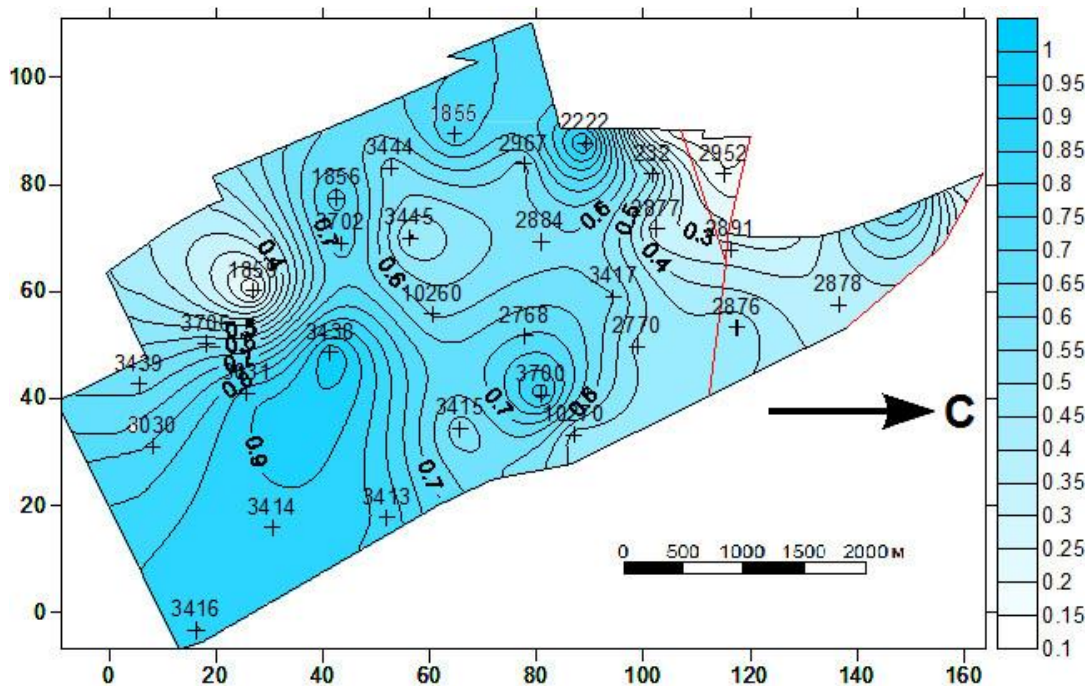


Рис. 1. Карта ізоконцентрат нормованого вмісту Be у вугіллі пласта k_5

У регіональному плані концентрація берилію збільшується в південно-східному напрямку.

Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між нормованим вмістом берилію і зольністю вугілля: $Be = 0,821 - 0,9662 \times A^d$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і зольності вугілля пласта k_5 дорівнює -0,86, що вказує на наявність високого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами. Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між вмістом берилію і потужністю вугільного пласта: $Be = 0,775 - 0,3698 \times m$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і потужністю вугільного пласта k_5 дорівнює -0,42, що вказує на наявність

слабкого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами. Лінійне рівняння регресії, що характеризує зв'язок між вмістом берилію і вмістом сірки загальної вугільного пласта k_5 : $B_e = 0,6666 - 0,4283 \times S_t^d$. Коефіцієнт кореляції між значеннями вмісту берилію і вмістом сірки загальної дорівнює $-0,44$, що вказує на наявність слабкого зворотного кореляційного зв'язку між цими параметрами.

Аналіз побудованої карти (рис. 1) і її зіставлення з даними результатів геологорозвідувальних та експлуатаційних робіт виконаних по пласту k_5 свідчать про відсутність просторового зв'язку ділянок з підвищеною концентрацією досліджуваного елемента з тектонічними порушеннями і зонами підвищеної тріщинуватості. Це дає підставу припустити, що формування підвищених концентрацій берилію у вугіллі пласта носило сингенетичний характер.

В роботі [3] автори вказують на існування двох груп вугілля, в одній з них підвищений вміст берилію переважно пов'язаний з мінеральною складовою вугілля, а в іншій - з органічною. Так як негативні аномалії на карті ізоконцентрат (рис. 1) приурочені до зон підвищеної мінералізації пласта, що підтверджується результатами кореляційного і регресійного аналізу, то основним концентратом берилію у вугіллі пласта k_5 в межах шахтного поля є його органічна складова. Отже, процеси гравітаційного збагачення видобутої шахтою гірської маси закономірно приведуть до збільшення вмісту цього токсичного елемента у концентратах.

Враховуючи, що у регіональному плані концентрація берилію збільшується в південно-східному напрямку, можна стверджувати про надходження переважної частини цього елемента в басейн палеоторф'яника з боку Українського кристалічного щита - найближчої області знесення. Схожа закономірність спостерігається і для деяких інших родовищ світу. Наприклад, в провінції Великих Північних рівнин буре вугілля, яке розташоване ближче до джерел знесення багатше берилієм, ніж віддалені або Пенсільванського вугілля Аппалачів, яке збагачене берилієм з північного заходу на південний схід, у напрямку древньої області знесення [2]. Таким чином, побудова серії подібних карт зміни регіональної складової нормованого вмісту берилію за площею і розрізом вугленосних відкладів Красноармійського геолого-промислового району може дати уявлення про мінливість положення і специфіки петрофонду переважаючих джерел зносу в басейн палеоторфонакопичення в часі і просторі.

Основне наукове значення отриманих результатів полягає у встановленні основних особливостей мінливості розподілу берилію у вугіллі пласта і їх генетичних причин.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що побудована карта є фактологічною основою для довгострокового прогнозу концентрацій берилію у видобутій шахтою гірничій масі. Розраховані рівняння регресії між вмістом берилію і технологічними параметрами вугілля дозволять прогнозувати його концентрацію у вугільному пласті. Ці рівняння можуть бути використані для короткострокового і середньострокового прогнозу вмісту

берилію в гірничій масі, що видобувається шахтою. У свою чергу, такий прогноз може служити основою для екологічних оцінок діяльності тепло- і електрогенеруючих підприємств, знаходження технічних способів і проектування технологічних рішень, спрямованих на зниження вмісту берилію у продуктах і відходах вуглезбагачення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Инструкция по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений / отв. ред. В.Р. Клер. – Москва: АН СССР, Ин-т литосферы, 1982. – 84 с.
2. Stadnichenko T. Beryllium content of American coals / T. Stadnichenko, P. Zubovic, N.B. Sheffey // U.S. Geol. Surv. Bull., 1961, № 1084-K, 253-295 p.
3. Юдович Я.Э. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 655 с.

УДК 552.12:552.574:622.831.322

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНОГО ВУГІЛЛЯ

О.О. Карамушка

кандидат геологічних наук

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

Представлено результати досліджень структурних характеристик вугілля з порушених і непорушених зон вугільних пластів, виконаних за допомогою методу оптичної мікроскопії. Виявлено тенденцію, що в пробах із зони розвитку тріщинуватості кількість квазікристалів, що мають форму близьку до кубічної, більше, ніж в пробах з непорушеної і викидонебезпечної зон.

Ключові слова: вугілля, структура, форма, тріщинуватість.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫБРОСООПАСНОГО УГЛЯ

О.А. Карамушка

кандидат геологических наук

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
49005, г. Днепр, ул. Симферопольская, 2а

Представлены результаты исследований структурных характеристик угля из нарушенных и ненарушенных зон угольных пластов, выполненных с помощью метода оптической микроскопии. Выявлена тенденция, что в пробах из зоны развития трещиноватости количество квазикристаллов, имеющих форму близкую к кубической, больше, чем в пробах из ненарушенной и выбросоопасной зон.

Ключевые слова: уголь, структура, форма, трещиноватость.

CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL FEATURES OF OUTBURST- DANGEROUS COAL

O.O. Karamushka

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics, NAS Ukraine

The results of researches of structural features of coal from the disturbed and undisturbed zones of coal layers, executed by the method of optical microscopy are presented. A tendency is exposed, that amount of quasi-crystals, which have a form near to cube, in tests from the zone of development of fracturing, more than in tests from undisturbed and outburst- dangerous zones.

Key words: coal, structure, form, fracturing.

Зони порушень у вугільних пластах є причиною таких негативних явищ, як викидонебезпечність, самозаймання, виділення метану у вигляді суфлярів та інших газодинамічних проявів, прогнозування яких достатньо складне завдання.

Процеси руйнування вугілля і зміна його структури під впливом тектонічних сил мають різноманітний характер і до нині мало вивчені. Необхідність проведення детальних досліджень у цьому напрямі обумовлена інтересами наукового і прикладного плану.

Структура вугілля – поєднання інгредієнтів і мікрокомпонентів вугілля. Слід зазначити, що частина дослідників розглядають структурні ознаки вугілля як текстурні [3]. У даній роботі застосування терміну «структура» вугілля ґрунтується на наступному його визначенні: структура – сукупність рис будови гірської породи, обумовлених формою, розмірами і співвідношеннями її складових частин: мінералів і нерозкристалізованого залишку – скла в ефузивних породах, неперекристалізованої, глинистої, карбонатної, вугільної речовини – в осадових та метаморфічних [10].

Порушена структура тріщинуватого вугілля – один із чинників виникнення газодинамічних явищ, тому її можна використовувати як характеристику порушеності вугільного пласта.

Тріщинуватість є важливою макро- і мікроскопічною характеристикою вугілля, вона визначає ряд таких фізико-механічних властивостей вугілля, як – міцність, дробимість, швидкість сорбції і десорбції газів, фільтраційну здатність вугільних пластів та ін. [5]. Існують різні класифікації типів тріщинуватості. Тріщини окремоті, що розчленовують масив на блоки, - найпоширеніший, але разом з тим і найменше вивчений тип розривних порушень. Окремість – характерна форма блоків (кусків) гірської породи, що утворюється при природному або штучному розколюванні й обумовлена наявністю в породі видимих або прихованих пересічних систем тріщин окремоті [3].

Наявність окремотей, названих раніше узагальнюючим терміном «квзікрістали» (докладний опис, а також обґрунтування умов формування яких для різних речовин (у т.ч. вугілля) наведено в [1]), який і використовується в даній роботі далі, визначається за допомогою методу оптичної мікроскопії.

Під час дослідження мікроструктурних характеристик вугілля в пробах, відібраних з порушених і непорушених зон вугільних пластів, виконано визначення вмісту квзікрісталів (за методикою, описаною в [6, 7]) і розрахунок їх коефіцієнтів форми (Кф), як відношень довжини частинок до їх ширини.

Слід зазначити, що при вивченні викидонебезпечності вугільних пластів Донбасу раніше вже проведено різні дослідження форм і розмірів вугільних частинок за допомогою методів оптичної і електронної мікроскопії [2, 4, 8, 9].

З метою порівняння і уточнення отриманих раніше результатів виконано дослідження квзікрісталів вугілля з проб, відібраних з порушених, непорушених і викидонебезпечної зон вугільних пластів, на основі застосування методики визначення порушених зон у вугільних пластах за структурними характеристиками вугілля і розрахунку їх коефіцієнтів форми. Всього досліджено 22 проби вугілля середнього (Ж, К) і початку пізнього катагенезу (ПС) з двох шахт Донецько-Макіївського геолого-промислового району Донбасу. Характеристику об'єктів і об'ємів проведених досліджень наведено в таблиці 1.

На основі проб, відібраних у різних зонах вугільних пластів на шахтах ім. О.Ф. Засядька (проби №№ 900-906 - 17-й західний конвеєрний штрек пласта

m₃, зона тріщинуватості; проби №№ 712-724 - 17-й західний конвексний штрек пласта m₃, зона, де не зафіксовано ніяких динамічних проявів) та ім. М.І. Калініна (проби № 570 і № 572 - пласт h₁₀, зона викиду), виконано дослідження з визначення коефіцієнтів форми квазікристалів вугілля в них для обраних ділянок.

Таблиця 1.

Характеристика об'єктів і об'ємів проведених досліджень

Геолого - промисловий район	Шахта	Кількість проб	Марка вугілля (ДСТУ3472-96)	Вугільний пласт
Донецько - Макіївський	Ім. О.Ф. Засядька	20	Ж, К	m ₃
	Ім. М.І. Калініна	2	К, ПС	h ₁₀

При описі форми квазікристалів слід зазначити наступний аспект: з наближенням до порушення їх форма наближається до кубічної. Так, у зоні розвитку тріщинуватості кількість квазікристалів з Кф від 1 до 1,1 складає 43,0 %, при цьому значення Кф_{ср} - 1,3; у зоні, де не зафіксовано ніяких динамічних проявів - 32,0 %, значення Кф_{ср} - 1,4; у зоні, в якій відбувся викид, - 33,0 %, при цьому значення Кф_{ср} - 1,4. Таким чином, у зоні розвитку тріщинуватості кількість утворених квазікристалів наближеної до кубічної форми істотно перевищує їх кількість в інших зонах.

Дані про мікроструктурні характеристики вугілля з порушеної, непорушеної і викиднебезпечної зон вугільних пластів, отримані на основі застосування методики визначення порушених зон у вугільних пластах за структурними характеристиками вугілля за допомогою методу оптичної мікроскопії, а також розрахунку коефіцієнтів форми квазікристалів, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Мікроструктурні характеристики вугілля з порушеної, непорушеної і викиднебезпечної зон вугільних пластів

Зона вугільного пласта	Кількість проб	Вміст квазікристалів вугілля з Кф від 1 до 1,1 в пробах, %	Середнє значення коефіцієнтів форми квазікристалів вугілля в пробах, Кф _{ср} , б/р
Тріщинувата	7	43	1,3
Без динамічних проявів	13	32	1,4
Викиднебезпечна	2	33	1,4

Ці результати уточнюють раніше отримані, але мають тенденційний характер (внаслідок малої кількості проб, відібраних безпосередньо в зонах викидів і з різних вугільних пластів). Коефіцієнти форми квазікристалів у пробах з тріщинуватої, непорушеної і викиднебезпечної зони близькі за значеннями (відповідні середні значення 1,3, 1,4 і 1,4), тобто форма квазікристалів близька до прямокутного паралелепіпеда, при цьому слід зазначити, що в зоні розвитку тріщинуватості кількість квазікристалів з Кф від 1 до 1,1 (тобто тих, що мають форму близьку до кубічної) складає 43,0 %, тоді

як в інших зонах кількість таких квазікристалів менше на ~ 10 % (відповідно 32 % і 33 %), що в свою чергу вказує на те, що руйнівна дія процесу викиду не призводить до збільшення кількості квазікристалів, що мають форму близьку до кубічної. Дане твердження потребує обґрунтування на основі подальшої перевірки на фактичному матеріалі.

На основі отриманих результатів можна сформулювати наступний висновок – форма квазікристалів у пробах з тріщинуватої, непорушеної і викидонебезпечної зони близька до прямокутного паралелепіпеда, при цьому в зоні розвитку тріщинуватості кількість квазікристалів з коефіцієнтом форми від 1 до 1,1 (тобто тих, що мають форму близьку до кубічної) складає 43,0 %, тоді як в інших зонах кількість таких квазікристалів менше на ~ 10 % (відповідно 32 % і 33 %).

Отримані дані, доповнені при проведенні подальших досліджень, можна буде використовувати для визначення зон порушеності вугільних пластів і, відповідно, ступеня порушення структури тріщинуватого вугілля як одного з факторів виникнення газодинамічних явищ.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранов В.А. Условия формирования квазикристаллов // Сб. научн. тр. НГАУ. – 1998. Т. 2. – № 3. – С. 218-221.
2. Борисенко А.А. Диспергирование углей при внезапных выбросах. М.: Наука, 1985. – 96 с.
3. Геологический словарь / под ред. К.Н. Паффенгольца. М.: Недра, 1978. – Т. 1. (488 с). – Т. 2. (456 с).
4. Дрындин В.А., Михина Т.В., Митрофанов Д.В. Экспериментальные исследования геофизических параметров и микроструктуры угля выбросоопасных зон угольных пластов // Горн. инф.-анал. бюл. МГГУ. – 2000. – № 7. – С. 210-211.
5. Еремин И.В., Лебедев В.В., Цикарев Д.А. Петрография и физические свойства углей. М.: Недра, 1980. – 263 с.
6. Карамушка О.О. Спосіб визначення порушених зон у вугільних пластах за структурними характеристиками вугілля. Патент 103759 Україна, МПК (2015.01) Е 21 С 39/00; власник Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. - № у 2015 07021; заявл. 14.07.2015; опубл. 25.12.2015. Бюл. № 24 – 8 с.
7. Карамушка О.О. Структурні критерії виділення порушених зон у вугільних пластах Донбасу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.01 «Загальна та регіональна геологія» / Карамушка Ольга Олександрівна; Інститут геологічних наук НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – 20 с.
8. Недин В.В., Нейков О.Д. Современные методы исследования пыли. М.: Недра, 1967. – 170 с.
9. Петрухин П.М., Гродель Г.С., Жилиев Н.И. Борьба с угольной и породной пылью в угольных шахтах. М.: Недра, 1981. – 271 с.
10. Половинкина Ю.И. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. М.: Недра, 1966. – Ч. 1. – 240 с.

**ПРО РОЗПОДІЛ РТУТІ І МИШ'ЯКУ У ВУГІЛЛІ ПЛАСТА С₅ ПОЛЯ ШАХТИ
«БЛАГОДАТНА» ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ**

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

Д.С. Малашкевич

кандидат технічних наук

А.А. Макурін

кандидат економічних наук

Є.В. Кошеленко

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

Приведені результати аналізу комплексу статистичної обробки геохімічної інформації стосовно розповсюдження ртуті і миш'яку у вугіллі пласта с₅ поля шахти «Благодатна» і геолого-структурних особливостей будови цього шахтопласта. Розраховані лінійні рівняння регресії між досліджуваними елементами і основними технологічними параметрами вугільного пласта. Виявлено генетичний зв'язок ртуті і миш'яку з розривними структурами.
Ключові слова: ртуть, миш'як, токсичні елементи, вугільний пласт, лінійні рівняння регресії.

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ РТУТИ И МЫШЬЯКА В УГЛЕ ПЛАСТА С₅ ПОЛЯ
ШАХТЫ «БЛАГОДАТНАЯ» ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

Е.С. Козий

кандидат геологических наук

Д.С. Малашкевич

кандидат технических наук

А.А. Макурин

кандидат экономических наук

Е.В. Кошеленко

Национальный технический университет «Днепро́вская политехника»,
49005, г. Днепр, пр. Д. Яворницького, 19

Приведены результаты анализа комплекса статистической обработки геохимической информации относительно распространения ртути и мышьяка в угле пласта с₅ поля шахты «Благодатная» и геолого-структурных особенностей строения этого шахтопласта. Рассчитаны линейные уравнения регрессии между исследуемыми элементами и основными технологическими параметрами угольного пласта. Вывявлено генетическую связь ртути и мышьяка с разрывными структурами.
Ключевые слова: ртуть, мышьяк, токсичные элементы, угольный пласт, линейные уравнения регрессии.

**ABOUT MERCURY AND ARSENIC DISTRIBUTION IN THE COAL OF SEAM C₅
OF THE "BLAGODATNA" MINE FIELD OF THE WESTERN DONBAS**

Ye.S. Kozii

candidate of geological sciences

D.S. Malashkevych

candidate of technical sciences

A.A. Makurin

The results of the analysis of a complex of statistical processing of geochemical information on the distribution of mercury and arsenic in the coal seam c_5 of the "Blagodatna" mine field and the geological and structural features of the structure of this mine formation are presented. Linear regression equations were calculated between the studied elements and the main technological parameters of the coal seam. The genetic relationship of mercury and arsenic with discontinuous structures was revealed.

Key words: mercury, arsenic, toxic elements, coal seam, linear regression equations.

Сучасний та науково обґрунтований прогноз показників концентрацій елементів-домішок вугілля дозволяє розробляти та планувати організаційні і техніко-технологічні заходи, що спрямовані на зменшення негативного впливу вуглевидобувної промисловості та підприємств теплоенергетики на екологічний стан навколишнього середовища. Для цього необхідно мати дані про концентрацію, характер й особливості їх розподілу, у тому числі ртуті і миш'яку у вугіллі та породах які його вміщують.

Вивчення особливостей розподілу елементів-домішок у вугіллі пов'язані із зростанням вимог до охорони навколишнього середовища, які обумовлюють потребу в нових науково обґрунтованих методах прогнозу їх вмісту в добуваємії шахтами гірській масі та відходах видобутку і вуглезбагачення. Особлива актуальність даної проблеми визначається Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 року №2059-VIII [1].

В межах поля шахти «Благодатна» концентрація ртуті по пласту c_5 змінюється в межах від 0,116 г/т до 0,441 г/т, при середньому значенні по пласту 0,22 г/т.

Найбільша зона підвищеного вмісту ртуті знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 1а) в районі свердловини №8469. На південний схід від неї розташовані дві менші за величиною і значенням зони підвищеного вмісту ртуті. Це свердловина №НЗ2194, а також група свердловин №7782, №НЗ191 та №7785. Концентрація ртуті не залежить від глибини, потужності пласта та зольності вугілля. Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між вмістом ртуті і сірки загальної у вугіллі пласта ($r = 0,94$) та з концентрацією миш'яку ($r=0,88$). Лінійні рівняння регресії: $Hg=0,0462+0,8856 \times S_t^d$, $Hg=0,0185+0,8351 \times As$. У регіональному плані концентрація ртуті збільшується в північно-східному напрямку (рис. 1б).

Найбільша зона підвищеного вмісту миш'яку по пласту c_5 становить 65,65 г/т і пов'язана із свердловиною № 8469, яка знаходиться в північній частині шахтного поля (рис. 2а), також значні зони підвищених концентрацій цього елемента приурочені до свердловин № НЗ2194 (62,47 г/т) на південному сході і № НЗ191 (52,98 г/т) на сході ділянки. Концентрація миш'яку у вугіллі пласта змінюється від 9,57 г/т до 65,65 г/т і не пов'язана з глибиною, потужністю вугільного пласта та зольністю вугілля. Середнє значення концентрацій миш'яку по пласту складає 29,81 г/т.

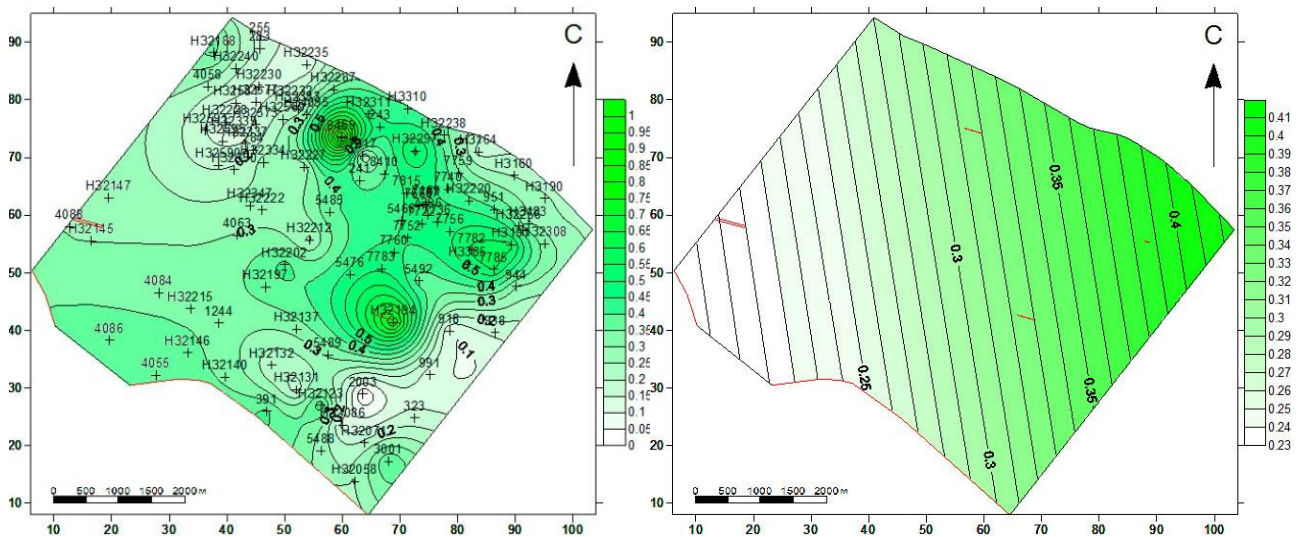


Рис. 1. Карта ізоконцентрат (а) та карта регіональної складової (б) нормованого вмісту ртуті у вугіллі пласта c_5

Миш'як формує геохімічну асоціацію із ртуттю ($r = 0,88$) і має тісний кореляційний зв'язок із вмістом у вугіллі сірки загальної ($r = 0,96$). Лінійні рівняння регресії: $A_s = 0,0639 + 0,9284 \times H_g$; $A_s = 0,067 + 0,951 \times S_t^d$. У регіональному плані концентрація миш'яку, як і у випадку із ртуттю збільшується в північно-східному напрямку (рис. 2б).

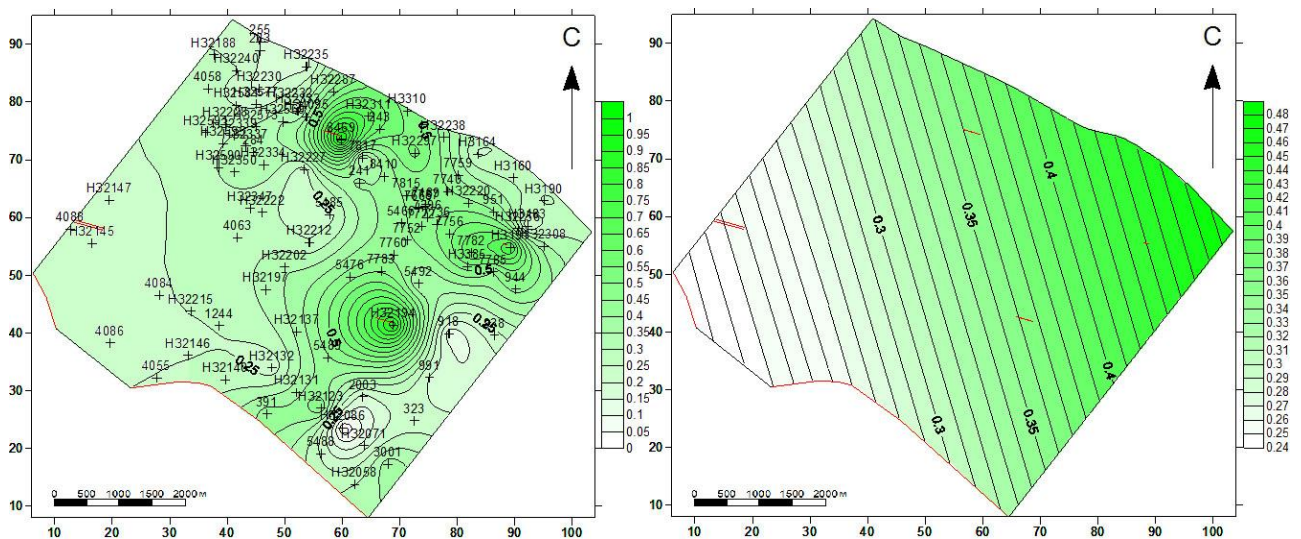


Рис. 2. Карта ізоконцентрат (а) та карта регіональної складової (б) нормованого вмісту миш'яку у вугіллі пласта c_5

Отримані результати дозволяють сформулювати такі основні висновки:

- Середня концентрація жодного з елементів у вугіллі пласта c_5 не перевищує ПДК. Середній вміст миш'яку більше, ніж в цілому по Павлоградсько-Петропавлівському району.

- Тісний кореляційний зв'язок асоціації ртуті і миш'яку з сіркою загальною і аналіз просторового розташування аномалій цих елементів з геолого-структурними особливостями шахтопласта свідчить про накопичення цих

елементів на постседиментаційному етапі формування вугленосних відкладів і їх генетичного зв'язку з розривними структурами.

Основне наукове значення отриманих результатів полягає у встановленні основних особливостей мінливості розподілу берилію у вугіллі пласта і їх генетичних причин. Практичне значення отриманих результатів полягає в побудові карт ізоконцентрат ртуті і миш'яку і розрахунку рівнянь регресії між їх вмістом і основними технологічними параметрами вугілля.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про оцінку впливу на довкілля [Електронний ресурс] : Закон України від 23.05.2017 року №2059-VIII / Верховна Рада України. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

УДК 553.048

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕОЛОГО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОДОВИЩ ТВЕРДИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН В К-MINE

Т.П. Нестеренко

кандидат геологічних наук

Член спілки геологів України

Розглянуто основні аспекти використання гірничо-геологічних систем при моделюванні родовищ твердих корисних копалин та проведенні геолого-економічної оцінки запасів та ресурсів на прикладі К-MINE. Обґрунтовано переваги впровадження єдиної інтегрованої системи у сфері надрокористування з метою покращення ефективності управління мінерально-сировинною базою.

Ключові слова: геолого-математичні моделі родовищ, бази даних, геоінформаційні системи.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОЛОГО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В К-MINE

Т.П. Нестеренко

кандидат геологических наук

Член союза геологов Украины

Рассмотрены основные аспекты использования горно-геологических систем при моделировании месторождений твердых полезных ископаемых и проведении геолого-экономической оценки запасов и ресурсов на примере К-MINE. Обоснованы преимущества внедрения единой интегрированной системы в сфере недропользования с целью повышения эффективности управления минерально-сырьевой базой.

Ключевые слова: геолого-математические модели месторождений, базы данных, геоинформационные системы.

CONSTRUCTING AND USE OF GEOLOGICAL AND MATHEMATICAL MODELS OF SOLID MINERAL DEPOSITS IN K-MINE AND THEIR OPPORTUNITIES

Tatyana Nesterenko

Candidate of Sciences in Geology

Member of Ukrainian Association of Geologists

Abstract. The article approaches the topic of using mining and geological systems in the modeling of solid mineral deposits, geological and economic assessment of reserves and resources on the example of K-MINE. It considers reasonable advantages of a single integrated system implementation in the subsoil use field for improving the efficiency of mineral resource management.

Key words: geological and mathematical models of deposits, databases, geoinformation systems.

Сьогодні у науковців та учасників ринку вже чітко сформувалося розуміння переваг інформатизації процесу управління мінерально-сировинною базою. Моделювання родовищ корисних копалин стало невід'ємною складовою загального геологорозвідувального процесу, виконується від ранніх до кінцевих етапів і стадій.

Основою для прогнозування, пошуків та розвідки родовищ довгий час були наступні положення [1; 2]:

- принцип послідовних наближень;
- принцип аналогії;
- принцип вибіркової деталізації спостережень;
- принцип повноти вивчення;
- принцип рівномірності (рівної достовірності);
- принцип найменших трудових та матеріальних затрат або витрат часу

тощо.

Збільшення кількості родовищ, що складно відкрити (прихованих), погіршення якісних показників руд відкритих родовищ, залучення до розробки нових нетрадиційних типів родовищ постійно вимагає вдосконалення методів пошуків та розвідки корисних копалин.

Кожна стадія геологорозвідувальних робіт забезпечує отримання комплексу характеристик: геологічних, геофізичних, мінералогічних, геохімічних. Відповідно до отриманої інформації створюються геологічні моделі: геолого-генетичні, рудно-формаційні, прогнозно-пошукові, геофізичні, статистичні, петрофізичні, ізотопно-геохімічні, геологоструктурні, морфометричні, геолого-промислові, багатofакторні, комплексні тощо [3].

У пошуково-розвідувальній практиці найчастіше використовувались моделі графічного, об'ємно-макетного та геолого-математичного моделювання, а також імітаційне моделювання.

Безумовно, з використанням геоінформаційних систем значно розширились можливості створення статистичних та геостатистичних моделей, імпліцитного моделювання.

Моделювання з використанням геоінформаційних систем – це прогресивна методика обробки вихідної розрізної інформації, що сприяє підвищенню достовірності оцінки запасів на всіх стадіях геолого-розвідувальних робіт і зниженню ризиків прийнятих на їх основі рішень: від прогнозу перспективності району до оцінки вартості родовища для аукціону.

Альтернативою впровадження сучасних методів моделювання геологічних об'єктів та прогнозування потенційних родовищ є створення єдиної інтегрованої системи для роботи з великими масивами даних.

Інтегрована система повинна відповідати таким критеріям:

1. Структуризація та формалізація різнотипної інформації. Універсальність системи повинна полягати у структуруванні такої інформації та формалізації процедур її обробки.

2. Наявність засобів для перерахунку та підтримки різних систем координат і проєкцій (сферичні, прямокутні і конічні, глобальні і місцеві).

3. Роботи в розподіленій мережі з використанням системи обмеження прав доступу, кодування і шифрування інформації.

4. Можливість функціонування у випадку зміни правового поля.

5. Можливість взаємодії з Web-платформою, взаємодії з апаратним забезпеченням. Можливість дописування програмних компонентів без участі розробника [4].

Одним з прикладів інтегрованих систем є K-MINE. Ця гірничо-геологічна система дозволяє практично повністю охопити процеси інформаційного забезпечення у сфері надрокористування:

- K-MINE може співпрацювати з будь-якими промисловими БД: MS SQL, Oracle, PostgreSQL, MySQL тощо;

- має потужну геоінформаційну складову;

- використовує компоненти системи збору і обробки даних для роботи з різномірною інформацією, вирішення технологічних задач, взаємодії з апаратними і периферійними пристроями.

Сьогодні основні напрямки застосування інтегрованої системи K-MINE у надрокористуванні наступні:

1. Геологічне забезпечення на стадії пошуків і розвідки родовищ корисних копалин:

- накопичення, обробки і аналізу даних досліджень;

- візуалізації матеріалів у вигляді карт, схем проведення досліджень;

- виявлення перспективних районів і площ;

- підготування проектів геолого-розвідувальних робіт.

2. Топографо-геодезичне забезпечення:

- складання картографічних матеріалів різного цільового призначення, впровадження ГІС-технологій у геолого-картографічний процес;

- обробка даних дистанційного зондування Землі (уточнення тектонічної будови території, уточнення контурів геологічних тіл з урахуванням природної генералізації, геоморфологічний аналіз, створення об'ємних моделей місцевості (технологія 3D), геоекологічні дослідження, тощо).

3. Моделювання родовищ корисних копалин.

Дозволяє виконувати повний комплекс завдань для формування тривимірних моделей родовищ корисних копалин. Розроблені моделі можуть бути використані для експрес-аудиту родовищ при зміні будь-якого параметру оцінки, створення геомеханічних моделей, планування геолого-розвідувальних робіт, проектування роботи гірничих підприємств тощо.

4. Геолого-економічна оцінка запасів.

Використання цифрових 3D моделей при виконанні геолого-економічної оцінки дозволяє розширити можливості аудиту родовища: від створення математичної моделі родовища (ітераційний підхід до обґрунтування параметрів кондицій і вибір оптимального з множини варіантів, візуалізація та детальний аналіз морфології покладу, встановлення контролюючих структур, проведення геостатистичних досліджень) до оптимізації проектних контурів кар'єрів.

Спільне моделювання підземної і наземної інфраструктури, поєднане з аналізом ризиків, дозволяє вирішувати завдання на якісно новому рівні. Інтегрована модель по суті об'єднує в собі геолого-промислову модель, поєднану з технологією оцінки ризиків і оцінкою економічних параметрів.

Також в системі реалізована можливість оцінки запасів і ресурсів та складання звітів з розвідки відповідно до міжнародних кодексів звітності

(шаблон CRIRSCO).

Використання геолого-промислової моделі родовища, побудованої в K-MINE на стадії експлуатації дозволяє виконати (рис. 1):

- прогноз видобутку при різних концепціях розвитку родовища;
- оптимізацію режимів роботи обладнання;
- визначити і обґрунтувати спосіб і систему розробки родовища;
- забезпечити безпеку ведення гірничих робіт;
- оптимізувати систему управління якістю корисних копалин;
- управління родовищем в режимі online [4; 5].

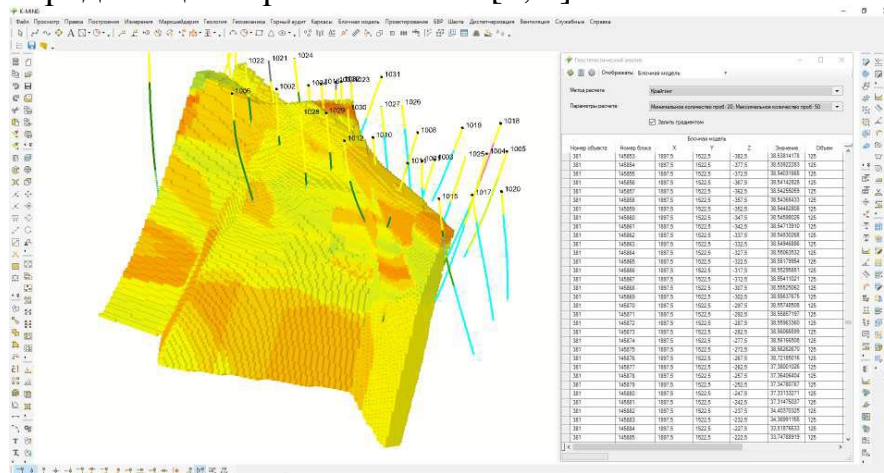


Рис. 1. Приклад створення блокової 3D моделі родовища в K-MINE

При впровадженні інтегрованої системи виникає можливість створення єдиного електронного сховища з зручним і зрозумілим доступом до даних для всіх рівнів контролюючих органів та апарату управління мінерально-сировинною базою.

K-MINE містить набір програмних засобів для організації завдань моніторингу та наукового супроводу об'єктового рівня та дозволяє:

- накопичувати геологічну, технологічну, нормативно-правову, екологічну та виробничу інформацію про стан об'єкту моніторингу;
- аналізувати стан об'єкту моніторингу шляхом порівняння поточних і архівних даних (динамічний моніторинг стану);
- визначати відповідність процесу розробки родовища до вимог чинного законодавства;
- аналізувати у часі стан виконання приписів і рекомендацій;
- формувати зведену звітність тощо.

Крім того інтегрована система K-MINE має можливість формування електронних карт з прив'язкою до місцевості, можливість роботи супутникових і інтегрованих карт сервісу Google Maps для контролю координатної прив'язки об'єктів (контури спецдозволу, земельних та гірничих відводів, природоохоронних зон та інших об'єктів).

Сучасний ринок програмного забезпечення в надрокористуванні дуже різноманітний. Існує велика кількість спеціалізованого софту для вирішення конкретних задач. Наприклад, для інтерпретації даних глибинного сейсмічного зондування може використовуватись одна система, для проведення

геостатистичних досліджень для розрахунку коефіцієнтів кореляції між показниками – інша, для виявлення радіогеохімічних ореолів – третя, для побудови 3D моделі та візуалізації результатів досліджень – четверта, тощо.

Відсутність систематичного підходу в процесі цифровізації у сфері надрокористування не завжди дозволяє досягти високого рівня ефективності від впровадження інформаційних технологій.

Компанії-лідери гірничодобувної галузі розробляють довгострокові стратегії цифровізації на базі єдиної інтегрованої системи з метою підвищення міжфункціональної взаємодії, скорочення рівнів управління та спрощення процесу й підвищення ефективності прийняття рішень.

Універсальність комплексних математичних моделей родовищ корисних копалин, створених в K-MINE, підтверджена багаторічним досвідом їх використання у різних галузях надрокористування України та інших країн, на підприємствах з видобутку корисних копалин відкритим і підземним способами, геолого-розвідувальних підприємствах, науково-дослідних і проектних установах, вищих навчальних закладах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.:Недра, 1969.
2. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984.
3. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – 253 с.
4. Геоінформаційні технології в надрокористуванні: на прикладі ГІС K-MINE. За ред. Г.І. Рудька, М. В. Назаренка - К.: “Академпрес”, 2011. – 336 с.
5. Збірник доповідей III Міжнародного науково-практичного семінару SVIT GIS - Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.А., 2016. – 280 с.

УДК 552.1.08:553.9 (477.61/.62)

**ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЇ ПРО КАТАГЕНЕТИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАННЯ У
ВІДКЛАДАХ ДОНБАСУ**

С.В. Стефанко

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

Аналіз різної літератури дозволив зібрати і об'єднати інформацію про постседіментативні зміни теригенних відкладень Донбасу охоплюючи весь катагенез. Показано стан основних наукових шкіл які займаються виділенням маркерів перетворення гірських порід.

Ключові слова: перетворювання, катагенез, властивості.

**ОБЗОР ИНФОРМАЦИИ О КАТАГЕНЕТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ В ОТЛОЖЕНИЯХ ДОНБАССА**

С.В. Стефанко

Институт геотехнической механики М.С. Полякова НАН Украины,
49005, г. Днепр, ул. Симферопольская, 2-а

Анализ различной литературы позволил собрать и объединить информацию о постседиментационных изменениях терригенных отложений Донбасса охватывающий весь катагенез. Показано положение основных научных школ занимающихся выделением маркеров преобразования горных пород.

Ключевые слова: преобразования, катагенез, свойства.

**REVIEW OF INFORMATION ON CATAGENETIC TRANSFORMATIONS IN
DONBASS SEDIMENTS**

Stefanko S.V.

Institute of Geotechnical Mechanics M.S. Polyakov NAS of Ukraine

Analysis of various literatures made it possible to collect and combine information on post-sedimentary changes in the terrigenous deposits of the Donbass covering the entire catagenesis. The position of the main scientific schools dealing with the allocation of markers of rock transformation is shown.

Key words: transformations, catagenesis, properties.

Постседіментативні перетворення гірських порід, поряд з іншими факторами, визначає їх властивості. Під час ведення гірничих робіт дуже важливо мати об'єктивне уявлення про те, з якими явищами можна зіткнутися. Для цього важливо володіти знаннями про те які зміни (насамперед мінеральні та фізико-механічні) зазнав масив і в якому стані він знаходиться. Однак, це не єдина користь від дослідження катагенетичних перетворень. Отримана інформація не тільки доповнює розуміння глибинних процесів, але і дає можливість використовувати отримані маркери змін порід в дослідженні маловивчених комплексів.

Кращим об'єктом для досліджень катагенеза є Донецький кам'яновугільний комплекс, адже у цій геологічній структурі є практично всі марки вугілля, а отже, вмещаючи породи представлені всіма етапами катагенеза. У світовій практиці за ступенем геологічної вивченості Донецький басейн не має собі

рівних, оскільки більш ніж за двовіковий період досліджень, на його базі були вирішені основні питання геології і створена основа для вивчення вугленосних формацій. Але по цей час, в деяких аспектах Донбас залишається недостатньо дослідженим, а у геологічній будові глибоких горизонтів – зовсім гіпотетичним.

Історія розвитку терміна катагенез налічує майже сотню років. З часу початку застосування мікроскопічного методу в геології, увагу дослідників привертала структурно-мінеральні перетворення. Було відмічено, що деякі мінерали можуть з'являтися і зникати в міру ступеня літифікації седиментів. Тому в 1912 р. А.Д. Архангельський розділив мінерали за умовами утворення на первинні і вторинні [2]. Незабаром академіком А.Є. Ферсманом були запропоновані такі стадії мінералоутворення як: сингенез, діагенез, катагенез і гіпергенез. Ці поняття, в невеликих видозмінах, зберегли актуальність до теперішнього часу. У 50-х роках, назви стадій і межі між ними незначно коректувалися Н.Б. Вассоевичем. Невдовзі Л.Б. Рухін доповнив уявлення про перетворення поняттями прогресивного і регресивного епігенезу.

На сьогоднішній день, головне джерело трактування цих термінів є геологічний словник та Велика Радянська Енциклопедія. Епігенезом прийнято вважати різні природні зміни осадових гірських порід після їх утворення [3]. Епігенез включає діагенез, катагенез і метаморфізм. Катагенез – сукупність природних процесів зміни осадових гірських порід після їх виникнення починаючи з опадів і закінчуючи перетворенням в метаморфічні породи. Головними інструментами катагенеза є температура і літостатичний тиск.

Сьогодні ще ведуться суперечки про маркери і межі етапів катагенеза. Існують дві основні наукові школи поділу постдіагенетичних змін: Деревська К.І. бере за основу в якості ознак перетворення саме марки вугілля; Логвіненко Н.В. в якості маркерів використовує мінералогічні перетворення (табл. 1). Оскільки ці дослідники ґрунтуються на двох різних методах виділення маркерів, то і результати у кожного з них значно різняться. Сьогодні відомо, що вугільна речовина швидше реагує на підвищення температури, в той час як на породні мінерали, в більшій мірі, впливає тиск [8]. Таким чином, зовсім не простим завданням є знаходження спільних ознак застосованих для всіх комплексів, які об'єднували б і мінеральні зміни, і перетворення у вугіллі. Однак, роботи над цим ведуться і сьогодні. Прикладом цього можуть послужити роботи Баранова В.А. [1]. Він на основі детальних досліджень флюїдних включень у кварці, встановив температурні умови формування порід і прилеглих вугілля (табл. 1).

Основним наслідком катагенеза є зміна фізико-механічних і колекторських властивостей порід. Проте на кожному етапі у різних петротипах відбуваються різноманітні зміни які визначають їх властивості. Про це свідчить велика база наукових робіт.

Один з основоположних авторів [8] вказує на такі етапи перетворення вугілля як: стадія бурого вугілля, перехід в кам'яне, кам'яне вугілля і антрацит.

Формування бурого вугілля починається з моменту перекриття торфу новими опадами. Автор розділяє буре вугілля на м'який і твердий. У м'якому вугіллі проявляються такі ознаки: буре забарвлення, землистість і м'якість, вміст вуглецю 60-69%, вихід летких речовин 65%, вміст води 75-35%. Тверде вугілля має ознаки літифікації: матовий блиск, невеликий вміст води 25-8%, та зростання вмісту вуглецю 71-77%.

Таблиця 1.
Стадії та маркери перетворень гірських порід Донбасу [1, 5-6]

Назва стадії	Етапи змін	Марка вугілля		Максимальна температура С°			Тиск, атм.	
		Деревська К.И.	Баранов В.А.	Деревська К.И.	Логвіненко Н.В.	Баранов В.А.	Логвіненко Н.В.	
Діагенез	-	Б	Б	до 110	до 50	до 60	-	
Катагенез	ранній	Д, Г	Д, Г	110	50-150	80-100	500-1000	
	середній		Г, Ж, К, ПС			100-160		
	пізній	ГЖ, Ж, К, ПС	ПС, П, А	120-140	150-250	160-300	1000-2500	
Метагенез	початок раннього	П	-	155		-		-
	ранній	ПА, А	-	190	250-350		до 3500	
	пізній	А	-	270	350-450		до 4500	
Метаморфізм	філітізація	Графіт	Графіт	-	450	більше 300	4500	

Перехід з бурого в кам'яний характеризується вмістом води не більше 10%, вуглецю 77%, кисню 16% і вмістом летких речовин близько 40%, та зростання теплотворної здатності до 7000 ккал / кг.

Кам'яне вугілля і антрацит має високу відбивну здатність вітриніту наближаючись до відбивної здатності інертніта. Антрацит по відбивній здатності близький до графіту, але вугілля цієї марки далекий від кристалізації. У мікроструктурі кам'яне вугілля стають більш однорідними. У цих вугіллях відзначається тенденція до зменшення пористості, та зростання анізотропії у міцностних властивостях зі збільшенням глибини. Теж саме відбувається і з породами різних літотипів.

В процесі катагенеза у складі вугілля відбуваються і хімічні зміни: закономірно збільшується вміст ароматичних молекул, зникають сорбовані в вугіллі гази важче метану (етан, пропан, бутан). До стадії антрацитів у вугіллі відбуваються хімічні реакції з утворенням метану, але при подальшій углефікації така газогенерація різко скорочується [4].

З деяких пробурених глибоких свердловин Донбасу встановлено, що на пізній стадії катагенеза в пісковиках починається інтенсивна серіцитизація польового шпату і збагачення анкеритом та силікатами, перекристалізація

змішаного цементу, розвиток регенерації кварцу і елементів бластеза. Разом з цим в постдіагенетичному процесі відбуваються зміни властивостей деяких включень, зокрема піриту [7]. В аргілітах спостерігається перекристалізація глинистих мінералів і перехід каолініту в гідрослюди, що призводить до деякого підвищення пористості. В алевритно-глинистих і глинистих петротипах виникають хлорити-мусковітові і хлорит-гідрослюдисті пакети чергування, вуглисто-дедрітова речовина переходить в цемент [9].

Взагалі з пробурених свердловин, що зачіпають глибокі процеси перетворення, стало зрозумілим що за межами вугільної марки А, в осадових породах Донецького басейну, зі збільшенням глибини тривають перетворення. Не дивлячись на це, загальний рівень епігенетичних перетворень осадової товщі залишається низькою. Породи не наближаються до початкової стадії високого регіонального метаморфізму, що має бути досягнуте в умовах палеоглибин 8-15 км і палеотемператур 450-650 С°. Більш того, зі зростанням глибини відбувається зниження ступеня літифікації, ущільнення і метаморфізму порід.

Таким чином можна зробити висновок що перші етапи катагенеза добре досліджені, в той час як пізній катагенез залишається маловивченим. Надалі ще належить дослідити мінеральні перетворення у пізньому катагенезу і побудувати загальну картину змін у теригенних відкладах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баранов В.А. Микронарушенность кварца песчаников Донбасса в связи с их выбросоопасностью // автореферат. Днепропетровск, 1989. – 16 с.
2. Баранов В.А., Маметова Л.Ф. Катагенез минералов цемента песчаников юго-западной части Донбасса и связь этого процесса с коллекторскими свойствами // Наук. вісник НГУ України, 2005. – №6 – с. 93-97
3. Геологический словарь: в 2-х томах / Под ред. К.Н. Паффенгольца. – 2-е изд., испр. – М.: Недра, 1978.
4. Безручко К.А., Барановский В.И. Следы процесса газогенерации в углях Донбасса // Уголь Украины. – 2014. – с. 31-33
5. Деревська К.І. та інші, Постдіагенетичні змінення порід Карбону на етапі інверсії і гіпогенного рудо утворювання в Донецькому басейні // Аспекти геології металевих і неметалевих корисних копалин. – 2002. – №1. – с. 55-72
6. Курило М.В. Некоторые вопросы перехода осадочных пород в метаморфические // Вопросы геохимии минералогии, петрологии и рудообразования, – К: Наука думка, 1979. – с. 120-128
7. Курило М.В. Эволюция сульфидов железа в угленосных отложениях Донбасса // Доклады АН СССР. – 1988. Том 302, №3. – с. 688-691
8. Тайхмюллер М. и Р. Катагенез угля (Углефикация) // Диагенез и катагенез осадочных образований. – М.: МИР, 1971. – с. 353-377
9. Мурич А.Т. и другие Результаты глубокого бурения в центральной части Донбасса // Советская геология. – 1975. – №8 – с. 125-131.

УДК 551.782.13

**СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ НОМЕНКЛАТУРИ, КЛАСИФІКАЦІЇ Й
ТЕРМІНОЛОГІЇ СФЕРОАГРЕГАТНИХ (ООЛІТОВИХ) КАРБОНАТНИХ
ПОРІД**

Я.М. Тузяк

Кандидат геологічних наук

Львівський національний університет імені Івана Франка,
79005, м. Львів, вул. М. Грушевського, 4

Розглянуті питання номенклатури, термінології і класифікації сфероагрегатних карбонатних утворень (сферокластів, сфероїдів, оолітів). Визначені різні підходи, критерії й ознаки, покладені в основу класифікацій й науково-термінологічних понять як порід так і їх складових сфероїдів. Наведені компонентний склад порід (каркас, матрикс, цемент) і морфологічні особливості сферокластів.

Ключові слова: сфероагрегати, сферокласти, сфероїди, ооліти, номенклатура, класифікація, термінологія.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ НОМЕНКЛАТУРЫ,
КЛАССИФИКАЦИИ И ТЕРМИНОЛОГИИ СФЕРОАГРЕГАТНЫХ
(ООЛИТОВЫХ) КАРБОНАТНЫХ ПОРОД**

Я.М. Тузяк

Кандидат геологических наук

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
79005, м. Львов, ул. М. Грушевского, 4

Рассмотрены вопросы номенклатуры, терминологии и классификации сфероагрегатных карбонатных образований (сферокластов, сфероидов, оолитов). Определены различные подходы, критерии и признаки являющиеся основой классификации и научно-терминологических понятий как пород так и их составляющих сфероидов. Приведены компонентный состав пород (каркас, матрикс, цемент) и морфологические особенности сферокластов.

Ключевые слова: сфероагрегаты, сферокласты, сфероиды, оолиты, номенклатура, классификация, терминология.

**CURRENT STATUS OF NOMENCLATURE, CLASSIFICATION AND
TERMINOLOGY SPHERICAL AGGREGATE (OOLITE) CARBONATE ROCKS**

Ya.M. Tuzyak

PhD of Geological Sciences

Ivan Franko National University of Lviv, 79005, Lviv, Hrushevsky str., 4

Issues of nomenclature, terminology and classification of spheroaggregate carbonate formations (spheroclasts, spheroids, oolites) are considered. Various approaches, criteria and features are defined, which are the basis of classification and scientific-terminological concepts of both rocks and their components of spheroids. The component composition of rocks (grains, matrix, cement) and morphological features of spheroclasts are given.

Key words: spheroaggregates, spheroclasts, spheroids, oolites, nomenclature, classification, terminology.

Науково-термінологічне визначення та діагностичні ознаки сфероагрегатів (сфероїдів/оолітів). З огляду на майже 100-річну історію досліджень оолітів і оолітових порід [5] не існує єдиної універсальної

класифікації, досі не сформульовано загальне уявлення щодо пояснення їхнього походження і немає загальної назви для цього типу утворень. На сучасному етапі застосовують класифікації як до карбонатних порід, складених оолітами, так і до самих оолітів. Вони ґрунтуються на різних підходах, критеріях й ознаках, що у свою чергу зумовило значне різноманіття назв (термінів) як для порід так і для їхніх складових.

До недавнього часу вважалося, що такі вапняки мають виключно хомогенне походження за участю фізичних (механічних) чинників, однак в останні роки експериментальним шляхом була доведена роль біотичних процесів [3]. І цю обставину також слід брати до уваги при класифікації оолітових порід. Аналіз еволюції поглядів науковців щодо інтерпретації генези оолітів виявив: 1) механічне походження шляхом агрегації дрібнозернистих частинок навколо ядра перекочуванням по дну на м'якому субстраті [10]; 2) хімічне походження шляхом осадження з перенасиченого розчину навколо ядра [4]; 3) біохімічне походження, в якому мінеральне осадження є каталізатором розчиненої органічної речовини [12]; 4) біологічне походження шляхом органомінералізації поверхневої біоплівки [11]. На нашу думку, враховуючи ту обставину, що ооліти чи оолітові вапняки у більшості випадків формуються в межах рифових систем (є продуктами руйнування і подальшого утворення), а рифові системи безперечно є результатом біо- і хомогенної діяльності, то безумовно у процесах генези цих порід присутня роль біологічних чинників.

На сучасному етапі при номенклатурі, класифікації і термінології вапняків складених сфероагрегатами (сферокластами, сфероїдами, оолітами) використовують комплекс ознак і чинників, у тому числі, середовища і процеси осадження в межах сучасних басейнів з врахуванням фаціальних особливостей басейнів седиментації геологічного минулого. Крім того, не менш важливе значення відведено мікроскопічному вивченню оолітових вапняків, а саме мікрофаціальному аналізу. За первинним визначенням Брауна (Brown, 1943) і незалежних досліджень Кювільє (Cuvillier, 1925) термін мікрофація охоплював лише петрографічні й палеонтологічні критерії, діагностовані у тонких перетинах (шліфах). Однак у наш час мікрофації розглядаються як сукупність усіх седиментологічних і палеонтологічних особливостей, які можуть бути описані й класифіковані у тонких перетинах (шліфах), плівках, шліфованих зразках або зразках гірських порід [7]. Отже, внаслідок детального (мікроскопічного) вивчення карбонатних порід було виявлено специфічну морфологію оолітів – наявність двофазної будови (ядра і оболонки), різну категорію зерен (склад, розмір, форма, походження), що виконують роль ядра, різні морфологічні особливості облямівки, а це у свою чергу зумовило створення класифікації на основі типів зерен (органічний/неорганічний) та їхніх асоціацій (пелоїди, різно облямовані ядра, агрегати зерен, класти), породило виникнення різноманіття назв (табл.1, рис. 1, 2), і сприяло виділенню таких вапняків в окрему групу.

У своїй праці ми спробували з'ясувати питання термінології, номенклатури й класифікації окремої групи утворень із специфічною будовою,

речовинним складом й особливим зовнішнім виглядом – карбонатних порід, складених округлими, кулястими/сферичними, яйцеподібними, горохо- чи бобоподібними формами. Для означення цих вапняків використовують такі науково-термінологічні поняття як ооїди або ооліти [3, 5 та ін.], сфероагрегати (біосфероагрегати) [1], allochem [8, 9] та ін. Останній термін, запропонований американським дослідником Р. Фолком (Folk R.L., 1959, 1962), означає механічне осадження зерен, які у більшості випадків піддавалися транспортуванню (акумуляції). Поняття сфероагрегати виділене російським дослідником В. Фроловим [1] і вжите українськими науковцями В. Хмелевським та ін. [2]. В основу класифікації німецького дослідника Е. Флюгеля (E. Flügel, 2004; 2010) [7] покладений комплекс ознак, серед яких головне значення відведене категорії зерен, що виконують роль ядер у кульках або сферах, й будові облямівки. Однак ним не запропоновано загального науково-термінологічного поняття для цих утворень. Ооїди або ооліти – це найбільш поширена назва порід, яка надійно увійшла у вітчизняну і закордонну (науково-довідкову) геологічну літературу і сьогодні має чимало синонімів, зокрема ікраний камінь, яйцеподібний камінь, Портлендський камінь, Маямі Ооліт, Hunts Bay Oolite, Shoofly Oolite, пізоліти та ін.).

У першому випадку Р. Фолк у своїй класифікації акцентує увагу на механізмі утворення і морфології порід (компонентному складі і структурно-текстурних особливостях). Подібних поглядів дотримується і Dunham R.J., 1962 [6]. Також авторами враховані діагенетичні перетворення. В інших – перевагу надають типам (категоріям) оолітів – морфології агрегатів, складу, розміру, зовнішній формі, макро- і мікроструктурним особливостям), які є складовими цих порід. Російським дослідником В. Фроловим запропонований термін сфероагрегати [1], який запозичили й українські науковці В. Хмелевський із співавторами [2], під ним розуміють специфічні утворення сферичної форми, складені субстратом (речовиною) різного походження і складу. У праці німецького дослідника Е. Флюгеля (E. Flügel, 2004; 2010) [7] такого терміну не знаходимо, однак автор акцентує увагу на морфології сферичних форм і на підставі цієї ознаки виділяє зерна (ядра) різних типів, від яких залежить номенклатура назв. Тому, водночас з використанням поняття сфероагрегати, який чітко визначає зовнішній вигляд порід, пропонуємо для вжитку терміни сферокласти та сфероїди, або залишити поняття ооліти, яким користується уся світова геологічна спільнота, а його значення чітко відображає зовнішній вигляд утворень.

Нижче наводимо порівняння схем класифікацій і науково-термінологічних понять (табл.1, рис. 1, 2).

Отже, мікрофаціальний аналіз з чіткою діагностикою компонентного складу порід, категорій зерен, точних описів морфологічних особливостей їх макро- і мікроструктури, діагенетичних перетворень, доповнених середовищами й умовами утворення – це важливі аргументи при пошуку і встановленні науково-термінологічних понять, створенні класифікації і номенклатури для різних типів порід, складених сфероїдами/оолітами.

Порівняльна характеристика схем класифікацій сфероагрегатів (сфероїдів/оолітів)

Класифікація сфероагрегатів за В. Фроловим (1992) [1], В. Хмелевским (2015) [2]	Класифікація оолітів за Е. Флюгелем (E. Flügel, 2004; 2010) [7]	
	Тип (категорія) зерна	Назва (номенклатура) оолітів, сфероїдів, сферокластів
Сфероагрегатні / біосфероагрегатні Оолітові, Пізолітові, Бобові, Сферолітові, Псевдооолітові, Вузлуваті (нодулярні) Грудкуваті, Конкреційні та ін. – Онколіти, Біооліти, Копроліти (мікритової структури)	Мікритні зерна Облямівні зерна Агрегатні зерна Фрагменти порід/літокласти Біотичні фрагменти	<i>Пелоїди, пелети</i> <i>Кортоїди, ооїди, онкоїди, пізоїди</i> <i>Грейпстоуни, бойтроїдальні згустки</i> <i>Інтра- й екстракласти</i> <i>Скелетні зерна</i>

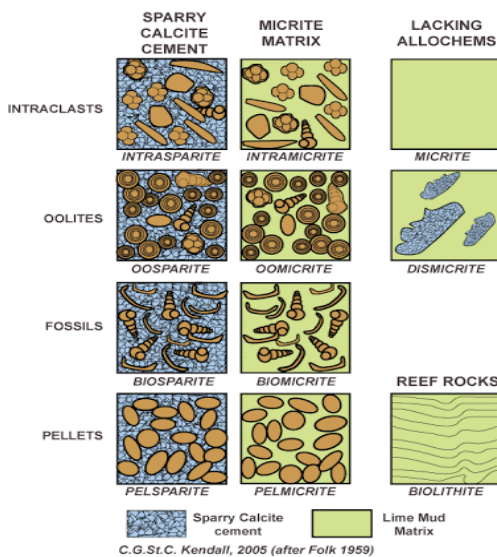


Рис. 1. Класифікація карбонатних порід (allochems) за **Folk R.L., 1959, 1962** [8, 9].

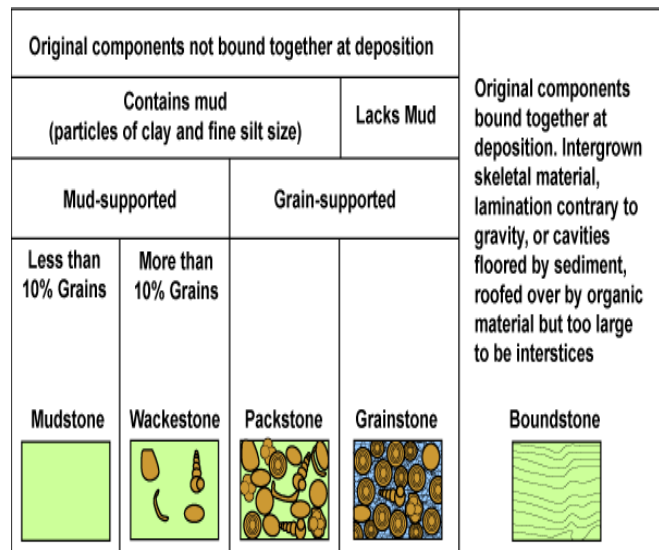


Рис. 2. Класифікація карбонатних порід (сфероагрегатів) за **Dunham R.J., 1962** [6].

Компонентний склад охоплює аналіз каркасу, матриксу і цементу. У сфероагрегатних карбонатних породах основу (каркас) формують саме сфероїдальні/оолітові елементи (скелетні або безскелетні зерна з облямівкою або без неї), які й визначають їхню назву сфероїдний або оолітовий вапняк. Матрикс – це матеріал, що заповнює простір між головними компонентами (каркасом) – мікрит (мікрокристалічна карбонатна речовина (зерна, менше 4 мкм, темного забарвлення у прохідному світлі); вапнистий або карбонатний мул, розміром 62 мкм. Цемент – речовина хомогенного походження, що осаджується з водного розчину. Матеріал між зернами (каркасом і матриксом) різного розміру і складу – кристали арагоніту або кальциту, відмінних за розміром і формою > 30 мкм), гіалін (аморфне вулканічне скло – прозора речовина у прохідному світлі).

Аналіз морфології сфероїдів/оолітів: макро- (будову, склад, форму, розмір зерен, які формують ядра) і мікроструктурні особливості (тип і характер оболонки) сприятиме встановленню категорії зерен і діагностуванню джерел походження ядер, умов та середовищ седиментації.

Типи ядер або категорії зерен – це продукти утворення (карбонати морських і неморських) палеосередовищ, які контролюються рядом чинників – інтенсивністю водної енергії (хвиле-прибійної діяльності, типом середовищ седиментації); характером і диференціацією специфіки обстановок осадження і коливанням рівня моря. Вони створюють уявлення про глобальні варіації карбонатної мінералогії в океанах фанерозою. Зразки асоціацій зерен займають провідне місце у реконструкції палеокліматичних зон і їх просторового положення. Зрілість складових компонентів вапняків (ступінь наближення осаду до наступних кінцевих членів: синседиментаційних кластів, ооїдів, фосилій, пелоїдів, мікритів і теригенних мінералів) – це збільшення складності процесів та їх проявів у карбонатних відкладах (Smolna, 1987). Зміна складу зерен відображає циклічне осадження й сприяє оцінці секвенс стратиграфічних моделей. Типи зерен, мінералогія і просторові зміни у розподілі зерен є головними регуляторами розвитку пористості пластових порід.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фролов В.Т. Литология. В 3-х кн.: Учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 336 с.
2. Хмелевський В.О. Літологія: Літогенез. Осадкові породи: навч. посібник / В.О. Хмелевський, О.В. Хмелевська. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – 536 с.
3. Batchelor M.T., Burne R.V., Henry B.I., Li Fei, Paul J. A biofilm and organomineralisation model for the growth and limiting size of ooids // *Scientific Reports*. – Vol. 8. – No. 559. – 2018. – P. 1–9. DOI: 10.1038/s41598-017-18908-4
4. Bathurst R. G. Carbonate sediments and their diagenesis // *Developments in Sedimentology*. – Vol. 12. – Elsevier, 1971.
5. Burne R.V., Eade J.C., Paul J. The Natural History of Oolites: Franz Ernst Brückmann's treatise of 1721 and its significance for the understanding of oolites // *Hallesches Jb. Geowiss.* – 35. – 2012. – P. 93–114.
6. Dunham R.J. Classification of carbonate Rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (ed.). *Classification of carbonate Rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1962. – P. 108–121.
7. Flügel E. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004. – XXXVIII. – 976 p. DOI 10.1007/978-3-662-08726-8
8. Folk R.L. Practical petrographic classification of limestones: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. – Vol. 43. – 1959. – P. 1–38.
9. Folk R.L. Spectral subdivision of limestone types: in Ham W.E. (ed.). *Classification of carbonate Rocks – A Symposium: American Association of Petroleum Geologists*. – Memoir 1. – 1962. – P. 62–84.
10. Sorby H.C. The structure and origin of limestones // *Proc. Geol. Soc. London*. – 35. – 1879. – P. 56–94.
11. Shearman D.J., Twyman J., Karimi M.Z. The genesis and diagenesis of oolites // *Proceedings of the Geologists' Association*. – 81. – 1970. – P. 561–575.
12. Suess E., Fütterer D. Aragonitic ooids: experimental precipitation from seawater in the presence of humic acid // *Sedimentology*. – 19. – 1972. – P. 29–139.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 552.574/553.041(477.83)

**КОМПЛЕКСНЕ ОСВОЄННЯ ЛЮБЕЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА
ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО ВУГЛЕНОСНОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКО-
ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ**

І. В. Бучинська

кандидат геол.-мін. наук, старший науковий співробітник

О. М. Шевчук

молодший науковий співробітник

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова, 3а

Наведено дані щодо комплексного освоєння вугілля Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну; розглянуто можливості збагачення вугілля на германій, галій; наведено інформацію стосовно поширення токсичних і потенційно-токсичних компонентів.

Ключові слова: вугілля, германій, галій, токсичні компоненти, сировина.

**КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ЛЮБЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЮГО-ЗАПАДНОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО
БАСЕЙНА**

И. В. Бучинская

кандидат геол.-мин. наук, старший научный сотрудник

Е. М. Шевчук

младший научный сотрудник

Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины,
79060, г. Львов, ул. Научная, 3а

Приведены данные о комплексном освоении углей Львовско-Волинского бассейна; рассмотрены возможности обогащения углей германием и галлием; приведена информация относительно распространения токсических и потенциально-токсических компонентов.

Ключевые слова: уголь, германий, галлий, токсические компоненты, сырье

**INTEGRATED DEVELOPMENT OF LYUBELYA FIELD OF THE THE
SOUTH-WESTERN COAL-BEARING REGION OF THE LVIV-VOLYN BASIN**

I.V. Buchynska

Candidate of geological sciences, Senior Research Associate

O. M. Shevchuk

Junior Research

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the National Academy of
Science of Ukraine, 3a, Naukova St., Lviv, 79060

Data are cited as to the integrated development of coal of Lyubelya field of the Lviv-Volyn Basin; the possibilities are considered for the concentration of coal for germanium, gallium; the information is cited concerning the distribution of toxic and potentially toxic component.

Key words: coal, germanium, gallium, toxic components, raw materials

Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн (ЛВБ) займає важливе місце в економіці України. В басейні станом на 01.01.2016 р. працювало 7 шахт виробничою потужністю 2,0 млн. т вугілля за рік [9]. Одним із основних резервів поповнення видобувного шахтного фонду ЛВБ є Південно-Західний вугленосний район, який включає Тяглівське і Любельське родовища кам'яного

вугілля. Шляхи вдосконалення функціонування вугільної галузі ЛВБ ґрунтуються на економічно виправданому збереженні наявного виробничого потенціалу вугільної галузі, за умов, його оновлення й підвищення ефективності функціонування [6]. Актуальним є питання раціонального використання природних ресурсів, комплексного освоєння вугільних родовищ та супутніх корисних копалин. Важливо вже на стадії проведення розвідувальних робіт на вугілля, як основного виду сировини, проводити вивчення супутніх корисних копалин і компонентів. Матеріали геолого-економічних оцінок родовищ вугілля, які подаються на експертизу ДКЗ України, повинні містити обґрунтування повного комплексного і економічно доцільного вилучення з надр запасів основних і супутніх корисних копалин, а також наявних у них цінних компонентів, на основі використання існуючих прогресивних технологій видобутку і переробки мінеральної сировини за умови додержання вимог охорони надр і навколишнього природного середовища (довкілля) [8].

Об'єктом наших досліджень є Любельське кам'яновугільне родовище, розташоване в південно-західній частині Львівсько-Волинського басейну. Це найбільш занурена частина ЛВБ з максимально повним стратиграфічним розрізом, що складений девонськими, кам'яновугільними, юрськими, крейдяними і четвертинними відкладами. Девонські утворення представлені кавернозними вапняками і червоно-бурими вапняками франського і фаменського ярусів. Вище зі стратиграфічною незгідністю залягають відклади нижнього і середнього карбону, які відносяться до турнейського, візейського, серпуховського і башкирського ярусів. Верхня частина серпуховського і нижня частина башкирського ярусів є найбільш продуктивними на кам'яне вугілля на Любельському родовищі і в басейні в цілому. Глибина залягання продуктивних відкладів на родовищі – 657,1 м, максимальна – 1517,8 м. Розвідані запаси вугілля складають 522884 тис. т, в тому числі: балансові запаси 467147 тис. т за категоріями В+С₁+С₂ або 89,3 %, забалансові – 55737 тис. т або 10,7 %. Балансові запаси вугілля марки К складають 198073 тис. т або 42,4 % [7].

В процесі проведення розвідувальних робіт на вугілля, як основного виду сировини, попутно проводилося вивчення вмісту у вугіллі корисних і токсичних компонентів. Основний обсяг випробувальних робіт був зосереджений на отримання даних щодо збагачення вугілля на германій, галій та інформації стосовно поширення токсичних і потенційно-токсичних компонентів [3].

Всі вугільні пласти Любельського родовища містять германій і галій (табл. 1). Розподіл германію і галію в стратиграфічному розрізі нерівномірний. Більш германієносні вугільні пласти b_3 , b_1 – у верхній частині розрізу, а також n_8^5 з вмістами більше 3,5 г/т сухого вугілля. Нижня частина розрізу характеризується більш низькими показниками вмісту германію (пласти n_8^B , n_8 , n_7^B , n_7). Такий характер розподілу узгоджується зі зростанням ступеню метаморфізму відповідно до глибини залягання, при збільшенні якої спостерігається зниження його вмісту [1].

Таблиця 1.

Вміст германію і галію у вугільних пластах поля шахти Любельська № 1-2 (за матеріалами [3])

Вугільний пласт	Германій, г/т вугілля	Галій, г/т вугілля
b_3	$\frac{0,9-6,2}{3,63}$ (8)	$\frac{2,5-15,8}{9,16}$ (8)
b_1	$\frac{0,4-11,7}{3,9}$ (11)	$\frac{1,8-16,6}{6,9}$ (8)
n_9	$\frac{0,9-3,9}{2,2}$ (15)	$\frac{1,6-15,8}{6,7}$ (11)
n_8^5	$\frac{2,5-4,5}{3,5}$ (2)	$\frac{8,36-8,36}{8,36}$ (1)
n_8^B	$\frac{0,7-5,1}{2,9}$ (10)	$\frac{3,3-15,5}{7,17}$ (6)
n_8	$\frac{1,0-2,7}{1,6}$ (3)	$\frac{3,4-5,2}{4,3}$ (2)
n_7^B	$\frac{1,1-6,0}{2,54}$ (20)	$\frac{3,0-11,3}{6,3}$ (14)
n_7	$\frac{0,60-7,0}{2,3}$ (18)	$\frac{2,8-11,8}{5,7}$ (13)

Примітка * $\frac{\text{від-до}}{\text{середнє значення (кіль-кість визнач.)}}$

В площинному розповсюдженні в межах Любельського родовища спостерігається хвилеподібний характер розподілу концентрацій германію і галію з північного сходу на південний захід. Це загалом по басейну співпадає з напрямом вуглефікації, згідно з яким південно-західна частина більше метаморфізована [2].

Хвилеподібний характер розподілу концентрацій спричинений процесом седиментації, який підпорядковано конседиментаційним тектонічним рухам, що мали вплив на водний режим палеоторфовищ, літологічну і фаціальну мінливість вугленосних відкладів в цілому. Встановлено, що накопичення галію у вугіллі відбувається сингенетично нагромадженню вугілля, а джерелом його є продукти розмиву кори вивітрювання [10]. Часті зміни та нерівномірність розподілу германію свідчить про суттєвий вплив коливальних рухів незначної амплітуди, які, в цілому, не змінювали типу седиментації, а лише диференціювали геохімічну ситуацію [2, 5].

При дослідженні ділянки Любельська № 3 [3], за висновками Інституту вугільних енерготехнологій (ІВЕ) Національної Академії Наук України (м. Київ, 2015 р.), вугілля пластів b_1 , n_9 , n_8^B , n_7^B , яке планується використовувати для спалювання в енергетичних цілях, попутно може використовуватися як джерело германію. Підраховані запаси германію по фактичному вмісту в енергетичному вугіллі ділянки «Любельська» № 3 по категорії C_2 склали 248,41 т. Запаси галію не підраховувалися у зв'язку з вмістом, що значно нижче концентрацій, які підлягають кількісній оцінці, нерівномірністю розподілу елементу в обсязі поля шахти та відсутністю розробленої технології видобутку галію з вугілля [3].

Середні вмісти токсичних і потенційно токсичних елементів по вугільних пластах шахтного поля знаходяться на рівні фонових концентрацій, значно

нижче ГДК і не будуть представляти небезпеки при експлуатації родовища [3]. Із збільшенням ступеню метаморфізму відмічається перерозподіл елементів [10], а інколи, зменшення їх концентрацій.

Середні вмісти рідкісних і розсіяних елементів знаходяться переважно на рівні фонових або мають незначні відхилення в той чи інший бік. Однак слід зауважити, що в окремих пробах по вугільних пластах рівня промислового вмісту досягають ванадій (b_1 , n_8^B , n_7^B), кобальт (n_7), що можуть вважатися потенційно-токсичними компонентами [4], однак в загальній масі вони не перевищують ГДК.

Висновок. Вугілля Любельського родовища може використовуватися для коксування і бути придатним як сировина для видобутку германію. За окремими пробами концентрації галію, ванадію і кобальту досягають рівня умовно промислових, але не можуть використовуватися через нерівномірність розподілу елементів і відсутність розроблених технологій видобутку. Загалом, вугілля родовища буде збідненене супутніми елементами, концентрації токсичних і потенційно-токсичних компонентів не перевищують ГДК.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бучинська І. В., Лазар Г. І. Германієносність вугілля Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну // Матеріали наук. конф. «Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні» до 50-річчю ІГМР НАН України ім. М.П. Семененка. – м. Київ, 14-16 травня 2019 р. – Т. 2. – С. 31-33.
2. Бучинська І. В., Лазар Г. І., Савчинський Л. О., Шевчук О. М., Круглова Р. М. Геохімія германію у вугіллі Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2015. – №1-2 (166-167). – С.32-39.
3. Геолого-економічна оцінка запасів кам'яного вугілля ділянки Любельська № 3 Любельського родовища Львівсько-Волинського басейну // Відп. виконавець Гірний Є. Й. Звіт ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля», Жовква, 2016. – 322 с.
4. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев // М., 1987. – 136 с. – режим доступу <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293744/4293744533.pdf>
5. Лелик Б. І., Шульга В. Ф. Особливості розподілу рідких і розсіяних елементів у вугленосній формації Львівсько-Волинського басейну // Доп. АН УРСР. – 1991. – № 1. – С.70-73.
6. Павлюк М. І., Побережський А. В., Бучинська І. В. Перспективи розвитку вуглевидобувного комплексу Львівсько-Волинського басейну (Любельське родовище) // «Геологія горючих копалин: досягнення і перспективи»: матеріали Міжнародної наукової конференції (Київ, 2–4 вересня 2015 р.) – К., 2015. – С. 61-65.
7. Переоцінка ресурсів вугілля, їх класифікація і кодифікація з метою забезпечення комп'ютерного обліку і аналізу сировинної бази вугілля України (Львівсько-Волинський басейн) станом на 01.01.2001 р. // Відповідальний виконавець Костик І. О. Звіт тематичної партії Львівської ГРЕ ДП «Західукргеологія», 2001. – Т. 1. – 207 с.
8. Про затвердження Інструкції про зміст, оформлення і порядок подання в ДКЗ України матеріалів з геолого-економічної оцінки запасів вугілля і горючих сланців // Наказ ДК України по запасах корисних копалин при Держкомгеології України від 3 жовтня 1997 року N 83. – Режим доступу http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG2303.html
9. Шахтар Галичини / Сайт ДП «Львіввугілля». – Режим доступу <http://www.lvug.com.ua/lvivvugillya/>
10. Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Мерц А. В. Элементы–примеси в ископаемых углях // Л.: Наука, 1985. – 239 с.

УДК 552.574/553.041

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕБІГУ
ГАЗОДИНАМІЧНИХ СИТУАЦІЙ У ВУГІЛЬНИХ ВИРОБКАХ В ПЕРІОД
РАПТОВИХ АВАРІЙ**

Н.В. Вергельська

доктор геологічних наук

В.В. Вергельська

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН
України», 01601, м. Київ, бул. Вернадського 34-б

Л.І. Пимоненко

доктор геологічних наук

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

Н.В. Сіра

кандидат геологічних наук

ДП «Укрнаукгеоцентр»

м. Полтава, вул. Маршала Бірюзова 53

При локалізації аварійних ділянок повністю перешкоджається доступ працівників та дослідників до зони раптових газодинамічних явищ чим ускладнюється оцінка стану виробки та перебігу аварії. Виходячи із аварійної ситуації визначаємо оптимальний метод або комплекс методів для дослідження.
Ключові слова: вугільний пласт, аварії у вугільних шахтах.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ
СИТУАЦИЙ В УГОЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ В ПЕРИОД ВНЕЗАПНЫХ
АВАРИЙ**

Н.В. Вергельская

доктор геологических наук

В.В. Вергельская

ГУ «Научный центр горной геологии, геоecологии и развития инфраструктуры НАН
Украины», 01601, г. Киев, бул. Вернадского 34-б

Л.И. Пимоненко

доктор геологических наук

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
49005, г. Днепр, ул. Симферопольская, 2а

Н.В. Сирая

кандидат геологических наук

ГП «Укрнаукагеоцентр»

При локализации аварийных участков доступ работников и исследователей в зону внезапных газодинамических явлений полностью отсутствует, чем усложняется оценка состояния выработки и течения аварии. Исходя из аварийной ситуации определяем оптимальный метод или комплекс методов для исследования.

Ключевые слова: угольный пласт, аварии в угольных шахтах.

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR DETERMINING THE COURSE OF GAS DYNAMIC SITUATIONS IN COAL MINING IN THE PERIOD OF SUDDEN ACCIDENTS

N.V. Vergelska

Doctor of Geological Sciences

V.V. Vergelska

SI «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of Ukraine», Institute of Geology science of NAS of Ukraine, Kyiv, bul. Vernadskogo 34-b

L.I. Pymonenko

Doctor of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics, NAS Ukraine

N.V. Sira

PhD

Ukrnaukgeotsentr, Poltava, street Marshal Biryuzov 53

When locating emergency areas, the access of employees and researchers to the zone of sudden gas-dynamic phenomena is completely hindered, which complicates the assessment of the state of production and the course of the accident. Based on the emergency situation, we determine the optimal method or set of methods for research.

Key words: coal seam, accidents in coal mines.

На разі проблема безпечної роботи у вугільних шахтах особливо актуальна, оцінка якої найбільш повно розкривається геолого-геохімічними параметрами. Зважаючи на оцінку окремих параметрів відбуваються різні за інтенсивністю, тривалістю та складністю раптові газодинамічні аварії для боротьби з наслідками яких проводять комплекс робіт для стабілізації стану вуглепородного масиву.

Наслідками раптових газодинамічних аварій у вугільних шахтах є:

- викиди вугілля та породи;
- загорання у вуглепородному масиві;
- вибухи різної інтенсивності.

Першими, та основними, діями при таких ситуаціях – локалізація ділянок та запобігання доступу у такі зони атмосферного повітря й поширення у підземних виробках.

При локалізації аварійних ділянок повністю перешкоджається доступ працівників та дослідників до зони раптових газодинамічних явищ чим ускладнюється оцінка стану виробки та перебігу аварії.

Для цього нами були розроблені та застосовані методики визначення газодинамічного стану виробки за комплексом газових проб відповідно до умов локалізованих аварійних ділянок вугільних шахт. Виходячи із аварійної ситуації визначаємо оптимальний метод або комплекс методів для дослідження.

Найбільш інформативними за геолого-геохімічними показниками є наступні:

Газовий склад локалізованої виробки (базовий)

Протягом доби відбираються та вакуумуються по дві проби з інтервалом 12 годин (тобто 6 проб) для встановлення стану виробки (кількість метану,

наявність ненасичених вуглеводневих газів), динаміки зміни окремих газів (зокрема метану, кисню, водню). Якщо продовжуються викиди (вибухи) доцільно додатково відібрати проби протягом періоду від вибуху до вибуху з інтервалом 12 годин для визначення зміни газової складової та визначення газів, які можуть призводити до раптових газодинамічних явищ.

Газовий склад води із локалізованої виробки (за наявністю води у виробці)

Протягом доби одночасно з газовими пробними відбираються по 1 – 2 проби води. Вода дає можливість визначення газового стану більшої ділянки. Проводимо порівняння складу газів та прогнозуємо можливі ситуації розвитку при зміні якісних та кількісних компонентів газу. Основні гази для порівняння аналогічні з газовими пробними.

Газовий склад вугілля та вміщуючих порід (за умови локалізації на відстані 200 – 300 м)

Якщо локалізація виконана на віддалі до 300 м від осередку, для інформативності доцільно відібрати проби із вугільного пласта та/або вміщуючих порід, поблизу зони локалізації. Проби відбирають 1 раз на добу, вакуумують.

Проводимо порівняння газового складу у всіх типах проб визначаємо наявність/відсутність ненасичених вуглеводнів; кількість метану, кисню, водню, гелію, азоту, вуглекислого газу.

Встановлюємо зміну газового складу (якщо є) у локалізованій ділянці. Якщо показники близькі, то виробка має відносно стабільний стан. Для остаточного заключення рекомендовано повторити перевірку через місяць. При збільшенні кількості вуглекислого газу, ненасичених вуглеводнів, гелію – виробка має активну стадію перебігу газодинамічної ситуації, рекомендуємо встановити моніторинг до відносно стабільного стану.

Для прогнозування розвитку газодинамічної ситуації обов'язково вивчаємо геологію та тектонічні особливості виробки за даними шахтної геологічної служби, що дозволяє більш повно охарактеризувати та прогнозувати стан виробки, можливі раціональні підходи вирішення даної ситуації.

Якщо масив протягом місяця (два етапи) має відносно стабільний стан, а показники газу наближуються до тих які характерні масиву до раптової ситуації, можна вважати, що аварія зупинена. В таких випадках дається рекомендація щодо подальшого використання локалізованої ділянки шахти, а саме:

- повторити дослідження через місяць для прийняття остаточного рішення;
- використання як техногенного газового колектора;
- використання як техногенного газового колектора із певним режимом роботи;
- можливо поновити роботу виробки;

- доцільно закласти нову виробку на віддалі не менше 200 м від локалізованої ділянки, зважаючи на тектонічні умови згідно плану гірничих робіт шахти.

Висновок.

Запропонований комплекс досліджень дозволяє встановити стан аварійної виробки, перебіг аварії та відносно стабільний стан (ліквідація аварійної ситуації), на основі кількісного та якісного складу газової суміші у відібраних пробах.

На базі запропонованих методів запатентовані методики.

УДК (551.7:553.98):001.8(477)

**СТРАТИГРАФІЧНІ КРИТЕРІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКЛАДІВ
ВУГЛЕВОДНІВ В МЕЗО-КАЙНОЗОЙСЬКИХ ФОРМАЦІЯХ УКРАЇНИ**

Н.В. Маслун¹

кандидат геолого-мінералогічних наук,

Н.М. Жабіна¹

доктор геологічних наук,

М.М. Іванік¹

доктор геолого-мінералогічних наук, професор,

Д.Д. Вага²

кандидат геологічних наук,

І.С. Супрун¹

здобувач кандидата геологічних наук

¹ Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара 55-б

² Університет Найробі, кафедра геології, Чиромо, Р.О. Вох 30197-00100, Найробі, Кенія

На основі розробленої методології системного стратиграфічного аналізу з використанням фактологічної бази доводиться значення стратиграфії як прогнозного інструменту при пошуково-розвідувальних роботах і розробці вуглеводневих родовищ в мезо-кайнозойських формаціях України.

Ключові слова: стратиграфія, методи, критерії, прогнозування вуглеводнів, нафтогазоносні регіони України.

**СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ
УГЛЕВОДОРОДОВ В МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ФОРМАЦИЯХ УКРАИНЫ**

Н.В. Маслун¹

кандидат геолого-минералогических наук

Н.Н. Жабина¹

доктор геологических наук

М.М. Иваник¹

доктор геолого-минералогических наук, профессор,

Д.Д. Вага²

кандидат геологических наук,

И.С. Супрун¹

соискатель кандидата геологических наук

¹ Інститут геологічних наук НАН України, 01601, г. Київ, ул. О. Гончара 55-б

² Університет Найробі, кафедра геології, Чиромо, Р.О. Вох 30197-00100, Найробі, Кенія

На основе разработанной методологии системного стратиграфического анализа с использованием фактологической базы доказывается значение стратиграфии как прогнозного инструмента при поисково-разведочных работах и разработке углеводородных месторождений в мезо-кайнозойских формациях Украины.

Ключевые слова: стратиграфия, методы, критерии, прогнозирование углеводородов, нефтегазоносные регионы Украины.

**STRATIGRAPHIC CRITERIAS FOR HYDROCARBON ACCUMULATIONS
FORECASTING WITHIN THE MESOZOIC AND CENOZOIC FORMATIONS IN
UKRAINE**

N.V. Maslun¹

PhD., Dr.,

N.M. Zhabina¹

Doctor of Geological Sciences,

M.M. Ivanik¹

Doctor of geological and mineralogical sciences, Professor,

D.D. Waga²

PhD, Dr.,

I.S. Suprun¹

PhD candidate

¹ Institute of Geological Sciences, National Academy of Science of Ukraine, 01601, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine

² University of Nairobi, Department of Geology, Chiromo, P.O. Box 30197-00100, Nairobi, Kenya

The paper discusses the importance of Stratigraphy as a prognosis tool during exploration, appraisal and development stages of hydrocarbon fields found in Mesozoic-Cenozoic formations in Ukraine based on the developed integrated stratigraphic analysis methodology.

Key words: stratigraphy, methods, principles, forecasting of hydrocarbons, Ukrainian oil and gas regions.

В Карпато-Чорноморському сегменті Тетису в нафтогазоносних регіонах України: Західному (Карпати, Волино-Поділля), Східному (Дніпрово-Донецька западина) та Південному (Причорномор'я, Крим, Азово-Чорноморська акваторія) основні продуктивні вуглеводневі комплекси пов'язані з відкладами фундаменту та фанерозою осадових басейнів. Складна структурно-тектонічна будова цих регіонів з поліфаціальними і циклічними формаціями, складними типами колекторів та пасток нафти і газу зумовлює необхідність системного стратиграфічного забезпечення геолого-розвідувальних робіт і геологічного картування. Стратиграфія є головним підґрунтям для з'ясування закономірностей просторово-часового розміщення покладів нафти і газу, продуктивних горизонтів, екрануючих товщ, їх складу та розподілу в стратиграфічному розрізі. Удосконалення стратиграфічної основи продуктивних товщ є особливо необхідною передумовою на теперішній час, коли високопродуктивні поклади у більшості є виробленими, а поповнення фонду промислових запасів можливе переважно за рахунок довивчення перспективних на вуглеводні об'єктів, дорозвідки родовищ, встановлення закономірностей стратиграфічної приуроченості продуктивних горизонтів.

Головні задачі стратиграфічних досліджень при визначенні прогнозних критеріїв – вивчення складу, будови та закономірностей формування стратиграфічних тіл (літолого-фаціальний аспект); розчленування геологічних об'єктів (класифікаційний аспект); встановлення просторово-часового розподілу стратонів (картувальний аспект); визначення часу формування геологічних об'єктів (геохронологічний аспект), реконструкція геологічної історії (геоісторичний аспект). Особливо важливою є розробка формаційних і седиментологічних моделей продуктивних товщ за аналізом і переінтерпретацією на сучасному рівні геологічної інформації для детального

розчленування і попласової кореляції пошукових та розвідувальних свердловин.

Для різномасштабного картографування відкритих та закритих територій України розроблено системну концепцію побудови різнорангових стратиграфічних моделей і схем [2, 3, 5]. Така методологія системних стратиграфічних досліджень базується на позиції формаційно-регіолярно-світної парадигми, застосування якої є історичною необхідністю, особливо зважаючи на великий обсяг фактичного матеріалу, що накопичений протягом століть при геолого-знімальних, пошукових, розвідувальних та експлуатаційних роботах на різні види рудних, нерудних корисних копалин. В основі методології – спеціально розроблені методики, за якими доведено роздільну здатність та значення кожного методу: літо-, біо-, цикло-, сейсмо-, хемо-, магнітостратиграфічного, фаціального, седиментологічного, тектонічного, геодинамічного, палеоекологічного, палеогеографічного, а також подійної стратиграфії [4, 5]. В нафтогазоносних регіонах України при стратифікації мезозою і кайнозою превалюючим є літологічний та геофізичний методи під контролем біостратиграфічного. Кожний з цих методів має різну роздільну здатність стратифікації і тому на регіональному і місцевому рівнях з метою отримання детальної характеристики стратонів їх комплексне застосування є необхідною передумовою.

В межах нафтогазоносних провінцій застосовується високо роздільна технологія проведення геофізичних досліджень з використанням комп'ютерних технологій. Але геологічні тіла в похованих регіонально-нафтогазоносних комплексах часто є різнофаціальними, різноманітно структурованими, з нерівномірно поширеними в них колекторами та флюїдами, що значно ускладнює розшифровку геологічної будови за геофізичними методами, зважаючи, що каротажні репери часто не завжди є індивідуальними. Застосовується методика побудови базисних сеймопрофілів, орієнтованих в хрест простягання фаціальних зон, що дозволяє окреслити фаціальну різноманітність формацій. Але вікове датування літостратону може бути здійснене лише при наявності палеонтологічних решток і кореляція різнофаціальних відкладів по площі в закритих регіонах може бути коректною лише при жорсткому біостратиграфічному контролі.

Розробка біостратиграфічних зональних стандартів за ортостратиграфічними і паратаксономічними групами фауни і флори, виділення датованих рівнів в якості регулятивних і корелятивних орієнтирів стратиграфічних досліджень, визначення обсягів, границь різнорангових стратиграфічних підрозділів з урахуванням різноманітних процесів і подій відкриває можливості деталізації регіональних шкал. В нафто-газовій геології превалюючим методом біостратиграфії є мікропалеонтологічний. Потреба в цьому методі при стратиграфічних дослідженнях продуктивних товщ в нафтогазоносних регіонах пов'язана з дефіцитом фактичного матеріалу, обмеженого зразками керну свердловин, концентрація мікрофосилій в якому зростає на кілька порядків, в порівнянні з залишками макроорганізмів. Успіхи

детальної біостратиграфії осадових товщ древніх басейнів, внутрішньо- і міжбасейнові їх кореляції пов'язані з результатами вивчення мікрофосилій і корегується їх роллю. Детальна стратифікація і обґрунтування просторово-часових закономірностей розподілу мезо-кайнозойських формаційних комплексів сегментів Тетичного та Бореально-Атлантичного поясів в межах України головним чином ґрунтується на вивченні мікрофосилій, зокрема форамініфер (планктонних, бентосних, секретійних та аглютинованих), нанопланктону, диноцист, тинтинід, спонгіофауни [4] за якими побудовано практично всі біостратиграфічні шкали Карпат, Криму, Причорномор'я, Азово-Чорноморської акваторії і розроблено біостратиграфічні зональні стандарти.

Чільною складовою методології системного стратиграфічного аналізу, побудови стратиграфічних моделей та схем є типізація, структурування, групування геологічних розрізів – цієї елементарної одиниці складної системи геосфери, в якій відображено всі процеси і події історико-геологічного розвитку території. За аналізом літо-біо-стратиграфічних, фаціальних, седиментологічних критеріїв виконано детальну стратифікацію розрізів; виділено різнорангові фаціальні системи відповідних просторово-часових рівнів; виконано аналіз потужностей; діагностовано і визначено породно-шаруваті системи, речовинний склад та структуру різнорангових відповідної генези стратонів (регіояруси, світи, товщі, верстви, ритми, цикліти). Проаналізовано просторово-часове поширення та фаціальні особливості нафтогазоносних продуктивних комплексів.

Встановлено циклічність седиментогенезу на засадах формаційно-циклічного методу та палеоседиментологічних реконструкцій, виявлено просторово-часову приуроченість переривів, незгідностей, розмивів, напряду пов'язаних з прогнозуванням стратиграфічних пасток [1, 4, 5]. Найсуттєвіші перериви простежуються в зонах геоморфологічно виражених палеопіднять як локальних, так і регіональних. Встановлено перериви в зонах розвитку олістостром, кліноформ, підводного розмиву під дією течій та процесів підводно-зсувних, гравітаційних процесів. Олістостроми досить поширені на різних стратиграфічних рівнях Карпато-Кримсько-Азово-Чорноморського сегменту Тетичної провінції. Треба зазначити, що детальний аналіз стратонів показав, що, наприклад, в майкопському, меніліто-кросненському олігоцен-міоценовому формаційних комплексах в якості стратотипів виділено сучасні ерозійні утворення, які є результатом геодинамічних, структурно-тектонічних перебудов. Ці явища поширені в розрізах майкопу Криму, Прикерченського шельфу та континентального схилу, в попельській, бистрицькій світах, менілітовій та кросненській серіях Карпат тощо. На межі систем крейда-палеоген, палеоцен-еоцен, еоцен-олігоцен, олігоцен-міоцен, міоцен-четвертинна система, між відділами, підвідділами, регіоярусами та стратонами нижчого рангу простежуються перехідні верстви, які мають свою мінерально-геохімічну специфіку, з ними пов'язані вуглеводневі та рудні родовища. Вони пов'язані з історико-геологічними фазами (розширення-стиснення Землі, трансгресії, регресії, імпактними, безкисневими, тефро- (різні типи вулканічної

діяльності) та інші подіями, тощо). З'ясування природи перебудовчих перехідних верств сприяє визначенню темпів, ритмів та циклів розвитку біоти, є ключовою ланкою при встановленні граничних стратонів, кореляції різнорангових абіотичних подій, обґрунтуванні розподілу вуглеводневих покладів. Важливий стратиграфічний чинник – це потужні конуси виносів прарічок (палео-Дунаю, палео-Дністра, палео-Дніпра, палео-Дону-Кубані), встановлення різнорангових переривів та неузгодженостей. З'ясовано, що локальний характер переривів спричинений невеликими водними потоками (контуритами та стратиформними придонними течіями), ерозійними врізами. З різними морфоструктурними елементами річкових систем пов'язані пастки вуглеводнів. Найбільші нафтогазові родовища приурочені до маргінальних частин конусів виносу. Потужні глибоководні органогенно-мінеральні відклади пов'язані з формаціями аноксидного режиму осадконакопичення, визначення яких є вагомим стратиграфічним критерієм. Встановлено чіткий циклічний характер аноксидних подій протягом кайнозою – у палеоцені (білокам'янський, качинський час), еоцені (бахчисарайський, кумський).

Формування крупних вуглеводневих та Mn-рудних родовищ пов'язано з межею еоцен – олігоцен у Паратетісі. Аноксидний епізод є характерним для олігоцен–міоценового часу (майкопська серія). Прикладами таких вуглеводневих родовищ є багатопластові Одеське, Безіменне, Субботіна в Чорному, Казантипське та Мисове в Азовському морях. У Карпатському регіоні це крупні родовища Борислав, Долина, Спас, Пнів, Попелі та інші.

Згідно розробленої системної методології побудовано різнорангові стратиграфічні моделі нафтогазогенеруючих мезо-кайнозойських відкладів фанерозою України. Важливим елементом стратиграфічних побудов є кореляція, яка дає уявлення про міжрегіональні, провінційні співвідношення стратонів і дозволяє з'ясувати тектонічні, седиментологічні, палеоокеанографічні, геодинамічні та гідрологічні проблеми та слугує підґрунтям створення інтегрованих подійно-стратиграфічних моделей окремих регіонів та палеобасейнів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вага Д.Д., Андреева-Григорович А.С., Супрун И.С. Региональное значение и объёмы перерывов/несогласий в палеогеновых отложениях северной Тетической области // Проблемы та перспективи нафтогазової промисловості: Зб. наук. праць. – Вип. 1. – Вишневе, 2017. – С. 72–100.
2. Гожик П.Ф. Стратиграфія нафтогазоносних провінцій України: методологія досліджень // 40 років Палеонтологічному товариству України: Матеріали XXXVIII сесії Палеонтологічного товариства НАН України (Канів, 23-26 травня 2017 р.). – Київ, 2017. – С. 62–64.
3. Гожик П.Ф., Іванік М.М., Войцицький З.Я. та ін. Створення різнорангових стратиграфічних моделей та стратиграфічні критерії прогнозування вуглеводнів в нафтогазоносних регіонах України // Сучасні проблеми нафтогазової геології: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 16-17 червня 2016 р. – Київ: Інститут геологічних наук НАН України, 2016. – С. 23–25.
4. Іванік М.М., Маслун Н.В. Кремнистые микроорганизмы и их использование для расчленения палеогеновых отложений Предкарпатья. – Киев: Наукова думка, 1977. – 120 с.
5. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т.1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / гол. ред. П.Ф. Гожик. Київ: ІГН НАН України: Логос, 2013. – 637 с.

LANDSLIDE DETECTION AND MAPPING BY GEOLOGICAL AND REMOTE SENSING DATA**T.A. Orlenko***PhD-student*«Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the
Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine»

Information about landslides is inhomogeneous and lacking. For evaluation of the landslide hazard within the Kaniv reservoir's right bank a satellite radar interferometry and geological maps were described. Landslides are caused by natural phenomena including possibly climate change. Landslides are known threats for the environment caused by anthropogenic influence. Landslide detection is based on the surface displacements recorded by the two SAR-images.

Key words: landslides, Kaniv reservoir, remote sensing data, corner reflectors.

Climate change, the most serious challenge of modern times, which poses a threat not only to socio-economic development but also to the intensification of geological processes. Ukraine has a humid climate and turfed territory. Changes have caused overtime precipitation and moisturizing. Moisturized clay layers achieved critical mass and triggered the landslide process. Landslides within the investigation territory are characterized by slow movement of rocks on the slopes with a speed of 1-7 mm year to 1-10 m per day. Feature of landslides is the preservation of contacts between landslides and immovable rocks at their base [1]. The development of many landslides is characterized by long-term development and alternation of periods of temporary stabilization and periods of active development.

The right bank of the Kaniv reservoir has the stabilization geologic condition presently. The water reservoir is located on the Ukrainian Crystalline Shield. Kaniv dislocations, which goes to the Kaniv and Traktemiriv-Buchach blocks, separated by the Troshchyna Graben (pic. 1).



Pic.1. A schematic map of the Kaniv reservoir location

Landslides are developed to gullies; they disregard the slopes of the northern and northeastern directions, which is associated with the direction of rockfall. A hilly-ridge relief of the dislocated fourth floodplain terrace of the Dnieper River characterizes the Kaniv region. The reservoir has reached an equilibrium profile. Inactive status was one landslide in 2019 according to Geoinform.

Therefore, an unfavorable change of geological structure caused dangerous for humanity and deformation of the territory. Finding possible sliding surfaces main aspect in the analysis of boundary conditions. If the slopes are composed of rocks, the unstable surface layers usually activated. In this case, weakened interlayers can serve as sliding surfaces [2-3]. It is necessary to determine the acceleration rate and the total critical of displacements. Taking into account the displacement curve need to predict the time of the onset of the landslide.

That's necessary to use the benchmarking method. This method estimates the intensity of surface erosion. It is based on the surface soil level measuring because of landslides [4].

The method has been applied to small areas along the entire slope. In a longitudinal slope benchmarks profile on which postings of changes measurements of profiles of runts are put. The benchmark method is effective in estimating the number of active landslides.

In the modern climate change, a new landslide hazard must be confronted. A landslide can be detected with remote sensing data. To investigate landslide activity, satellite Sentinel-1 launched in 2014 were used. With the construction of a paired interferogram interferometric process was started. The minimum time interval between images must stand 12 days. Synthetic Aperture Radar allows you to estimate surface elements with a resolution of nearly 10 m. If the landslides detected by ground data are located on wooded slopes, InSAR may not detect them in Sentinel-1 images. The low coherence of these images is due to the dense vegetation.

Precipitation, groundwater level, water consumption and solar activity are indicators of the landslides activation. Space images make it possible to assign landslides, allow recommendations. In addition, allow home types of degradation in the inspection area of the pool. Geological maps and remote sensing data are integrated into geoinformation systems to facilitate analysis and interpretation. To conclude our research suggests that the geoinformation systems ensure functioning the system of monitoring of the landslide.

REFERENCES

1. Catani F. The use of radar interferometry in landslide monitoring / F. Catani, P. Canuti, N. Casagli // *Landslides in Cold Regions in the Context of Climate Change* / W. Shan, Y. Guo, F. Wang, H. Marui, A. Strom (Eds).– Cham: Springer, 2014.– P.177-190.
2. Ferretti A. Permanent scatterers in SAR Interferometry / A. Ferretti, C. Prati, F. Rocca // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2001.– Vol.39.– No.1.– P.8-20.
3. Yague-Martinez, N., De Zan, F., Prats-Iraola, P. (2017), 'Coregistration of Interferometric Stacks of Sentinel-1 TOPS Data' In *Geoscience and Remote Sensing Letters IEEE*, Vol. 14, pp. 1002-1006.
4. Popov M.A. Land degradation assessment using remotely sensed data and geospatial modelling *Space Research in Ukraine* / M.A. Popov, S.A. Stankevich, A.A. Kozlova, 2010–2012.– Kiev: SRI NAS of Ukraine and SSA of Ukraine, 2012.– P.75–76.

УДК 553.94(553.991.4:528.813)(477)

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПУЛЬСУЮЧОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО
ЗОНДУВАННЯ**

І.М. Скопиченко

кандидат геол.-мін. наук

С.Ф. Михайлюк

В.О. Просняков

В.В. Мельник

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», 01601, м. Київ, бул. Вернадського 34-б

Метод ПЕМЗ успішно використовувано для моніторингу стану нафтових родовищ. Основне застосування метод знайшов під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, зокрема добре зарекомендував себе під час дослідження та завірення видобутку газу на вугільних басейнах. Метод ПЕМЗ дає змогу не тільки встановлювати місця скупчення газу в межах вугільного пласта чи вуглепородного масиву, а й виявляти джерела газу в них.

Ключові слова: метод ПЕМЗ, вуглеводневі колектори, газ вуглепородних басейнів, моніторинг стану нафтових родовищ.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПУЛЬСИРУЮЩОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ**

И.М. Скопиченко

кандидат геол.-мин. наук

С.Ф. Михайлюк

В.А. Просняков

В.В. Мельник

ГУ «Научный центр горной геологии, геоecологии и развития инфраструктуры НАН Украины», 01601, г. Киев, бул. Вернадского 34-б

Метод ПЭМЗ успешно использовался для мониторинга состояния нефтяных месторождений. Основное применение метод нашел при поиске и разведке месторождений углеводородов, в частности хорошо зарекомендовал себя при исследовании и заверке добычи газа на угольных бассейнах. Метод ТЭМЗ позволяет не только устанавливать места скопления газа в пределах угольного пласта или углепородного массива, а и выявлять источники газа в них.

Ключевые слова: метод ПЭМЗ, углеводородные коллекторы, газ углепородных бассейнов, мониторинг состояния нефтяных месторождений.

APPLICATION OF PULSING ELECTROMAGNETIC PROBING METHOD

I.M. Skopychenko

S.F. Myhailuk

V.O. Prosniaikov

V.V. Melnyk

SI «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of Ukraine», Institute of Geology science of NAS of Ukraine, Kyiv, bul. Vernadskogo 34-b

The PEMS method was successfully used to monitor the state of oil fields. The main application of the method was found in prospecting and exploration of hydrocarbon deposits, in particular, it proved itself well in the exploration and verification of gas production on coal basins. The TEMS

method allows to establish not only places of gas accumulation within a coal seam or coal-bearing massif, but to identify sources of gas in them.

Key words: PEMS method, hydrocarbon collectors, gas of coal basin, monitoring of the state of oil fields.

Значні дослідження, проведені під час розроблення різних колекторів, не дають вичерпної інформації щодо їхнього типу, джерела газу та шляхів його надходження до колектора.

Проведені геологорозвідувальні роботи під час визначення тектонічних порушень різних ступенів визначають можливі шляхи міграції. Оскільки самі порушення можуть відігравати роль як газових каналів, так і газотривів, літологічні характеристики порід є вкрай потрібними.

Метод пульсуючого електромагнітного зондування (ПЕМЗ) є модифікацією методу перехідних процесів із розширеними можливостями системи збудження – реєстрації. Фізичні основи методу детально викладені в працях (Финчук, Скопиченко, 2003 р., Финчук, Скопиченко, Новиков, 2003 р., Скопиченко, Финчук, 2015 тощо). Метод [2, 3] характеризується не тільки тим, що за часом приходу електромагнітної хвилі визначаються глибини джерел, а й деякими іншими технологічними особливостями. Поперше, вимірювання проводяться в прямій і зворотній полярностях. Виявилось, що вимірювання відрізняються одне від одного і, за нашим припущенням, саме у зворотній полярності більшою мірою відображають наведене магнітне поле. Метод ПЕМЗ успішно використовувався для моніторингу стану нафтових родовищ у Татарстані. На рис. 1 показані результати такого моніторингу на одному з родовищ під час дослідження сейсмохвильового впливу для підвищення нафтовіддання свердловин (Керимов, 2000). Видно, що з початком роботи вібраторів день від дня відбувається збільшення інтенсивності складників електромагнітного поля на поверхні Землі. Використання вимірювань методом ПЕМЗ для контролю за зміною напруженого стану середовища засвідчило свою ефективність насамперед завдяки тому, що швидкість електромагнітних хвиль у середовищі найвища. Зміни в середовищі фіксуються в режимі реального часу (Шляховский, Финчук, Секачев, 2007, 2009).

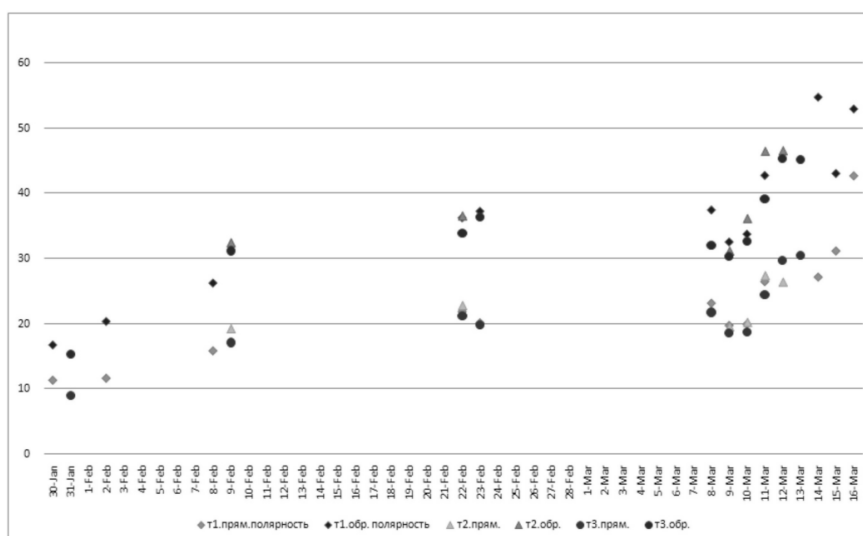


Рис. 1. Зміна інтенсивності параметрів ПЕМЗ у процесі довготривалих досліджень

Унаслідок багаторічних досліджень ми визначили, що не тільки малі потужності електромагнітного сигналу здатні досягати великих глибин [1]. Не меншу роль відіграє і час збудження сигналу. Так, на одній зі свердловин у процесі буріння сталася аварія, причому майже під час досягнення її проектної глибини. Для її усунення потрібно чимало часу. На усті свердловини ми провели довгострокові вимірювання. В інтервалі глибин залягання порід кіновського й пашийського віку майже впродовж усього часу вимірювання немає жодної аномалії, яка має відповідати нафтовому пласту. Однак керн з нафтонасичених пісковиків із зазначених горизонтів було піднято до аварії. Тоді було звернуто увагу на перші часи вступу електромагнітних сигналів (інтервал часу показаний стрілками на рис. 2а) і побудовано розріз саме цього інтервалу (рис. 2б). Можна запропонувати різні варіанти тлумачень, але ми вважаємо, що найімовірніше йдеться про те, що довкілля має властивості вибіркочності. Тільки сигнали малої потужності «пропускаються», але впродовж лише невеликого відрізка часу. Тоді стає зрозумілим, чому сигнали великої потужності не збільшують глибини електромагнітних досліджень, як це передбачає більшість дослідників.

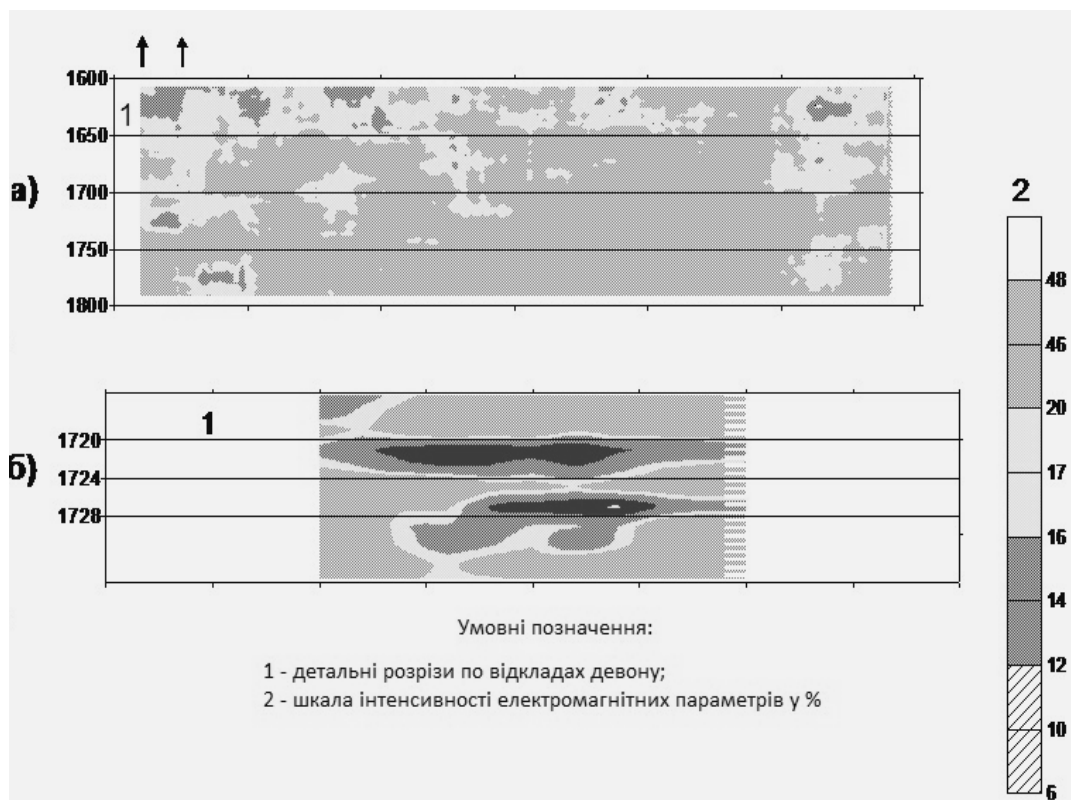


Рис. 2. Результати електророзвідки ПЕМЗ (ТЕМЗ) у точці устя свердловини

І в подальших роботах під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, використовуючи накопичений досвід установлених співвідношень електромагнітних аномалій і полів напружень, ми змогли утвердитися в думці, що поля напружень відіграють істотну роль у формуванні родовищ.

Під час досліджень на Томашівській ділянці й ділянці в межах шахтного поля шахти ім. О.Ф. Засядька Донецького басейну визначені можливі шляхи міграції газів із глибини. За результатами встановлено, що накопичення газів відбувається постійно. Природні колектори утримують його доти, доки тиск зверху вищий від його внутрішнього. У разі перевищення тиску вище можливого газ мігрує вгору по тріщинуватих зонах і накопичується в допустимих кількостях в інших колекторах. Подібним чином газ збирається у вугільних пластах.

Цей приклад застосування методу ПЕМЗ демонструє можливості методу не тільки під час встановлення місць скупчення газу в межах вугільного пласта, але й виявлення колекторів у вуглепородних масивах та знаходження джерела газу, зокрема й глибинного.

Висновки. Основне застосування методу знайшов під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, зокрема добре зарекомендував себе метод під час дослідження та завірення видобутку газу на вугільних басейнах України й США.

Метод ПЕМЗ дає змогу не тільки встановлювати місця скупчення газу в межах вугільного пласта чи вуглепородного масиву, а й виявляти джерела газу в них.

Зважаючи на вище вказане, з використанням даних про тектонічні порушення та літологічні особливості метод ПЕМЗ є найінформативнішим під час визначення потенціалу та ділянок для закладання свердловин на видобуток газу.

Метод ПЕМЗ засвідчив високу ефективність під час пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів як у традиційних, так і нетрадиційних колекторах. За результатами досліджень можна визначати канали міграції газів із глибин та доводити, що накопичення газів відбувається постійно.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гулельми А.В. Проблемы физики геоэлектромагнитных волн (обзор) // Физика Земли. 2006. №3. С.3-16.
2. Патент на корисну модель №139027 від 10.12.2019 «Пристрій для вимірювання природного та індуктивного електромагнітного поля Землі» Скопиченко І.М., Михайлюк С.Ф., Кузнєцов С. М.
3. Скопиченко І.М., Фінчук В.В., Вергельська Н.В. Визначення зон скупчення газу-метану у вуглепородних масивах методом точкового електромагнітного зондування (на прикладі вугільного басейну San Juan, США) // Геофізичний журнал, 2018. № 3. Т. 40. – С. 192-199.

УДК 528.8:550.8:553.81

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ БАГАТОЗОНАЛЬНОЇ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ ПРИ ПОШУКАХ ПОХОВАНИХ ІНТРУЗИВНИХ СТРУКТУР

В.Є. Філіпович

кандидат геологічних наук

А.Г. Мичак

кандидат геологічних наук

Р.М. Шевчук

кандидат геологічних наук

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

Ю.В. Гейко

ДП «Українська геологічна компанія»

02088, Україна м. Київ, провулок Геофізиків, 10

В роботі розглянуто методичні засади застосування сучасних матеріалів космічних знімачів (у тепловому, радіолокаційному та ін. діапазонах) у комплексі пошукових робіт. На основі аналізу виявлених температурних аномалій, структурного дешифрування і структурно-геоморфологічного аналізу цифрових моделей місцевості прогнозується положення похованих інтрузивних тіл, в т. ч. і можливих проявів кімберлітового магматизму.

Ключові слова: багатозональне космічне знімання, тепла аномалія, інтрузії, алмазоносність.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ ПОГРЕБЕННЫХ ИНТРУЗИВНЫХ СТРУКТУР

В.Е. Филиппович

кандидат геологических наук

А.Г. Мычак

кандидат геологических наук

Р.Н. Шевчук

кандидат геологических наук

ГУ «Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук
НАН Украины», 01054, м. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

Ю.В. Гейко

ГП «Украинская геологическая компания»

02088, Украина г. Киев, переулок Геофизиков, 10

В работе рассмотрены методические основы применения современных материалов космических съемок (в тепловом, радиолокационном и др. диапазонах) в комплексе поисковых работ. На основе анализа выявленных температурных аномалий, структурного дешифрирования и структурно-геоморфологического анализа цифровых моделей местности прогнозируется положение погребенных интрузивных тел, в т. ч. и возможных проявлений кимберлитового магматизма.

Ключевые слова: многозональная космическая съемка, тепловая аномалия, интрузии, алмазоносность.

APPLICATION OF MULTISPECTRAL SPACE IMAGE DATA FOR SEARCH OF BURIED INTRUSIVE STRUCTURES

V.Ye. Filipovych

Candidate of geological sciences

A.G. Mychak

Candidate of geological sciences

R.M. Shevchuk

Candidate of geological sciences

SI "Scientific Center for Aerospace Research of the Earth

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

01054, Ukraine, Kyiv, O. Gonchar str., 55-b

Yu.V. Geiko

SE "Ukrainian Geological Company"

02088, Ukraine, Kyiv, lane Geophysicists, 10

This paper reveals methodical bases of application of modern materials satellite imagery (in thermal, radar and other ranges) in a complex of search works. Based on the analysis of the detected temperature anomalies, structural interpretation and structural-geomorphological analysis of digital elevation models, the position of buried intrusive bodies, including possible occurrences of kimberlite magmatism is predicted.

Key words: multispectral space image data, thermal anomaly, intrusions, diamond bearing.

Комплекс методів і прийомів інтерпретації супутникових і наземних даних при пошуках алмазоносних структур нами детально розглянуто в роботі [1], а теоретико-методичне обґрунтування в роботах [2-3]. Досвід багаторічних пошуків проявів кімберлітового вулканізму показав, що теплова космічна зйомка може успішно застосовуватись при виявленні похованих інтрузивних тіл, за рахунок теплового потоку у зонах підвищеної флюїдопровідності горних порід. З іншої сторони, матеріали ДЗЗ дають можливість аналізувати перспективні території, як за допомогою традиційного геолого-структурного дешифрування космічних знімків, так і на основі, відносно нових методів аналізу цифрових моделей місцевості (рельєфу). В даній роботі робиться спроба узагальнення застосування матеріалів багатозональної космічної зйомки при пошуках похованих інтрузивних структур у вигляді методико-технологічної схеми яка включає декілька етапів-блоків досліджень (рис. 1)

На першому, попередньому етапі (I) ставляться задачі супутникового моніторингу пошукових площ. Проводиться оцінка можливостей застосування супутникових і наземних дистанційних даних. Аналізується наявна геологічна та геофізична інформація. Головними завданнями першого етапу є формування бази дистанційних і тематичних даних та їх попередня обробка. Для моніторингу поверхневих температур складається відповідний часовий ряд дистанційних даних. На основі радарних даних (SRTM, ASTER або Sentinel) формуються цифрові моделі місцевості (рельєфу). Закінчується стадія розробкою базової ГІС з набором шарів, що включають дистанційні, тематичні і топографічні дані.

На другому (II), власне основному, робочому етапі виконується геолого-структурне дешифрування (інтерпретація) даних ДЗЗ. Паралельно обробляють-

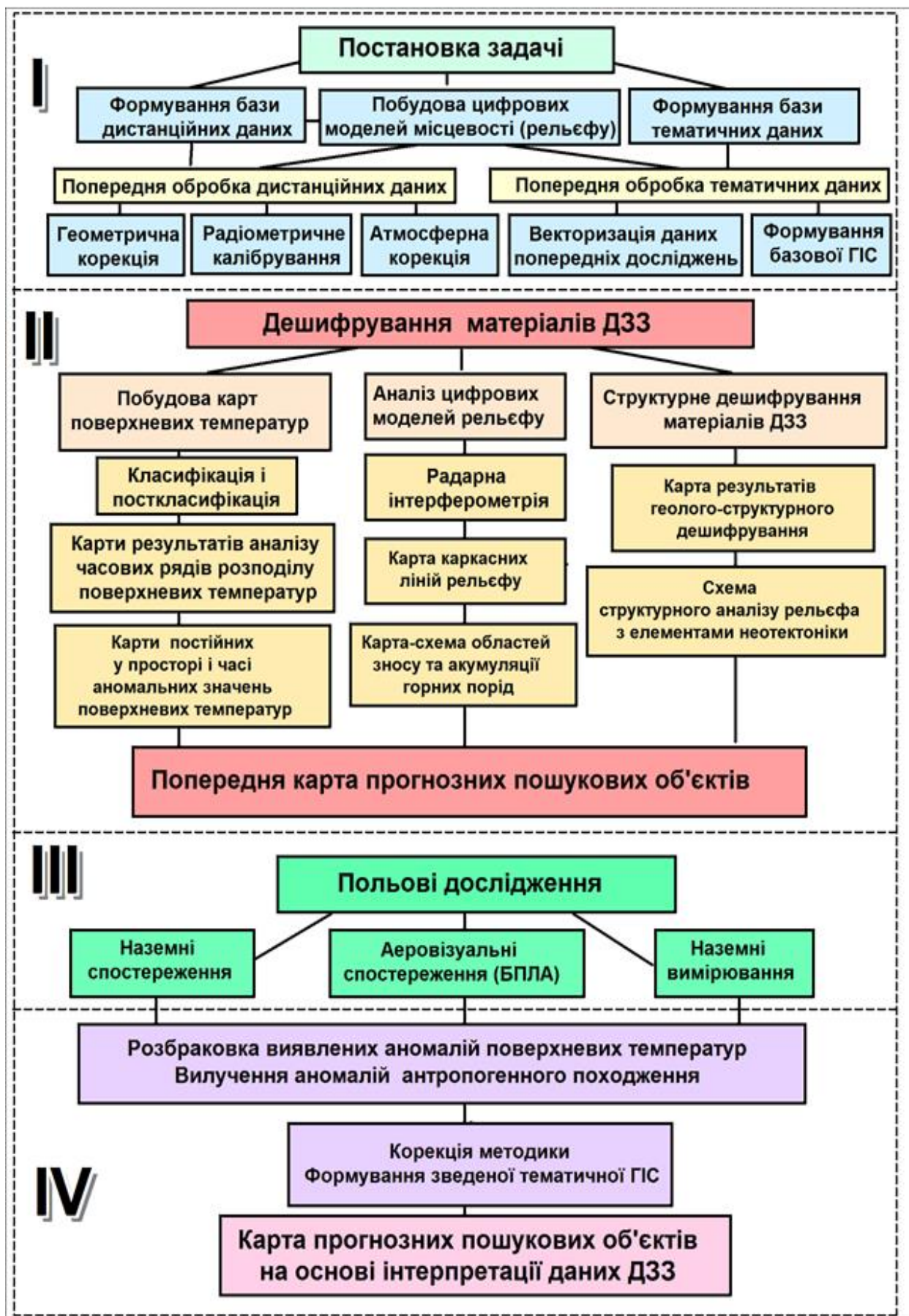


Рисунок 1. Методико-технологічна схема застосування супутникових даних при пошуках похованих інтрузивних структур.

ся теплові канали супутникової зйомки і будується карта розподілу поверхневих температур. Виділяються аномальні ділянки поверхневої температури.

На основі спільного аналізу даних структурного дешифрування і пластики рельєфа намічаються можливі місця виносу, шляхи переносу і місця і вторинної акумуляції речовини, прогнозується положення перспективних ділянок для пошуків розсипних родовищ. Закінчується етап складанням попередньої карти прогнозних об'єктів.

На третьому етапі (III) на тестових ділянках здійснюються польові завіркові роботи, безпосередньо на місцевості, попередні рішення уточнюються. Застосовується польова профільна теплотрія, виконується теплова і мультиспектральна аерозйомка з БПЛА, особливо у недоступних для наземних маршрутів місцях. Проводиться валідація запропонованої методики і результатів дешифрування, вносяться необхідні корективи.

На четвертому, узагальнюючому етапі (IV), проводиться кінцева інтерпретація отриманих даних, розбраковка виявлених теплових аномалій за антропогенним фактором, намічаються перспективні ділянки і об'єкти для постановки детальних геолого-геофізичних і бурових робіт. Розробляється і наповнюється тематична ГІС, як основа для подальшого накопичення даних моніторингових досліджень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гейко Ю. В., Приходько В. Л., Філіпович В. Є., Мичак А. Г., Шевчук Р. М. Методи пошуків родовищ алмазів на прикладі Новоград-Волинської площі Українського Щита. Мінеральні ресурси України. №1, 2018, С. 20-27
2. Приходько О., Грицик І., Барєєв І., Третяченко В., Філіпович В. Використання методу польової геотермічної зйомки для пошуків кімберлітових тіл // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Геологія горючих копалин України” ІГГК НАН України. – Львів, 2001. – С. 223–224.
3. Філіпович В.Є., Гейко Ю.В., Мичак А.Г., Приходько В.Л., Шевчук Р.М. Використання матеріалів космічної зйомки в комплексі геолого-пошукових робіт з метою виявлення алмазоносних структур / Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: Колективна монографія за матеріалами XVII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 25-26 вересня 2018 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2018. – С. 37-39.

УДК 553.8:553.981

**ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ ВОДОРозчинених газів як
ДОДАТКОВОГО ДжЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ**

Н.П. ХОВАНЕЦЬ

аспірант

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

Інтерес полягав у тому, щоб дослідити іноземний досвід освоєння вуглеводневих водорозчинених газів. Проаналізована зміна розчинності метану з глибиною для трьох геологічних ситуацій. Виділені комплекси з кондиційним вмістом вуглеводневих водорозчинених газів в західному нафтогазоносному регіоні. Встановлені основні проблеми, що можуть виникнути в процесі розробки вуглеводневих водорозчинених газів.

Ключові слова: водорозчинений газ, метан, геотермічний градієнт, газонасиченість.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ВОДОРАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ В КАЧЕСТВЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИСТОЧНИКА УГЛЕВОДОРОДОВ**

Н.П. Хованец

аспирант

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
г. Ивано-Франковск, Карпатская 15, 76019

Інтерес заключался в том, чтобы исследовать зарубежный опыт освоения углеводородных водорастворенных газов. Проанализированное изменение растворимости метана с глубиной для трех геологических ситуаций. Выделены комплексы с кондиционным содержанием углеводородных водорастворенных газов в западном нефтегазоносном регионе. Установлены основные проблемы, которые могут возникнуть в процессе разработки углеводородных водорастворенных газов.

Ключевые слова: водорастворенный газ, метан, геотермической градиент, газонасыщенность.

**THE PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF GASES DISSOLVED IN WATER
AS AN ADDITIONAL SOURCE OF HYDROCARBONS**

N.P. Khovanets

PhD student

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

The interest lies in studying foreign practices of development of hydrocarbon gases dissolved in water. The change pattern of methane solubility versus depth is thoroughly analyzed through three geological situations. The complexes with commercial content of hydrocarbon gases dissolved in water are identified within the Western oil-and-gas-bearing region. The issues that emerge while developing the very gases are determined.

Key words: gas dissolved in water, methane, geothermal gradient, gas saturation.

Вуглеводневі гази, розчинені у пластових водах, є потенційним джерелом газової сировини. Їх загальні запаси на території країн СНД оцінюються в $(1 \div 4) \cdot 10^{15}$ м³, тоді як загальна кількість ресурсів водорозчиненого газу в підземних водах у межах осадових басейнів по усьому світу у 115 разів перевищує ресурси традиційного природного газу [1].

Розчинений газ, представлений головним чином метаном та його гомологами, міститься в пластових водах нафтогазоносних комплексів. Концентрація вуглеводневих газів у пластових водах нафтогазоносних комплексів коливається від сотих долей до $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$, у деяких випадках зростає до $20 - 40 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Кількість розчиненого в пластовій воді газу залежить, в першу чергу, від наявності джерела вуглеводневого газу і його потужності, тобто природні газу є матеріальною основою для утворення водорозчиненого газу. Наявність достатнього джерела природних газів та великої кількості порової води у якості розчинника, є важливою умовою для утворення ресурсів водорозчинених газів значних масштабів. Обсяг порової води у проникних шарах осадових басейнів головним чином залежить від розміру басейну, області поширення, товщини, пористості та водонасиченості основних проникних шарів [2]. Розчинність газів у воді залежить від тиску, температури, мінералізації і хімічного складу води та складу газу. При зростанні пластового тиску розчинність газу в воді зростає прямо пропорційно зростанню тиску до 5 МПа, при подальшому підвищенні тиску вона збільшується, але в уповільненому темпі. Залежність розчинності газу від мінералізації води зворотня: чим вище мінералізація, тим менше газу може розчинитися в воді. При зростанні температури до 100°C розчинність зменшується, а при подальшому підвищенні температури починає різко збільшуватися. При цьому мінімальна розчинність встановлена при температурі 80°C [3]. Розчинність неуглеводневого газу більша, ніж розчинність у вуглеводневий газ і розчинність вуглеводневого газу збільшується зі збільшенням числа атомів вуглецю. З глибиною у складі водорозчиненого газу збільшується вміст важких вуглеводнів і азоту. У межах окремих НГБ у напрямку від борту до центру і з глибиною збільшується вміст розчиненого газу, склад якого змінюється від азотного до метанового.

Для наочного відображення розчиненості газу у воді, зокрема метану, можемо скористатися рисунком 1. На рисунку 1 розчинність метану показана для трьох типових геологічних ситуацій. Передбачається, що геотермічний градієнт становить $0,8^\circ \text{C}/30\text{м}$ до глибини 2286 м, при цьому температура становить 100°C [4]. Глибинний градієнт вважається рівним $1,1^\circ \text{C}/30\text{м}$. Крива А показує розчинність метану для цих температурних умов та з градієнтом гідростатичного тиску, що становить $3,206 \text{ кПа}/0,3\text{м}$. Крива В показує розчинність метану для градієнта тиску $4,827 \text{ кПа}/0,3\text{м}$ і крива С для $6,895 \text{ кПа}/0,3\text{м}$.

Основними джерелами водорозчинених газів є: 1) підземні газонасичені води малих (до 1 км) глибин; газові фактори в таких зонах звичайно невеликі ($1,5 - 2,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$) і вони не користуються широким розповсюдженням; 2) газонасичені води, що контактують з традиційними газовими родовищами і користуються широким розповсюдженням; газові фактори в них значно коливаються (звичайно $5-10 \text{ м}^3/\text{м}^3$) і вони дещо знижуються по мірі віддалення від покладу; 3) високогазонасичені води великих глибин – основний резерв

водорозчинених газів; цим зонам часто властивий високий вміст газу (до 15 – 20 м³/м³), особливо за наявності АВПТ.

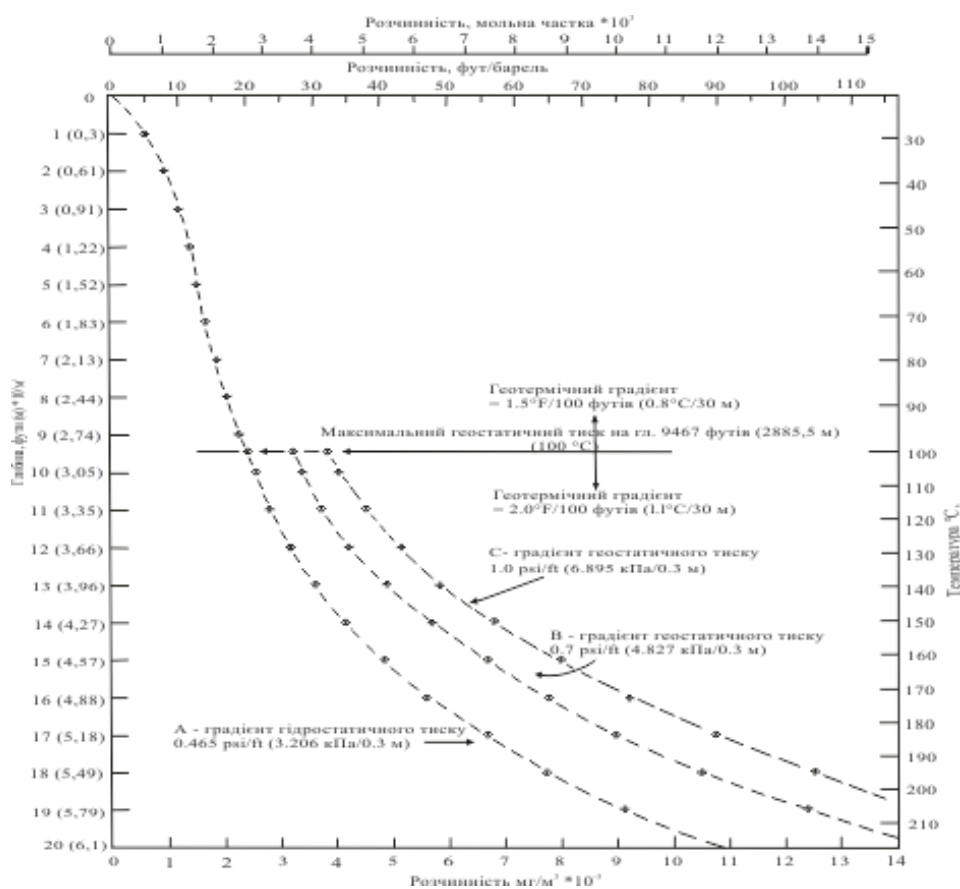


Рисунок 1. Розчинність метану у підземних водах (за матеріалами Bonham L.C.)

У Західному НГР виділені наступні зони та комплекси з кондиційним вмістом водорозчинених газів. Серед водорозчинених газів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину домінують азотно-метанові і метанові. Перші приурочені до мезозойських відкладів. У неогенових відкладах переважно метанові. Газонасиченість вод звичайно не вища ніж 600 см³/л, у сарматських відкладах 1200 – 1300 см³/л.

Саме в приконтурних зонах газових родовищ підземні води характеризуються максимальною газонасиченістю, де вона перевищує 2000 г/см³. Газонасиченість вод зростає також із зростанням глибини їх залягання. У цьому ж напрямі азотно-метанові гази змінюються суттєво метановими та вуглеводнево-метановими.

У Бориславсько-Покутському піднятті, а саме у його зовнішній зоні, водорозчинені гази юрського водоносного горизонту азотно-метанові та важковуглеводнево-метанові. Вміст СН₄ становить 52 – 84 % об. Кількість азоту у юрських відкладах Лопушнянського родовища з віддаленням від покладу зростає з 0,5 до 30 % об. Газонасиченість вод із збільшенням глибини не зазнає суттєвих змін і становить 290 – 310 см³/л. Водорозчинені гази крейдового водоносного горизонту мають азотно-метановий та важковуглеводнево-метановий склад. Вміст важких вуглеводнів у контурних та підшовних водах нафтових покладів зростає до 16 – 18 % об. Водорозчинені

гази верхньо-баденського водоносного горизонту до глибини 500 м азотно-метанового та метаново-азотного складу. Водорозчинений газ на глибинах понад 500 м в основному метановий. Газонасиченість вод верхньобаденського водоносного горизонту змінюється від 210 до 6000 см³/л, і залежить головним чином від відстані до газового покладу [5]. Можна відмітити наступні закономірності зміни газової складової водорозчинених газів. При віддаленні від від покладу на 50 – 100 м у водорозчинених газах поступово зменшується частка метану, при зростанні частки азоту. Також, при наближенні до тектонічних розломів збільшення кількості водорозчинених газів.

У Більче-Волицькій зоні Передкарпатського прогину, де газонасиченість пластових вод досягає до 2 м³/м³ у відкладах юри і сармату, ресурси водорозчинених газів складають близько 49 млрд м³ за категорією С₃+Д₁. Гази флішових відкладів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину характеризуються значним вмістом метану. Газонасиченість вод змінюється в дуже широких межах – 800 – 2000 см³/л і більше. Від газів Внутрішньої зони практично нічим не відрізняються водорозчинені гази глибинних шарів Скибової зони Складчастих Карпат.

У межах Закарпатського прогину широко поширені вуглеводневі водорозчинені гази у відкладах крейди, палеоцену і неогену. На глибинах до 500 м вміст водорозчинених газів не більший за 70 см³/л, метан практично відсутній. Газонасиченість вод сягає до 600 см³/л, а на глибині 3000–3500 м вміст газу сягає 5000 см³/л. Склад газу метановий.

При значних перспективах водорозчинених вуглеводневих газів виникають деякі труднощі в процесі їх освоєння. Значні матеріальні затрати, ряд екологічних проблем, що можуть виникати, пов'язаних з розкриттям зон АВПТ із великими об'ємами відбору флюїдів з надр (відкрите фонтанування, штучні землетруси тощо). Ще однією проблемою є значне просідання земної поверхні (як приклад родовище Нішикамбара в Японії).

Висновок. Україна характеризується значним потенціалом водорозчинених вуглеводневих газів, освоєння і використання яких може стати важливим кроком у здобутті Україною енергетичної незалежності.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jicheng Liu Natural gas resources dissolved in underground water circle and its development feasibility evaluation principles. Trans. Geological Science and Technology News. 1991. №10. 9-11.
2. Sihuang XU, Songfeng LI, Caiping YUAN Resource potential of water-soluble gas in the Palaeogene Huizhou Sag, Pearl River Mouth Basin. Petroleum Exploration and Development. 2012. № 39(2), 194-201.
3. Yuancong Yang, Shaoji Li, Jiang Zhu Water-soluble gas: a new resource of natural gas in Sichuan Basin. Journal of Southwestern Petroleum Institute. 1993. 15(1). 16-22.
4. Bonham L.C. Solubility of methane in water at elevated temperatures and pressures. The American Association of Геологический Б.И., Куровець С.С., Лозинський О.С., Хомин В.Р., Здерка Т.В., Манюк М.І. Актуальні проблеми нафтогазової галузі : навч. посіб. Івано-Франківськ: ІФНУНГ, 2014. 240 с.
5. Petroleum Geologists Bulletin. 1978. № 62(12). 2477-2488.

УДК 504.064(477)

**СУЧАСНА СЕРТИФІКОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ
СТАНУ ГЕОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ
РАЙОНІВ**

С. Щербина

кандидат фізико-математичних наук

П. Пігулевський

доктор геологічних наук

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

Р. Гаврилюк

кандидат геологічних наук

Т. Кріль

кандидат геологічних наук

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

Розглянуто техногенні впливи та наслідки гірничопромислової діяльності. Запропоновано апаратуру та методики аналізу стану геоекологічної безпеки, що базується на використанні розробленої лазерної технології із сертифікованим обладнанням.

Ключові слова: геоекологічна безпека, моніторинг, техногенні навантаження, міста.

**MODERN CERTIFIED SYSTEM OF MONITORING THE STATE OF
GEOECOLOGICAL SAFETY ON TECHNOGENIC-LOADED AREAS**

S. Shcherbina

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

P.I. Pigulevskiy

Doctor of Geological Sciences

S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NAS of Ukraine

R. Havryliuk

Candidate of Geological Sciences

T. Kril

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine

The impact of technogenic activity and consequences of mining are considered. The equipment and methods of the analysis of geo-ecological safety based on use of the developed laser technology with the certified equipment are proposed.

Key words: geoeological safety, monitoring, technogenic loads, cities.

**СОВРЕМЕННАЯ СЕРТИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННО НАГРУЖЕННЫХ РАЙОНОВ**

С. Щербина

кандидат физико-математических наук

П. Пигулевский

доктор геологических наук

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,

03680, г. Киев, пр-т. Академика Палладина, 32

Р. Гаврилюк

кандидат геологических наук

Т. Криль

кандидат геологических наук

Институт геологических наук НАН Украины,

01601, г. Киев, ул. О. Гончара 55б

Рассмотрены техногенные воздействия и последствия горнопромышленной деятельности. Предложено аппаратуру и методики анализа состояния геоэкологической безопасности, основанные на использовании разработанной лазерной технологии с сертифицированным оборудованием.

Ключевые слова: геоэкологическая безопасность, мониторинг, техногенные нагрузки, города

Техногенні навантаження на територіях гірничопромислових районів визначаються як прямими так і опосередкованими впливами людини на довкілля та, зокрема на геологічне середовище. Негативні зміни довкілля промислових районів зумовлені наступним:

- використанням природних ресурсів (виймання, трансформація та порушення земель, видобутк корисних копалин, інтенсивне освоєння поверхневих та підземних вод та ін.);

- вивільненням промислових відходів в оточуюче середовище (викиди небезпечних речовин в атмосферу промисловими, комунальними, побутовими, енергетичними підприємствами та транспортом; скиди стічних вод у поверхневі водойми; розміщення твердих відходів на поверхні ландшафтів; забруднення родючих шарів ґрунту небезпечними хімічними сполуками);

- техногенною трансформацією природних ландшафтів.

Значні проблеми екологічного та інженерно-геологічного плану у гірничопромислових районах пов'язані з розміщенням породних відвалів – териконів. Триваюче погіршення якості природного середовища в гірничодобувних районах України викликає необхідність пошуку шляхів і методів подолання негативних наслідків втручання людини в функціонування природних систем, включаючи геолого-екологічні системи.

Напрямки подальшого промислового, соціально-економічного розвитку міст та населених пунктів гірничопромислових районів мають розроблятися з урахуванням аналізу та оцінки стану їх геоэкологічної безпеки.

Методика аналізу та оцінки стану геоэкологічної безпеки міст та населених пунктів гірничопромислових районів головним етапом включає моніторинг геологічного середовища та інженерних об'єктів житлової та критичної інфраструктури. Головними складовими моніторингу є спостереження, аналіз, прогноз, прийняття управлінських рішень [1]. Об'єктами виступають ґрунти, підземні, поверхневі води, геодинамічна активність, інженерні споруди. Типи геологічного середовища – тип забудованих (урбанізованих) територій, гірничий тип, змішаний, «бедленд».

Моніторинг здійснюється на локальному рівні – на територіях окремих об'єктів (підприємств, міст, ландшафтів та їх складових) і відповідає місцевим

та внутрішньодержавним задачам та інтересам, при цьому площа не перевищує десятків квадратних кілометрів.

Локальні системи можуть об'єднуватися у системи регіонального моніторингу спостереження за процесами та явищами в межах значного за площею району (краю чи області, або в межах кількох з них), який зазвичай відрізняється від сусідніх за природними умовами (природні зони, ландшафтні комплекси, тип промислового освоєння і т.п.).

На етапі спостережень залучаються засоби і методи дистанційного зондування Землі з використанням даних космічних зйомок зі супутників, наземні геофізичні дослідження на геодинамічних полігонах (окремих населених пунктів). Ефективне забезпечення цих спостережень оптимально проводити за допомогою використання сучасної комплексної геофізичної апаратури та технології, в яку треба включати сертифіковані комплексні геофізичні обладнання українського виробництва.

Для проведення моніторингових робіт Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України отримав метрологічний сертифікат від ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» на калібрувальний пристрій (рис.1).

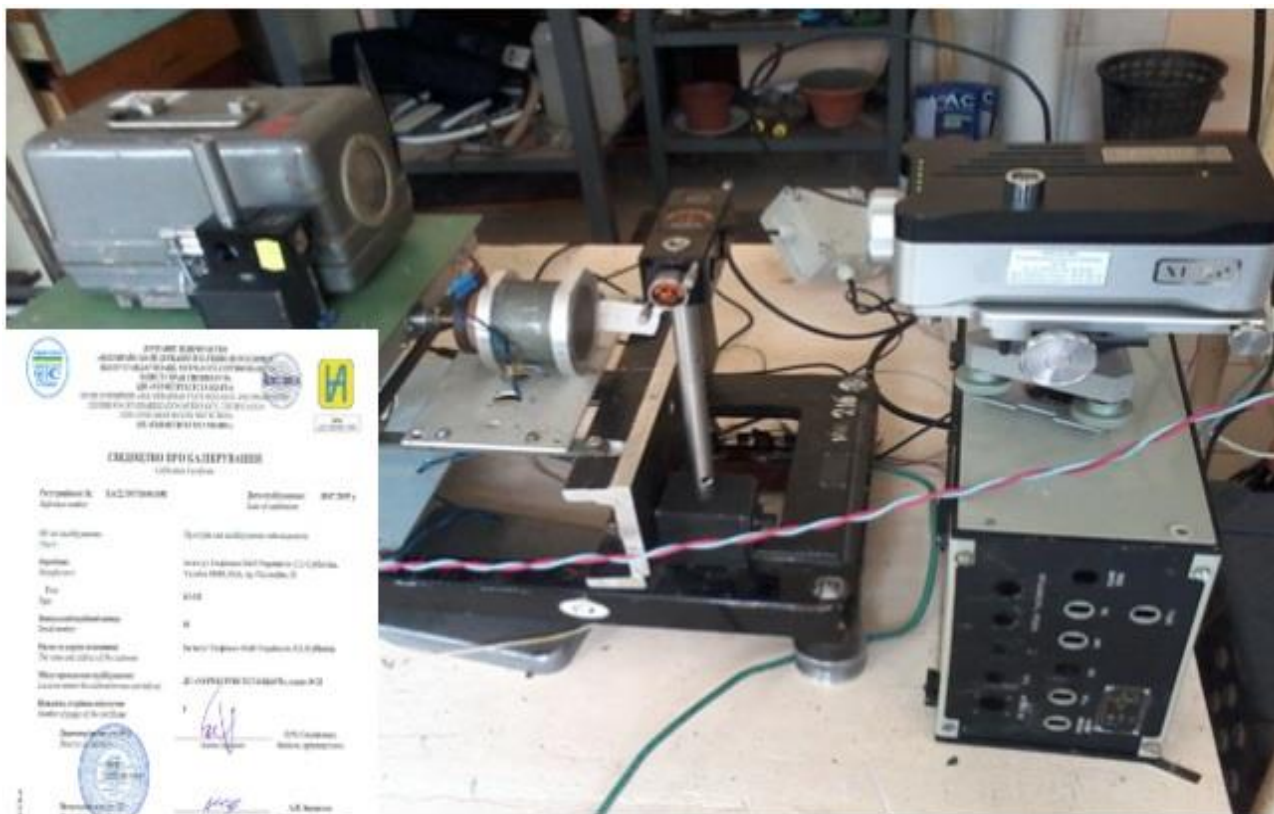


Рис. 1. Процедура сертифікації калібрувального пристрою для отримання результатів з метрологічної оцінки систем геофізичних вимірювань.

Проведення сумісних робіт з ТОВ «РОДЕН» дозволило випустити першу партію сертифікованих акселерометрів в Україні. Наявність цього сертифікованого калібрувального пристрою дозволяє у подальшому випускати в нашій країні і інше необхідне каліброване і сертифіковане обладнання, потоки

даних (рис. 2) з яких можуть бути оброблені як в європейському програмному забезпеченні «SeisComp3», що призначене для обробки сейсмічних подій, так і в програмному забезпеченні власного українського виробництва.

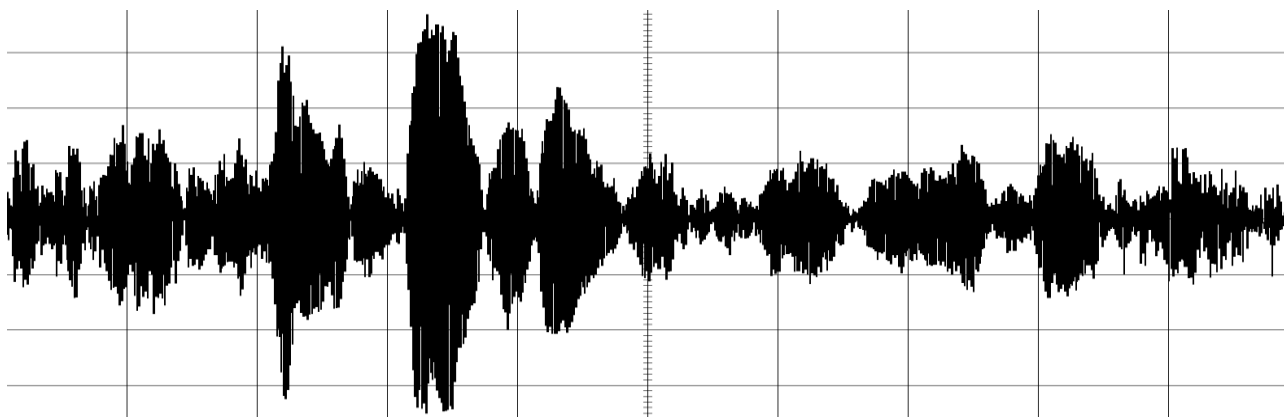


Рис. 2. Записи техногенних подій новим сейсмометричним вимірювачем швидкості виробництва ТОВ «РОДЕН».

Для забезпечення необхідного рівня оцінки стану геоекологічної безпеки міст, що розташовані в Криворізькій, Запорізькій та Донецькій областях необхідно використовувати наступні геофізичні системи вимірювань: лазерні деформографи, лазерні або інфрачервоні нахиломіри, польові або стаціонарні гравіметри, сейсмометри для фіксацій локальних землетрусів, а також вимірювачів тиску, температури повітря та рівнів води в свердловинах, що дозволить отримати необхідні результати для оцінки екологічного стану. Отримані комплексні геофізичні параметри та висновки щодо них включаються в спеціальну базу даних, оперативна робота з якою в спеціальному центрі моніторингу геоекології дозволить спеціалістам робити висновки щодо стану територій поблизу міст та населених пунктів: Кривий Ріг, Бахмут, Волноваха, Маріуполь та Старобільськ.

До бази даних залучаються також матеріали досліджень з державних геологічних фондів, картографічні матеріали, матеріали довідкового характеру та супутникові дані за результатами космічних зйомок із супутників.

Для опрацювання запропонованої методики пропонуються міста: Кривий Ріг, Бахмут, Волноваха, Маріуполь та Старобільськ. Ці території знаходяться в дуже небезпечному геоекологічному стані. Майже в самому місті Кривий Ріг відбуваються групи локальних землетрусів, що провокуються роботами в шахтах та кар'єрах, а в багатьох районах Луганської, Донецької областей зафіксовано зсуви та провали, що пов'язано з фактом відсутності забезпечення безпеки стану шахт, що виведено з експлуатації.

Всі робочі моделі запропонованих геофізичних комплексів мають достатньо високий рівень якості і деякі з них вже були випробувані у реальних умовах [2, 3]. Так, лазерний деформограф було використано для оцінки стану автомобільного мосту поблизу с. Заліски (Львівська область). Лазерна сейсмоакустична комплексна система використовувалась для оцінки вібраційних рівнів від руху підземних поїздів на об'єкти історичної

та культурної спадщини, адміністративні будівлі, розташовані над лініями метро у м. Київ.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформаційно-аналітичні системи моніторингу геологічного середовища. / Демчишин М.Г., Криль Т.В. // «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях : матеріали 13-ої міжнародної наук.-практ. конференції, Київ, Пуща-Водиця, 2014. – С. 149-157.
2. Щербина С.В. Оценка сейсмической опасности жилых зданий в г. Кривой Рог на основе микросейсмических наблюдений / Щербина С.В., Пигулевский П.И., Криль Т.В. // Геоінформатика. – 2012, – №4(44). – С. 66-72.
3. Shcherbina S., Kril T. Information system for analysis of temporal variation of ground accelerations generated by metro trains. // Modern Science. – 2014, – №3. – 30-36.

УДК 528+550.837+553.98
**ГЛИБИННА БУДОВА СВОБОДНЕНСЬКОГО РОДОВИЩА БУРОГО
ВУГІЛЛЯ ЗА ДАНИМИ ПРЯМОПОШУКОВИХ МЕТОДІВ**

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, м. Київ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

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

Представлені результати рекогносцирувального обстеження району розміщення Свободненського родовища бурого вугілля з використанням технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації супутникових знімків. Глибинні горизонти розрізу в цьому регіоні перспективні на виявлення комерційних скупчень конденсату і газу.

Ключові слова: вугілля, конденсат, газ, родовище, глибинна будова.

**ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ СВОБОДНЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
БУРОГО УГЛЯ ПО ДАННЫМ ПРЯМОПОИСКОВЫХ МЕТОДОВ**

Н.А. Якимчук

доктор физико-математических наук

Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, г. Киев

И.Н. Корчагин

доктор физико-математических наук

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Киев

Представлены результаты рекогносцировочного обследования района расположения Свободненского месторождения бурого угля с использованием технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации спутниковых снимков. Глубинные горизонты разреза в этом регионе перспективны на обнаружение коммерческих скоплений конденсата и газа.

Ключевые слова: уголь, конденсат, газ, месторождение, глубинное строение.

**DEEP STRUCTURE OF SVOBODNENSKOE BROWN COAL DEPOSIT
ACCORDING TO DATA OF DIRECT-PROSPECTING METHODS**

M.A. Yakymchuk

Doctor of Physical and Mathematical Sciences

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

I.M. Korchagin

Doctor of Physical and Mathematical Sciences

Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, Kyiv

The results of a reconnaissance survey of area, where the Svobdnenskoye brown coal deposit is located, using the technology of frequency-resonance processing and interpretation of satellite images are presented. The deep horizons of the cross-section in this region are promising for the commercial accumulations of condensate and gas detection.

Key words: coal, condensate, gas, deposit, deep structure.

Вступ. У процесі апробації розроблених мобільних прямопошукових методів [2-3] в районах розташування вугільних басейнів у багатьох випадках в глибинних горизонтах розрізу на ділянках обстеження фіксувалися відгуки на

частотах нафти, конденсату та газу. Такі результати отримані при проведенні експериментальних робіт на вугільних родовищах в Україні, Білорусі, Казахстані [3]. У доповіді представлені матеріали досліджень рекогносцирувального характеру в районі розташування родовища бурого вугілля в Амурській області.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проводяться з використанням мало-витратної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків, вертикального електрорезонансного зондування (сканування) розрізу і методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків і локальних ділянок. Особливості та потенціальні можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань описані більш детально в [2-3].

При частотно-резонансній обробці в рекогносцирувальному режимі підготовлених фрагментів супутникових знімків і фотознімків традиційно використовується граф обробки, що включає наступну послідовність дій (кроків).

1. Фіксація з поверхні Землі наявності (відсутності) відгуків (сигналів) від наступного набору корисних копалин і хімічних елементів: нафта, конденсат, газ, бурштин, фосфор, горючі сланці, брекчія аргілітова, породи газогідратів, газогідрати, вугілля, антрацит, водень, вода (глибинна), вода мертва, алмази, золото, лонсдейліт, сіль калій-магнієва, сіль хлорид-натрієва.

2. Реєстрація відгуків від наявних у розрізі груп осадових, метаморфічних і магматичних порід.

3. Встановлення наявності на площі обстеження глибинних каналів (вулканів), заповнених різними групами порід; визначення глибин розташування коренів вулканів.

4. Встановлення наявності (відсутності) відгуків від нафти, конденсату, газу та бурштину на поверхні (глибині) 57 км - межі синтезу ВВ в глибинних каналах (вулканах), заповнених певними групами порід.

5. Фіксація на поверхні (глибині) 1 м відгуків з верхньої частини розрізу (приповерхневого шару) від нафти, конденсату, газу і фосфору з метою встановлення (підтвердження) факту міграції цих речовин на поверхню.

Результати досліджень. Деякі відомості про Свободненське родовище отримані авторами зі статті [1]. Основна мета проведених експериментів - додаткове підтвердження фактів наявності покладів вуглеводнів в глибинних горизонтах вугільних родовищ.

З використанням даних з опублікованих матеріалів, для обробки підготовлено супутниковий знімок території розташування Свободненського родовища бурого вугілля (рис. 1).

При частотно-резонансній обробці супутникового знімка району розташування родовища (рис. 1) з поверхні отримані сигнали (відгуки) від конденсату, газу, солі калій-магнієвої; відгуки від нафти, брекчії аргілітової,

газогідратів, водню, бурого вугілля(!), залізної руди, алмазів і солі натрій-хлористої не зареєстровані.

Отримано сигнали від 7-ої групи осадових порід (вапняки), а також 1, 2, 3 (слабкий), 4, 5 і 6 (із затримкою) груп магматичних порід.

Відгуки від 7-ої групи осадових порід і калій-магнієвої солі отримані з поверхні, а також на глибинах 50, 68 і 69 км.

Відгуки від води на глибинах 69 і 50 км були відсутні.

Фіксацією відгуків від 7-ої групи осадових порід (вапняки) на різних глибинах (50, 150, 250, 450, 550, 720, 723 км) корінь вулкана, заповненого вапняками, встановлений на глибині 723 км.

На поверхнях 56 і 57 км зареєстровані відгуки від конденсату і газу, від нафти сигнали були відсутні.

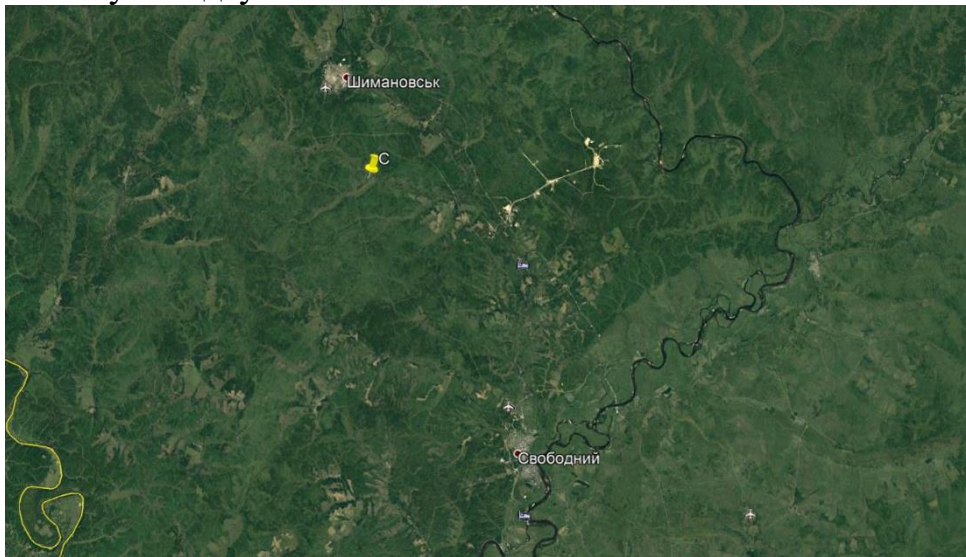


Рис. 1. Супутниковий знімок району розташування Свободненського родовища бурого вугілля в Амурській області.

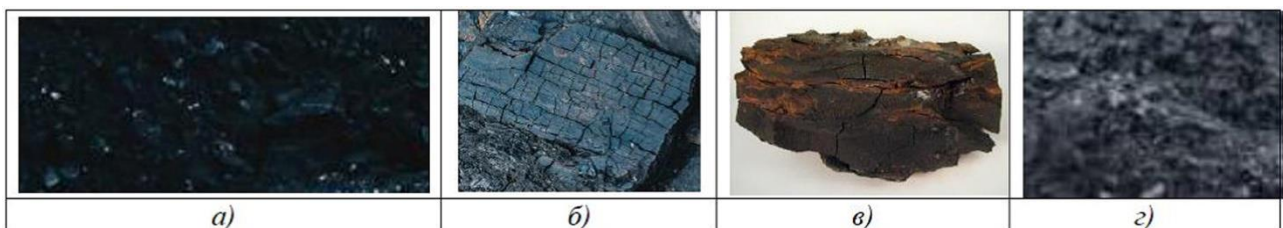


Рис. 2. Фотографії зразків бурого вугілля з родовищ в Амурській області.

При обробці частини знімка на рис. 1 в районі маркера відгуки на частотах використовуваних зразків бурого вугілля не зареєстровані!

У зв'язку з цим для проведення експериментів були використані зразки бурого вугілля з Амурської області (рис. 2). Сигнали на резонансних частотах цих зразків вугілля зафіксовані при обробці знімка на рис. 1, а також його локального фрагмента в районі маркера.

Відгуки на частотах газу зареєстровані на глибині 7 км з нижньої частини розрізу і на глибині 4 км з верхньої частини.

Скануванням розрізу з 3.5 км, крок 1 м, відгуки на частотах газу зареєстровані з наступних інтервалів пошуків: 1) 3770- (інтенсивний) -4660 м;

2) 4845-6100 м; 3) 6900- (інтенсивний) -7580 м. На поверхні 7600 м відгуки на частотах газу з нижньої частини розрізу не отримані.

При частотно-резонансній обробці супутникового знімка з поверхні отримані також відгуки від наступних хімічних елементів: стронцій, вуглець, ітрій, прометій, неодим, самарій, європій, телур, гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній, тантал. Відгуки від золота не зафіксовано!

Основні результати. 1. На площі обстеження виявлено вулкан з коренем на глибині 723 км, заповнений вапняками. У таких вулканічних комплексах на межі 57 км в багатьох випадках створюються умови для синтезу вуглеводнів.

2. В районі Свободненського родовища бурого вугілля доцільно провести детальні пошукові роботи на конденсат і газ.

3. Використання при проведенні пошукових робіт зразків порід і шуканих корисних копалин з районів обстеження підвищує інформативність і змістовність матеріалів, отриманих в процесі частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків.

4. Для виявлення локальних ділянок можливого скупчення вуглеводнів в межах великих блоків можуть також проводитися детальні площинні дослідження з використанням частотно-резонансної технології обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків.

Висновки. Представлені матеріали експериментальних досліджень рекогносцирувального характеру демонструють працездатність, інформативність і оперативність прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків при інтегральній оцінці перспектив нафтогазоносності локальних ділянок і великих блоків. Оперативна і мало-затратна технологія може успішно використовуватися при проведенні пошукових робіт на нафту і газ морських акваторіях, на суші, а також у важкодоступних регіонах земної кулі. Застосування мобільних прямопошукових методів на різних етапах геологорозвідувального процесу на горючі корисні копалини в комплексі з традиційними геофізичними (сейсмічними, в першу чергу) дозволить істотно знизити часові та фінансові витрати на його проведення. Використання цієї технології може принести позитивний ефект при пошуках нафти і газу в глибинних горизонтах розрізу, а також промислових скупчень ВВ в нетрадиційних колекторах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штейнцайг М.Р. Создание центра опережающего индустриального развития на базе Свободненского бурогоугольного месторождения в Амурской области // Уголь. – 2019. – № 1. – С. 50-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-1-50-57>
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты // Геоинформатика. – 2019. – № 1. – С. 5-27.
3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I // Геоинформатика. – 2019. – № 3. – С. 29-51. Часть II // Геоинформатика. – 2019. – № 4. – С. 30-58. Часть III // Геоинформатика. – 2020. – № 1. – С. 19-41.

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

УДК (504.7:542.7):(622.02:528.8.04)

АЕРОКОСМІЧНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЧНОГО ЗБЕРІГАННЯ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

О.Т. Азімов

доктор геологічних наук

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

Розглянуто різні типи геологічних середовищ, що завдяки своїм фізичним та хімічним властивостям придатні для зберігання CO₂. На прикладі світового досвіду охарактеризовано умови розроблених нафтогазових родовищ, глибоких солоних водоносних горизонтів, вироблених кам'яно-сольових і занедбаних вугільних шахт. Наводяться інформативні для уточнення особливостей їх геологічної будови дистанційні методи.

Ключові слова: діоксид вуглецю, геологічне середовище, зберігання, дистанційні методи.

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОХРАНЕНИЯ ДИОКСИДА

УГЛЕРОДА

А.Т. Азимов

доктор геологических наук

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины,
01054, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

Рассмотрены различные типы геологических сред, которые благодаря своим физическим и химическим свойствам пригодные для сохранения CO₂. На примере мирового опыта охарактеризованы условия разработанных нефтегазовых месторождений, глубоких соленых водоносных горизонтов, отработанных каменно-солевых и заброшенных угольных шахт. Наводятся информативные для уточнения особенностей их геологического строения дистанционные методы.

Ключевые слова: диоксид углерода, геологическая среда, сохранение, дистанционные методы.

AEROSPACE ASPECT OF THE RESEARCH FOR THE SETTLEMENT OF A PROBLEM OF GEOLOGICAL DISPOSAL OF CARBON DIOXIDE

O.T. Azimov

Doctor of Geological Sciences

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

The different types of geological surroundings are considered in the context of CO₂ disposal in there, due to their suitable physical and chemical features. Using the international experience the conditions of oil-gas field development, deep salt aquifers, dead salt pits and abandoned coal mines are characterized. The informative remote sensing methods to detail the features of their geological structure are represented.

Key words: dioxide of carbon, geological environment, storage, remote sensing methods.

У контексті глобального потепління загальновізнано, що основною його причиною є збільшення атмосферних концентрацій парникових газів, зокрема, й вуглекислого газу (діоксиду вуглецю – CO₂). Існує широкий спектр заходів та дій для зменшення антропогенних викидів CO₂ в атмосферу. Серед уловлювання та зберігання CO₂ вирізняється закачування його у глибокі геологічні формації.

Геологічні середовища, придатні для зберігання CO₂ завдяки різним фізичним та хімічним механізмам захоплення, повинні мати необхідну ємність і повинні обмежувати і перешкоджати його бічній міграції та/або вертикальному витоку в інші шари, підземні води, ґрунти та/або атмосферу. Такими геологічними середовищами є переважно нафтогазові колектори та осолонені водоносні горизонти, що знаходяться в осадових басейнах. Зберігання газів, включаючи CO₂, у цих середовищах було продемонстровано в комерційному масштабі завдяки операціям з видобутку нафти, зберігання природного газу.

Нафтові та газові родовища довели свою здатність утримувати нафту і газ протягом тривалих (геологічних) періодів часу і, отже, виступають також місцями тривалого зберігання CO₂. Цей варіант є особливо цікавим, коли можна скористатися інжектуванням CO₂ для посилення видобутку нафти (або газу). Крім того, обсяг знань про більшість родовищ нафти та газу є високим, що підтверджує передбачуваність якогось конкретного пласта як потенційної структури для зберігання.

Глибокі солоні водоносні горизонти. Це рішення має великий потенціал з точки зору ємності, хоча невизначеність наявного потенціалу є високою. Це викликано загалом низьким рівнем знання про глибоко залягаючі солоні водоносні горизонти. Проте, здебільшого через високий вміст солі в цих утвореннях їх не можна використовувати як джерела питної/зрошувальної води.

В останні роки використання CO₂ для посиленого видобутку метану з вугільних шарів привертає багато уваги з явних причин. Осадові басейни Землі містять величезну кількість вугілля. Завдання полягає в тому, щоб розблокувати ресурси метану з вугільних пластів економічно вигідним способом.

Каверни в кам'яно-сольових і **занедбаних вугільних шахтах** можуть служити потенційними структурами зберігання CO₂, хоча ємність зберігання буде обмежена. Соляні печери можуть використовуватися для тимчасового зберігання вихлопних потоків CO₂ або ж для інших комерційних цілей. Ці структури вважаються менш придатними для тривалого зберігання CO₂.

Кожне з потенційних місць ін'єкцій має бути оцінено щодо придатності для зберігання кількості CO₂, необхідної для стабілізації його концентрацій в атмосферному повітрі. Критеріями придатності є, по-перше, наявність достатньої кількості пор для зберігання значної частини викидів CO₂ і, по-друге, наявність достатньо стабільної пастки для утримання CO₂ протягом століть.

Демонстраційний проєкт уловлювання та зберігання вуглецю в Шеньхуа (Shenhua Group's carbon capture and storage – CCS – demonstration) є першим пілотним проєктом геологічного зберігання CO₂ у солоних водоносних горизонтах у Китаї, а також першим демонстраційним проєктом CCS на основі вугілля, що включає весь ланцюг від захоплення до зберігання.

Моніторинг, перевірка, облік та оцінка (MVA – monitoring, verification, accounting and assessment) у США є важливим елементом геологічних проєктів зберігання CO₂, оскільки без MVA неможливо зрозуміти долю CO₂ в

нагнітальному пласті або відстежувати будь-які потенційні його викиди у підземні джерела питної води (USDW, underground source of drinking water) або атмосферу. Вибір місця розташування CO₂ та визначення показників потенційного його викиду в атмосферу є значною проблемою, що вимагає застосування існуючих технологій, а також нових підходів до моніторингу великих за площею територій над сховищем. Технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можуть стати рішенням цього питання. Адже аерокосмічні методи мають великий потенціал для доповнення інших технологій завдяки своїй здатності:

- виконуватись неінвазійно;
- ефективно отримувати дані з відносно великих територій з порівняно низькими зусиллями;
- використовуватись як економічно вигідна альтернатива іншим варіантам та
- застосовуватись у спеціальних програмах, де інші форми MVA можуть бути неможливими.

Протягом останнього десятиліття Національна лабораторія енергетичних технологій (NETL, National Energy Technology Laboratory) США розробляє та впроваджує програми дистанційного зондування для вдосконалення моніторингу як геологічних, так і наземних проєктів зберігання вуглецю.

На наш погляд, найбільш придатними з технологій і методів ДЗЗ та геоінформаційних систем (ГІС) для уточнення особливостей геологічної будови та оцінки структур щодо їх придатності для зберігання CO₂ є:

1) структурне дешифрування даних ДЗЗ видимого діапазону електромагнітних хвиль (вияв лінеаментних зон, які можуть бути пов'язані з активними флюїдопровідними розривними структурами у земній корі);

2) дешифрування даних ДЗЗ в інфрачервоному діапазоні (вияв активних флюїдопровідних зон);

3) дешифрування даних ДЗЗ у радіохвильовому діапазоні (вияв зон розуцільнення у гірських породах, визначення ступеня їх вологонасиченості, глибини залягання ґрунтових вод);

4) аналіз спектрів відбиття рослинності за багатозональними даними ДЗЗ у зонах тектонічних порушень (картування гетерогенної будови останніх щодо флюїдопроникності);

5) обробка матеріалів радіолокаційного зондування земної поверхні за методом Sar Interferometry (високоточна – перші міліметри – оцінка сучасних переміщень земної поверхні, геодинамічних процесів).

Як правило, виконавці подібних робіт, принаймні в Україні, обмежуються використанням лише окремих методів.

Для вивчення впливу сховищ CO₂ на екологію довкілля слід залучати багато- та гіперспектральні дані ДЗЗ різних років з метою виявлення змін у відбивній здатності рослинності під дією токсикантів у разі їх витоків.

УДК 553.94+622.33:658.567.1(477.8)

**СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ ВУГЛЕВІСНИХ ПОРІД ВУГІЛЬНИХ
ВІДВАЛІВ**

Д.В. Брик

канд. техн. наук,

О.В. Гвоздевич

Л.З. Кульчицька-Жигайло

М.Р. Подольський

канд. техн. наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
79060, м. Львів, вул. Наукова 3а

Охарактеризовані вугільні відвали, представлено результати технічного аналізу відходів шахти «Межиричанська». Розглянуто розроблені та запатентовані техніко-технологічні рішення використання техногенних вуглевмісних об'єктів.

Ключові слова: відвали вугільних відходів, відходи збагачення вугілля, вуглецевмісні відходи, технологічні рішення.

**СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД УГОЛЬНЫХ
ОТВАЛОВ**

Д.В. Брык

канд. техн. наук

О.В. Гвоздевич

Л.З. Кульчицкая-Жигайло

М.Р. Подольский

канд. техн. наук

Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины,
79060, г. Львов, ул. Наукова 3а

Охарактеризованы угольные отвалы, представлены результаты технического анализа угольных отходов шахты «Межиричанская». Рассмотрены разработанные и запатентованные технико-технологические решения по использованию техногенных углесодержащих объектов.

Ключевые слова: отвалы угольных отходов, отходы углеобогащения, углесодержащие отходы, технологические решения.

**METHODS OF PROCESSING OF CARBONACEOUS ROCKS OF COAL-
WASTE DUMPS**

D.V. Bryk

PhD (Engin.)

O.V. Gvozdevych

L.Z. Kulchytska-Zhyhaylo

M.R. Podolskyu

PhD (Engin.)

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals, NAS Ukraine,
79060, Lviv, Naukova Str. 3a

Coal-waste dumps are characterized and results of the technical analysis of coal wasters from Mezhyrichanska mine are presented. The developed and patented technical and technological solutions for the technogenic carbonaceous objects using are considered.

Key words: coal-waste dumps, coal-enrichment wastes, carbonaceous wastes, technological solutions.

Вугільні шахти Червоноградського гірничопромислового району (ЧГПР) зосереджені на півночі Львівської області, навколо міста Червонограда. Сумарний видобуток вугілля становив у 2017р. – 1,55 млн. т., 2018р. – 1,57 млн. т., 2019р. – 1,36 млн. т. Видобуток вугілля у ЧГПР становить 4,4 % загального видобутку вугілля в Україні. Середня зольність вугілля шахт ДП «Львіввугілля» становила 39,4 %, вугілля трьох шахт – «Червоноградської», «Великомостівської» та «Межирічанської» має зольність понад 45%. Якіснішим є вугілля шахт «Степова» та «Лісова» – зольність менша 30%.

На території ЧГПР є 14 породних відвалів шахт, вони локалізовані або біля скіпових стволів шахт, або на незначній відстані від них, та один відвал ПАТ «Львівська вугільна компанія» – колишня центрально-збагачувальна фабрика (ЦЗФ) «Червоноградська». Загальна площа земельного відводу під відвали складає понад 1 тис. га. У відвалах діючих шахт ЧГПР зосереджено понад 20 млн. м³ відвальних порід.

Найбільшим за площею (76 га) та висотою (понад 60 м) є відвал гравітаційних відходів ЦЗФ «Червоноградська», складається із 5 ярусів, які відділяються терасами. У ньому заскладовано понад 70 млн. т відходів вуглезбагачення фракції 0,5–150 мм з зольністю 78,4–79,3 % і вмістом сірки 3,1 %. Гравітаційні відходи вуглезбагачення – це аргіліти (54–97 %), алевроліти (17–28%), пісковики (2,0–20,7%), вугілля (до 17 %). Найбільша кількість вугілля (20 ÷ 30 %) знаходиться у відходах флотації. У відходах гравітаційного збагачення класу 1 ÷ 13 мм кількість вугілля може досягати 15 %, а у відходах класу 13 ÷ 150 мм – 4 ÷ 7 % [1,2].

З метою встановлення придатності порід вугільних відвалів для термохімічної переробки нами досліджувалися породи терикону шахти «Межирічанська». Шахта «Межирічанська» працює з 1959 р. Балансові запаси на 01.01.2018р. становили 18 млн т, промислові – 10,5 млн т, позабалансові – 3,7 млн. т. Проектна потужність шахти 750 тис. т вугілля в рік. Встановлена виробнича потужність на 01.01.2018р. становить 300 тис. т вугілля в рік. Видобуток у 2018р. – 167 тис. т. Вугілля високозольне – 47%.

Діючий терикон шахти «Межирічанська» розташований на відстані 700 м на захід і південний захід від породного бункера техкомплексу шахти на алювіальних відкладах р. Рати. Фактична площа основи породного відвалу шахти «Межирічанська» на 2017р. становила 282 тис. м², висота відвалу 10–12 м. Транспортування та відсіпка породи у відвал виконується автосамоскидами. Кут відкосу порід – 30–35°. Для захисту прилеглої до породного відвалу відсіпана дамба висотою 2м, для стоку атмосферних опадів між дамбою і укосом відвалу влаштована водовідливна канава. На схилах відвал частково рекультивований шляхом насипання шару піску та суглинків товщиною 0,5–0,7 м, який заріс травною.

У териконі нагромаджено 4,1 млн. т породи. Річний обсяг закладання породи – 40–50 тис. м³. На поверхні терикону переважають негорілі породи.

Породи представлені аргілітами (78 %), алевролітами (14 %), пісковиками (6 %) та вугіллям (2 %).

Відбір проб породи для технічного аналізу проводився у трьох місцях згідно стандартних методик – безпосередньо після конвеєра, на під'їзді до відвалу і з тіла терикону. В лабораторії технічного аналізу Інституту визначалися показники зольності, виходу летких речовин, вмісту вологи і сірки (табл. 1).

Таблиця 1.

Результати технічного аналізу проб терикону шахти «Межирічанська», % мас.

Місце відбору проби	Зольність	Леткі	Вологість	Сірка
	A ^a	V ^a	W ^a	S _t ^a
Подрібнена порода після конвеєра	80,2	12,59	2,12	1,6
На під'їзді до відвалу	82,34	11,98	1,91	4,85
Безпосередньо з терикону	82,87	11,78	1,68	4,07

Відвали порід вуглевидобутку можна розглядати як джерело цінної мінеральної сировини, так і як джерело енергії. Концепція промислової розробки породних відвалів повинна ґрунтуватись на двох складових: вилученні цінних корисних компонентів та утилізації або використанні їх у якості вторинних ресурсів для різних галузей економіки.

Авторами в процесі науково-дослідних робіт були запропоновані і запатентовані технічні рішення щодо використання вуглевмісних порід як додаткової енергетичної сировини (високозольне паливо, газифікація, утилізація тепла відвалу, так і термохімічної переробки).

Розглянемо детальніше технологічну схему способу [3] термохімічної переробки відходів вуглевидобутку – наприклад, шламів Червоноградської ЦЗФ. Спосіб термохімічної переробки відходів вуглевидобутку реалізують наступним чином: підготовлену вугільну пульпу (шлам дрібного вугілля з водою у співвідношенні 1:1) подають в трубчастий реактор-газифікатор, у якому в залежності від термобаричних параметрів проходять хімічні реакції з утворенням метану $2C+2H_2O=CH_4+CO_2$, або з утворенням «водяного газу» $C+H_2O=CO+H_2$.

Після виходу газів із зони реакції їх подають у протиточний водяний теплообмінник, де проводять різке охолодження – «гартування» утвореного синтез – газу. Далі загартований газ через трубчастий елемент – газохід поступає в рекуператор, нагріваючи у ньому водовугільну пульпу, яка у підігрітому стані вводиться в зону реакції газифікатора. Підігріта газами вода з камери гартування теплообмінника по технологічній лінії поступає регульовано у вузол приготування водовугільної пульпи.

Також авторами запатентований інший спосіб комплексної наземної термохімічної переробки водовугільного шламу [4]. Пропонований спосіб містить дві стадії. Перша стадія – отримання водневмісного синтез-газу $CO+H_2$ з водовугільної пульпи у трубчастому реакторі, друга стадія – введення частини отриманого газу у вертикальний шахтний реактор-газифікатор кускового вугілля, для отримання смоли та збагаченого метаном газу. У реакторі процес

горіння організують таким чином, що зону горіння з температурою $T_1 = 850^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ створюють у середній частині реактора, вище якої існує зона піролізу з температурою $T_2 = 400-450^{\circ}\text{C}$. Далі один потік $\text{CO} + \text{H}_2$ рівномірно подають через перфорований колектор вище зони піролізу, у якій утворюються парогазові смоляні продукти, збагачені CO та H_2 . Отриману суміш відводять через колектор, а далі через теплообмінник і сепаратор смоли. При такому «збагаченні» отримують якісніший склад вугільної смоли для подальшого виробництва паливних та паливно-мастильних продуктів завдяки присутності в отриманій смолі більшої кількості низькокиплячих фракцій та зменшенню вмісту ароматичних вуглеводнів.

Крім того, другий потік водневмісного газу подають через колектор у зону розжареного до температури $850^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ вугілля, у якій при певних термобаричних умовах відбувається синтез газу з підвищеним вмістом метану. Збагачений метаном газ відводять для споживача, або домішують його частину до газу, який отримують з середньої частини шахтного реактора-газифікатора, при цьому частину збагаченого метаном газу можна вводити додатково для стимулювання процесу отримання більш якіснішого складу цільової смоли.

Таким чином, у запропонованому комплексному двостадійному способі одночасно проводять процеси отримання технологічних та енергетичних газів, так і отримують вугільну смолу.

Висновок. Впровадження інноваційних технологій термохімічної переробки відходів вуглевидобутку сприятиме повнішій розробці породних відвалів, що призведе до покращення стану довкілля в регіоні та слугуватиме сталому розвитку території.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бучинська І.В., Шевчук О.М. Екологічний стан навколишнього середовища Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Матер. Міжн. наук.-техн. конф. "Сталий розвиток територій: енергія, вода, відходи, рекультивация". Львів-Рудно, 06-08 квітня 2011р. – Львів: Тріада плюс, 2011. – ISBN 978-966-486-097-7. – С. 255-262.
2. Брик Д., Гвоздевич О., Кульчицька-Жигайло Л., Подольський М. Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їхнього використання. Геологія і геохімія горючих копалин. 2019. № 4 (181). С. 45-65.
3. Патент на корисну модель № 124857, Україна, МПК(2018. 01) C10J3/00. Спосіб термічного перероблення відходів вуглевидобутку / О. В. Гвоздевич, Д. В. Брик, М. Р. Подольський, А. В. Бучинська, Л. З. Кульчицька-Жигайло – № U2017 10979: заявл. 10. 11. 2017; опубл. 25. 04. 2018, Бюл. № 8.
4. Патент на корисну модель № 131556, Україна, МПК C10J 3/00, C10B 49/02 (2006. 01). Спосіб комплексної двостадійної наземної термохімічної переробки вугілля /О. В. Гвоздевич, Д.В. Брик, Ю. В. Хоха, О.В. Любчак– № U2018 06516: заявл. 11. 06. 2018; опубл. 25. 01. 2019, Бюл. № 2.

УДК 504.53:(622.271.33:622.012)

ГЕОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ

Р. Наков

PhD

Геологічний інститут БАН

Т.С. Куковська

кандидат геол.-мін. наук

О.О. Паришев

кандидат геол. наук

Державна наукова установа "Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України"

Г.А. Лівенцева

кандидат геол. наук

ГО «Спілка геологів України»

Ю.А. Сіра

ДП «Укрнаукоцентр»

м. Полтава, вул. Маршала Бірюзова 53

В Україні широко розвинута інфраструктура пошуків, видобутку, транспортування та переробки корисних копалин, зокрема і паливних. Екологічні небезпеки характерні для всіх техногенно-навантажених регіонів світу.

Ключові слова: техногенно-навантажені регіони, екологія, горючі копалини.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННЫХ РЕГИОНОВ

Р. Наков

PhD

Геологический институт БАН

Т.С. Куковская

кандидат геол.-мин. наук

А.А. Паришев

кандидат геол. наук

Государственное научное учреждение "Центр проблем морской геологии, геоecологии и осадочного рудообразования НАН Украины"

А.А. Ливенцева

кандидат геол. наук

ОО«Союз геологов Украины»

Ю.А. Серая

ГП «Укрнаукоцентр»

м. Полтава, ул. Маршала Бирюзова 53

В Украине широко развита инфраструктура поисков, добычи, транспортирования и переработки полезных ископаемых, в том числе и топливных. Экологические опасности характерны для всех техногенно-нагруженных регионов мира.

Ключевые слова: техногенно-нагруженные региона, экология, горючие ископаемые.

GEOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS

R. Nakov

PhD

Geological Institute of BAS

T.S. Kukovska

PhD

O.O. Paryshev

PhD

State Scientific Institution «Center for Marine Geology, Geoecology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine»

H.A. Liventseva

PhD

NGO «Union of Geologists of Ukraine»

Yu.A. Sira

Ukrnaukgeotsentr

Poltava, street Marshal Biryuzov 53

Ukraine has a well-developed infrastructure for prospecting, extraction, transportation and processing of minerals, including fuel. Environmental hazards are characteristic of all technogenic-loaded regions of the world.

Key words: technogenic-loaded regions, ecology, combustible minerals.

Екологічні небезпеки характерні для всіх техногенно-навантажених регіонів світу. Тому останнім часом більшість країн скорочує видобувну промисловість, закриваючи шахти, зменшуючи та ліквідуючи видобуток корисних копалин. Розробка вугільних покладів України у Дніпровському буровугільному басейні та Закарпатській вугленосній площі відбувається вуглерозрізами, а у Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах проводять шахтні розробки. Видобуток нафти і газу – свердловинами, а газу-метану вугільних родовищ як свердловинами так і у підземних виробках. Незважаючи на різні типи відпрацювання техногенно-порушені ділянки назавжди змінюють морфологію поверхні регіону.

Буре вугілля в Україні розробляють за допомогою вуглерозрізів які зосереджені у Черкаській, Житомирській, Кіровоградській та Закарпатській областях. Такі розробки тривають близько 100 років [4]. За цей час знищено значні площі ґрунтового покриву, а глибина кар'єрів сягає 100 м. При проведенні робіт у вугільних кар'єрах, за правилами техніки безпеки, є обов'язкове зняття покрівлі на ширину не менше однієї проходки. За таких умов розміри кар'єрів збільшуються дуже швидко, а зважаючи що найбільш міцною породою є вугільні пласти, які залягають під пісками та глинами то стійкість стінок у таких розробках є умовною. Ще однією особливістю є обводненість вугільних бучацьких покладів, тобто кар'єр розрізає водоносні горизонти (рис. 1) так як і вугільні шахти, але на значно менших глибинах.

За останні роки у відповідності до співпраці з ЄС щодо зменшення використання викопних палив, пріоритетний напрям у розвитку енергетики набуває відновлювальна енергетика. Оскільки за програмою розвитку відновної енергетики України, її кількість має збільшитися майже у 2-3 рази до 2035 року,

що доцільно використати для покращення екологічного стану техногенно навантажених регіонів, тобто використання енергії вітру та сонця і на території Донецького басейну також [1-4].

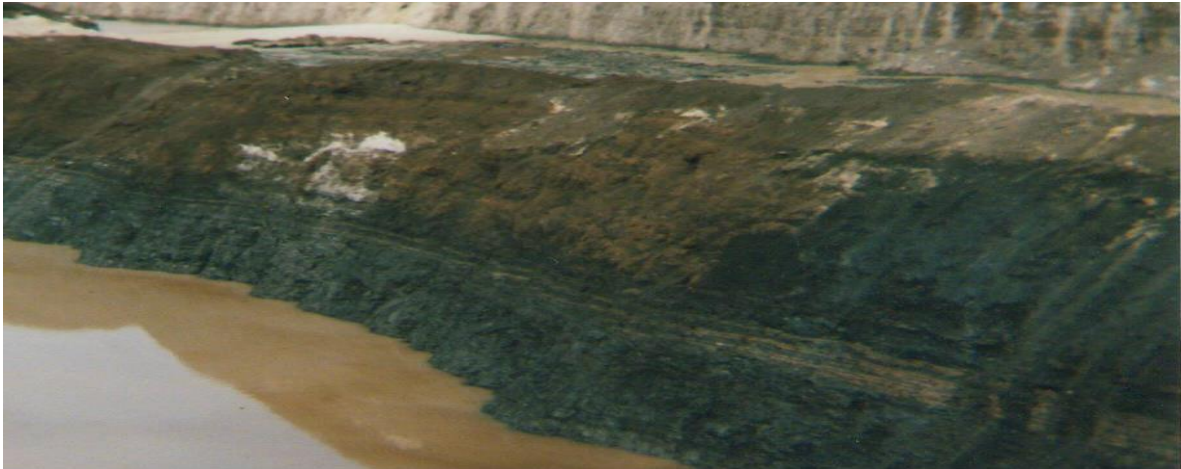


Рис. 1 Розщеплення нижнього та середнього пластів піщано-глинисто-вуглистою верствою, Морозівський вуглерозріз, східна стінка ПК 24-45.

Для відновлення екологічного стану вуглевидобувних регіонів, розглядаючи роботи проведені у Англії та Німеччині, доцільно отримати підтримку у місцевого населення, в тому числі й нинішніх співробітників видобувних, в тому числі й вуглевидобувних підприємств. Звертаючи увагу на природні характеристики та кліматичні особливості регіону варто зважати на сонячне спекотне літо та доволі сильні, переважно, південні та південно-східні вітри, які можливо використовувати на техногенних формах рельєфу. Оскільки терикони є підняттями, то сила та швидкість вітру на них значно збільшуються.

Значне техногенне навантаження мають і приморські (курортні) райони, переважно, на Азово-Чорноморському узбережжі. Де зосереджені металургійні заводи, які негативно впливають як поверхневі води, повітря та ґрунти. Створені відстійники та відвали не тільки змінюють ландшафти, а концентрують забруднюючі речовини утилізуючи відходи підприємств.



Рис. 2. Відвід нафтопродуктів із розвідувальних свердловин на березі Чорного моря

Не виключенням є й видобувні нафтогазові ділянки на березі Чорного моря (рис. 2) та шельфі. Які під час розробки негативно впливають на навколишнє середовище та змінюють курортні й бальніологічні характеристики регіону.

Негативний вплив видобувної та переробної промисловостей у Азово-Чорноморському регіоні посилюється за рахунок збільшення побутового сміття, яке особливо збільшується у кількості в весняно-літньо-осінній період. Щороку негативний вплив збільшується за рахунок речовин які не переробляються природою, але активно використовується населенням.

Отже, у техногенно-навантажених регіонах виділяються наступні екологічні шкоди довкіллю: видобувна промисловість (вугільна, нафтогазова та ін.), переробна (металургія та ін.) промисловість та побутові відходи, що не переробляються природою (пластик та ін.). Відсутність оптимального моніторингу [2] в техногенно-навантажених регіонах значно знижує можливість визначення динаміка відновлення довкілля.

В той же час хочеться зазначити, що використання відновної енергетики, не єдине вирішення питання екологічного відновлення техногенно-навантажених регіонів. Вирішення питання екологічного відновлення техногенно-навантажених регіонів без вивчення геологічної та геоекологічної складової буде частковим.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Денісов Н., Аверін Д., Ющук А. і ін. (2017). Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. – Київ: ВАІТЕ. – 88 с.
2. Положення про проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування: затверджено Міністерством екології та природних ресурсів України 11.03.2013 № 96 / Міністерством екології та природних ресурсів України. – К. – 2013.
3. «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» : Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII // Офіційний вісник України від 12.04.2019 р. - 2019, - № 28, стор. 29, ст. 980.
4. Vergelska N., Vergelska V., Melnik V. (2020) The impact of spent areas coal mines on the environment // IX INTERNATIONAL GEOMECHANICS CONFERENCE. 7 – 11 September 2020 Varna, Bulgaria. P. 304 – 310

УДК 55:502.64

**ФЛОРОНОСНІ ПІСКОВИКИ ПАЛЕОГЕНУ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ:
НАУКОВЕ ЗНАЧЕННЯ ГЕОКОНСЕРВАЦІЇ ЛОКАЦІЙ**

Катерина Деревська

доктор геологічних наук

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Сергій Коженевський

кандидат технічних наук

ТОВ «Водоспад»

Марина Комар

доктор геологічних наук

Національний науково-природничий музей НАН України

Ксенія Руденко

кандидат геологічних наук

Національний науково-природничий музей НАН України

В роботі показано, що геоконсервація ділянок поширення флороносних пісковиків еоцену-олігоцену в межах техногенно-навантаженого Житомирського Полісся має велике наукове значення і визначається як актуальне завдання. Детальне вивчення може допомогти при вирішенні флорогенетичних, палеогеографічних, стратиграфічних питань, а також у визначенні генезису бурштинових покладів Полісся.

Ключові слова: техногенне навантаження, Волинський мегаблок, флороносні пісковики, геоконсервація

**ФЛОРОНОСНЫЕ ПЕСЧАНИКИ ПАЛЕОГЕНА ЖИТОМИРСКОГО
ПОЛЕСЬЯ: НАУЧКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГЕОКОНСЕРВАЦИИ ЛОКАЦИИ**

Екатерина Деревская

доктор геологических наук

Национальный университет «Києво-Могилянська академія»

Сергей Коженевский

кандидат технических наук

ТОВ «Водоспад»

Марина Комар

доктор геологических наук

Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины

Ксения Руденко

кандидат геологических наук

Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины

В работе показано, что геоконсервация участков распространения флороносных песчаников еоцен-олигодена в пределах техногенно-нагруженного Житомирского Полесья имеет большое научное значение и определяется как актуальное задание. Детальное изучение может помочь при решении флорогенетических, палеогеографических, стратиграфических вопросов, а также при определении генезиса янтарных отложений Полесья.

Ключевые слова: техногенная нагрузка, Волинский мегаблок, флороносные песчаники, геоконсервация

THE PALEOGENE FLORA-BEARING SANDSTONES OF ZHYTOMYR POLISSYA: SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF LOCATION GEOCONSERVATION

Kateryna Derevska

Doctor of Geological Sciences

National University of "Kyiv-Mohyla Academy"

Sergiy Kozhenevskyi

Candidate of Technical Sciences

TOV «Vodospad»

Maryna Komar

Doctor of Geological Sciences

National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences of Ukraine

Kseniia Rudenko

Candidate of Geological Sciences

National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences of Ukraine

The paper shows that the geoconservation of the Eocene-Oligocene flora-bearing sandstones distribution areas of within the technogenic-loaded Zhytomyr Polissya is of great scientific importance and is defined as an urgent task. Detailed study can help in solving florogenetic, paleogeographical, stratigraphic issues, as well as in determining the genesis of amber deposits in Polissya.

Key words: technogenic loading, Volyn megablock, flora-bearing sandstones, geoconservation

Природна своєрідність Українського Полісся – похідна геолого-геоморфологічної будови. Найважливішими відмінностями Житомирського Полісся від інших поліських регіонів є його розташування у північно-західній частині Українського щита в межах Волинського мегаблоку; більш високе гіпсометричне положення; значна роль кристалічних порід в будові сучасного рельєфу; широкий розвиток вузьких глибоко врізаних річкових долин; наявність великих лесових островів і менша заболоченість території [1].

Геологічні особливості Житомирського Полісся сприяють інтенсивному розвитку гірничо-видобувної промисловості. Житомирщина характеризується значним обсягом видобування і переробки гранітів, кварцитів, габро, лабрадоритів та інших порід. Найпоширенішими для регіону є будівельні корисні копалини, які видобувають відкритим способом з використанням вибухових методів розробки родовищ будівельний камінь. Це негативно впливає на екологічний стан територій, у тому числі на якість природних вод та стан лісових ґрунтів у зоні техногенного забруднення. Відповідно, Житомирське Полісся відноситься до одного з найбільш техногенно-навантажених регіонів України.

На території Волинського мегаблоку в зоні занурення кристалічного фундаменту визначені ерозійні останці палеогенових пісковиків (еоцен – нижній олігоцен), які містять відбитки листової флори тропічних і субтропічних рослин. Найбільша кількість їх потрапляє у смугу Коростень – Житомир – Новоград-Волинський. Наприкінці ХІХ – початку ХХ століття ці відклади активно досліджувались українськими науковцями (Піменова Н.В., Криштофович А.Н. та інші) на ділянці від початку р. Паромовки до

с. Невіровки. У 50-роках (Станіславський Х.А.), а пізніше, у 80-их роках (Вікулін С.В., Жилін С.Г. та інші) була значно розширена територія їх знаходження.

Територія досліджень характеризується наявністю кристалічних порід, які презентовані рожевими рапаківіподібними гранітами. Пісковики залягають на корі вивітрювання гранітів, іноді на синіх київських мергелях палеогену [1]. Флороносні пісковики поширені близько до поверхні, відслонюються у ярах, на берегах і днищі річок. Вони представлені темно-сірими, буро-коричневими, слабо зцементованими чи щільними пісковиками з відбитками коріння, гілок, листя та плодів (рис. 1).

Геоконсервація локацій геологічного середовища є необхідною складовою для проведення наукових досліджень, які тривають безперервно і поглиблюються разом з розвитком нових наукових методів. В зв'язку з цим, першим у 1967 р. статус геологічної пам'ятки місцевого значення отримало місцезнаходження флороносних пісковиків між сс. Волянщина і Невирівка Житомирської обл. на правобережжі р. Ірша.

На початку ХХІ ст. в Олевському районі Житомирської області було відкрито нову ділянку ерозійних останців палеогенових флороносних пісковиків. Це одне з небагатьох місць на території Європи, де на поверхню виходять пісковики з добре збереженими відбитками еоценової листової флори. У цих місцях розріз палеогену не повний. Зміни тектонічного режиму призвели до острівного характеру залягання осадових відкладів, що значно ускладнює визначення їх стратиграфічного положення [4]. В районі сс. Замисловичи і Жубровичи осадові утворення залягають на корі вивітрювання гранітів і у вигляді ерозійних останців. Відклади представлені кварцовими пісками і світло-сірими, білими, жовто-бурими дрібнозернистими різної щільності плитчастими пісковиками (рис. 2). Головним мінералом виступає кварц (до 97%); присутні також акцесорні мінерали (циркон, апатит, ставроліт, рутил, дистен) у кількості до 3%. Пісковики перекриваються малопотужними четвертинними відкладами (рис. 3).

За визначеннями Вікуліна С.В. [2] пісковики нової локації вирізняються видами залишків третинної флори, що характерні для субтропічного клімату або перехідного від тропічного. Подальше вивчення розрізу палеогенових пісковиків дозволило розширити наші знання про рослинність і кліматичні умови еоцену Полісся [3].

Загалом, період раннього кайнозою вважається періодом теплого клімату на всій планеті, коли тропічна рослинність складалась з великих листопадних дерев, чагарників і трав'янистих рослин. У пісковиках відбитки флори збереглися окремими прошарками, а також у вигляді поодинокого коріння дерев у щільних плитах пісковика і серед рихлих піщаних утворень. Накопичення листового матеріалу у значній кількості, яке ми спостерігаємо у зразках, сприяло розшаруванню пісковиків. Відсутність сортування рослинного продукту вказує на швидке відкладання їх у водному середовищі за частотої змі-



Рис. 1. Еоценові пісковиками з відбитками кори, листя та плодів
(фото авторів, 2013 р)



Рис. 2. Плітчасті структури пісковиків
(фото авторів, 2015 р.)



Рис. 3. Геологічний розріз палеогенових пісковиків. Фото авторів, 2019 р.)

ни прибережено-морських умов і гвалтовному похованні рослинних решток піщаним матеріалом. Знайдені залишки кореневої системи великих розмірів засвідчать про тривале засипання їх піском, або навпаки, раптове – під час природної катастрофи.

Внаслідок нечіткості стратиграфічного положення і мінливості літологічних властивостей гірських порід, їх регіональне поширення, палеогеографія, фації і регіональні кліматологічні показники, з'ясовані недостатньо. Достовірні результати та інтерпретація отриманих даних

дозволять візуалізувати реальний хід еволюційно-екологічних процесів у палеогені. Можливо також використання фітофосилій для реконструкцій окремих регіональних кліматичних умов. Детальні дослідження і аналіз сприятимуть у вирішенні флорогенетичних, палеогеографічних, стратиграфічних питань, а також у визначенні генезису бурштинових покладів Полісся, які формувались у цей час.

Враховуючи масштаби розробок кристалічних порід відкритим способом в останні роки, оберігати унікальні геологічні утворення без консервації об'єктів наукової спадщини стає неможливим. Оскільки пісковики містять рослинні рештки, дослідження яких має велике наукове значення, геоконсервація ділянок їх поширення в межах техногенно-навантаженого Житомирського Полісся визначається як актуальне завдання.

Збереження ресурсних функцій об'єктів природної спадщини надає можливість розвивати науковий історико-геологічний туризм у Поліссі; дозволяє використовувати геологічні об'єкти в процесі викладання природничих дисциплін у загальноосвітніх закладах, університетах, а також під час тематичних екскурсій для учасників семінарів, форумів та конференцій різного роду.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бухарев В.П. Объяснительная записка к геологической карте м-бу 1:200000. Серия Центрально-Украинская, 1961, 83 с.
2. Викулин С. В. Хвойное *Doliosstrobos* (*Doliosstrobaceae*) из палеогена Украины // Ботанический журнал, 2014. Т. 99, № 5. С. 497-511.
3. Деревська К.І., Коженевський С.Р., Пилипчук О.М., Руденко К.В., Шевчук О.М. Житомирське Полісся– «Легендарна Країна» – унікальний об'єкт для створення в Україні Першого Геологічного парку. /«Современные проблемы геологии»: Сб. научных трудов посв. 155-лет. со дня рожд. ак. П. А. Тутковского, К., 2013. С.343-345
4. Станиславський Ф. А. Палеогеновая флора с. Волянщины. Автореферат..., 1950. 10 с.

**АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ РЕЛЬЄФУ ДОЛИНИ РІЧКИ
ЛЯДОВА У ЗВ'ЯЗКУ З ГІРНИЧОВИДОБУВНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ**

К.І. Деревська

доктор геол. наук

НаУ «Києво-Могилянська академія»

Р.О. Спиця

канд. географ. Наук

Інститут географії НАН України

Г.В. Сільченко

ПП Геологічна компанія «Геомандри»

Є.О. Мирижук

канд. географ. наук

Інститут географії НАН України

За результатами польового моніторингу стану гірських виробок і природних відслонень долини р. Лядова (ліва притока Дністра), отримано новий матеріал щодо антропогенної трансформації рельєфу річкової долини в результаті гірничовидобувної діяльності. Показано вплив антропогенної діяльності на інтенсивність перебігу сучасних екзогенних геолого-геоморфологічних процесів та трансформацію рельєфу і рельєфоутворювальних відкладів в межах річкової долини.

Ключові слова: гірничовидобувна діяльність, рельєф, річкова долина, флювіальна система, антропогенна трансформація.

**ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE RELIEF OF THE LIADOVA
RIVER VALLEY IN CONNECTION WITH MINING ACTIVITIES**

Kateryna Derevska

Doctor of Geological Sciences

National University of Kyiv-Mohyla Academy

Roman Spytzia

PhD (Geographic sciences)

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine

Gennadiy Silchenko

Geological Company "Geomandry"

Yelyzaveta Myryzhuk

PhD (Geographic sciences)

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine

According to the results of field monitoring of the situation of mine workings and natural outcrops of the Liadova river valley (left tributary of the Dniester), new material about anthropogenic transformation of the river valley relief as a result of mining activities was obtained. The influence of anthropogenic activity on the intensity of modern exogenous geological and geomorphological processes and the transformation of relief and relief-forming deposits within the river valley is shown.

Key words: mining activity, relief, river valley, fluvial system, anthropogenic transformation.

**АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЛЬЕФА ДОЛИНЫ РЕКИ
ЛЯДОВА В СВЯЗИ С ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ**

Е.И. Деревская

доктор геол. наук
НаУ «Киево-Могилянська академія»

Р.А. Спица

канд. географ. наук

Інститут географії НАН України

Г.В. Сильченко

ЧП Геологічна компанія «Геомандри»

Е.А. Мирижук

канд. географ. наук

Інститут географії НАН України

По результатам полевого мониторинга состояния горных выработок и природных обнажений долины р. Лядова (левый приток Днестра), получен новый материал по антропогенной трансформации рельефа речной долины в результате горнодобывающей деятельности. Показано влияние антропогенной деятельности на интенсивность современных экзогенных геолого-геоморфологических процессов и трансформацию рельефа и рельефообразующих отложений в пределах речной долины.

Ключевые слова: горнодобывающая деятельность, рельеф, речная долина, флювиальная система, антропогенная трансформация.

У 2018-2020 рр. в рамках виконання НДР «Геологічне різноманіття Волино-Подільської плити та розробка рекомендацій щодо збереження геологічної спадщини» (Національний науково-природничий музей НАНУ), «Системний аналіз стану басейну малих річок України» (НаУ «Кієво-Могилянська академія») і «Трансформованість та стійкість природно-антропогенних геоморфосистем» (Інститут географії НАНУ), проведено комплекс польових моніторингових геолого-геоморфологічних досліджень стратотипових розрізів фанерозою, геологічних пам'яток природи, екологічного стану гірських виробок і природних відслонень в долинах малих річок середньої течії басейну р. Дністра та впливу антропогенної діяльності на перебіг сучасних екзогенних рельєфоутворювальних геолого-геоморфологічних процесів.

Лівобережжя Дністра розміщене в межах Подільської височини, рельєф якої створений в результаті переривчастого денудаційно-аккумулятивного вирівнювання і представлений цокольними структурно-денудаційними рівнинами південно-західного схилу Українського щита, створеними на докембрійських породах внаслідок диференційованих блокових рухів земної кори. Рельєф інтенсивно розчленований долинами лівих приток Дністра та яружно-балковими системами. У геолого-структурному плані досліджувана територія розміщена на межі Волино-Подільської монокліналі і Дністровсько-Бузького блоку УЩ [1]. Складна блокова структура території пояснюється її розміщенням в зоні морфоструктурного вузла, утвореного перетином неотектонічно активних діагональних Подільської і Жмеринської зон розломів [2]. Формування головних рис сучасного рельєфу відбулося в післясарматський час після інверсії тектонічних рухів і зміни нахилу (тектонічного перекосу) блоків фундаменту у південному напрямку [3].

У 2020 р. об'єктом досліджень були рельєф, рельєфоутворювальні відклади та антропогенні форми рельєфу долини р. Лядова, оскільки саме тут розмішена значна кількість кар'єрів з видобутку пісковиків могилівської світи нижнього венду, які активно розроблялися протягом ХІХ та ХХ століть (про видобуток пісковиків і вапняків на берегах річки Лядова згадується з 1803 р.) [4]. Крім того, в межах даної території виділено декілька стратотипових розрізів нижнього і верхнього венду [5].

Ріка Лядова є лівою притокою Дністра. У верхній течії річка протікає у діагональному південно-східному напрямку, а в середній-нижній течії – у субмеридіональному. Довжина річки складає 93 км, а площа водозбірного басейну 748 км² [6]. Абсолютні відмітки рельєфу змінюються від 62,1 м в гирлі до понад 300 м в районі витоку. Поверхня має загальний нахил з півночі на південь і, меншою мірою, з заходу на схід.

Своєрідність рельєфу басейну р. Лядова обумовлена, в першу чергу, геологічною та структурно-тектонічною будовою.

Виток ріки знаходиться на північний захід від с. Дашківці (Віньковецький р-н Хмельницька обл.) в межах Хмельницької структурно-денудаційної середньо розчленованої височини з карстовою морфоскульптурою. У верхній течії річка має широку (1-3 км) долину [7]. Нижче за течією збільшується вертикальна і горизонтальна розчленованість рельєфу. В межах Вапнярської акумулятивно-денудаційної сильно розчленованої рівнини та могилів-Подільської денудаційної сильно зчленованої височини долина річки звужується, набуває форми V-подібного каньйону шириною 0,7-1,5 км. На окремих ділянках русло меандрує. Різка зміна напрямку, або наявність видовжених спрямлених ділянок долини пояснюється впливом різнорангових і різнонаправлених тектонічних порушень.

Головними природними елементами рельєфу долини р. Лядова є русло, заплава, фрагменти низьких надзаплавних терас, гирла коротких, але глибоких ярів і балок. Ширина заплави річки змінюється від 50 до 700 м. У верхів'ї русло річки зарегульоване. Природна заплава затоплена каскадом водосховищ, часто заболочена.

У верхній течії річки русло прорізає кристалічні породи фундаменту, що представлені гранітами та мігматитами. З виходами кристалічних порід пов'язані пороги та водоспади в руслі (рис. 1.). Борти долини на окремих ділянках утворюють круті субвертикальні обриви висотою 10-12 м, в окремих випадках - до 20 м. В бортах долини на поверхню виходять блочні або плитчасті пісковики могилівської світи венду, що підстеляються протерозойськими гранітоїдами (рис. 2). Яри та балки поширені нерівномірно і різні за протяжністю. Звертає увагу лінійне скупчення ярів, які мають північно-західний напрямок тальвегу. В подібних урвищах виступають на поверхню джерела питної води.

Докембрійські осадові відклади каньйону р. Лядова, представлені пісковиками венду, на яких залягають утворення крейди (вапняки крейдоподібні з конкреціями кременів), неогену (піски і вапняки) та

антропогену (леси і лесовидні суглинки). Вендські пісковики залягають на переважно протерозойських середньозернистих гранітах і мігматитах бердичівського комплексу, які виходять на поверхню у верхній течії річки [8].

В межах середнього Придністров'я у 1964-1968 рр. Придністровською геологозйомочною партією Побузької експедиції було проведено геологічну зйомку (м-б 1:50000) і структурно-профільне буріння. За результатами робіт виділено родовища та рудопрояви ряду родовищ неметалічних корисних копалин (мігматити, піски, пісковики, вапняки). Серед найбільш відомих родовищ Слобода-Ярішівське родовище будівельного каменю, Попелюхівське родовище пісковиків, Жеребилівське родовище піску, Іракліївське родовище суглинка тощо.

Кристалічні породи фундаменту здавна використовуються місцевим населенням у якості буту, щебеню, плитки для дорожнього та ландшафтного будівництва. Ще в першій половині XIX століття тут будувались поміщицькі маєтки, створювалися об'єкти ландшафтно-інфраструктури (парки, штучні озера, водоспади) що сприяло розвитку каменотесного промислу (сс. Нижній Ольчедаїв, Ломазов тощо).

В пісковиках, що відслонюються в бортах річкової долини створювалися горизонтальні поверхні для будівництва жилих будівель. Вони також використовувалися для укріплення доріг, річкових берегів, будівництва гребель.

Морські піски неогену, сармату, алювіальні піски пліоценових терас (Жеребилівське родовище) видобувалися у невеликих кар'єрах і використовувалися (і продовжують використовуватися) як будівельна сировина (рис.3).

На сьогодні офіційна видобувна діяльність у регіоні пов'язана з товщею сарматських вапняків, які поширені на вододілах річок Лядова, Серебря і Караєць (рис.4). Їх розробляють великими кар'єрами на полях вододілів чи малими кар'єрами вздовж доріг і використовують як сировину для цукрової промисловості та будівництва (бут, пиляний камінь тощо).

В долині р. Лядова відомо ряд геологічних розрізів, які можуть бути віднесені у розряд стратотипових. До таких належить відслонення в долині р. Лядова в сс. Нижній Ольчедаїв та Іракліївка (поблизу с. Жеребилівка). Тут спостерігається контакт ямпільських пісковиків з ломозівськими і лядівськими відкладами. Ці розрізи виділені як гіпостратотипові для ямпільських верств. Повні розрізи яришівської світи верхнього венду зустрічаються в долині р. Лядова на відрізьку від с. Яструбна до с. Лядова. Стратотиповими для світи є відслонення в с. Яришів. Природні виходи нагорянської світи спостерігаються в нижній течії р. Лядова [5].

Широке поширення у межах басейну р. Лядова мають техногенні форми рельєфу. Русло річки і ряду її притоків зарегульовано численними ставками і водосховищами, які корінним чином змінили природний гідрологічний режим річки та її басейну. Створення ставків і водосховищ значною мірою зменшило ризик затоплення заплави повеневими і паводковими водами, що сприяло її

антропогенному освоєнню. Високий ступінь розораності вододілів і заплави р. Лядова, велика кількість діючих і відпрацьованих (але не рекультивованих, ча-



Рис. 1. Пороги на р. Лядова представлені гранітами бердичівського комплексу. с. Вишеольчедаїв



Рис. 2. Урвища презентовано ямпільськими пісковиками венду поблизу с. Винож



Рис. 3. Піски пліоценових терас (Жеребилівське родовище)



Рис. 4 Сарматські вапняк у кар'єрі на вододілі с. Вишеольчедаїв



Рис. 5. Частково пересохле і замулене річище р. Лядова поблизу с. Винож



Рис. 6. Частково пересохле і засмічене річище р. Лядова поблизу с. Жеребіловка, листопад 2020р.

сто засмічених) кар'єрів на схилах долини, використання важкої техніки на кар'єрах сприяло збільшенню інтенсивності ерозійних процесів. В результаті відбулося збільшення кількості та швидкості накопичення осадового матеріалу (мулу) на дні водних об'єктів до 4 см на рік (рис. 5, 6). Процес аридизації клімату, що спостерігається останніми роками в поєднанні з результатами антропогенного впливу на флювіальну геоморфосистему долини р. Лядова призвів до зменшення об'ємів поверхневого і підземного стоку [7]. В літній період окремі ділянки русла р. Лядова замулюються і частково пересихають.

Зміна гідрологічного і гідрогеологічного режиму, що відбувається в процесі гірничовидобувної діяльності сприяє активізації процесів закритого і напівзакритого карсту у крейдових відкладах, активізації лінійної і площової ерозії, гравітаційних процесів (зсуви, обвали) на стінках кар'єрів.

На сьогодні ділянки з сильним ступенем ураженості небезпечними природно-техногенними процесами становлять від 25 до 36 % площі долини р. Лядова і оцінюються як такі, що мають помірно напружений стан [5].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тектонічна карта України: м-б 1:1000000 / Гол. ред. Круглов С.С., Гурський Д.С., К.: Державна геологічна служба, 2004. 4 арк.
2. Карта разрывных нарушений и основных зон линеаментов юго- запада СССР (с использованием материалов космической съемки). Масштаб 1: 1 000 000. Под ред. Н.А. Крылова. К.: Министерство геологии УССР, 1988. 4 л.
3. Палиенко В.П. Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. К.: Наук. думка, 1992. 116 с.
4. Żerebełówka nad Ladawą // Słownik geograficzny Królestwa Polskiego. Warszawa : Druk «Wieku», 1895. Т. XIV. S. 778.
5. Брацлавський П.Ф. та інші. Пояснювальна записка до ДГК м-б 1:200000 (Волино-Подільська серія), 2008. 193 с. Інтернет ресурс: <http://geoinf.kiev.ua/derzhgeolkarta200-pz-list-m35-28/>
6. Лядова. // Велика сучасна енциклопедія. У 10 т. Т.6.Л-Н. С.103
7. Регіональна доповідь про стан довкілля Вінницької області у 2018 році. Інтернет ресурс: <https://mepr.gov.ua/news/32893.html>
8. Шумлянський та ін. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України. Київ: Знання України, 2003. 273 с.

УДК 553.001/009(477)

ОСНОВНІ ЧИННИКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

М.В. Жикаляк

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

В.О. Булавка

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія», 84511, Донецька область,
м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, dongeo@ukr.net

Реальний стан мінерально-сировинного комплексу України і надзвичайно ускладнена та зарегульована процедура надання спеціальних дозволів на користування надрами для геологічного вивчення та видобування корисних копалин обумовлюють необхідність прийняття ефективних законодавчих актів щодо підтримки сталого розвитку гірничовидобувної промисловості та екологічно ощадливого раціонального надрокористування.

Ключові слова: Раціональне надрокористування, мінерально-сировинний комплекс, сталий розвиток.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ

Н.В. Жикаляк

доктор экономических наук, кандидат геологических наук

В.А. Булавка

государственное региональное геологическое предприятие «донецкгеология»,
84511, донецкая область, г. бахмут, ул. а. сибирцева, 17, dongeo@ukr.net

Реальное состояние минерально-сырьевого комплекса Украины и чрезвычайно усложненная и зарегулированная процедура предоставления специальных разрешений на пользование недр для геологического изучения и добычи полезных ископаемых обуславливают необходимость принятия эффективных законодательных актов по обеспечению поддержки устойчивого развития горнодобывающей промышленности и экологически щадящего рационального недропользования.

Ключевые слова: Рациональное недропользование, минерально-сырьевой комплекс, устойчивое развитие.

MAIN FACTORS OF RATIONAL UNDER-USE IN UKRAINE

M.V. Zhykalyak

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

V.A. Bulavka

State Regional Geological Enterprise "Donetskgeology", 84511, Donetsk region, Bakhmut, O.
Sybirtseva Street, 17, dongeo@ukr.net

The real state of the mineral resources sector of Ukraine and the extremely complicated and regulated procedure for granting special permits for the use of subsoil for geological exploration and mining necessitate the adoption of effective legislation to support sustainable development of the mining industry and environmentally friendly rational use.

Key words: Rational subsoil use, mineral resources sector, sustainable development.

Вступ. В останні роки частка гірничовидобувної промисловості становить менше 6 % обсягу валового внутрішнього продукту (ВВП) України.

Зменшився також вклад мінерально-сировинної продукції в загальних обсягах переробної промисловості, незважаючи на значний нереалізований потенціал вітчизняної мінерально-сировинної бази, оскільки зараз мінерально-сировинний комплекс України базується на 3295 родовищах корисних копалин із понад 9 тисяч розвіданих як потенційно промислових.

Реальний мінерально-сировинний комплекс (МСК) України в докризовий період складався із 10 % великих родовищ, які забезпечували 51 % усього обсягу видобування корисних копалин, близько 27 % - середніх родовищ із 24% від загального видобутку та понад 63 % малих родовищ і ділянок надр, на які приходилася лише чверть загального видобутку мінеральної сировини. Зараз проблема перманентного виснаження найбільш ефективних запасів корисних копалин освоєної мінерально-сировинної бази України ще більш загострилася у зв'язку із територіальними втратами, кардинальними політичними і соціальними змінами в державі та катастрофічним не забезпеченням компенсаційного прирощення у надрах видобутих запасів корисних копалин за рахунок цільових геологорозвідувальних робіт [2].

Недостатній рівень конкурентоспроможності вітчизняної мінерально-сировинної бази і висока енергоємність промислового виробництва в умовах цінових коливань і перманентних кризових явищ обумовлюють необхідність оцінки реального стану МСК України та визначення реальної ліквідності в ринкових умовах облікованих запасів корисних копалин за європейськими стандартами з метою обґрунтування інноваційно-інвестиційних перспектив неоіндустріального розвитку національної економіки на середньо-довгострокову перспективу [1].

Функціонування системи раціонального надрокористування неможливе також без перманентного прирощення високоліквідних запасів корисних копалин у надрах в обсягах їхнього щорічного видобування, збалансованої оптимізації регулюючого впливу спеціально уповноважених державних органів і удосконалення чинних законодавчих актів України щодо підтримки нормативно рентабельного та екологічно ощадливого надрокористування.

Удосконалення економіко-правових аспектів сталого розвитку надрокористування в Україні

Чинні законодавчі, нормативно-правові та регуляторні акти України у сфері надрокористування недостатньо сприяють формуванню ринкових відносин у геологічній і гірничовидобувній діяльності та підтримці інноваційно-інвестиційного сталого розвитку вітчизняний галузей надрокористування [1].

Практично для усіх видів корисних копалин системні проблеми, які стримують інноваційно-інвестиційний розвиток вітчизняного мінерально-сировинного комплексу, пов'язані із не забезпеченням балансу інтересів надрокористувачів, спеціально уповноважених державних органів і місцевого самоврядування, а також із проблемами визначення економічно рівновісної вартості одиниці запасів базових, критичних і стратегічних видів корисних копалин у надрах для обґрунтування початкової вартості спецдозволів на

користування надрами, бухгалтерського обліку та удосконалення рентного оподаткування [2].

Реальний процес переформатування державного стратегічного планування та управління ефективним розвитком вітчизняної мінерально-сировинної бази розпочався у поточному році із запровадження експериментального порядку електронних аукціонів для отримання права (оформлення спецдозволів) на користування надрами з метою геологічного вивчення або видобування корисних копалин і часткової дерегуляції та лібералізації обігу спецдозволів на користування надрами. Крім того з метою створення прозорого та незарегульованого державного управління надрокористуванням, підвищення конкуренції та легалізації відносин у сфері геологічного вивчення надр і видобування корисних копалин великою групою народних депутатів на розгляд Верховної Ради України внесений проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підтримки розвитку вітчизняних галузей надрокористування» [4].

Внесеними на розгляд Верховної Ради України змінами до Кодексу України про надра актуалізовано поняття Державного фонду надр, який включає інтерактивну карту корисних копалин, державний баланс запасів корисних копалин, систему накопичення геологічної інформації та кам'яного матеріалу, відомості про спеціальні дозволи на користування надрами та нерозподілені об'єкти надр, а також державний реєстр артезіанських, газових і нафтових свердловин як нерухомості об'єктів надрокористування [4].

Надання спеціальних дозволів на користування надрами приватизованим вуглевидобувним підприємствам буде здійснюватися шляхом його переоформлення з державного підприємства на нового суб'єкта господарювання без проведення аукціону. Крім того без проведення аукціону спецдозвіл на користування надрами передбачається надавати надрокористувачам, які у встановленому порядку за власні кошти виконали геологічне вивчення ділянки надр та геолого-економічну оцінку запасів корисних копалин, яка затверджена Державною комісією України по запасах корисних копалин (ДКЗ України), а також при розширенні до 50 % меж раніше наданого у користування об'єкту для геологічного вивчення з дослідно-промисловою розробкою корисних копалин на площі до 25 гектарів і підземних вод з водозаборів дебітом більше 300 м³ на добу [4].

У внесених змінах конкретизовані та деталізовані також умови, за якими може здійснюватися припинення права користування надрами (стаття 26). Однак права власності гарантуються тільки на гірничі виробки, артезіанські, газові та нафтові свердловини. Запаси корисних копалин у надрах залишаються не достатньо специфікованими з урахуванням джерела коштів за які вони розвідані – за бюджетні, державні чи приватні [2].

У статті 34 визначені умови та складові для обрахунку початкової вартості спеціального дозволу на видобування корисних копалин з урахуванням тільки запасів корисних копалин, які затверджені протоколом ДКЗ України. Деталізовано також розмір додаткової плати за користування надрами при

розширенні межі чинного спецдозволу (розміру ділянки) та стосовно набуття права видобування нововиявлених корисних копалин. У подальшому геолого-економічні дослідження доцільно приділити удосконаленню механізму визначення вартості спецдозволів на користування надрами та модернізацію нерозподіленого фонду надр з метою стабілізації економічного спаду та обґрунтування неоіндустріального розвитку базових галузей промисловості [2].

Права на геологічне вивчення (пошуково-розвідувальні роботи) в більшості країн світу видаються на строк від 2 до 6 років на площу від перших сотень до 2000 га (в Танзанії – до 400000 га) із правом обґрунтованого продовження на 1-2 роки. При цьому річна оплата дозволу складає від 0,1 до 1,5 доларів США за гектар. Тому запропоновані у змінах Кодексу України «Про надра» початкові ціни спецдозволу на геологічне вивчення з дослідно-промисловою розробкою від 50 до 150 неоподаткованих мінімумів доходу громадян (н.м.д.г.) за гектар є економічно не рівновісними для ділянок надр де відсутні затверджені у встановленому порядку запаси корисних копалин. Зокрема, якщо враховувати, що для організації майбутнього видобування нерудних корисних копалин загальнодержавного значення (за умов їх виявлення, вивчення та затвердження), оптимальна площа первинної «нульової» ділянки повинна складати від 30 до 100 гектарів, тоді початкова ціна продажу на електронному аукціоні спецдозволу в розмірі від 51000 грн. до 170000 грн. на таку «нульову» ділянку є економічно необґрунтованою та незбалансованою. До відома, у Фінляндії дозвіл на геологопошукові роботи взагалі не вимагається, а у деяких країнах, наприклад, Болівії, Венесуелі, Перу, Чілі та США, видається єдиний дозвіл (ліцензія або концесія) на геологічну розвідку та видобування виявлених корисних копалин [2].

Разом з тим, інакше як упереджену та рентоорієнтовану не можна сприймати запропоновану у змінах до Кодексу України «Про надра» норму початкової ціни продажу на електронному аукціоні в розмірі 5 н.м.д.г. для горючих газоподібних та рідких корисних копалин за 1 гектар, незважаючи на те, що для розміщення однієї пошуково-розвідувальної свердловини на природний газ і нафту достатньо площі в 1 гектар з радіусом дренажного їх впливу в залежності від газоводяного контакту (ГВК) у продуктивних горизонтах. Крім того видобування природного газу і нафти є більш прибутковим, чим видобування твердих корисних копалин, а вартість одиниці потенційних у надрах або видобутих запасів вуглеводнів є набагато вищою чим вартість одиниці відповідних запасів твердих корисних копалин. Тому авторами пропонується економічно рівновісна мінімальна та оптимальна початкова ціна спецдозволу на користування ділянкою надр для згрупованих видів корисних копалин (табл. 1). Крім того, враховуючи, що геологічна і гірничовидобувна діяльність характеризуються значними строками реалізації проектів та високими ризиками щодо результатів робіт, надрокористувачам-інвесторам доцільно надавати спеціальні гарантії, а самі дозволи на ділянки надр видавати без проведення електронних аукціонів на підставі заяв із додатками відповідних обов'язкових копій документів [1, 2].

Таблиця 1.

Початкова вартість* спецдозволів на геологічне вивчення з дослідно-промисловою розробкою на ділянку надр де відсутні затверджені у встановленому порядку запаси корисних копалин

Види корисних копалин		Початкова ціна н.м.д.г. за 1 гектар	
		мінімальна	оптимальна
місцевого значення		5	10
Загально державного значення	нерудних корисних копалин	10	30
	благородних, кольорових, рідкісно-метальних, рідкісноземельних, розсіяних і радіоактивних металів, ювелірної, ювелірно-виробної та декоративної сировини, включаючи бурштин	30	50
	горючі газоподібні та рідкі корисні копалини	50	70
	газ метан дегазаційний для забезпечення промислової та екологічної безпеки вуглевидобутку	0	0
	Газ метан вільний видобувний з гранулярних колекторів	2	5

**Неоподаткованих мінімумів доходів громадян (н.м.д.г.) за 1 гектар в рік*

Гірничі відводи з урахуванням потенційної промислової та екологічної небезпеки гірничовидобувної промисловості повинні й надалі залишатися обов'язковим дозвільним документом в якості важливого інструмента державного регулювання для початку та під час видобування корисних копалин. Однак з метою прискорення промислового освоєння родовищ корисних копалин, на етапі оформлення переможцю електронного аукціону спецдозволу на користування надрами або потенційному надрокористувачу у випадках без проведення аукціону, одночасно із спецдозволом доцільно видавати і гірничий відвід.

Раціональне надрокористування передбачає також обов'язкову оцінку впливу видобування корисних копалин на довкілля та забезпечення прозорості у видобувних галузях з оприлюдненням основних фінансово-економічних результатів, загальнодержавних і місцевих податків та зборів тощо. Ефективному реформуванню надрокористування в загальнонаціональних інтересах сприятиме нормативно-правове визначення у законодавчих актах України незаконного (тіньового) видобутку корисних копалин загальнодержавного значення в якості крадіжок державного майна в особливо великих розмірах за фактом правочину [1].

Доцільність функціонування регіональних центрів раціонального надрокористування

Для забезпечення раціонального та ефективного надрокористування при геологічному вивченні надр і видобуванні корисних копалин у новій редакції Кодексу України «Про надра» будуть збережені повноваження центрального та територіальних органів державного геологічного контролю щодо здійснення

контролюючого нагляду шляхом проведення перевірок в установленому законом порядку. Органи державного геологічного контролю уповноважені давати за результатами перевірок обов'язкові для виконання приписи про усунення виявлених недоліків, розраховувати розмір збитків, заподіяних державі у сфері надрокористування, відбирати зразки сировини і продукції для розрахунку збитків і пред'являти претензії про відшкодування заподіяних державі збитків. Крім того звертатися до Адміністративного суду із позовом щодо припинення господарюючими суб'єктами незаконного видобування корисних копалин і зупинення окремих видів робіт, що проводяться з порушенням інструкцій, стандартів та правил і можуть призвести до псування родовищ, суттєвого зниження ефективності робіт або призвести до збитків державі [4].

Однак за результатами роботи колегії Держгеонадр України від 16.06.2020 року контролюючі функції територіальних органів держгеолконтролю суттєво обмежені, а територіальні інспекції державного геологічного контролю без належного нормативно-правового обґрунтування реформовані у відповідні геологічні центри (державні організації): ДО «Західний геологічний центр», ДО «Київський геологічний центр», ДО «Південний геологічний центр», ДО «Північно-східний геологічний центр» і ДО «Східний геологічний центр».

Основною метою та предметом діяльності даних геологічних центрів визначено забезпечення здійснення контролю за виконанням умов спеціальних дозволів на користування надрами або угод про умови користування надрами із формуванням висновків за результатами збору та аналізу інформації щодо обґрунтованості методичного і технологічного забезпечення робіт, оцінкою якості та ефективності геологічного вивчення надр і дотриманням надрокористувачами нормативів і стандартів та виконання умов спецдозволів і програми робіт при видобуванні корисних копалин. Тобто діяльність регіональних геологічних центрів значною мірою відповідає основним напрямкам діяльності територіальних інспекцій державного геологічного контролю щодо запобігання і припинення порушень правил і норм геологічного вивчення та раціонального використання надр [4]. Тому з метою обґрунтування та ефективного функціонування сучасних мінерально-сировинних центрів для забезпечення інноваційно-інвестиційного розвитку видобувних і переробних галузей вітчизняної промисловості їх треба було назвати відповідними регіональними центрами раціонального надрокористування:

- ДО «Західний центр раціонального надрокористування»;
- ДО «Київський центр раціонального надрокористування»;
- ДО «Південний центр раціонального надрокористування»;
- ДО «Північно-східний центр раціонального надрокористування»;
- ДО «Східний центр раціонального надрокористування».

Стабілізація та перспективи інноваційно-інвестиційного неоіндустріального розвитку базових галузей вітчизняної промисловості

обумовлюють необхідність збалансованого вирішення регуляторних, гірничо-геологічних, економічних, екологічних і соціальних проблем гірничовидобувних регіонів у відповідності з європейськими нормами та за умов функціонування в Україні міжнародного стандарту «Ініціатива прозорості видобувних галузей» (ІПВГ) і регіональних центрів раціонального надрокористування. При цьому програма діяльності основних регіональних центрів раціонального надрокористування повинна забезпечувати ефективну взаємодію спеціально уповноважених державних органів з органами місцевого самоврядування для сприяння комплексному геологічному вивченню ділянок надр та екологічно-ощадливому видобуванню корисних копалин і діагностичному моніторингу підземних вод.

Економічні напрями взаємодії регіональних центрів раціонального надрокористування з надрокористувачами повинні включати дослідження у сфері передових виробничих і цифрових технологій, розширення сервісних і консалтингових послуг тощо.

Високий рівень геолого-методичного, аудито-регуляторного, контрольного-аналітичного та інноваційного потенціалу регіональних центрів раціонального надрокористування буде базуватися на вітчизняних традиціях здійснення державного геологічного контролю на території нинішніх Білорусії, Молдавії, України та Ростовської області Російської Федерації в період планової економіки, а також на 25-річному досвіді діяльності територіальних інспекцій державного геологічного контролю України після їх створення у 1995 році.

Висновки

Незважаючи на важливу роль мінерально-сировинної бази для стабілізації економічного спаду та забезпечення інноваційно-інвестиційного розвитку базових галузей промисловості, ефективного відтворення в надрах видобутих запасів корисних копалин за останні 10-12 років знаходиться на критично низькому рівні руйнування всієї системи раціонального надрокористування.

Удосконалення економіко-правового регулювання надрокористування та прийняття Верховною Радою України Закону **«Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підтримки розвитку вітчизняних галузей надрокористування»** дозволить забезпечити інноваційно-інвестиційний розвиток мінерально-сировинного комплексу України на середньо-довгострокову перспективу.

Створення регіональних центрів раціонального надрокористування сприятиме формуванню позитивного ефекту від переходу на ресурсно-інноваційний соціально-економічний розвиток основних гірничо-видобувних регіонів за рахунок функціонування конкурентоспроможного неоіндустріального промислового виробництва, збільшення валового регіонального продукту та приросту доходу консолідованих бюджетів і доходів громадян.

Вітчизняна мінерально-сировинна база повинна стати матеріальною та енергетичною основою сталого розвитку промислового потенціалу України і гарантом соціально-економічного зростання показників національного

господарства, а не обслуговувати олігархічну економіку та бути джерелом опортунізму і рентоорієнтованої поведінки чиновників від геології та надр.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Олександр Амоша, Микола Жикаляк, Олексій Квілінський (2018). Концептуальні напрями удосконалення механізму реформування геологічного сектору та використання корисних копалин в Україні//Інноваційне промислове підприємство у формування сталого розвитку: монографія/ред. кол. О.І. Амоша, Х. Джвігол, Р. Мішкевіч. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ. С. 7-31.
2. Жикаляк Н.В. Государственное регулирование рентных отношений в горной промышленности Украины: моногр. /НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Донецьк, 548с.
3. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року//Закон України від 21.04.2011 № 3268-VI.
4. Проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підтримки розвитку вітчизняних галузей надрокористування»//Інформаційні матеріали Комітету з питань екологічної політики та природокористування Верховної Ради України.

УДК 550.8.012:342:556.044:622.51(477.61/62)

МЕТОДИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ЗМІН ВНАСЛІДОК ЗАТОПЛЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНБАСУ

М.В. Жикаляк

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

С.В. Курєдова,

М.Є. Маринченко

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія»,
84511, Донецька область, м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, dongeo@ukr.net

Висока енергоємність та ресурсоємність вуглевидобувної галузі старопромислових регіонів Донбасу з початком збройного конфлікту на сході України призвели до неконтрольованого закриття та затоплення вугільних шахт, тому прогноз гідродинамічних змін шахтних полів при різних варіантах ліквідації вугільних шахт на основі динамічної моделі шахтних вод і динамічно-фільтраційних закономірностей підземних вод має надзвичайно важливе природоохоронне значення для збереження природно-ресурсного потенціалу Донецької та Луганської областей.

Ключові слова: Еколого-гідрогеологічні зміни, вугільні шахти, затоплення.

МЕТОДИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАТОПЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

Н.В. Жикаляк

доктор экономических наук, кандидат геологических наук

С.В. Куроедова,

М.Е. Маринченко

Государственное региональное геологическое предприятие «Донецкгеология», 84511,
Донецкая область, г. Бахмут, ул. А. Сибирцева, 17, dongeo@ukr.net

Высокая энергоёмкость и ресурсоёмкость угледобывающей отрасли старопромышленных районов Донбасса с началом вооруженного конфликта на востоке Украины привели к неконтролируемому закрытию и затоплению угольных шахт, поэтому прогноз гидрогеологических изменений шахтных полей при различных вариантах ликвидации угольных шахт на основании динамической модели шахтных вод и динамично-фильтрационных закономерностей подземных вод имеет чрезвычайно важное природоохранное значение для сохранения природно-ресурсного потенциала Донецкой и Луганской областей.

Ключевые слова: Эколого-гидрогеологические изменения, угольные шахты, затопление.

METHODOLOGICAL AND REGULATORY ASPECTS OF ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHANGES DUE TO FLOODING OF COAL MINES OF DONBASS

M.V. Zhykalyak

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

S.V. Kuroiedova,

M.E. Marynchenko

State Regional Geological Enterprise "Donetskgeologiya",
84511, Donetsk region, city of Bakhmut, O. Sybirtseva Street, 17, dongeo@ukr.net

High energy and resource intensity of the coal-mining industry of the old industrial regions of Donbass with the beginning of the armed conflict in Eastern Ukraine led to uncontrolled closure and uncontrolled flooding of coal mines, so the forecast of hydrodynamic changes in minefields with different waters is extremely important for the conservation of natural resource potential of Donetsk and Luhansk regions.

Key words: Ecological and hydrogeological changes, coal mines, flooding.

Вступ. Регіональні та зональні зміни еколого-гідрогеологічних умов старопромислових районів Донецької та Луганської областей в умовах тривалого збройного конфлікту призвели до некерованого і неконтрольованого великомасштабного затоплення вугільних шахт на тимчасово непідконтрольній Україні території та в зоні розмежування. Активізація в даних умовах гідрогеофільтраційних режимів геологічного середовища із значними градієнтними змінами локальних і зональних депресій рівнів підземних вод значно ускладнили усталені природно-техногенні умови, гідродинамічні та гідрохімічні характеристики підземних і шахтних вод практично в усіх вуглепромислових районах Донбасу і на прилеглих ділянках непорушеного режиму підземних вод.

Незважаючи на те, що в Донбасі з 1937 року функціонує постійна гідрогеологічна служба з питань шахтної гідрогеології і водозабезпечення підприємств вугільної промисловості та наявності повоєнного досвіду відкачування шахтних вод, затоплених у період німецької окупації, ефективно і комплексно вирішити дані проблеми в умовах збройного конфлікту, розмежування та переважаючої у вітчизняному паливно-енергетичному комплексі корупційно-рентоорієнтованої олігархічної економіки, буде дуже складно, але можливо за умови прийняття загальнонаціональної програми щодо відновлення природно-ресурсного потенціалу українського Донбасу. Тому системний аналіз особливостей еколого-гідрогеологічних умов Донбасу комплексна оцінка еколого-гідрогеологічних ризиків і наслідків неконтрольованого затоплення вугільних шахт з організацією належного функціонування регіонального та зонального моніторингу шахтних і підземних вод є надзвичайно важливим природоохоронним заходом як на загальнодержавному, так і на обласних рівнях.

Особливості еколого-гідрогеологічних умов Донбасу

Підземні води приурочені до всіх відкладів Донецького басейну. Живлення водоносних горизонтів здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних осадків і конденсації. За ступенем гідрогеологічної відкритості вугленосних відкладів карбону на території Донбасу виділяються відкриті, напіввідкриті та закриті гідрогеологічні області. Відкрита область вугленосного Донбасу представлена Бахмутським, Великокам'янським і Торецьким суббасейнами басейну р. Сіверський Донець і Кальміуським та Міуським суббасейнами малих рік Приазов'я, напівзакрита – Сухоторецьким, Лисичанським і Луганським суббасейнами р. Сіверський Донець та Самарським суббасейном лівого схилу р. Дніпро, а закриті області – Солонівсько-Ялинським суббасейном лівого схилу р. Дніпро.

Бахмутський і Торецький гідрогеологічні суббасейни характеризуються складними умовами формування хімічного складу підземних вод від слабко солонуватих ($0,4-1,9$ г/дм³) сульфатно-гідрокарбонатних і натрієво-кальцієвих до хлоридно-сульфатних і кальцієво-натрієвих з мінералізацією $2,2-7,5$ г/дм³. Глибина залягання водоносного комплексу не перевищує 50-100 м, а ефективна потужність водоносних порід верхнього палеозою змінюється від 5м до 90 м, і в середньому складає 40-50 м. У Центральному Донбасі підземні води представлені тріщинними і тріщинно-карстовим типом, які у приповерхневій вивітрілій зоні, потужністю від 44-70 м до 150-200 м утворюють єдиний водоносний горизонт. Нижче цієї зони підземні води циркулюють відокремленими неоднорідними водоносними пластами, гірничо-техногенними порожнинами і зонами тектонічних порушень із середнім модулем підземного стоку $0,5-1,5$ л/сек на 1 кв. км [5]. Хімічний склад підземних вод у зоні дронування річковою мережею змінюється від гідрокарбонатно-кальцієвого до гідрокарбонатно-сульфатно-(сульфатно-гідрокарбонатно)-натрієво-кальцієвого і сульфатно-натрієво-кальцієвого з мінералізацією від $1,5-2,5$ г/дм³ до $3,0-5,0$ г/дм³ в період експлуатації вугільних шахт до $5,1-9,0$ г/дм³ після їх затоплення. Швидкість підняття рівня шахтних вод у період некерованого їх затоплення складала $0,12-0,25$ м/добу. У Верхньокам'янському, Кальміуському і Міуському суббасейнах переважають сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві підземні води з мінералізацією від $1,2$ г/дм³ до $3,0$ г/дм³. Найбільш високомінералізовані кислі шахтні води (від $5-10$ г/дм³ до $25-35$ г/дм³) формуються на верхніх горизонтах вугільних шахт, які видобувають високосірчате вугілля.

Для Сухоторецького, Лисичанського. Луганського і Самарського суббасейнів напівзакритої гідрогеологічної області Донбасу характерним є розвиток перекриваючих відкладів верхнього тріасу, верхньої крейди, палеогену і неогену на більшій частині площі вуглепромислових районів. Водоносний комплекс представлений сульфатно-гідрокарбонатно-(гідрокарбонатно-сульфатних)-натрієвих підземних вод мінералізацією від $1-1,5$ г/дм³ до $3,5$ г/дм³ (на окремих ділянках до 20 г/дм³) у водах хлоридно-натрієвого складу. Водоносні горизонти карбону характеризуються низькою водозбагаченістю і водопровідністю у межах $0,01-5$ м³/добу. У долинах рік змішуються із прісними підземними водами середнього палеогену та алювію.

У закритому Солонівсько-Ялинському суббасейні та на периферійних ділянках суббасейнів напівзакритої гідрогеологічної області живлення водоносних горизонтів вугленосної товщі за рахунок атмосферних опадів і гідравлічний зв'язок практично відсутні [5]. Тому тут на глибинах до 100-120м формуються переважно сульфатно-хлоридно-натрієво-кальцієві підземні води з мінералізацією $1,1-2,1$ г/дм³ [6].

Основним критерієм захищеності водоносних горизонтів кам'яновугільної товщі є локалізація потужних (10-30 м) і витриманих верст водотривких порід кайнозою та антропогену, однак наявність біля 80 випадків наближення гірничих виробок до приповерхневої зони в долинах рік і сотень

старих похилих гірничих виробок на північному і південному крилах Головної антиклінали та на відкритих ділянках інших старопромислових районів Донбасу обумовлюють просторовий зв'язок підземних і поверхневих вод і підвищують рівень екологічної небезпеки у напівзакритих і відкритих вуглепромислових районах Донбасу в умовах масового затоплення вугільних шахт. До відома зараз на дві третини об'єму гірничого масиву та в безпосередній близькості від приповерхневої зони підвищеної тріщинуватості затопленими вважаються не менше 26 вугільних шахт у Донецькій області та 23 шахти у Луганській області. Тому водоносні горизонти у долинах малих рік Луганського, Валикокам'янського, Кальміуського, Міуського і Торецького суббасейнів характеризуються найнижчою захищеністю підземних вод техногенного поверхневого забруднення та забруднення високо мінералізованими шахтними водами при некерованому і неконтрольованому затопленні вугільних шахт. При цьому темпи та масштаб змін еколого-гідрологічного режиму підземних вод є особливо вагомими і значними у густонаселених районах і в зоні розмежування з тимчасово неконтрольованими територіями Донецької та Луганської областей. За результатами виконаних ДРГП «Донецькгеологія» у 2011 році досліджень встановлено, що в районі звалища Горлівського хімічного заводу максимальні концентрації толуолу, хлорбензолу і бензолу в ґрунтах перевищують в 5 разів фонові значення для проммайданчиків регіону, а ступінь забруднення верхнього водоносного горизонту середнього карбону перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) в 11-5300 разів за вмістом фенолів, у 14-1045 за вмістом хлорбензолу і до 90 ГДК за вмістом інших органічних сполук. Крім того особливе занепокоєння міжнародних організацій викликає припинення з 2018 року водовідливу на шахті «Юнком» у м. Бунге, на якій 16.09.1979 року з метою зменшення раптових викидів метану в ізолюваній гірничій виробці на глибині 900-933 м був проведений підземний ядерний вибух (ПЯВ) під назвою експеримент «Кліваж». Потужність ПЯВ становила 200-300 тон тротилового еквіваленту (02,-0,3 кг урану), після якого 95 % продуктів радіоактивного розпаду (стронцію 90, цезію 137 і тритію) були зосереджені в оплавленій ізолюваній камері. На протязі 40 років радіаційних фон на шахті та в шахтних водах відповідав природним фоновим значенням, але після припинення відкачування шахтних вод із горизонту 900 м і переведення водовідливного комплексу з шахти «Юнком» на шахту «Красний Октябрь» проблема щодо імовірної розгерметизації ізолюваної камери та можливих витоків стійких продуктів радіоактивного розпаду залишається відкритою та не вирішеною. Крім того за шість років збройного конфлікту зафіксовано понад 500 аварій та випадків порушення нормального режиму роботи техногенно-небезпечних промислових підприємств [1]. Тому підтоплення шахтними водами приповерхневої зони міст Бунге, Горлівка, Єнакієво, Кіровськ, Первомайськ, Золоте та частково Торецьк, Макіївка і Шахтарськ призведе до відновлення гідравлічного зв'язку поверхневих і підземних вод, масштабного техногенного забруднення земель, природних угідь та забудованих територій із неконтрольованим виходом на денну

поверхню газу-метану [3]. Необхідно акцентувати, що вже зараз некероване та неконтрольоване затоплення вугільних шахт Центрального Донбасу та Первомайського вуглепромислового району призвело до формування тут стійких техногенних гідрогеофільтраційних систем із зональними динамічно-фільтраційними закономірностями відновлення історичних рівнів підземних вод.

Досвід оцінки еколого-гідрогеологічних ризиків при затопленні вугільних шахт

Оцінка впливу частково затоплених вугільних шахт на геологічне середовище і довкілля Донецької та Луганської областей вперше виконана колективом авторів державного геологічного інформаційного фонду «Геоінформ» під керівництвом М.І. Бєсєди [5]. За результатами виконаних досліджень було встановлено, що об'єм гірничих виробок частково затоплених шахт складає 1 млрд. м³, а об'єм шахтних вод – 400 млн. м³. При цьому із-за наявності гідравлічного зв'язку з діючими шахтами значна їх частина виводилася на денну поверхню при відкачуванні шахтних вод на діючих шахтах. Була визначена також динамічна модель затоплення гірничих виробок закритих шахт на протязі 3,26 років із затопленням за цей період двох третин об'єму гірничого масиву шахтних полів, що обумовить збільшення мінералізації підземних вод у зоні активного водообміну – в 40,0-150,0 м від денної поверхні. Прогнозувалось також, що у зв'язку із суттєвим зменшенням скиду шахтних вод у річкову систему малих рік тимчасово знизиться мінералізація поверхневих вод у відповідних суббасейнах і суттєво зменшиться режим їх стоку у межовий період із значним впливом маловодності на режим Грабовського, Вільховатського і Яновського водосховищ. У подальшому, в міру затоплення шахтними водами гірничого масиву, обґрунтовано забруднення водоносних горизонтів середнього карбону та перекриваючих відкладів на всій площі шахтних полів і прилеглих ділянок і наближенням рівня шахтних вод до історичного рівня підземних вод, що призведе до підтоплення та заболочення долин і заплавл малих рік. Вплив затоплених шахт на сусідні діючі або законсервовані шахти буде проявлятися у вигляді надходження шахтних вод через проникні міжшахтні бар'єрні цілики, тектонічні розломи, зони дроблення порід і збійки, а при масовому затопленні вугільних шахт у межах окремих вуглепромислових районів буде затоплений мінералізованою шахтною водою весь об'єм раніше здренованих водоносних горизонтів підземних вод.

У подальшому з урахуванням негативного досвіду інтенсивного неконтрольованого затоплення вугільних шахт у Стаханівському районі було встановлено, що гідрогеологічні та геомеханічні зміни у гірничому масиві закритих шахт і на земній поверхні шахтних полів мають визначальне значення при обґрунтуванні технологічної моделі закриття вугільних шахт старопромислових районів Донбасу. Відсутність методичної бази для обґрунтування екологічно збалансованих проектів закриття вугільних шахт обумовило виконання в 1998-1999 роках у ДВАТ «Дніпродіпрошахт» наукових досліджень під керівництвом професора І.О. Садовенка по вивченню гідрогеологічного режиму в геологічному середовищі та на поверхні землі з

обґрунтуванням технологічної моделі поведінки гірничого масиву, шахтних і поверхневих вод при плановому поетапному закритті вугільних шахт Центрального вуглепромислового району Донбасу, якого так і не відбулося [6].

У Дніпропетровському відділенні Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) в 2001 році були розроблені тимчасові методичні рекомендації щодо методів попередньої оцінки змін гідродинамічної обстановки при закритті вугільних шахт в системі моніторингу підземних вод в Донбасі, а в 2004 році ВАТ «Дондіпрошахт» був розроблений типовий проект при ліквідації вугільних шахт України.

З початком бойових дій в Донбасі у 2014 році основні еколого-гідрологічні дослідження в системі комплексного аналізу даних про стан довкілля в Донецькій та Луганській областях проводяться під керівництвом Координатора Організації безпеки та співробітництва в Європі (ОБСЄ) в Україні та за фінансової підтримки урядів Канади і Австрії. Зокрема, у 2017-2019 роках були проведені дослідження хімічного складу ґрунтів у зоні бойових дій та донних відкладів в основних водосховищах Донецької та Луганської областей, за результатами яких встановлено перевищення у порівнянні з фоновим 2008 роком в 1,1-2 рази (на окремих ділянках у 7-17 разів) вмісту ртуті, ванадію, барію, кадмію, нерадіоактивного стронцію та гамма випромінювання. Випадки високого забруднення з перевищенням гранично допустимих концентрацій в 10 і більше разів вмісту марганцю, сульфідів, хрому і цинку виявлені в донних відкладах р. Кальміус, а марганцю і сульфатів у донних відкладах р. Кальчик [1].

У 2017 році авторським колективом Українського НДІ цивільного захисту Державної служби з надзвичайних ситуацій України та Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України за фінансової підтримки Центру гуманітарного діалогу ім. Анрі Дюнан (Є.О. Яковлев і ін.) виконана «Попередня оцінка екологічної небезпеки резервних джерел питно-господарського водопостачання населення Донецької та Луганської областей за умов АТО» [7]. За результатами досліджень встановлені сумарні показники забруднення ґрунту важкими металами, які в 2-5 разів перевищують фонові значення як на підконтрольній, так і непідконтрольній Україні території Донбасу, а також перевищення відносних показників забруднення у 2-4 рази в резервних джерелах питного та господарського водопостачання в зонах промислового впливу [7].

Колективом Державної екологічної академії (О.І. Бондаром, О.А. Улицьким і В.М. Єрмаковим) у 2018 році виконаний комплексний аналіз екологічної ситуації на території Донецької та Луганської областей, в якому комплексно охарактеризовані об'єкти критичної інфраструктури, потенційно небезпечні об'єкти та екологічні ризики, як на підконтрольній, так і непідконтрольній території Донбасу. Були розроблені також рекомендації щодо мінімізації ризиків і екологічних загроз стосовно кожного із об'єктів критичної інфраструктури [2].

Детальне вивчення гірничо-геологічних, гідродинамічних і гідрохімічних умов шахтних полів ДП «Торецьквугілля» з прогнозом еколого-гідрологічних змін геологічного середовища внаслідок неконтрольованого або некерованого затоплення вугільних шахт в умовах західної частини Центрального Донбасу виконана у поточному році ДРГП «Донецькгеологія» за договором з київським представництвом ВПНО «Філія АКТЕД» (Франція). В результаті виконаних досліджень встановлено, що при затопленні шахт у гірничих виробках будуть формуватися кислі води з мінералізацією до 5-7 г/дм³ і збільшенням вмісту заліза до 3-3,5 мг/дм³.

Внаслідок неконтрольованого затоплення шахт району очікується вихід у приповерхневу зону шахтних вод підвищеної мінералізації на площі 1400 га з підтопленням ділянок землі на площі 2470 га, формуванням депресійної мульди просідання площею понад 7000 га та утворенням раптових провалів над старими гірничими виробками похилих пластових шахт [3]. Рекомендовано підтримувати рівень шахтних вод на глибині від 90 м до 150 м від земної поверхні із облаштуванням двох режимно-дренувальних свердловин на полях шахт ім. Святої Матрони та ім. Артема.

Моделювання сценаріїв щодо історичного затоплення вугільних шахт (відновлення підземних вод) у залежності від початкового об'єму, глибини та процесів видобування вугілля, стратиграфії та складу вугленосних товщ, гідрологічних особливостей району та якості шахтних вод із розрахунком динамічних рівнів у період ведення гірничих робіт та після їх консервації широко використовувалось при закритті вугільних шахт у Німеччині, Польщі та Франції. Однак перспективи використання таких моделей в Донбасі є недостатньо дослідженими та невизначеними в конкретних гірничо-геологічних умовах окремих вуглепромислових районів.

Організація регіонального та зонального моніторингу вод при затопленні вугільних шахт

Недостатньо вирішеною проблемою еколого-гідрологічних досліджень минулих років була та залишається проблема достовірності оцінки ризиків і масштабу впливу неконтрольованого і некерованого затоплення вугільних шахт на геологічне середовище та довкілля з часом та з урахуванням циклічності динамічно-фільтраційних змін підземних вод на периферії шахтних полів. Нерідко оцінка еколого-гідрологічних змін проводилась в умовах відсутності або недостатності для комплексного обґрунтування фактичного матеріалу та без інтерактивного моделювання усіх чинників і процесів.

Підняття шахтних вод до історичного рівня підземних вод у районах масового затоплення вугільних шахт у відповідності з параболічною залежністю після різкого їх підйому в перші 5-7 років може продовжуватися на протязі до 20-25 років з початку неконтрольованого затоплення гірничих виробок у залежності від циклічних змін рівнів та динамічно-фільтраційних закономірностей розповсюдження підземних вод.

Загальнодержавний діагностичний моніторинг непорушеного режиму підземних вод у межах Донецької та Луганської областей здійснюється в неповному обсязі та залежності від щорічного його фінансування за державним

замовленням на залишковому принципі розподілу Держгеонадрами України лімітів коштів за галузями і напрямками робіт. Спостережна мережа загальнодержавного моніторингу непорушеного режиму підземних вод складається із 41 діагностичних свердловини у Донецькій області (11 – на непідконтрольній території) та 42 свердловини у Луганській області.

Обласну мережу слабкопорушеного і порушеного режиму підземних вод у Донецькій області складають 58 свердловин у Донецькій області, в т.ч. 11 свердловин на непідконтрольній території та 80-90 спостережних свердловин у Луганській області. Фінансування з обласного бюджету спостережень за станом підземних вод обласної мережі по Луганській області здійснюється періодично в обсягах до 800-900 тис. гривень на рік, а по Донецькій області упереджено не забезпечується департаментом екології та природних ресурсів Донецької облдержадміністрації (ОДА) з 2010 року.

У *«Регіональній програмі моніторингу стану довкілля в Донецькій області на період 2020-2024 роки»* керівництвом департаменту екології та природних ресурсів Донецької ОДА проігнорована необхідність виконання за рахунок коштів обласного фонду охорони навколишнього природного середовища (ОНПС) спостережень за обласною мережею слабкопорушеного і порушеного режиму підземних вод у зонах промислового впливу та упереджено визначено, що інформація спостережних свердловин загальнодержавного моніторингу непорушеного режиму підземних вод буде використовуватися як дані для обласного моніторингу слабкопорушеного та порушеного режиму підземних вод, що призведе до викривлення фактичних даних і штучного покращення екологічного стану підземних вод у Донецькій області [4]. Крім того Донецькою ОДА в поточному році не забезпечено фінансування з обласного фонду ОНПС передбачених даною програмою першочергових заходів щодо створення опорної обласної мережі моніторингу порушеного режиму підземних вод у зонах промислового впливу. При цьому в 2019 році за кошти обласного фонду ОНПС Луганської ОДА «СхідДРГП» було пробурено 3 із 5 запланованих режимно-дренувальних свердловин у Первомайському вуглепромисловому районі.

Облаштувати режимно-дренувальні свердловини доцільно також у стовбурах (стволах) вугільних шахт, що ліквідуються, в інтервалі від самої верхньої гірничої виробки до земної поверхні перед засипанням і забутовкою стовбурів шахт інертними будівельними матеріалами. Прогнозування та моніторинг гідродинамічних змін при ліквідації вугільних шахт необхідно проводити з урахуванням водного балансу території та наявності гідравлічних зв'язків, а всі проекти щодо консервації або ліквідації вугільних шахт повинні складатися з оцінкою впливу наслідків на довкілля та обов'язковим проведенням екологічного аудиту запланованих заходів і технічних рішень. У системі ISO 14000 любий виробничий об'єкт, який не отримав свідоцтва аудиту та не містить у своєму проекті оцінки впливу на довкілля не має ніяких шансів щодо отримання інвестицій на його реалізацію.

Висновки. У геологічному середовищі та підземних і поверхневих водах Донбасу у зв'язку із неконтрольованим масовим затопленням вугільних шахт і безгосподарським техногенним забрудненням водних ресурсів у зонах промислового впливу як на підконтрольній, так і непідконтрольній Україні територіях Донецької та Луганської областей, відбуваються масштабні еколого-техногенні деградаційні процеси, що впливають на безпечне функціонування об'єктів критичної інфраструктури та екосистеми регіону в цілому.

Геоінформаційна картографічна основа при вивченні еколого-гідрогеологічних змін у районах масового закриття вугільних шахт та при оцінці техногенного впливу промислового забруднення на довкілля повинна базуватися на інтерактивних геологічній, гірничо-геологічній, гідрогеологічній, геогідрохімічній та геолого-екологічній картах масштабу 1:25000, що забезпечить комплексне та ефективне функціонування зонального та регіонального моніторингу геологічного середовища, підземних і поверхневих вод та довкілля в цілому.

Моніторинг підземних і шахтних вод у районах неконтрольованого затоплення вугільних шахт повинен здійснюватися системно і комплексно, перш за все, на регіональному і локально-зональному рівнях із фінансовим забезпеченням функціонування взаємно інтегрованих моніторингових мереж, головним чином, за рахунок коштів обласного фонду ОНПС Донецької та Луганської областей у відповідності з чинним природоохоронним законодавством України і стандартами Європейського Союзу.

Без комплексного екологічно збалансованого вирішення проблеми неконтрольованого затоплення вугільних шахт Донбасу неможливо буде забезпечити ефективне державне регулювання екологією та природокористуванням і в інших гірничовидобувних регіонах України.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Н. Денісов, Д. Аверін, А. Ющук і ін. (2017). Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. – Київ: ВАІТЕ. – 88 с.
2. Звіт про результати вивчення екологічної ситуації на території Донецької та Луганської областей (2018). Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М. – Київ: вид-во Планета. – 72 с.
3. М. Маринченко, С. Куроедова, О. Єдіна (2020). Прогноз еколого-гідрогеологічних змін геологічного середовища внаслідок неконтрольованого або некерованого затоплення вугільних шахт. – Бахмут, ДРГП «Донецькгеологія». – 147 с.
4. Регіональна програма моніторингу стану довкілля в Донецькій області на період 2020-2024 роки/Затверджена 13.01.2020р. – Краматорськ, Донецька ОДА. – 89 с.
5. Региональные изменения геологической среды Донбасса в связи с выводом шахт из эксплуатации: Информационный бюллетень, ГГИФ «Геоинформ»/Н.И. Беседа, И.М. Ксенда, А.В. Лущик и др. – Киев, 1997. – 53 с.
6. И. Садовенко, Ю. Разумный, Л. Бучарский и др. (1999). Отчет о научно-исследовательской работе «Обосновать гидрогеологический режим и технологические решения по его поддержанию при закрытии угольных шахт Центрального района Донбасса» - Днепропетровск, ГОАО «Днепрогипрошахт» - 157 с.
7. Яковлев Є.О. (2017). Попередня оцінка екологічної небезпеки резервних джерел питногосподарського водопостачання населення Донецької та Луганської областей за умов АТО. – Київ. – 126 с.

УДК 504.53:(622.271.33:622.012)(477)

**ВСТАНОВЛЕННЯ ТРЕНДУ ЗМІНИ ПЛОЩІ ПОРУШЕНИХ КАР'ЄРНИМ
ВИДОБУТКОМ ЗЕМЕЛЬ ЗА РІЗНОЧАСОВИМИ КОСМОЗНІМКАМИ (НА
ПРИКЛАДІ МАЛО-БУЗУКІВСЬКОГО ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ)**

М.С. Ковальчук

доктор геологічних наук

Ю.В. Крошко

кандидат геологічних наук

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

На підставі аналізу різночасових космознімків встановлено тренд зміни площі Мало-Бузуківського гранітного кар'єру протягом 1983-2020 роківю

Ключові слова: Черкаська область, Мало-Бузуківський гранітний кар'єр, площа кар'єру, різночасові космознімки.

**УСТАНОВЛЕНИЕ ТРЕНДА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ НАРУШЕННЫХ
КАРЬЕРНОЙ ДОБЫЧЕЙ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВАННИ РАЗНОВРЕМЕННЫХ
КОСМОСНИМКОВ (НА ПРИМЕРЕ МАЛО-БУЗУКОВСКОГО ГРАНИТНОГО
КАРЬЕРА)**

М.С. Ковальчук

доктор геологических наук

Ю.В. Крошко

кандидат геологических наук

Институт геологических наук НАН Украины,
01601, г. Киев, ул. О. Гончара 55б

На основании анализа разновременных космоснимков установлено тренд изменения площади Мало-Бузуковского гранитного карьера в течение 1983-2020 годов

Ключевые слова: Черкасская область, Мало-Бузуковский гранитный карьер, площадь карьера, разновременные космоснимки.

**ESTABLISHMENT OF THE TREND OF CHANGE IN THE AREA
OF DISTURBED QUARRY PRODUCTION OF LAND ON THE BASIS OF
DIFFERENT SPACE IMAGES (ON THE EXAMPLE OF MALO-BUZUKIVSKY
GRANITE QUARRY)**

M.S. Kovalchuk

doctor of Geological Sciences

Yu.V. Kroshko

candidate of geological sciences (PhD)

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine,
01601, Kyiv, Oles Gonchar Str., 55b

Based on the analysis of space images from different times, the trend of changing the area of the Malo-Buzukivsky granite quarry during 1983-2020 has been established.

Key words: Cherkasy region, Malo-Buzukivsky granite quarry, quarry area, space images from different times.

За 25 кілометрів від Черкас поблизу села Малий Бузуків вже понад 30 років розробляють Мало-Бузуківський гранітний кар'єр (рис. 1) [2]. Це один із найбільших покладів граніту в області.



Рис. 1. Мало-Бузуківський гранітний кар'єр

Граніти мають нерівномірне сірувато-червоне забарвлення. Текстура гранітів масивна. Структура гранітна, рідше пегматоїдна, загалом крупнозерниста. Граніти складені мікрокліном (10-30%), альбіт-олигоклазом (до 15%), кварцом (35%), біотитом (до 5%). Біля поверхні граніти сильно звітрені і містять вторинні гіпергенні мінерали: каолінит, лімоніт, гідрогетит, серицит і хлорит.

Розробляє поклади граніту ВАТ «Мало-Бузуківський гранкар'єр», яке входить до Української державної корпорації промисловості будівельних матеріалів «Укрбудматеріали» [2]. Основним видом діяльності підприємства є виробництво гранітної продукції: фракційного щебеню, каменю будового і відсіву. До 1985 року підприємство видобувало до 10 кубометрів породи на рік, а після масштабної реконструкції, об'єми продукції значно зросли [2]. Споживачами продукції є підприємства обласного центру та Смілянського району, зокрема заводи залізобетонних виробів, шляхбуди, ремонтні господарства, організації з будівництва житла. Окрім того, щебінь звідси постачають у Чигиринський, Смілянський, Золотоніський та Драбівський райони.

Видобуток граніту ведеться кар'єрним способом з використанням буровибухових робіт. Розробка Мало-Бузуківського гранітного кар'єру здійснюється з дотриманням усіх передбачених законодавством вимог [2].

Одним з найважливіших аспектів забезпечення державної політики в сфері геологічного вивчення та раціонального використання надр є моніторинг надрокористування [1]. Інформаційно-аналітична система моніторингу надрокористування містить геопросторові дані щодо контурів ліцензійних ділянок, контурів та меж земельних і гірничих відводів, порушених земель [1].

Враховуючи факт збільшення споживачів і нарощування видобутку продукції ВАТ «Мало-Бузуківський гранкар'єр» було вирішено прослідкувати в часі зміну кар'єрного поля. Використання космічних знімків для моніторингу і оцінки стану територій видобутку корисних копалин відкритим способом є ефективним і об'єктивним методом, який дозволяє оперативно отримати результат.

Метою нашої роботи є аналіз динаміки зміни площ земельних ділянок під кар'єрами на підставі використання технологій та алгоритмів геопросторового аналізу для здійснення дистанційних моніторингових спостережень з використанням різночасових космічних знімків.

Для цього були використанні різночасові космознімки Landsat в натуральних кольорах з сайту <https://ers.cr.usgs.gov> [3], а саме Landsat 1-5 (02/06/1983, 15/08/1984, 05/08/1986 pp.), Landsat 4-5 (01/07/1988, 29/06/1990, 01/05/1992, 26/07/1994, 15/07/1996, 21/07/1998, 13/05/2002, 07/09/2004, 11/07/2006, 29/05/2008, 22/07/2010 pp.), Landsat 7 (04/08/2012, 10/08/2014, 14/07/2016 pp.), Landsat 8 (10/06/2018, 17/07/2020 pp), які прив'язані до координатної системи WGS 84.

Наступним етапом було проведено векторизацію території порушених кар'єрним видобутком земель для кожного часового відрізка. Дослідження проводилось з використанням відкритої ГІС QGIS. Після векторизації кар'єрів була обчислена їх площа (рис. 2).

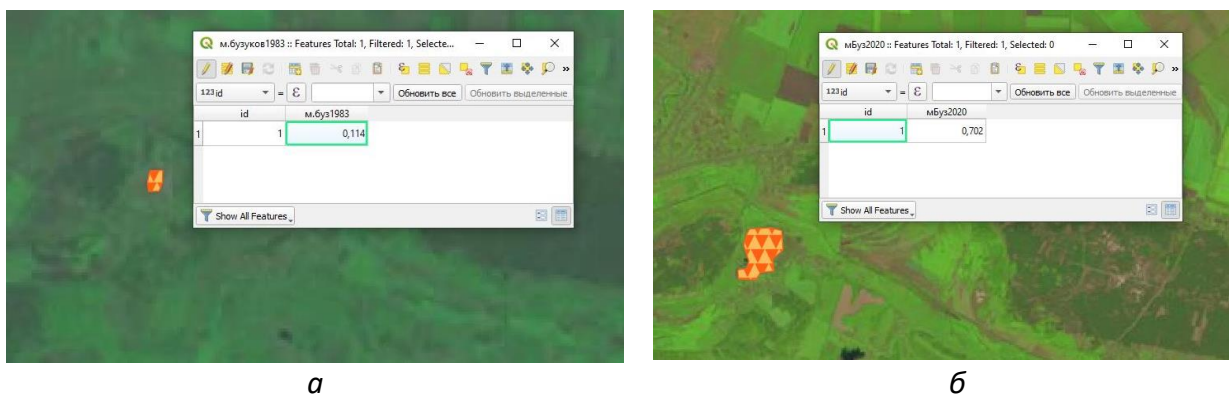


Рис. 2. Відвекторизовані порушені Мало-Бузуківським кар'єром землі з обчисленою площею.
а – 1983 рік; б – 2020 рік

Тренд зміни площі кар'єрного поля упродовж 1983-2020 років представлено у таблиці та на рисунку 3.

Висновки. Аналіз зміни площі порушених земель внаслідок видобутку гранітів протягом 1983-2020 pp. показав, що вона загалом зросла на 0,588 км².

Тренд зміни площі порушених земель упродовж 1983-2020 років

Рік	Площа, км ²	Тренд зміни площі, км ²	Рік	Площа, км ²	Тренд зміни площі, км ²
1983	0,114	0	2006	0,51	+0,161
1986	0,17	+0,056	2008	0,373	-0,137
1988	0,423	+0,256	2010	0,536	+0,163
1992	0,482	+0,059	2012	0,601	+0,065
1996	0,3	-0,182	2012	0,601	0
1998	0,268	-0,032	2014	0,623	+0,022
2002	0,326	+0,058	2016	0,527	-0,096
2004	0,349	+0,023	2018	0,507	-0,02
			2020	0,702	+0,195

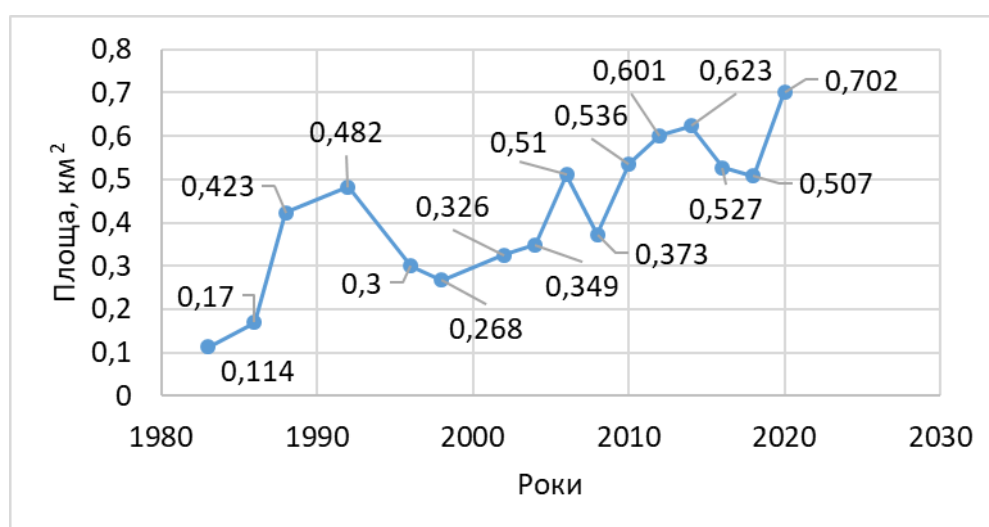


Рис. 3. Графік зміни площі порушених Мало-Бузуківським кар'єром земель.

Найбільше зростання площі порушених земель відбулося у період 1986-1988 рр. (+0,256 км²), а найбільше зменшення (ймовірно за рахунок рекультивативації прилеглих до кар'єру земель) у період 1992-1996 рр. (-0,182 км²). Дещо менше зменшення площі порушених земель встановлено у період 2006-2008 рр. (-0,137 км²), після чого у період 2008-2010 рр. площа порушених земель теж суттєво зросла (+0,163 км²). З 2018 по 2020 рр. площа збільшилася на 0,195 км².

Проведені дослідження показали ефективність застосування різночасових космознімків для експресного моніторингу зміни площі земельних ділянок порушених видобутком корисних копалин відкритим способом.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Положення про проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування: затверджено Міністерством екології та природних ресурсів України 11.03.2013 № 96 / Міністерством екології та природних ресурсів України. – К. – 2013.
2. <http://www.mbgk.ck.ua/>
3. <https://earthexplorer.usgs.gov>

УДК 502.76(624.131.1)(477)

ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ В ІНФРАСТРУКТУРІ ГЕОТУРИЗМУ

Л.В. Самойленко

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

Запропоновано склад відомостей щодо об'єктів геологічної спадщини для створення інформаційної складової інфраструктури геотуризму, що містить мету відвідування, тип, морфоскульптуру об'єкта, напрямок наукового інтересу, доступність, офіційний статус, значення, ступінь цінності.

Ключові слова: інфраструктура геотуризму, об'єкти природно-заповідного фонду.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ГЕОТУРИЗМА

Л.В. Самойленко

Институт геологических наук НАН Украины,
01054, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

Предложен состав сведений по объектам геологического наследия для создания информационной составляющей инфраструктуры геотуризма, содержащий цель посещения, тип, морфоскульптуру объекта, направление научного интереса, доступность, официальный статус, значение, степень ценности.

Ключевые слова: инфраструктура геотуризма, объекты природно-заповедного фонда.

INFORMATIONAL ASPECTS IN THE INFRASTRUCTURE OF GEOTOURISM

L.V. Samoilenko

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine,
01054, Ukraine, Kyiv, O. Honchara str., 55-b.

The composition of information on geological heritage objects is proposed to create an information component of the infrastructure of the geotourism, which contains the purpose of the visit, type, morphosculpture of the object, direction of scientific interest, accessibility, official status, value, degree of value.

Key words: infrastructure of the geotourism, objects of the Natural Reserve Fund.

Відомості щодо об'єктів геологічної спадщини є необхідною складовою інфраструктури геотуризму. Проте, інформація щодо геологічних пам'яток, цікавих як у науковому, освітньому так і в культурно-пізнавальному відношенні, розкидана по різних джерелах та несистематизована, що значно ускладнює користування.

Значна кількість матеріалів, присвячених опису об'єктів, цікавих з точки зору геотуризму в різних регіонах країни, потребує їх узагальнення, систематизації та створення єдиної бази даних, сформованої за єдиним методичним підходом із забезпеченням можливості поповнення та автоматизованого контролю за достовірністю цієї інформації. Обґрунтовані пропозиції щодо переліку відомостей про об'єкти геотуризму, що узгоджуються із нормативно-правовими актами України, пропонуються у цій роботі.

Інформаційна інфраструктура геотуризму повинна містити наступні

відомості.

1. *Мета відвідування* (пізнання): 1) наукова; 2) освітня (геологічні практики для студентів; 3) культурнопізнавальна (естетичне задоволення від подорожі та пізнання).

2. *Тип об'єкта* відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд» [3]: 1) геологічні (відслонення, виходи, оголення тощо) і 2) гідрологічні (ключі, озера, болота, ставки, витoki річок, джерела, свердловини, водоспади) пам'ятки природи [4].

3. *Морфоскульптура* об'єкта, відповідно до уніфікованих відомостей Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду України [2]: 1) останець (скеля, камінь тощо); 2) відслонення (оголення, зразок, розріз і т. д.); 3) підземна порожнина (печера, катакомби, штольня); 4) водний об'єкт (каньйон, водоспад, джерело); 5) інші (метеоритний кратер тощо).

4. *Напрямок наукового інтересу* (за розділами геології) [1]: мінералогічний, петрографічний, літологічний, стратиграфічний, палеонтологічний, геотектонічний, геоморфологічний, гідрогеологічний, інженерно-геологічний тощо.

5. *Офіційний статус* об'єкта геотуризму відповідно за відношенням до природно-заповідного фонду [3]: 1) геологічні та гідрологічні пам'ятки природи офіційно оголошені об'єктами ПЗФ; 2) потенційні об'єкти ПЗФ, що плануються до оголошення; 3) об'єкти рекреації.

6. *Доступність* до об'єкта: 1) доступний (доступ зручний і не обмежений), 2) малодоступний (обмежені правовими та/або фізичним перепонами і доступ можливий за виконання окремих умов); 3) недоступний за існуючих умов. До малодоступних можна віднести об'єкти, розташовані на території заповідників, відвідування яких можливе за відповідними погодженнями, до недоступних – діючий об'єкт промислової розробки, відвідування якого туристами небезпечно.

7. *Значення* відповідно до екологічної, наукової, історико-культурної цінності об'єктів геотуризму, що мають відношення до ПЗФ: 1) загальнодержавне; 2) місцеве. [2, 3].

8. *Ступінь цінності* для об'єктів ПЗФ: 1) міжнародна (території водно-болотних угідь, збереження яких має світове та Європейське значення); 2) національна (видатні пам'ятки природи, в т.ч. печери); 3) регіональна (території, що мають регіональну оздоровчо-рекреаційну цінність); 4) місцева (об'єкти ПЗФ, не віднесені до перших трьох категорій, зокрема геологічні пам'ятки-скелі).

Отже, створення повноцінної інформаційної інфраструктури геотуризму, необхідної для популяризації об'єктів геологічної спадщини, потребує єдиного методичного підходу до набору відомостей щодо їх офіційного статусу та особливостей, узгодженого з чинною нормативно-правовою базою.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геологічні пам'ятки України: (за ред. В.І. Калініна, Д.С. Гурського) В чотирьох томах. – Київ: ДГС ДГРІ, 2006. – Том I-IV.

2. Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду України станом на 01.01.2013 / Мінприроди. URL: <http://pzf.menr.gov.ua/pzf-україни/території-та-об'єкти-pzf-україни.html>. (Дата звернення: 10.02.2020).
3. Про природно-заповідний фонд України: Закон від 16 червня 1992 року № 2456-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>. (Дата звернення: 10.02.2020).
4. Самойленко Л.В. Геологічні пам'ятки природи як об'єкти природно-заповідного фонду (проблемні питання). Геол. журнал № 2, 2020. С. 52-62.

УДК 504.06:622.2+349.4

ЯКІСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ГІРНИЧОГО ВІДВОДУ ВЕРХНЬО-ІРШИНСЬКОГО РОДОВИЩА ТИТАН-ЦИРКОНІЄВИХ РУД ЯК ПРИКЛАД НЕОБХІДНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ЧИННОГО ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Р. М. Шевчук*

Кандидат геологічних наук

В. Є. Філіпович

Кандидат геологічних наук

Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук Національної академії наук України»,
01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

На сьогоднішній день вагомою проблемою пов'язаною з видобуванням корисних копалин є якісне та своєчасне проведення рекультивації порушених земель. Недосконалість чинного законодавства часто призводить до того, що рекультивація проводиться неналежним чином, відтак постає проблема його удосконалення.

Ключові слова: рекультивація, ерозія, охорона природи.

КАЧЕСТВО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГОРНОГО ОТВОДА ВЕРХНЕ-ІРШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ РУД КАК ПРИМЕР НЕОБХОДИМОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Р. М. Шевчук*

Кандидат геологических наук

В. Е. Филипович

Кандидат геологических наук

Государственное учреждение «Научный центр аэрокосмических исследований Земли
Института геологических наук Национальной академии наук Украины»,
01054, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

На сегодняшний день, важной проблемой, связанной с добычей полезных ископаемых есть качественное и своевременное проведение рекультивации нарушенных земель. Несовершенство действующего законодательства часто приводит к тому, что рекультивация проводится ненадлежащим образом, соответственно возникает проблема его усовершенствования

Ключевые слова: рекультивация, эрозия, охрана природы.

THE QUALITY OF RECLAMATION OF MINING CONCESSION OBJECTS OF THE VERKHNO-IRSHINSKY TITANIUM-ZIRCONIUM ORE DEPOSIT AS AN EXAMPLE OF NECESSITY TO IMPROVE CURRENT ENVIRONMENTAL LAWS

R. Shevchuk*

Candidate of Geological Sciences

V. Filipovych

Candidate of Geological Sciences

State institution “Scientific centre for aerospace research of the Earth
of the Institute of geological sciences of the National academy of sciences of Ukraine”,
01054, Ukraine, Kyiv, O. Gonchar str., 55-b.

The significant problem today associated with mining is the quality and timely reclamation of disturbed lands. Imperfection of the current legislation often leads to the fact that reclamation is carried out improperly, thus there is a problem of its improvement.

Key words: reclamation, erosion, environmental protection.

Верхньо-Іршинське родовище титан-цирконієвих руд знаходиться в Хорошівському районі Житомирської області між селами Валки та Радівка. Видобування корисних копалин тут, згідно даних ДНВП «Геоінформ», припинилося у 2006 р., після чого відповідно до чинного законодавства мала розпочатися його рекультивация. Проте проведені авторами дослідження показали, що за 13-річний період з 2006 по 2019 р. частина земель не була рекультивована взагалі, а на більшій частині площі колишніх гірничих об'єктів вона проведена лише частково або неякісно [1].

Умовно ділянку порушених земель в межах 2006 року можна розділити на дві частини: меншу східну, де знаходився кар'єр, та більшу західну, де знаходилися кар'єр, хвостосховище та збагачувальна фабрика. Рельєф східної частини горбоподібний, в центрі якої розташоване підвищення, що знижується до периферії під різним ухилом поверхні в залежності від напрямку (рис.1).

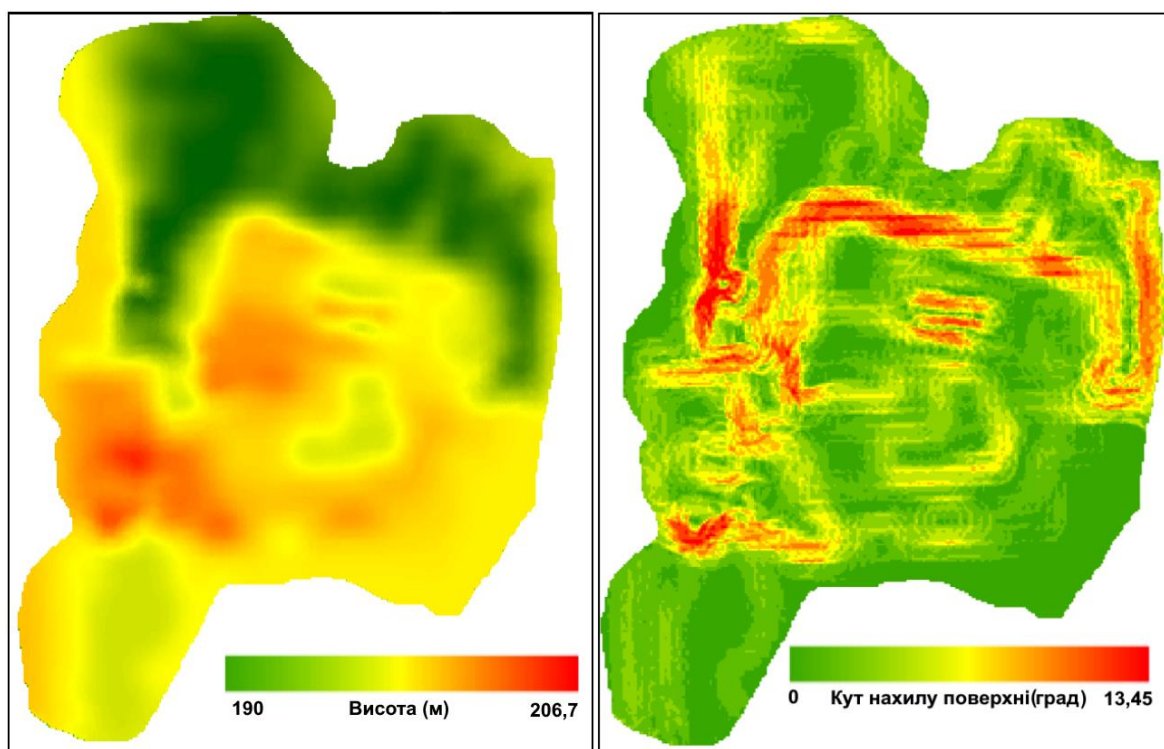


Рис. 1. Картосхема висот (зліва) та кутів нахилу поверхні (справа) східної ділянки порушених земель Верхньо-Іршинського родовища, на основі даних GPS вимірювань

Найбільша крутизна характерна для не рекультивованих схилів, а її показник досягає відмітки у 13.45° , що призводить до розмивання поверхні та замулення водойм. Глибина окремих ярів на цій території перевищує 2 м. (рис 2.), а інтенсивна водна ерозія призводить до постійного розростання їх мережі. Проведені наземні польові дослідження показали, що за період за 14 місяців з травня 2019 по серпень 2020 р довжина частини ярів зросла на 2 і більше метрів

угору, з'явилися нові вимоїни та борозни. В результаті цього частина уже рекультивованих земель була розмита та перетворилася на піщано-глинисті відклади.

Гірничо-технічна рекультивація з дотриманням чинних норм законодавства була проведена на майже 90% площі території, окрім вищезгаданого схилу, проте це не забезпечило стійкості ландшафту.

Справа в тому, що на теперішній час природоохоронне законодавство України, яким регулюються відновлювальні роботи є вкрай недосконалим. Основним нормативно-правовим актом наразі є Закон України «Про охорону земель» [2], у ст. 52 якого закріплений тільки один напрям біологічної рекультивації – сільськогосподарський, а лісогосподарський, який проводиться на досліджуваній ділянці не згадується у чинному законодавстві. Відтак, немає чітких критеріїв, яких повинні дотримуватися лісівники при проведенні відновлювальних робіт, уже не кажучи про врахування протиерозійної стійкості поверхні. А отже існують широкі

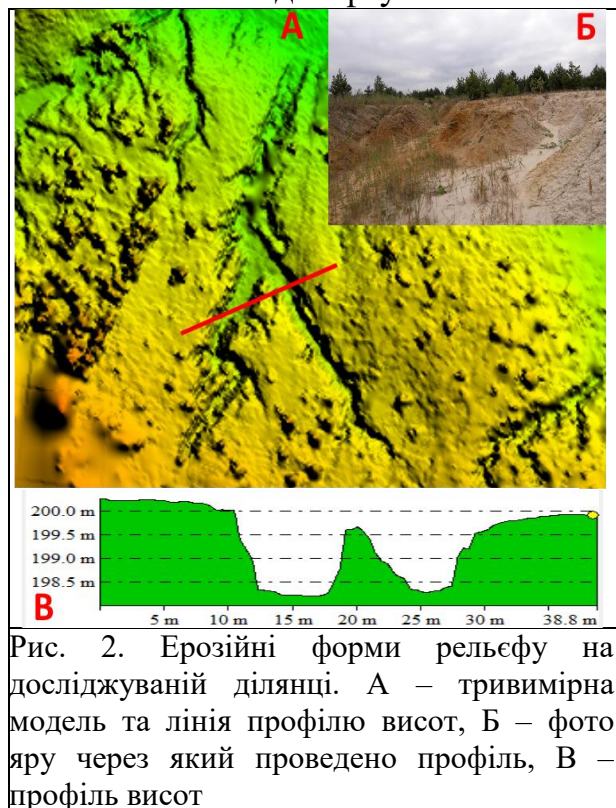


Рис. 2. Ерозійні форми рельєфу на досліджуваній ділянці. А – тривимірна модель та лінія профілю висот, Б – фото яру через який проведено профіль, В – профіль висот

можливості для того, щоб відновлювати ландшафти абияк, не виходячи при цьому за рамки законності. Щодо гірничо-технічної рекультивації, то основна увага законодавства прикута до проблеми збереження ґрунтів. В чинних міждержавних стандартах («Охорона природи. Рекультивація земель. Терміни та визначення» та «Охорона природи. Землі. Класифікація пошкоджених земель для рекультивації.» [3,4]) описано вимоги до процесу знімання ґрунтового покриву, його складування та повторного нанесення. Геоморфологічний же аспект розглянутий слабо: є вимога вирівнювати поверхню та зміцнювати схили, проте не вказані вимоги до їх кривизни в залежності від геологічної основи. А у випадку досліджуваної нами ділянки, саме особливості рельєфу є головним чинником, що впливає на якість рекультивації та основною перешкодою відновленню ландшафтів. Тому удосконалення природоохоронного законодавства повинно, в першу чергу, приймати до уваги результати досліджень геоморфологічної науки та ерозієзнавства. В чинних державних стандартах необхідно прописати максимально допустиму крутизну поверхні ділянки, що підлягає рекультивації, в залежності від гірських порід приповерхневого шару, визначити пріоритетні технології укріплення схилів, чітко вказати часові рамки між кожним етапом рекультивації, а статтю 52 Закону України «Про охорону земель» доповнити змістом про лісотехнічний та інший напрями біологічної рекультивації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шевчук Р. М., Філіпович В. Є. Контроль якості рекультивації порушених видобуванням ільменіту земель за даними супутникової зйомки. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. Трускавець, 2019. Т. 2. С. 147-152.
2. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>. (Дата звернення 22.10.2018).
3. ГОСТ 17.5.3.04-835302-85 от 30.04.1983 № 1521. Охрана природы земли. Общие требования к рекультивации земель. Москва, 1983. 8 с. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1521400-83>. (Дата звернення 18.11.2020).
4. ГОСТ 17.4.3.02-85 от 05.05.1985 № 1294. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. Москва, 1985. 3 с. URL: <http://vsegost.com/Catalog/29/29224.shtml>. (Дата звернення 18.11.2020).

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ПОЖЕЖ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТОРФОВИЩАХ

К.А. Ярошевець

аспірант

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

Велика кількість торфовищ в результаті аварії на ЧАЕС була забруднена радіонуклідами. У статті розглянуто актуальну проблему, що стосується причин виникнення, характеристику торф'яних пожеж та екологічних наслідків пожеж на радіоактивно забруднених торфовищах. Встановлено, що такі пожежі є джерелом вторинного радіоактивного забруднення прилеглих територій так, як радіонукліди у складі аерозолів, газоподібних продуктів згорання (диму та пилу) створює джерело зовнішнього опромінення, інгаляційного та перорального надходження радіонуклідів.

Ключові слова: торф'яні пожежі, радіонукліди, радіоактивне забруднення, радіоактивний смог.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОЖАРОВ НА РАДИОАКТИВНО- ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ

Е.А. Ярошевец

аспирант

Институт геологических наук НАН Украины,
01601, г. Киев, ул. О. Гончара 55-Б

Большое количество торфяников в результате аварии на ЧАЭС была загрязнена радионуклидами. В статье рассмотрены актуальную проблему, касающуюся причин возникновения, характеристика торфяных пожаров и экологических последствий пожаров на радиоактивно загрязненных торфяниках. Установлено, что такие пожары являются источником вторичного радиоактивного загрязнения прилегающих территорий так, как радионуклиды в составе аэрозолей, газообразных продуктов сгорания (дыма и пыли) создает источник внешнего облучения, ингаляционного и перорального поступления радионуклидов.

Ключевые слова: торфяные пожары, радионуклиды, радиоактивное загрязнение, радиоактивный смог.

ENVIRONMENTAL EFFECTS OF FIRES ON RADIOACTIVELY CONTAMINATED PEATLANDS

K.A. Yaroshovets

aspirant

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

A large number of peatlands were contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl accident. The article addresses the current problem of causes, characteristics of peat fires and environmental effects of fires on radioactively contaminated peatlands. It has been established that such fires are a source of secondary radioactive contamination of adjacent areas in a way that radionuclides in aerosols, gaseous combustion products (smoke and dust) create a source of external radiation, Inhalation and oral introduction of radionuclides.

Key words: peat fires, radionuclides, radioactive contamination, radioactive smog.

Торф являє собою складну багатокомпонентну і унікальну природну систему, в яку входять целюлоза, бітуми, лігнін, феноли, гумусові кислоти, що

складаються з вуглецю, водню, кисню та азоту [6,9] – це в значній мірі впливає на екологічний стан довкілля, особливо в останній час, у зв'язку з потеплінням клімату. Торфовища виконують водорегулюючу та природоохоронну функцію, але при всіх своїх «плюсах» вони можуть стати справжнім лихом для людини і головне, порушити тепловий баланс екосистеми [6].

Торф схильний до самонагрівання і до самозаймання [9], при цьому не є обов'язковим приплив тепла ззовні. У процесі зростання температури беруть участь бактерії та мікроорганізми, що витримують нагрів до 70°C, при диханні, виділяється велика кількість тепла. Продукти їх життєдіяльності накопичуються в анаеробних умовах і призводять до поступового нагрівання маси торфу до 60-65°C. При подальшому підвищенні температури торф перетворюється на напівкокс, який схильний до самозаймання під дією кисню [7]. У зв'язку з цим торф відноситься до пожежонебезпечних природних речовин, а при деяких режимах горіння – до вибухонебезпечних [9].

Виділяється три головні чинники виникнення торф'яних пожеж: до першого належить самозапалення торфу у посушливі спекотні роки; до другого «людський фактор» – кинуті недопалки, багаття тощо; третім чинником є грозова активність, а саме «сухі грози» (блискавки без злив) [6].

Такі пожежі виникають частіше в спекотні місяці року, а саме травень-серпень [8], як продовження низових або верхових лісових пожеж і розповсюджуються по тому що знаходяться в землі торф'яному шару на глибину до 50 см і більше [5] і цьому сприяє наявність у ґрунті коріння [1]. Горіння йде повільно, майже без доступу повітря, зі швидкістю 0,1-0,5 м/хв з виділенням великої кількості диму і освітою вигорілих порожнин [5], навіть встановлені пожежі, надзвичайно важко контролювати, і вкрай важко загасити. Вогню на поверхні ґрунту при підземних пожежах немає, лише інколи він пробивається з-під землі, але скоро зникає, виділяється дим, який стелиться. На такі пожежі не впливає ні вітер, ні добові зміни погоди [8].

Торф'яні пожежі зазвичай горять на значно менших за розмірами територіях, в порівнянні лісовими пожежами, проте в них згорає майже в десять разів більше біологічної маси, ніж в разі поверхневих пожеж, а також виділяються більше диму і токсичних газів [9] (сажа, чорний вуглець), «парникові» хімічно активні гази CO₂ (діоксид вуглецю), NO (окис азоту), SO₂ (діоксид сірки) органічні сполуки NH₃ (аміак), H₂CO (формальдегід), C₂₀H₁₂ (бензапірен), феноли, альдегіди) та інші сполуки. Це спонукає подальші зміни клімату, збільшує захворюваність органів дихання, астми та викликає смертність населення [6].

Торф містить до 25% бітумів, які під час пожежі концентруються біля поверхні, що горить, і при її охолодженні водою цементуються в частинки вугілля, таким чином утворюється водонепроникний шар, під яким залишається тління, що можливе навіть при невисокому вмісті кисню в повітрі. Це причина, яка утруднює гасіння торфових пожеж так, як вода не може проникнути до осередку пожежі [5].

В Україні торф'яні пожежі, порівняно з минулим роком, збільшилась у 2,3 рази (2019 рік – 529 пожеж, 2018 рік – 225 пожеж), а площа, пройдена вогнем, майже у 2,2 рази (2019 рік – 524 га, 2018 рік – 233 га). Найбільша кількість торф'яних пожеж виникла у Київській (172 пожежі, 70 га) та Львівській (128 пожеж, 42 га) областях.

Зона Українського Полісся – північна частина Волинської, Житомирської [8], Київської, Рівненської і Чернігівської областей відносяться до зони радіоактивного забруднення (РЗ), перш за все це зони відчуження [3], де значні площі займають ліси та торфовища [8].

Важливим і небезпечним фактором впливу торфових пожеж на забруднених територіях України, Білорусі та Росії є перенесення радіонуклідів та розповсюдження («розповзання») їх по території і створення при певних умовах радіоактивного смогу [2], що призводить до вторинного забруднення прилеглих територій [4].

У продуктах згорання відбувається концентрація РН, а радіоактивний попіл і не згорілі до кінця рослинні залишки стають джерелом відкритих іонізуючих випромінювань, а рівень їх радіоактивного забруднення стає таким, що він досить часто стає рівним радіоактивним відходам. В результаті пожежі підвищується загроза надходження радіонуклідів інгаляційним шляхом для пожежних та населення відносно віддалених регіонів [7], підвищуючи, в свою чергу, ризики як зовнішнього, так і внутрішнього опромінення [4].

Пожежі на радіоактивно забруднених торфовищах, створюють більшу небезпеку, в порівнянні з пожежами в лісах, забруднених радіонуклідами, тому що на торфовищах практично всі РН містяться в приповерхневому торфовому шарі й потрапляють у зону горіння або тління, тоді як у лісі на сьогодні значна частина РН уже емігрувала в приповерхневий шар ґрунту й не потрапляє в зону горіння. Крім того, газодимовий факел пожежі торфовища стелеться низько над землею й повільно поширюється вгору, і тому приземні концентрації РН значно збільшуються, особливо при великій тривалості пожеж на торфовищах [3].

Радіоактивні речовини, які потрапляють в атмосферу концентруються у ґрунті, через вертикальну міграцію з потоком вологи ґрунту РН інтенсивно мігрують з мінерального шару ґрунту вниз за профілем та в рослини через їхню кореневу систему. Радіоактивні речовини, що потрапили в ґрунт, можуть із нього частково вимиватися і потрапляти в ґрунтові води. Проте ґрунт досить міцно утримує радіоактивні речовини, що потрапили в нього, це поглинання РН обумовлює дуже тривале їхнє перебування в ґрунтовому покриві і надходження із цього резервуара в сільськогосподарську продукцію. Залучення РН у харчові ланцюги на радіоактивно забруднених територіях призводить до перевищення дози опромінення окремих осіб та зумовлює опромінення великого контингенту населення низькими дозами, що визначає ймовірність віддалених радіобіологічних ефектів [7].

В роботі проаналізовано актуально проблему пов'язану з пожежами на торфовищах, особливо в умовах глобального потепління та зневоднення, пожежі на торфовищах можуть спонукати подальші зміни клімату, через те що

в атмосферу потрапляє надлишок вуглецю більший ніж рослини та організми всієї Землі можуть поглинути. Особливо екологічно складна ситуація внаслідок пожеж на торфовищах забруднених радіонуклідами. Пожежі на таких торфовищах є джерелами вторинного радіоактивного забруднення прилеглих територій внаслідок виносу радіонуклідів на далекі відстані та випадіння на поверхню землі, підвищений вміст радіоактивних продуктів згоряння в приземному шарі повітря може досягати рівня значень радіаційної небезпеки для довкілля та життєдіяльності населення яке проживає в чистій зоні на значних відстанях від місця пожежі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров С.І. Наукові засади захисту населення і територій від наслідків лісових пожеж з радіаційно небезпечними факторами: монографія/С.А. Єременко, В.Л. Сидоренко, О.М. Смірнова, М.В. Білошицький, Є.А. Власенко, А.В. Пруський, Ю.П. Серета; за заг. ред. П.Б. Волянського. – К.: ТОВ "Інтердрук", 2016. – 203 с.
2. Гаркавий С.Ф. Оцінка та прогнозування вторинного забруднення радіонуклідами навколишнього природного середовища внаслідок лісових радіоактивних пожеж: автореф. дис. канд. тех. наук. Харків, 2004, 23 с.
3. Гаркавий С.Ф. Повторне радіоактивне забруднення території внаслідок пожеж на торфовищах, забруднених радіонуклідами // Проблеми Чорнобиля. – Вип. 10. – Ч. II. – Чорнобиль: МНТЦ «Укриття», 2002. – С.72-75.
4. Дворник, А.А. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека / А.М. Дворник, С.О. Гапоненко, Р.А. Король // Радиация и риск. – 2016. – № 2. – с. 100-108.
5. Дячук А.О. Види та характеристика пожеж в екосистемах і їх вплив на загальний стан екологічної безпеки Хмельницької області / А.О. Дячук // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. - 2016. - Вип. 54. - С. 223-229. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znrviknu_2016_54_31.
6. Ліщенко Л.П., Пазинич Н.В. Моніторинг стану торфовищ для виявлення пожежонебезпечних ділянок за допомогою дистанційних методів / Л.П. Ліщенко, Н.В. Пазинич// Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2016. – № 8. – с. 29–39.
7. Магльована Т.В., Долін В.В. Ключові проблеми екологічного менеджменту радіоактивно забруднених лісових екосистем України/ Т.В. Магльована, В.В. Долін//Технічні науки. – 2020. – №3. – с. 131-142.
8. Романчук Л.Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України [Текст]: монографія / Л.Д. Романчук - Житомир: Полісся, 2015. - с. 300.
9. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 256 с. ISBN 978-5-93970-084-9

ЗМІСТ

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

<i>Баранов В.А.</i> Термогазодинамічні процеси у вугіллі	4
<i>Бойко А.П., Михайлів І.Р., Дубей Н.В.</i> Сульфатність підземних вод, як один із гідрогеологічних показників нафтогазоносності крейдових відкладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину	8
<i>Васильєва І.В.</i> Актуальні проблеми стану автомобільних доріг України	13
<i>Вергельська Н.В.</i> Заповнення газом техногенних колекторів вуглепородних масивів	17
<i>Жикаляк М.В., Жикаляк В.М.</i> Комплексна вартісна оцінка запасів корисних копалин у надрах – гарантія ефективного розвитку мінерально-сировинної бази України	20
<i>Ішков В.В., Козій Є.С.</i> Особливості прогнозу стійкості вуглевміщуючих порід по комплексу геолого-геофізичних методів	27
<i>Ішков В.В., Козій Є.С.</i> Про розподіл берилію у вугільному пласті k ₅ шахти «Капітальна» Красноармійського геолого-промислового району	31
<i>Карамушка О.О.</i> Характеристика структурних особливостей викидонебезпечного вугілля	35
<i>Козій Є.С., Малашкевич Д.С., Макурін А.А., Кошеленко Є.С.</i> Про розподіл ртуті і миш'яку у вугіллі пласта с ₅ поля шахти «Благодатна» Західного Донбасу	39
<i>Нестеренко Т.П.</i> Перспективи створення та використання геолого-математичних моделей родовищ твердих корисних копалин в К-MINE	43
<i>Стефанко С.В.</i> Огляд інформації про катагенетичні перетворювання у відкладах Донбасу	48
<i>Тузяк Я.М.</i> Сучасний стан проблеми номенклатури, класифікації й термінології сфероагрегатних (оолітових) карбонатних порід	52

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Бучинська І.М., Шевчук О.М.</i> Комплексне освоєння Любельського родовища Південно-Західного вугленосного району Львівсько-Волинського басейну	58
<i>Вергельська Н.В., Вергельська В.В., Пимоненко Л.І., Сіра Н.В.</i> Методичні рекомендації для визначення перебігу газодинамічних ситуацій у вугільних виробках в період раптових аварій	62
<i>Маслун Н.В., Жабіна Н.В., Іванік М.М., Вага Д.Д., Супрун І.С.</i> Стратиграфічні критерії прогнозування покладів вуглеводнів в мезо-кайнозойських формаціях України	66
<i>Орленко Т.А.</i> Landslide detection and mapping by geological and remote sensing data	71
<i>Скопиченко І.М., Михайлюк С.Ф., Просняков В.О., Мельник В.В.</i> Застосування методу пульсуючого електромагнітного зондування	73

<i>Філіпович В.Є., Мичак А.Г., Шевчук Р.М., Гейко Ю.В.</i> Застосування матеріалів багатозональної космічної зйомки при пошуках похованих інтрузивних структур	77
<i>Хованець Н.П.</i> Перспективи освоєння водорозчинених газів як додаткового джерела вуглеводнів	81
<i>Щербина С., Пігулевський П., Гаврилюк Р., Кріль Т.</i> Сучасна сертифікована система моніторингу стану геоecологічної безпеки техногенно навантажених районів	85
<i>Якимчук Микола, Корчагін Ігнат</i> Глибинна будова Свободненського родовища бурого вугілля за даними прямопошукових методів	90

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ

<i>Азімов Олександр</i> Аерокосмічний аспект досліджень для вирішення проблеми геологічного зберігання діоксиду вуглецю	95
<i>Брик Д.В., Гвоздевич О.В., Кульчицька-Жигайло Л.З., Подольський М.В.</i> Способи переробки вуглевмісних порід вугільних відвалів	98
<i>Наков Р., Куковська Т.С., Паришев О.О., Лівенцева Г.А., Сіра Ю.А.</i> Геологічні аспекти техногенно-навантажених регіонів	102
<i>Деревська К., Коженевський С., Комар М., Руденко К.</i> Флороносні пісковики палеогену Житомирського Полісся: наукове значення геоконсервації локацій	106
<i>Деревська К., Стиця Р., Сільченко Г., Мирижук Є.</i> Антропогенна трансформація рельєфу долини річки Лядова у зв'язку з гірничовидобувною діяльністю	111
<i>Жикаляк М.В., Булавка В.О.</i> Основні чинники забезпечення раціонального надрокористування в Україні	117
<i>Жикаляк М.В., Курєдова С.В., Маринченко М.Є.</i> Методичні та нормативно-правові аспекти оцінки еколого-гідрогеологічних змін внаслідок затоплення вугільних шахт Донбасу	125
<i>Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.</i> Встановлення тренду зміни площі кар'єрів з видобутку гранітів за різночасовими космознімками	134
<i>Самойленко Л.В.</i> Інформаційні аспекти в інфраструктурі геотуризму	138
<i>Шевчук Р.М., Філіпович В.Є.</i> Якість рекультивації об'єктів гірничого відводу Верхньо-Іршинського родовища титан-цирконієвих руд як приклад необхідності удосконалення чинного природоохоронного законодавства	141
<i>Ярошовець Катерина</i> Екологічні наслідки пожеж на радіоактивно забруднених торфовищах	154