

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



**II МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**

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

Київ 2021

**Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції (Київ, 29 – 30 листопада 2021 р.) – ДУ НЦ ГГГРІ НАН України, 2021. – 127 с.**

**ISBN 978-966-02-9864-4 (електроненне видання)**

У збірнику матеріалів конференції висвітлюють актуальні питання сучасних проблем гірничої геології та геоекології. Публікації відображають роботу конференції, що проходила 29 – 30 листопада 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.

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., Дедеянова 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, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України»  
(Протокол № 6 від 02.12.2020)

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

## **ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА**

## **ФАКТОРИ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ**

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

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

Багаторічні дослідження газоносності вугленосних відкладів Донбасу дозволили встановити, головним чином, регіональні і локальні зміни газових характеристик вугільних пластів, що корелюються з поширенням флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу. Поєднання комплексного вивчення вугільного, вугле-газового та рудного Донбасу, що стало актуальним в нашу добу, дало змогу визначити нові перспективи у пошуках загальних регіональних і локальних закономірностей флюїдодинамічних перетворень під впливом ендо- та екзогенних факторів і перерозподілу корисних копалин вугленосних формацій.

При дослідженні вуглепородних масивів встановлено: зони флюїдної міграції залишаються активними і після відпрацювання вугільної виробки в попередньому режимі.

*Ключові слова:* Донбас, вуглепородний масив, флюїдна міграція, якісна газова складова, тектоніка.

## **FACTORS OF FLUID REDISTRIBUTION IN DONBAS COAL ROCK MASSIFS**

**N. Vergelska, I. Skopychenko, V. Vergelska**

*State institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development  
of National Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

Many years of research on the gas potential of Donbas coal deposits have revealed mainly regional and local changes in the gas characteristics of coal seams, which correlate with the distribution of fluids in the Donbas coal rock massifs. The combination of complex study of coal, coal-gas and ore Donbas, which has become relevant today, allowed to identify new perspectives in the search for general regional and local patterns of fluid-dynamic transformations under the influence of endogenous and exogenous factors and redistribution of coal-bearing minerals.

In the study of coal massifs it was found that the zones of fluid migration remain active even after the development of coal mining in the previous mode.

*Keywords:* Donbas, coal rock massif, fluid migration, qualitative gas component, tectonics.

## **ФАКТОРЫ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФЛЮИДОВ В УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВАХ ДОНБАССА**

**Н.В. Вергельская, И.М. Скопиченко, В.В. Вергельский**

*Государственное учреждение "Научный центр горной геологии, геоэкологии и развития  
инфраструктуры НАН Украины", г. Киев, Украина*

Многолетние исследования газоносности угленосных отложений Донбасса позволили установить главным образом региональные и локальные изменения газовых характеристик угольных пластов, коррелирующихся с распространением флюидов в углепородных массивах Донбасса. Сочетание комплексного изучения угольного, углегазового и рудного Донбасса, которое стало актуальным в наше время, позволило определить новые перспективы в поисках общих региональных и локальных закономерностей флюидодинамических превращений под влиянием эндо- и экзогенных факторов и перераспределения полезных ископаемых угленосных формаций.

При исследовании углепородных массивов установлено: зоны флюидной миграции остаются активными и после отработки угольной выработки в предыдущем режиме.

*Ключевые слова:* Донбасс, углепородный массив, флюидная миграция, качественная газовая составляющая, тектоника.

В останні роки значну увагу приділяють флюїдам (газам, рідинам), їх поширенню та перерозподілу в товщі літосфери. Багаторічні дослідження газоносності вугленосних відкладів Донбасу дозволили встановити, головним чином, регіональні і локальні зміни газових характеристик вугільних пластів, що корелюються з поширенням флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу. Доцільно зазначити що у сучасному стані флюїдодинамічні перетворення, під впливом ендо- та екзогенних процесів, визначені у вигляді газів вуглепородних масивів, піритизації та карбонізації.

Значний внесок у дослідження було зроблено А.Я. Радзівіллом, В.Я. Радзівіллом, М.В. Жикаляком, Л.І. Пімоненко, В.В. Лукіновим, В.Є. Забігайлом, А.З. Широковим, А.М. Брижанєвим, Г.Д. Лідіним та А.І. Кравцовим, О.М. Сукачовим, А.Д. Бондарем, та іншими.

*Методика досліджень та матеріали.* Відбір проб проводився на діючих шахтах Донецько-Макіївського, Красноармійського вугледобувних районів Донбасу та Західному Донбасі. Газоносність вуглепородних масивів визначалися за запатентованою методикою (патент № 79554 від 25.04.2013 [14]) протягом 2010 - 2020 років.

Природа глибинної тектоніки Складчастого Донбасу визначається за взаємовідношеннями структури і рельєфу фундаменту з товщиною і формаційним складом виповнюючих грабен в докембрійських утвореннях товщ неогену (рифей-венду та фанерозою). Докембрійський фундамент, рельєф якого відображений на тектонічній карті, представлений вірогідно, як метаморфічними так і магматичними комплексами кристалічних порід архейського і протерозойського віку, так і рифей-вендськими вулканогенно-осадочними товщами [2]. За закономірністю просторової успадкованості тектоно-магматичних подій фанерозою від рифей-вендських тектоно-магматичних ореолів [2, 4, 8] прогнозується в складі нерозчленованого фундаменту Донецького прогину (грабену) значної кількості магматичних утворень цього

віку і ознак впливу їх на тектоніку, магматизм, седиментогенез і процеси метаморфізму більш пізніх стратиграфічних комплексів. Отже, для міграції флюїдів створювалися сприятливі умови протягом всього часу формування осадово-вулканогенних та осадових відкладів.

В наш час прояви флюїдів та минулих флюїдних систем можемо спостерігати у вуглепородних масивах на глибинах 200 – 1600 м. Зміни визначені у постгенетичних (вторинних) процесах крім тектоно-магматичних, пов'язані із флюїдодинамічними. Найбільш відомими у вуглепородних масивах Донбасу: газоносність, піритизація та карбонізація.

**Газоносність вуглепородних масивів.** Сучасний стан газонасиченості вуглепородного масиву є результатом тектонічних процесів, які є син- та постгенетичними відносно періодів формування вугільних пластів. Глибинна будова та аналіз матеріалів з історії геологічного розвитку Донецького вугільного басейну свідчить, що утворення і формування складчастих форм масиву відбувалося протягом всієї геологічної історії розвитку регіону. В той же час первинна газоносність кам'яновугільних відкладів Донецького басейну, перш за все зумовлена вугленасиченістю району літолого-фаціальним складом вміщуючих порід, умовами циркуляції підземних вод та ступенем метаморфізму вугілля.

За даними А.М. Брижанєва [1] на газоносність впливають параметри і час утворення порушень: постседиментаційні скиди є проникними, конседиментаційні – непроникними, насуви характеризуються змінною проникністю, яка залежить від літології вміщуючих порід.

В роботі В.Є. Забігайла і А.З. Широкова [9] за результатами аналізу газоносності шахт Західного Донбасу (який вирізняється наявністю тільки скидів) встановлено, що закономірна зміна метаноносності, зумовлено регіональними факторами (катагенез осадової товщі), що ускладнюється впливом тектонічних порушень, літології та колекторських властивостей (проникність, пористість) властивостей вуглевміщуючих відкладів і гідрогеологічні умови. Показано, що крупні діагональні скиди, які характеризуються багатофазним розвитком, сприяли перерозподілу газових покладів; поздовжні – накопиченню вугільних газів.

В.В. Лукіновим [12] для південно-західної частини Донбасу встановлено вплив палеотектонічних зусиль на ступінь катагенетичних перетворень, а, відповідно, і на газоносність.

На основі дослідження газоносності вугільних пластів Красноармійського вуглепромислового району С.Ю. Приходченко [13] встановлено, що на фоні регіональних закономірностей позитивні газові аномалії пов'язані з присутністю

локальних структур і відсутністю пісковиків у складі порід безпосередньої покрівлі, негативні – з розвитком крупноамплітудних скидів і присутністю в основній чи безпосередній покрівлі вугільних пластів обводнених пісковиків.

У роботах Г.Д. Лідіна та А.І. Кравцова [10, 11] відмічено, що газоносність вугільних пластів у при замкових частинах антикліналей підвищена, синклінальних – понижена. В ряді робіт [4 – 7, 15] зазначено вплив сучасних тектонічних процесів на склад газу і його перерозподіл в масиві, особливо порушеному гірськими виробками.

Наші дослідження проведені на території Красноармійського та Донецько-Макіївського геолого-промислових районів (табл. 1). В результаті досліджень на основі залишкової газової складової вуглепородних масивів встановлено:

- газоносність вуглепородних масивів пов'язані з тектонічною будовою шахтних полів;
- найбільш газонасиченими є антиклінальні структури, окремо взятих вугільних пластів та зони дрібно амплітудних порушень;
- в зонах тектонічних порушень з амплітудними зміщеннями переважає азот;
- скиди та насуви, які контролюються порушеннями регіонального характеру – газоносні;
- на відстані 150 – 250 м від порушення фіксується зміна кількісного та якісного складу залишкової газової складової;
- вугільні пласти алмазної світи (група пластів I) є регіонально газоносними.

Таблиця 1

Результати дослідження залишкової газової складової шахт Красноармійського та Донецько-Макіївського вуглепромислових районів

| Газ, в об. %                      | Красноармійський вуглепромисловий район | Донецько-Макіївський вуглепромисловий район |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| He                                | $9,6 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$ | $8,6 \cdot 10^{-4} - 1,2 \cdot 10^{-2}$     |
| CO <sub>2</sub>                   | 0,36 – 5,1                              | 0,6 – 8,1                                   |
| O <sub>2</sub>                    | 8,9 – 15,3                              | 8,7 – 20,5                                  |
| H <sub>2</sub>                    | $3,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-1}$ | $8,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot$             |
| CH <sub>4</sub>                   | 0,2 – 35,44; іноді до 78                | 3,9 – 48; іноді до 80                       |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>     | 0,003 – 0,2                             | 0,05 – 0,28                                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>     | –                                       | –                                           |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>     | $8,1 \cdot 10^{-4} - 5,0 \cdot 10^{-2}$ | $5,1 \cdot 10^{-4} - 8,0 \cdot 10^{-2}$     |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>     | –                                       | –                                           |
| iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>   | $6,2 \cdot 10^{-5} - 1,7 \cdot 10^{-3}$ | $7,2 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-3}$     |
| nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>   | $5,0 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-2}$ | $4,5 \cdot 10^{-5} - 1,8 \cdot 10^{-2}$     |
| neoC <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | –                                       | –                                           |
| iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>   | $6,5 \cdot 10^{-4} - 1,9 \cdot 10^{-3}$ | $7,5 \cdot 10^{-4} - 2,9 \cdot 10^{-3}$     |
| nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>   | $8,6 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-3}$ | $8,4 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-3}$     |
| C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>    | $7,6 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-3}$ | $6,1 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-3}$     |

В результаті проведених досліджень встановлено: ДП ВК Краснолиманська: в кавершлазі пласта  $l_3$  рекомендовано провести попередню дегазацію (метан – 46 - 60‰), за 4 роки I західна лава цієї шахти, повністю дегазована (метан – 10 – 14 ‰, азот понад 70‰).

На шахтах «Піонер» та «Новодонецька» розробка вугільних пластів безпечна (метан до 20‰ у залишкових газах) та значна обводненість вуглепородного масиву. Але при зміні марок вугілля з Д на ДГ (пласта  $m_4^2$ ) та в умовах, коли підшва складена пісковиком – рекомендувати додаткові дослідження пісковика на викидонебезпечність.

При дослідженні відпрацьованого простору діючих шахт встановлено: зони флюїдної міграції залишаються активними і після відпрацювання вугільної виробки в попередньому режимі. Якісна газова складова у відпрацьованому просторі корелюється із порушеннями вуглепородного масиву: у зонах порушень вуглепородного масиву, крім збільшення кількості газу, збільшуються і якісні складові газової суміші за відношенням до непорушених зон. Перерозподіл флюїдів пов'язаний з кожною тектонічною активацією, в тому числі й сучасними землетрусами.

Таким чином, природна газоносність масиву в регіональному плані залежить від ступеню катагенетичних перетворень, які зумовлюють закономірності її поширення; в локальному – від літолого-фаціальних умов, типів, параметрів, часу і умов утворення розривних порушень та локальної складчастості. Слід зазначити, що регіональні тектонічні порушення можуть бути провідниками, колекторами та покришками газових флюїдів у вуглепородному масиві. У більшості робіт [1, 2, 8, 9] вказано: на регіональному та локальному рівнях відмічено вплив палеотектоніки на поширення газу в масиві та газоємність виробок. Аналіз наведених даних свідчить, що для одержання достовірних результатів залежності газоносності від різних факторів, які її визначають, доцільно досліджувати кожную виробку окремо.

### ***Прояви піритизації у вуглепородних масивах***

У більшості вуглепородних масивів Красноармійського, Донецько-Макіївського, Південно-Донецького та Центрального вуглепромислових районів у підшві вугільних пластів  $m_0$ ,  $m_3$ ,  $m_4^0$ ,  $m_4^2$  (горлівська світа) визначені різні за потужністю прояви піритизації, пов'язані з флюїдизацією масиву. Прояви піриту від 0,1 мм (псевдоморфози рослинними рештками, черепашками та незначні лінзочки) до 2-5 – 10-15 см, іноді зустрічаються до 2,0 м і друзи піриту та халькопіриту (рис. 1 – 4). Також слід звернути увагу на включення в яких піритизовані рослинні рештки та лінзочки піриту, більшість яких

розташовуються у верхній частині вугільного пласта над проявами зруденіння у підшві [3].

Зразки, відібрані у вказаних вуглепромислових районах, несуть сліди впливу високотемпературного флюїду з мінеральними новоутвореннями, що виразилися в формі доломітизації вапняків та в інтенсивному озалізненні (утворення оксидів та сульфідів заліза), а також у перекристалізації карбонатів раковин (рис. 5) та фосилізації уламків рослинних решток.

На близькість вугленосної палеоструктури, в якій формувався пласт вугілля  $m_4^0$  з пропластком пісковика у підшві, вказує також на прояв інтенсивної піритизації, яка виражена в заміщенні сульфїдами заліза плетива органічних решток, які зберігають текстури та структури цих решток в псевдоморфозах мінералів та плікативних і диз'юнктивних мікроформах.



Рис. 1. Зразок підшви пласта  $m_3$  (аргіліт з проявами піритизації)  
Шахта ім. О.Ф. Засядька



Рис. 2. Аншлиф зразка підшви пласта  $m_4^2$  (пірит з незначними включеннями чорного аргіліту) ДП ВК «Краснолиманська»



Рис. 3. Зразок підшви пласта  $m_0$  (пісковик з кристалами піриту та халькопіриту)  
Шахта «Піонер»

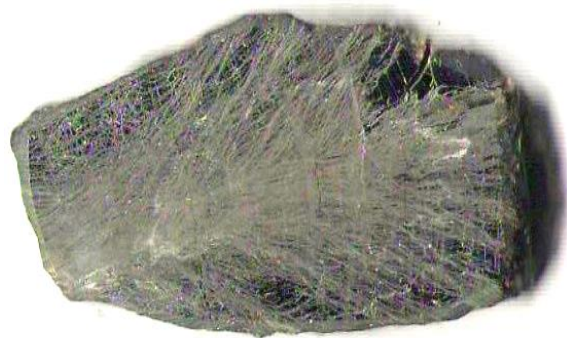


Рис. 4. Аншлиф зразка підшви із включенням піритизованих решток пласта  $m_4^0$  Шахта «Піонер»



Рис. 5. Перекристалізації карбонатів раковин в алевроліті, підосва пласта т<sub>3</sub> Шахта ім. О.Ф. Засядька

Інтенсивне сульфідне зруденіння простежується в зразках, шліфах та аншліфах з виразним заміщенням органічних залишків піритом (див. рис. 1 – 4). Процеси інтенсивного зруденіння, що виражені в різній зміні складу пісковиків дислокованої підосви вугільних пластів, представляють собою більш пізні в геологічному часі події, які суттєво відстають від часів тектонічних і тектоно-магматичних перетворень земної поверхні під басейни торфонакопичення середнього карбону.

**Висновки.** Природна газоносність масиву в регіональному плані залежить від ступеню катагенетичних перетворень, які зумовлюють закономірності її поширення; в локальному – від літолого-фаціальних умов, типів, параметрів, часу і умов утворення розривних порушень та локальної складчастості. Слід зазначити, що регіональні тектонічні порушення можуть бути провідниками, колекторами та покришками газових флюїдів у вуглепородному масиві.

Магмотермальні процеси, які розпочалися при утворенні морфоструктур і умов торфонакопичення, активізувалися локально в післякарбонівих гідротермальних проявах уже у товщі вуглепородного середньокарбонівого масиву та залишили по собі значні мінеральні новоутворення, найвиразніше представлені сульфідним зруденінням, що потрапили у сформований вуглепородний масив, як високотемпературні флюїди.

Отже, флюїди, які потрапляють у сформований вуглепородний масив в залежності від температури мають газову, рідинну чи рідинно-парову фазу. Перерозподіл флюїдів у товщі відбувається в період активізації вулканоплутонічних, тектоно-магматичних та тектонічних подій.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Брижанев А.М. Закономерности изменения газоносности по глубине разработки в Донбассе // Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. – М., 1979. С. 98-101.

2. Булат А.Ф., Звягильский Е.Л., Лукинов В.В, Перепелица В.Г., Пимоненко Л.И., Шевелев Г.А. Углепородный массив Донбасса как гетерогенная среда. – Київ. 2008. 410 с.
3. Вергельська Н. Ознаки вторинного зруденіння у вуглепородних масивах Південно-Західного Донбасу // Матеріали VIII наукових читань ім. академіка Є. Лазаренка, Львів – Чинадієве, 11 – 14 вересня 2014 р. – Мінералогія: сьогодення і майбуття – Львів, 2014. – С.24-25.
4. Вергельская Н. В. Особенности перераспределения газа в углепородных массивах Донбасса // Evolutio. Естественные науки. 2016. № 2. – С. 32–35.
5. Вергельська Н. В. Роль тектонічного фактору у формуванні вугільно-вуглеводневих родовищ // Мат. Міжнар. наук. конф., «Геологія і геохімія горючих копалин». 23-25 травня 2017 р., м. Львів. – С. 34–35.
6. Вергельська Н.В., Скопиченко І.М. Структурно-тектонічні чинники перерозподілу газів у Донецькому вугільному басейні України // Уголь Украины, 2018. № 10-11. С.35-39.
7. Вергельська Н.В. Фактори поширення метану у вуглепородному масиві // Мат. наук.-тех. Конфер. «Нафтова галузь:Перспективи нарощування ресурсної бази» 23-25 травня 2018. Івано-Франківськ. С.92-94.
8. Газоносность угольных месторождений Донбасса / Анциферов А.В., Тиркель М.Г., Хохлов М.Т. и др. Киев: Наук. думка, 2004. – 232 с.
9. Забигаило В.Е., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – К.: Наукова думка, 1972. – 172 с.
- 10.Кравцов А.И Влияние геологических факторов на распределение природных газов в угольных пластах и вмещающих породах // Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР.- М.: Недра, 1980. – Т.3. – С. 74-101.
- 11.Лидин Г.Д., Кравцов А.И. Миграция газов и газовая зональность // Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. – М.: Недра, 1980. – Т.3. – С. 56-73.
- 12.Лукинов В.В. Литогенез песчаников Донбасса и локальный прогноз их выбросоопасности на шахтах: Дисс. ... докт. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДГИ. – Днепропетровск, 1990. – 387 с.
- 13.Приходченко С.Ю. Геологічні чинники формування та закономірності розташування перспективних ділянок для видобутку метану з вугільних пластів Красноармійського геолого-промислового району Донбасу: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.16 / НГА. – Дніпропетровськ, 2000. – 18 с.
- 14.Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент № 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. – 8 с.
- 15.Stavitsky E. A., Yevdoshchuk N. I., Vergelska N. V., Kitchka A. A. Geological prerequisites to evaluate CBM potential of the SW Donets coal basin, Ukraine // Documenta Geonica, 2013/1 IX Czech and Polish "Geology of coal basins" 15 – 17. 10. 2013 – Ostrava, 2013. – p. 151-156.

## **ВОДОНОСНІ ГОРИЗОНТИ ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ ДОНБАСУ**

**В.В. Вергельська**

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,  
м. Київ, Україна

Пластові форми залягання водоносних горизонтів та їх перешарування із безводними зонами, які у переважній більшості випадків газонасні, створюють систему газо-водообміну вуглепородного масиву, що різко змінюється при техногенному навантаженні, тобто при відпрацюванні вугільних горизонтів, а ще більше на відпрацьованих ділянках діючих та закритих шахт.

*Ключові слова:* вуглепородний масив, водоносні горизонти, шахти.

## **ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВОВ ДОНБАССА**

**В.В. Вергельская**

Государственное учреждение «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»,  
г. Киев, Украина

Пластовые формы залегания водоносных горизонтов и их переслаивание с безводными зонами, которые в подавляющем большинстве случаев газонасные, создают систему газо-водообмена углепородных массивов, резко изменяются при техногенной нагрузке, т.е. при отработке угольных горизонтов, а еще больше на отработанных участках.

*Ключевые слова:* углепородный массив, водоносные горизонты, шахты.

## **AQUIFERS HORIZONS COAL-ROCK MASSIFS OF DONBAS**

**V.V. Vergelska**

State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of  
Ukraine", Kyiv, Ukraine

Layered occurrence of subsurface aquifers and their alternation with aquitard horizons that are mainly gas-prone habitats stipulate behavior of the water-gas interaction system in a coal rock massif. The latter is drastically changed under the mining of coal seams especially for stopings of working and abandoned mines.

*Keywords:* coal massif, aquifers, mines.

Водоносні горизонту вугленосних районів Складчастого Донбасу (рис. 1) представляють, в більшості випадків, систему складних басейнів тріщинно-пластових вод, які ускладнюють відпрацювання в гірничих виробках. Водоносні горизонти пов'язані з пісковиками, вапняками, рідше, алевролітами. Водоупори

переважно представлені аргілітами. Нижче зони активного водообміну алевроліти сприяють диференціації розрізу на водоносні горизонти. Водоносність порід карбону закономірно зменшується з глибиною і затухає на глибинах 700 – 900 м, крім зон тектонічних порушень, особливо скиди і флексури, де висока водонасиченість простежується до глибини 1000 – 1300 м, а іноді і більше [1].

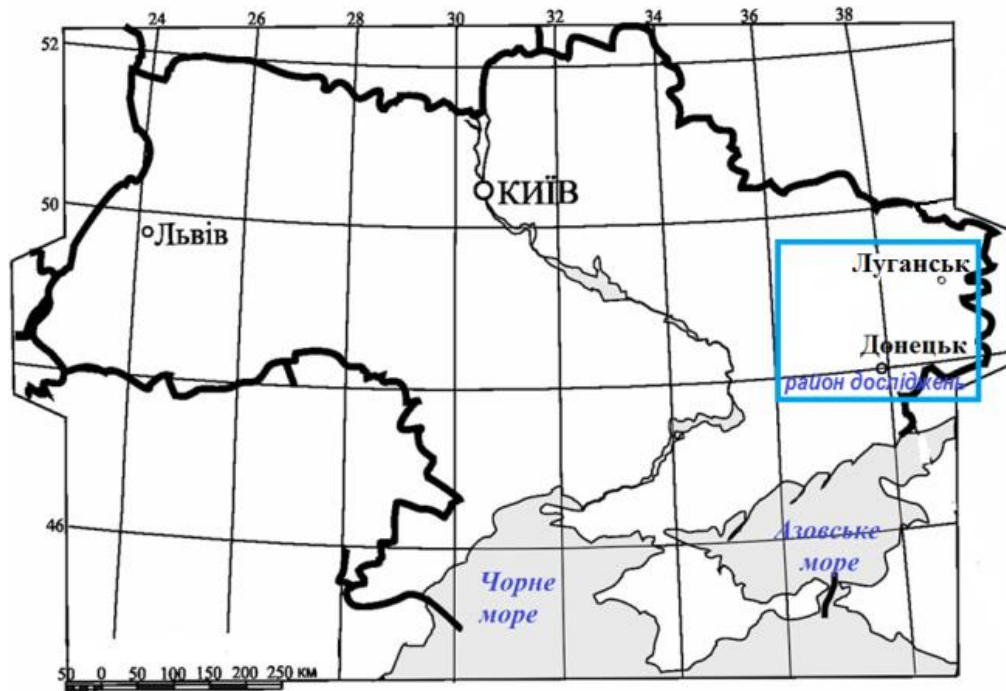


Рис. 1. Район досліджень

Мінливість геологічної і гідрогеологічної обстановки, клімату й інтенсивності водообміну визначають різниці в хімічному складі підземних вод, що формуються в кам'яновугільних відкладах на різних глибинах в різних районах Донбасу. Загальною рисою, властивою підземним водам всіх районів, є збільшення з глибиною мінералізації, вмісту  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  при одночасному зменшенні вмісту  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$  та  $\text{HCO}_3^-$ , що переважають у зоні аерації.

Води кам'яновугільних відкладів пов'язані з тріщинуватими пісковиками та вапняками. Фільтраційні властивості кам'яновугільних порід змінюються дуже істотно навіть на незначних віддальх в залежності від тріщинуватості порід. За рахунок водоносного горизонту полтавських відкладів відбувається поповнення та регулювання запасів підземних вод в кам'яновугільні відклади. Внаслідок цього шахти, наприклад Красноармійського району, обводнені знано більше ніж шахти інших районів Складчастого Донбасу.

Потужний покрив слабопроникних суглинків і глин ускладнює водообмін і сприяє доволі високій мінералізації підземних вод кам'яновугільних відкладів і перекриваючих їх осадів. Основним фактором, що визначає умови й шляхи формування хімічного складу шахтних вод, є штучно створена в гірничих виробках різко окислювальна обстановка, в яку потрапляють підземні води, що циркулювали до того у водоносних шарах переважно у відновному середовищі.

Гідрогеологічні умови регіону дуже складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями і літологічним складом водовміщуючих порід. Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається, головним чином, за рахунок атмосферних опадів і перетоку води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням глибин залягання в їхньому живленні зростає роль напорних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається по зонах глибинних розломів.

За час тривалого геологічного розвитку в регіоні сформувалася велика кількість геохімічних типів вод. Підземні води зони гіпергенезу центральної частини Донбасу характеризуються переважним розвитком сильномінералізованих (1-3 г/л, до 6-8 г/л) нейтральних або слаболужних (рН 6,9-7,6) гідрокарбонатно-сульфатних, сульфатно-гідрокарбонатних, гідрокарбонатно-кальцієвих (магнієвих), а також сульфатних і сульфатно-хлоридних, і хлоридно-натрієвих вод [4].

Гідродинамічні умови газоводонапірного комплексу визначаються концентрацією і складом розчинених газів, а також сольового складу пластових вод. Гази вуглеводневого складу з високим вмістом азоту, важких вуглеводнів та підвищеними значеннями гелій-аргонового коефіцієнту приурочені до вод хлоркальцієвого типу які поступають на занурені (п'єзомаксимум) частини структури. Води із підвищеною мінералізацією та вмістом газів вуглеводневого складу зони ускладненого водообміну розглядаються як седиментаційні [3].

Пластові форми залягання водоносних горизонтів та їх перешарування із безводними зонами, які у переважній більшості випадків газонасні, створюють систему газо-водообміну вуглепородного масиву, що різко змінюється при техногенному навантаженні, тобто при відпрацюванні вугільних горизонтів, а ще більше на відпрацьованих ділянках закритих та діючих шахт.

Часто водоносні горизонти утворюють газонепроникні шари, створюючи перешарування зон газонасності та підвищеної водонасиченості у вуглепородному масиві (ДП ВК Краснолиманська, III західна лава, пласта I<sub>3</sub>, ділянка Північно-Родинська). Такі процеси ускладнюють відпрацювання гірничих виробок (ДТЕК Добропіллявугілля, шахта Піонер, група пластів *m*) та попередню дегазацію масиву [1, 2].

Пластові форми залягання водоносних горизонтів та їх перешарування із безводними зонами, які у переважній більшості випадків газonosні, створюють систему газо-водообміну вуглепородних масивів, що різко змінюється при техногенному навантаженні, тобто при відпрацюванні таких горизонтів.

Водоносні горизонти вуглепромислових районів Донбасу впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах та на газові поклади у вуглепородному масиві, локалізуючи їх чи виносячи за межі відпрацьованого простору у зв'язку із зміною гідрогеологічного режиму після техногенного впливу.

Таблиця 1.

Зведена таблиця середніх даних хімічного аналізу води на шахтах  
Красноармійського вуглепромислового району

| Шахта                           | Сума катіонів, мг-екв | Сума аніонів, мг-екв | Загальна мінералізація, мг | Жорсткість, мг-екв |            |              | ph   |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|------------|--------------|------|
|                                 |                       |                      |                            | загальна           | карбонатна | некарбонатна |      |
| «Курахівська Гіряк»             | 75,31                 | 75,31                | 4763,2                     | 9,25               | 9,25       | -            | 8,05 |
| 1- ДП ВК<br>«Краснолиманська»*  | 435,27                | 435,27               | 25443,5                    | 33,75              | 8,0        | 25,75        | 6,95 |
| 2 - ДП ВК<br>«Краснолиманська»  | 239,08                | 239,08               | 14236,9                    | 6,75               | 6,75       | -            | 7,7  |
| 3 - ДП ВК<br>«Краснолиманська»* | 108,78                | 107,76               | 7225,7                     | 7,5                | 7,5        | -            | 6,8  |
| «Піонер»                        | 18,86                 | 18,86                | 1371,6                     | 2,5                | 2,5        | -            | 7,4  |
| «Свято-Покровська» *            | 38,8                  | 38,8                 | 2587,4                     | 20,0               | 3,8        | 16,2         | 6,8  |

\* зелений та червоний колір цифр – вода з підвищеною температурою, синій – вода із вмістом газу із закритої мокрою консервацією частини.

В разі використання досліджуваних шахтних вод для технічних потреб шахт обов'язково потрібно проводити додаткове очищення. Води шахти «Піонер» та «Свято-Покровська» при незначному очищенні можна використовувати для побутових потреб, що було визначено при дослідженні у 2021 році.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Соболев М.Ю. Гідрогеологічні особливості Красноармійського вуглепромислового району Донецького басейну. // Матеріали міжнародної конференції «Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи матеріали » 2-4 09.2015 р. Київ. – С. 194 – 197.

2. *Вергельська Н.В., Вергельська В.В.* Вплив гідродинамічного режиму на газоносність вуглепородних масивів // Матеріали науково-практичної конференції «Новітні проблеми геології» пам'яті В.П. Макридіна, 27-28 травня 2016, м. Харків. – С. 57–59.
3. *Малыхин М.Я.* Газоносность и гидрогеологическая характеристика отложений нижнего карбона Красноармейская Западная участок № 2
4. *Суярко В. Г.* Гидрогеохимия (геохимия подземных вод). Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2010. 112 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИХ АЛМАЗНИХ РЕСУРСІВ У КРАЙОВИХ ЧАСТИНАХ ДАВНІХ ПЛАТФОРМ І ПРОБЛЕМИ ЇХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНОГО ОСВОЄННЯ**

**М. М. Зінчук**

*Доктор геол.-мін. наук, професор, академік АН РС (Я)*  
Західно-Якутський науковий центр АН РС (Я),  
Росія, Мирний, Чернишевс. ш., 16

На прикладі Сибірської платформи (СП) показано, що, наряду з ефективними пошуками корінних алмазних родовищ у центральних частинах давніх кратонів, можуть бути позитивними і дослідження в крайових структурах північно-східної частини, де окрім середньопалеозойських кімберлітів, характерних для центральних частин кратонів, прогноуються більш давнішні (докембрійські) і молодші (мезозойські) корінні джерела. Важливими для таких перспективних територій повинні бути ізотопно-геохронологічні вивчення всіх магматитів, геолого-тектонічні, геофізичні, петрофізичні, петрологічні, літологічні, стратиграфічні і мінералого-петрографічні дослідження.

*Ключові слова:* платформи, кімберліти, магматити, епохи алмазоутворення.

## **ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ АЛМАЗНЫХ РЕСУРСОВ В КРАЕВЫХ ЧАСТЯХ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ**

**Н. Н. Зинчук**

*Доктор геол.-мин. наук, профессор, академик АН РС (Я)*  
Западно-Якутский научный центр АН РС(Я),  
г. Мирный, Россия, Черныш., ш., 16

На примере Сибирской платформы (СП) показано, что, вместе с эффективными поисками коренных алмазных месторождений в центральных частях древних кратонов, вполне положительными могут быть и геолого-поисковые работы в краевых частях этих структур. В северо-восточной краевой части СП, кроме среднепалеозойских кимберлитовых месторождений алмазов, характерных для центральной части кратона, могут быть более древние (докембрийские и нижнепалеозойские) и более молодые (мезозойские) коренные источники. Важнейшими для таких перспективных территорий должны быть изотопно-геохронологические изучения всех магматитов, геолого-тектонические, геофизические, петрофизические, петрологические, литологические, стратиграфические и минералого-петрографические исследования.

*Ключевые слова:* платформы, кимберлиты, магматиты, эпохи алмазообразования.

## **ABOUT WAYS OF MINERAL-ORE MATERIAL BASE EXPANSION OF DIAMOND RESOURCES IN EDGE PARTS OF ANCIENT PLATFORM**

**N.N. Zinchuk**

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor,  
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia)  
West-Yakutian Scientific Centre of the SR (Ya) RA of Sciences, Mirny, Russia

On the example of the Siberian platform (SP) it was shown that together with effective prospecting of primary diamond deposits in central parts of ancient cratons geological-prospecting works in edge parts of these structures could be also quite positive. In north-eastern edge part of the SP, besides Middle-Paleozoic kimberlite deposits of diamonds, typical of central parts of the craton, there may be more ancient (Pre-Cambrian and Lower Paleozoic) and younger (Mesozoic) primary sources. Most important for such perspective territories there should be isotopic-geochronological investigations of all magmatites, geological-tectonic, geophysical, petrophysical, petrological, lithological, stratigraphic and mineralogical-petrographic studies.

**Keywords:** ancient platforms, diamondiferous rocks, different in age magmatites, various epochs of diamond formation.

Важным для древних платформ мира является вопрос *возрастного становления кимберлитов* – главной ультраосновной породы, содержащей алмазы. Исследователями отмечалась приуроченность коренных месторождений алмазов мантийного происхождения к центральным частям древних кратонов, консолидация которых завершилась в архее [1-3]. Были открыты коренные месторождения алмазов и в периферийных частях древних платформ. Несмотря на длительность исследования алмазоносности Сибирской платформы (СП), многие аспекты остаются до настоящего времени неясными [4]. Это касается проблемы коренных источников алмазов «эбеляхского» типа, причин разной продуктивности кимберлитовых полей Лено-Анабарской и Вилуйской субпровинций. Требуют геологического осмысления обширные материалы, касающиеся радиологического датирования алмазоносных и потенциально продуктивных магматитов, роли разломов, авлакогенов, геофизических характеристик разных по продуктивности площадей, причины разной продуктивности кимберлитовых полей основных провинций [5-6]. Нужны дополнительные исследования установившихся представлений об эпохах становления кимберлитов СП, из которых практически значимыми признаются только среднепалеозойская и, с большими оговорками, триасовая. Отмечается падение продуктивности кимберлитов от центра провинции к периферии, объясняемое различными причинами. Нашими исследованиями показано, что на ряде древних платформ мира основными эпохами мощного корообразования и эндогенного рудообразования (в том числе и алмазоносного магматизма) являлись (в млн. лет): ранний докембрий (4000-1650), поздний протерозой (1650-570), каледонский этап (570-400), раннегерцинский (400-310), позднегерцинский (310-205), киммерийский (205-137), раннеальпийский (137-65) и позднеальпийский (65) этапы. Несмотря на то, что на Африканской платформе (АП) все эти временные интервалы являются промышленно продуктивными, на СП практически значимыми признаются только среднепалеозойские кимберлиты и частично триасовые. Во многом причина различной

продуктивности территории СП связана с неодинаковой степенью изученности различных её частей, в частности западная половина региона исследована на алмазы очень слабо. Рассматривая по выделенным временным срезам-этапам процесс становления продуктивных магматитов в пределах СП, отмечается, что отдельные её части оказались в разные интервалы в различных историко-минералогических провинциях (ИМП), пространственное совмещение которых отражает миграцию кимберлитообразования в пространстве и времени. *Историко-минерагеническими провинциями* мы именуем площади континентов и океанических бассейнов Земли с массовыми проявлениями аккумуляций рудного и нерудного вещества, сформировавшегося в определённый историко-минерагенический этап. Наиболее ранний *раннепротерозойский* эруптивный мантийный магматизм предполагается в центральной части *Алданской ИМП* по присутствию минералов-спутников алмаза (ИМК) и мелких ксенолитов эффузивных пород в песчаниках венда р. Джекконда. В пределах *Усть-Ленской ИМП* существуют некоторые признаки того, что северо-восток СП в раннем протерозое был областью алмазоносного магматизма. Вклад *рифейского этапа* и его авлакогенеза в алмазоносность СП определяющий, поскольку это было время формирования алмазоносных протолитов в центральных районах и поступления алмазоносного материала в верхние горизонты земной коры в периферических районах. Для рифея выделяют *Анабарско-Оленекскую и Алдано-Становую ИМП*. Наиболее древними рифейскими диатремами, выявленными в Анабарско-Оленекском регионе, являются тела вулканических брекчий в бассейнах рек Большая Куонамка и Хорбусуонка. *Раннепалеозойский этап* отдельными исследователями считается временем «предрудной подготовки». Области проявления каледонского алмазоносного магматизма относятся к *Вилуйской и Анабарско-Оленекской ИМП*. Для *раннегерцинского этапа (средний девон-ранний карбон)* возрастные датировки имеются для трубок 12 кимберлитовых полей ЯАП. Выделяются раннегерцинские *Вилуйская и Анабарско-Оленекская ИМП*. Основные поля среднепалеозойских кимберлитов расположены в центральной части платформы, её *Вилуйской ИМП*. Появляется всё больше данных о среднепалеозойских алмазоносных диатремах Анабарской субпровинции. Потенциально алмазоносные и алмазоносные магматиты *позднегерцинского этапа (средний карбон-средний триас)* известны в *Анабарской и Оленекской ИМП*. Позднегерцинские (310-200 млн. лет) кимберлиты *Молодинского, Куойского, Куранахского, Лучаканского, Ары-Мастахского и Старореченского* относятся к Анабарско-Оленекской ИМП. Следует подвергать тщательному анализу геолого-тектоническую (структурно-тектоническую и геодинамическую) позицию перспективных территорий, так

как в сложных геологических условиях структурно-тектонические критерии могут иметь решающее значение при определении перспективности той или иной площади и стадийности проведения на ней дальнейших поисковых работ. В настоящее время прогресс в вопросах открытия новых кимберлитовых полей, их кустов и самих трубок в сложных условиях поисков на закрытых территориях невозможен без привлечения структурно-тектонических и геофизических предпосылок. Для получения сведений о структурно-тектонических особенностях региона и конкретных перспективных участков применяется комплекс *геофизических исследований*, включающий *грави- и магнитометрию, сейсмические, электроразведочные и другие методы*. Выделенные и обработанные геофизические аномалии в большинстве случаев подвергаются геологической заверке для выяснения их природы. Результативными эти методы были на начальных стадиях геолого-геофизических исследований на новых территориях. Важной задачей при прогнозно-поисковых работах на алмазы является наличие *дробной стратиграфической схемы* отложений и древних коллекторов, в составе которых установлены алмазы и ИМК. В основных алмазоносных районах ЯАП (Малоботуобинском, Далдыно-Алакитском и Среднемархинском) применяются изменённые и укрупнённые стратиграфические схемы, в которых потенциально алмазоносные осадочные толщи лапчанской ( $P_{1l}$ ) и иреляхской ( $T_3-J_{1ir}$ ) свит, являющиеся по сути формацией перемыва и переотложения древних кор выветривания (КВ), соединены с более молодыми отложениями. К этим свитам приурочены древние алмазоносные россыпи (к первой – Солур, ко второй – Водораздельные галечники и Новинка) и по ним проводились поиски и коренных источников алмазов. Основным методом поисков алмазных месторождений был, есть в большинстве геолого-поисковых обстановок и останется *минералогический*. Поскольку *алмаз* является главным минералом объекта поисков, представляется весьма важным привлечь к решению прогнозно-поисковых задач широкое разнообразие его типоморфных особенностей. Внедрение в последние годы в практику прогнозно-поисковых работ современных физико-химических методик изучения вещественного состава магматических и осадочных пород повысило эффективность применяемого *шлихо-минералогического* метода. Продолжительность периодов *корообразования*, протекавших при теплом влажном климате и относительно хорошем дренаже территории, существенно влияет на мощность элювиальных толщ и, соответственно, на количество алмазов, высвобождающихся из этих толщ при их образовании, либо непосредственно на кимберлитах, либо в продуктах их ближнего переотложения во вторичных коллекторах. Оценивая с этих позиций материалы о древних КВ

на территории СП как в целом, так и в наиболее богатых алмазами Малоботубинском, Далдыно-Алакитском и Среднемархинском алмазоносным районам, отметим, что в позднедевонское-раннекаменноугольное и средне-позднетриасовое время здесь существовали благоприятные условия для интенсивного корообразования [3]. Об этом свидетельствуют сохранившиеся от размыва мощные КВ с высокостарыми верхними горизонтами. Непосредственно в КВ россыпи алмазов фиксируются только над кимберлитовыми трубками, что приводит к резко ограниченному их размеру. На других породах россыпи алмазов не образуются, за исключением случаев, когда субстратом являются вторичные коллекторы алмазов. Важное значение имеет установление условий размыва и переотложения продуктов выветривания при накоплении верхнепалеозойских и мезозойских осадков. Так, если формирование этих отложений происходило в условиях накопления делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных и озерных фаций (т.е. за счёт преимущественно ближнего сноса местного материала), то тогда вблизи кимберлитовых тел формировались россыпи алмазов. И, наоборот, обильный привнос чуждого району терригенного материала и развитие аллювиальных фаций происходили при размыве КВ на кимберлитах и приводили к выносу обогащенных алмазами продуктов за пределы локальных участков и сильному разубоживанию их за счёт «транзитного» неалмазоносного аллювия. В такой ситуации образование россыпей алмазов становилось практически не возможным, что затрудняет и поиски здесь коренных алмазных месторождений. Переотложение продуктов выветривания вблизи областей денудации и накопление их в основном в пресноводных континентальных водоёмах, а также небольшая мощность сформировавшихся осадочных толщ и незначительные погружения их определили, слабое гидрохимическое воздействие среды на аллотигенные минералы, а также отсутствие наложенных на них процессов каталитического алмазоносных районов СП, связанные в основном с процессами переотложения различных продуктов КВ, определённым образом наследуют структурные и кристаллохимические особенности минералов из элювиальных толщ, что позволяет использовать их типоморфные признаки для решения прогнозно-поисковых и оценочных задач на перспективных территориях древних платформ. Важными эти данные являются и для решения проблем горно-геологического освоения алмазных месторождений и россыпных проявлений. Поскольку такие перспективные территории находятся на значительных расстояниях от созданных в центральных частях СП всех необходимых для извлечения из пород производственных мощностей, то горно-геологическое освоения в случае открытия коренных источников алмаза целесообразно

производить небольшими производственными коллективами (геологическими партиями или горно-буровыми участками) как в настоящее время делается с разработкой многочисленных россыпей Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции. Ранее созданный здесь Анабарский горно-обоганительный комбинат (АГОК) акционерной компании «АЛРОСА», вследствие отсутствия здесь коренных месторождений алмазов, работая только в летний период на разработке россыпных месторождений, впоследствии из-за неэффективности был упразднен. Успешная и эффективная разработка многочисленных богатых россыпей Эбеляхского и Приленского алмазоносных районов северо-востока СП проводится горно-геологическим предприятием «Алмазы Анабара» - дочернего предприятия АК «АЛРОСА».

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы // Доклады Академии наук. 1998. Т.361. №-3.С.366-369.
2. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А. Проблема докембрийской алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского госуниверситета. Геология. 2002. №-1. С.19-36.
- 3.Зинчук Н.Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Геология и геофизика. 1992. №-7. С.99-109.
- 4.Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Яныгин Ю.Б. Особенности минерации алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы). М.: МГТ. 2004. 172 с.
- 5.Зинчук Н.Н., Зуев В.М., Коптиль В.И., Чёрный С.Д. Стратегия ведения и результаты алмазопроисловых работ // Горный вестник. 1997. №-3. С.53-57.
6. Хитров В.Г., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д. Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава // Доклады АН СССР. 1987. Т.296. №-5. С.1228-1233.

## **ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗІВ ІЗ ОСАДОВИХ ВІДКЛАДІВ КРАЙОВИХ ЧАСТИН ДАВНІХ ПЛАТФОРМ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ГІРНИЧО- ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ОЦІНКОЮ РОЗСИПІВ**

**М. М. Зінчук**

*Доктор геол.-мін. наук, професор, академік АН РС (Я)*  
Західно-Якутський науковий центр АН РС (Я),  
Росія, Мирний, Чернишевс. ш., 16

На прикладі північно-східної частини Сибірської платформи (ПССП) проаналізовані особливості алмазів із давніх осадових відкладів, об'єднаних у Лено-Анабарську алмазоносну субпровінцію (ЛААСП), де масштаби поширення розсипної алмазоносності є більшими за територією в порівнянні з іншими районами провінції. Підкреслена своєрідність типоморфних особливостей алмазів у нижньокарбовоних відкладах Кютюнгінського прогину, серед яких біля 90% представлено кристалами кимберлітового походження (1 тип) і біля 10% характерними овальними алмазами за повної відсутності характерних для розсипів ПССП кристалів III типу першоджерел. В цілому спектр алмазів із численних розсипів ЛААСП порівняно однорідний і близький до вигляду кристалів із більш давніх вторинних колекторів, але описані окремі ділянки, які дозволяють передбачати надходження алмазів із ще не відкритих корінних джерел, в тому числі, не характерних для досліджуваної території.

*Ключові слова:* типоморфізм алмазів, алмазоносні розсипи, Сибірська платформа.

## **ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ КРАЕВЫХ ЧАСТЕЙ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ В СВЯЗИ С ГОРНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ РОССЫПЕЙ**

**Н. Н. Зинчук**

*Доктор геол.-мин. наук, профессор, академик АН РС (Я)*  
Западно-Якутский научный центр АН РС(Я),  
г. Мирный, Россия, Черныш., ш., 16

На примере северо-востока Сибирской платформы (СВСП) проанализированы особенности алмазов из древних и современных осадочных толщ, объединяемых в Лено-Анабарскую алмазоносную субпровинцию (ЛААСП), где масштабы проявления россыпной алмазоносности являются намного большими, чем в других районах провинции. Подчеркнуто своеобразие типоморфных особенностей алмазов в нижнекаменноугольных отложениях Кютюнгдинского прогиба, среди которых около 90% представлено кристаллами кимберлитового генезиса (I тип) и около 10% типичными округлыми алмазами при полном отсутствии характерных для россыпей СВСП кристаллов III типа первоисточника. В целом спектр алмазов из многочисленных россыпей ЛААСП сравнительно однообразен и близок к облику кристаллов из более древних вторичных коллекторов, но отмечены отдельные участки, позволяющие предполагать поступление алмазов из еще не открытых коренных источников, в том числе и не характерных для исследованной территории.

*Ключевые слова:* типоморфизм алмазов и алмазоносные россыпи, северо-восток Сибирской платформы.

## **SPECIFIC FEATURES OF DIAMONDS FROM SEDIMENTARY THICK LAYERS OF ANCIENT PLATFORM EDGE PARTS**

**N. N. Zinchuk**

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor,  
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia)  
West-Yakutian Scientific Centre of the SR (Ya) RA of Sciences,  
Mirny, Russia, Chernishev. Sh., 16

On the example of the Siberian platform north-east (SPNE) analysis was performed on specific features of diamonds from ancient and modern sedimentary thick layers, combined into Lena-Anabar diamondiferous sub-province (LADS), where scopes of placer diamondiferousness occurrence are much greater than in other regions of the province. Peculiarity of typomorphic features was emphasized for diamonds in Lower-Carboniferous sediments of Kyutyungdinsky trough, among which about 90% are represented by crystals of kimberlite genesis (type 1) and about 10% by typical rounded diamonds, at complete absence of type III crystals of original source, specific for placers of SPNE. In whole, spectrum of diamonds from numerous placers of LADS is comparatively uniform and close to the habit of crystals from more ancient secondary collectors, but individual sites were noted, which allow assuming supply of diamonds from still undiscovered primary sources, including those not specific for the studied territory.

*Keywords:* typomorphism of diamonds and diamondiferous placers, Siberian platform north-east.

Особенности алмазов из древних и современных осадочных толщ рассмотрены нами на примере отдельных территорий Сибирской платформы (СП), которая проведенными комплексными исследованиями разделена на четыре субпровинции: Центрально-Сибирская, Лено-Анабарская, Тунгусская и Алданская [1-5]. В целом алмазы арктической территории СП, большую часть которой занимает Лено-Анабарская алмазоносная субпровинция (ЛААСП), характеризуются преобладанием камней III типа первоисточника, в основном невыясненного генезиса (ассоциация «эбеляхского» типа) с превалированием кристаллов кубического и тетрагексаэдрического габитусов, полукруглых октаэдров, сложно деформированных двойников и сростков додекаэдров, а также типичных округлых алмазов во всех возрастно-генетических типах отложений, начиная с мелового возраста. Масштабы проявления россыпной алмазоносности являются намного большими, чем в других районах провинции, особенно в благоприятных для россыпеобразования регионах, каким является Анабарский (Эбеляхский) район, где выделяются две площади (Нижнеэбеляхская и Майат-Уджинская), резко отличающиеся по соотношению

алмазов из III типа первоисточника и по качеству алмазного сырья. Россыпи с алмазами I типа первоисточника «кимберлитового» генезиса на большей части исследуемой территории практически отсутствуют и отмечены лишь в россыпях Кютюнгинского и Молодо-Далдынского полей, а также рек Улаах-Муна и Омонос. Своеобразие типоморфных особенностей алмазов установлено для нижнекаменноугольных отложений Кютюнгинского прогиба, среди которых около 90% представлено кристаллами кимберлитового генезиса (тип 1) и около 10% - типичными округлыми алмазами при полном отсутствии характерных для других россыпей северо-востока СП кристаллов III типа первоисточника. Кимберлитовый тип первоисточника алмазов для данных отложений характеризуется преобладанием кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при заметном содержании ромбододекаэдров с блоковой скульптурой I разновидности (по Ю.Л. Орлову, 1973), а также алмазов с оболочкой IУ разновидности. Существование зависимости между морфологией алмазов и их содержанием в кимберлитах позволяет предположить наличие в данном районе богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского (докаменноугольного) возраста со своеобразным типоморфизмом алмазов [6-10]. В пределах остальной части ЛААСП насчитываются тысячи пунктов с находками алмазов, группирующихся в Нижнеэбеляхском, Верхнеэбеляхском, Майат-Уджинском, Верхнеуджинском, Маспаки-Делингдинском, Анабаро-Попигайском, Куонапском, Среднемунском, Верхнетюнгском и Верхнемунском россыпных полях четырех алмазоносных районов (Анабарском, Среднеоленекском, Нижнеоленекском и Муно-Тюнгском). Общим для этих районов является низкое (10-15%) суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при переменных значениях типичных округлых кристаллов I разновидности, серых ромбододекаэдров и близких к ним сложных двойников додекаэдров U и UP разновидностей, а также желто-оранжевых кубоидов II разновидности и поликристаллов типа карбонадо с лонсдейлитом (якутит) X1 разновидности. Их различное соотношение образует несколько минералогических ассоциаций («эбеляхская», «куонапская», «укукитская» и др.). Для алмазов Нижнеэбеляхского поля характерно резкое преобладание сильно дефектных графитизированных низкокачественных камней над типичными округлыми индивидами при постоянном присутствии желто-оранжевых кубоидов и поликристаллов якутита (до 5 %), а также преобладание целых индивидов, максимальный (до 30%) механический износ и высокая (до 30 мг) средняя масса кристаллов. Среди алмазов Майат-Уджинского поля отмечается превалирование типичных округлых камней над октаэдрами и

поликристаллическими агрегатами, повышенная степень сохранности алмазов и высокая средняя масса, а также низкий механический износ, следствием чего является более высокое качество алмазного сырья по сравнению с Нижнеэбеляхским полем. В целом спектр алмазов из россыпей ЛААСП сравнительно однообразен и близок к спектру кристаллов из окаймляющих с востока и севера Анабарскую антеклизу вторичных коллекторов поздне триасового и ранневожского возраста (кряжи Чекановского, Прончищева, хребет Хараулах и др.). Для них характерно низкое содержание алмазов из кимберлитового типа первоисточника, составляющих не более 10-15 % общего количества кристаллов, при несколько различающихся в отдельных районах соотношениях типичных округлых камней «уральского» («бразильского») типа, ромбододекаэдров У разновидности, сложно деформированных двойников и сростков додекаэдровидов УШ разновидности с «облегченным» изотопным составом углерода, желто-оранжевых кубовидов П разновидности с «промежуточным» изотопным составом углерода, отсутствующих в известных коренных месторождениях провинции, а также присутствие в ряде регионов (Анабарский, Среднеоленинский и Нижнеоленинский районы) поликристаллов алмаза типа «карбонадо» с примесью лонсдейлита из импактного типа первоисточника. Общим для них является повышенный механический износ, увеличивающийся от краевых частей Анабарской антеклизы в сторону Анабарского кристаллического массива, что совпадает с направлением трансгрессии при формировании данной структуры в истории развития СП [5, 9]. Алмазы из разновозрастных вторичных коллекторов раннемелового и неоген-раннечетвертичного возраста карстового генезиса и палеоген-раннечетвертичного возраста карстового генезиса в пределах Анабарского (Эбеляхского) района практически не отличаются от кристаллов из современных отложений данного региона (при сопоставлении камней одной и той же крупности). В целом же крупность алмазов из россыпей современного возраста северо-востока СП заметно убывает в направлении от областей поднятий к краевым частям Анабарской антеклизы, что также следует рассматривать в тесной связи с историей геологического развития данного региона, неоднократным перемывом и переотложением алмазов во вторичных коллекторах различного возраста и генезиса на пути от коренных источников к местам их современного захоронения. Необходимо также отметить, что алмазы из известных кимберлитовых тел северо-востока СП (Верхнемоторчинское, Куойское, Чумурдахское, Лучаканское, Омонос-Укукитское и Куранахское поля) по типоморфным особенностям резко отличаются от спектра кристаллов из россыпей данного региона, а их присутствие в значительном количестве в

аллювии обнаруживается только в редких случаях на расстоянии первых километров от трубки, при её современном размыве водотоками.

*Результаты* минералогического исследования алмазов из отложений раннепермского и раннемелового возраста и КВ в пределах Анабарского (Эбеляхского) района, сравнение их с кристаллами из современных отложений бассейна р. Эбелях свидетельствуют о присутствии одних и те же разновидностей камней в примерно одинаковых соотношениях, а доля алмазов III типа первоисточника невыясненного генезиса составляет 40-55% общего количества кристаллов [2-4, 7]. Присутствие в континентальных отложениях значительного количества алмазов с механическим износом «истирания» прибрежно-морского генезиса позволяет предположить их сложную экзогенную историю, неоднократные перемывы и переотложения, что могло иметь место в более древних (предположительно докембрийских) коллекторах; возможно также, что кристаллы были подвергнуты экзогенным изменениям в древних КВ. Алмазы из неоген-нижнечетвертичных отложений отдельных участков в пределах Анабарского алмазоносного района указывают на различную роль отдельных первоисточников в их формировании. В частности, камни из участка левобережья нижнего течения р. Эбелях практически ничем не отличаются от кристаллов развитых там нижнемеловых образований, в то время как алмазы карстовых неоген-раннечетвертичных отложений верховья р. Биллях характеризуются пониженным количеством кристаллов III типа первоисточника и высоким – поликристаллов IУ типа первоисточника («карбонадо» с примесью лонсдейлита). Типоморфизм алмазов Майат-Уджинского и Верхнеэбеляхских полей свидетельствует об их сходстве, что указывает на перспективность данных территорий. Сделаны предварительные выводы о том, что алмазы из верхнепермских отложений участка Поисковый, нижневолжских конгломератов междуречья Молодо-Сюнгюдэ-Лена и нижнеюрских образований междуречья Тюнг-Тюнгкээн не имеют ничего общего с кристаллами из кимберлитов Верхнемоточурского поля. В целом в россыпях полей этих арктических территорий присутствуют одни и те же разновидности алмазов «эбеляхской» и «верхнебилляхской» ассоциаций с тенденцией к уменьшению содержания дефектных индивидов У и УП разновидностей с одновременным увеличением количества типичных округлых алмазов I разновидности в северном, восточном и северо-восточном направлениях – по мере удаления от наиболее продуктивных россыпей Нижнеэбеляхской площади [2, 6, 9]. В этих же направлениях уменьшается содержание двойников и сростков, кристаллов с включениями и механическим износом, увеличивается количество индивидов с сине-голубой фотолюминесценцией. Уменьшается также степень сохранности (целостности)

алмазов с увеличением количества обломков и осколков. Всё это может свидетельствовать о концентрической зональности распределения россыпей в пределах отдельных алмазоносных районов (Анабарского и др.), что может быть вызвано как различием литолого-фациальных и неотектонических условий формирования россыпей, так и множественностью их первоисточников, среди которых резко преобладают первоисточники III типа – невыясненного генезиса. Алмазы претерпели сложную геологическую историю, о чем свидетельствует высокое содержание камней с признаками механического износа «истирания» прибрежно-морского генезиса. Наиболее древним вторичным коллектором на северо-востоке СП являются позднеэриасовые отложения в Нижнеленском алмазоносном районе, в котором отсутствуют камни с механическим износом и характерно отсутствие сортировки с высоким количеством битых и колотых кристаллов, а также обломков и осколков.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н. Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования // Геология рудных месторождений. 1999. Т.41. №-3. С.281-288.
2. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы // Доклады Академии наук. 1998. Т.361. №-3. С.366-369.
3. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Логинова А.Н. Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками // Записки Российского минералогического общества. 2009. Т.138. №-2. С.1-13.
4. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А. Проблема алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского госуниверситета. Геология. 2002. №-1. С.19-36.
5. Зинчук Н.Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Геология и геофизика. 1992. №-7. С.99-109.
6. Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Яныгин Ю.Б. Особенности минерализации алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы). М.: МГТ. 2004. 172 с.
7. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И., Липашова А.Н. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений // Руды и металлы. 1999. № 3. С.18-30.
8. Зинчук Н.Н., Мельник Ю.М., Серенко В.П. Апокимберлитовые породы // Геология и геофизика. 1987. №-10. С.66-72.
9. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Крайнов А.В. Кимберлиты в истории Земли. Труды НИИ геологии ВГУ. – Выпуск 68. – Воронеж : ВГУ. 2013. 99 с.
10. Квасница В.Н., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. М.: Недра. 1999. 224 с.

## **МЛИНКІВСЬКА ДІЛЯНКА ШУНГІТОВИХ ПОРІД: ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА**

**С. П. Лашко**

*кандидат геологічних наук*

**К. С. Кривченко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20

**В. Г. Яценко**

*кандидат геолого-мінералогічних наук*

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України,  
03142, м. Київ, пр-т Академіка Палладіна, 34а

Описано умови залягання шунгітових покладів у межах Млинківської ділянки (Правобережний район Українського щита). Проведено їх порівняння із шунгітовими породами Карелії за встановленими на цей час характеристиками.

*Ключові слова:* Український щит, шунгітові породи, залягання.

## **МЛЫНКОВСКИЙ УЧАСТОК ШУНГИТОВЫХ ПОРОД: ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА**

**С. П. Лашко**

*кандидат геологических наук*

**К. С. Кривченко**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского,  
39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20

**В. Г. Яценко**

*кандидат геолого-минералогических наук*

Институт геохимии окружающей среды НАН Украины,  
03142, г. Киев, пр-т Академика Палладина, 34а

Описаны условия залегания шунгитовых залежей в пределах Млынковского участка (Правобережный район Украинского щита). Проведено их сравнение с шунгитовыми породами Карелии по установленным к этому времени характеристикам.

*Ключевые слова:* Украинский щит, шунгитовые породы, залегание.

## **MLYNKIVSKA AREA OF SHUNGITE ROCKS: STRUCTURE PECULIARITIES AND PRELIMINARY EVALUATION**

**S. P. Lashko**

*Candidate of Geological Sciences*

**K. S. Krivchenko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

**V. G. Yatsenko**

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences*

Summary. The conditions for the stratification of shungite deposits within the Mlykivska area (Right-Bank region of the Ukrainian shield) are described. They were compared with shungite breeds of Karelia for prescribed characteristics at this time.

Key words: Ukrainian shield, shungite rocks, stratification.

Млинківська ділянка – єдина в Україні, де встановлено шунгітові породи. Розташована вона у північно-східній частині Правобережного району Українського щита, в межах Криворізько-Кременчуцької структурно-формаційної зони (30 км на південний схід від м. Кременчука, територія Онуфріївської селищної громади Кіровоградської області).

Млинківська ділянка більш відома як залізорудна (чи залізисто-кварцитова); видовжена у субмеридіональному напрямку уздовж зони Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому. Протяжність ділянки – понад 7 км, за ширини до 700 м; характеризується наявністю пластів залізистих кварцитів і потужною товщею вуглецевмісних чорних сланців (метаосадових порід), насичених переважно графітом.

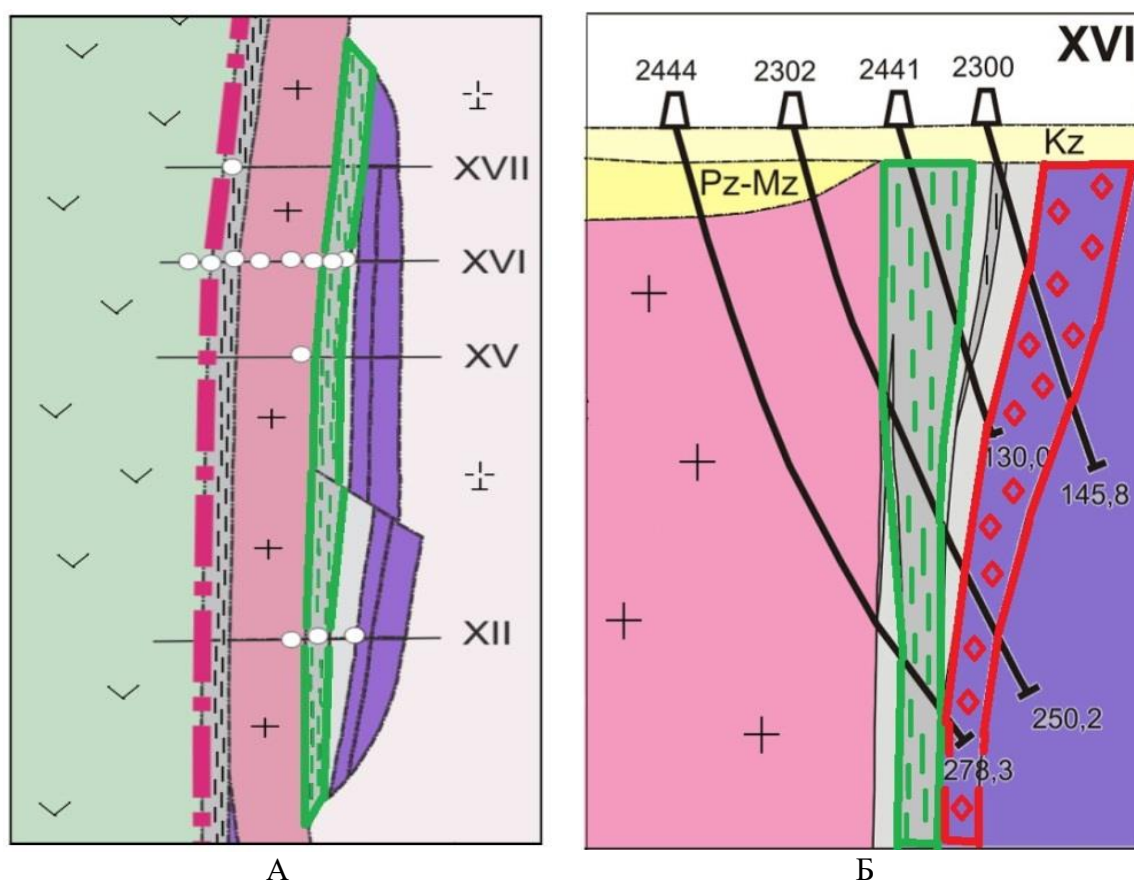


Рис. 1 – Геологічна позиція шунгітових порід на плані (А) та в розрізі (Б) Млинківської ділянки (відкориговані фрагменти з [5, рис. 1]). Зеленим кольором виділено тіло шунгітових порід, червоним кольором – залізисті кварцити.

Шунгітові породи (некристалізовані і неграфітизовані метаморфіти вуглецевмісних порід) встановлені у північній частині Млинківської залізо-кварцитової ділянки; розкриті в трьох профілях шістьма свердловинами до глибини 260 м від денної поверхні (рис. 1). За попередніми даними шунгітові породи формують розбите поперечним розломом на дві частини субвертикальне тіло протяжністю до 2 км, шириною до 30 м (з глибиною продуктивне тіло звужується). Із заходу шунгітоносне тіло обмежують протерозойські гранітоїди кіровоградсько-житомирського комплексу, а зі сходу – залізисто-кремениста товща саксаганської світи із пластом кондиційних залізистих кварцитів безпосередньо на контакті з шунгітовими породами.

Потужність залізистого пласта – 20–60 м; складають його кварцити силікат-магнетитові з прошарками кварцитів силікатних, сланців силікатних магнетитвмісних і глиноземно-магнезіальних. Вміст заліза загального в цьому пласті в середньому за розрізами коливається від 29,20 до 29,31%, а заліза магнетитового – від 15,20 до 15,74%. За таких якісних характеристик залізисті кварцити північної частини Млинківської ділянки можуть розглядатися лише як супутня корисна копалина.

Далі на схід (вниз за стратиграфічним розрізом) залягають породи нижньої сланцевої пачки саксаганської світи потужністю до 40–50 м. Переважають тут сланці силікатні. Зверху-вниз по розрізу пачки амфіболові мінерали поступово замінюються слюдяними.

Основу розрізу метаморфічних порід зі сходу складають утворення скелеватської світи, представленої сланцевим горизонтом потужністю 10–15 м (сланці силікатні і карбонат-силікатні з прошарками сланців філітоподібних, інколи збагачених графітом. В основі гранітної рами – плагіогранітоїди дніпропетровського комплексу.

Товща шунгітових порід безпосередньо відповідає гданцівській світі криворізької серії, і фрагментами (в плані та на глибину) відділяється від гранітоїдів кіровоградсько-житомирського комплексу (із заходу) та залізистих кварцитів саксаганської світи (зі сходу) малопотужними сланцевими оторочками переважно кварц-слюдяного складу. Утім, стратиграфічною основою шунгітовмісної товщі є прошарок кварцитів безрудних силікатних.

У межах Млинківської ділянки шунгітові породи залягають на глибинах від 10–12 м (профілі XV, XVI, XVII) до 30 м (профіль XII) від денної поверхні, і перекриті переважно ґрунтово-рослинним покривом (до 1,0 м) та пісками вуглистими бучацького віку.

На вигляд шунгітові породи темно-сірі до чорних, тонкошаруваті й масивні, зрідка сланцюваті. Складені тонкодисперсною вуглистою речовиною (від 2 до

21%), кремнеземом (опал, халцедон, кварц), серицитом. У невеликій кількості присутні пірит, цеоліт, кальцит, апатит, флогопіт, барійвмісний калієвий польовий шпат. Вуглиста речовина компонується в агрегати слабо вираженого глобулярного обрису з розмірами глобул до 0,1 мм. Опал представлений тонкозернистими агрегатами, слугує поровим цементом породи. Халцедон формує тонкі гілчасті мікропрожилки та мікрожеоди розміром від часток міліметра до 1,5–2 мм. Кварц наявний у вигляді лінзоподібних, гніздоподібних довкола тріщин і площин сковзання. Разом з піритом, флогопітом, барійвмісним калієвим польовим шпатом, кальцитом кварц є більш пізнім утворенням відносно опалу і халцедону. Тонка луска серициту розташовується паралельно шаруватості породи [1; 5].

Шунгітові породи Млинківської ділянки вивчалися мінералого-петрографічними, електронно-мікроскопічними, рентгеноструктурними, літогеохімічними, ізотопним, спектроскопічним, дериватографічним, декриптаційним методами. За сукупністю ознак їх можна порівнювати із стратифікованими шунгітами Зажогинського родовища Карелії [5].

На трикутній хіміко-генетичній класифікаційній діаграмі в координатах «вільний кремнезем (Free Silica) – вуглець (Carbon) – складні силікати (Complex Silicates)» шунгітові породи Млинківської ділянки попадають в групи IVA і IVБ (багато- та середньокремністі породи з калієвою спеціалізацією), що є найбільш промислово значимими групами шунгітових порід Карелії [5].

Кореляційні діаграми ( $\text{SiO}_2$ ) – ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) та ( $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ ) – ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$ ) підтверджують чіткий поділ млинківських шунгітових порід на дві групи. Шунгітові породи групи I переважають; у їх складі вміст  $\text{SiO}_2$  становить від 48,1% до 59,6%, а вміст  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – від 9,5% до 12,8%. У шунгітових порід групи II вміст  $\text{SiO}_2$  є підвищеним (від 75,4% до 78,0%), вміст  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – від 5,8% до 7,0%. Перша група шунгітів Млинківської ділянки стратиграфічно формує середньо-верхню частину шунгітовмісної товщі, а друга група шунгітів – переважно нижню її частину. Близькими за вмістом силіцію та алюмінію до шунгітових порід групи II є підстеляючі їх кварцити безрудні силікатні [3].

Широкий спектр можливого використання шунгітових порід (у металургії, хімічній промисловості, будівництві, енергетиці, електротехніці, комунальному господарстві, сільському господарстві, екології, медицині [2, с. 459–466; 4]) підвищує їх значення для України, особливо з урахуванням комплексного підходу під час добування.

Комплексний підхід можна розглядати двояко. По-перше, визначаючи основну корисну копалину (шунгітові породи) і супутні корисні копалини (залізисті кварцити, як потенційну сировину збагачених магнітних концентратів;

гранітоїди, як будівельний матеріал; і, можливо, графітові руди). По-друге, можна комплексно розробляти родовище: у верхній частині – кар’єрним способом, а на глибину – шахтним. Утім, з екологічної та соціальної точок зору шахтний спосіб виглядає більш оптимальним, а стійкі та міцні гранітні «стіни» обабіч товщі шунгітових порід і залізистого пласта Млинківської ділянки сприяють цьому.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Снежко А. М., Лашко С. П., Яценко В. Г. О шунгитах и шунгитовом минеральном сырье Украины. *Тектоника, минерагения, минеральные ресурсы: Сборник научных работ Института геохимии окружающей среды НАНУ и МНС Украины*. 2005. Вып. 11. Т. 2. С. 80–88.
2. Филиппов М. М. Шунгитоносные породы Карелии: черная Олонецкая земля, аспидный сланец, антрацит, шунгит. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 488 с.
3. Lashko S. P., Yatsenko V. G., Pokalyuk V. V., Zaborovskaya L. P. Geospatial data on the distribution of silicon and aluminum in the thickness of shungite rocks of the Mlynkovskii area (Ukrainian Shield). *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020: Conference Proceedings* (EAGE, May 2020). 2020. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo064>.
4. Melezhik V. A., Filippov M. M., Romashkin A. E. A giant Palaeoproterozoic deposit of shungite in NW Russia: genesis and practical applications. *Ore geology reviews*. 2004. Vol. 24(1–2). P. 135–154.
5. Yatsenko V. G., Zaborovskaya L. P., Pokalyuk V. V., Lashko S. P., Zaborovsky V. S., Lyzhachenko N. N. New data on high-carbonaceous shungit-like rocks of Mlynkovskii area (Krivoi Rog-Kremenchug zone, Ukrainian shield). *Geochemistry of Technogenesis*. 2019. Issue 2 (30). P. 33–45. <https://doi.org/10.15407/geotech2019.30.033>.

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

## **ОЦІНКА ПРОСТОРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ ТА АНОМАЛІЙ ВОДНЮ В ГЕОЛОГІЧНОМУ РОЗРІЗІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ**

**О. Т. Азімов**

*доктор геологічних наук*

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

Розглянуто зони розривних порушень та вузли їх перетину як об'єкти дегазації Землі (наприклад, воднем –  $H_2$ ). Наведено дані про концентрацію  $H_2$  на родовищах вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині. Запропоновано застосовувати дистанційні методи для аналізу приуроченості родовищ з підвищеними концентраціями  $H_2$  до елементів регіональної структури регіону.

*Ключові слова:* водень, розривні порушення, вузли перетину, Дніпровсько-Донецька западина, дистанційні методи.

## **ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СВЯЗИ РЕГИОНАЛЬНОГО СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И АНОМАЛИЙ ВОДОРОДА В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ**

**А. Т. Азимов**

*доктор геологических наук*

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

Рассмотрены зоны разрывных нарушений и узлы их пересечений как объекты дегазации Земли (например, водородом –  $H_2$ ). Приведены данные о концентрации  $H_2$  на месторождениях углеводородов в Днепро-Донецкой впадине. Предложено применять дистанционные методы для анализа приуроченности месторождений с повышенными концентрациями  $H_2$  к элементам региональной структуры региона.

*Ключевые слова:* водород, разрывные нарушения, узлы пересечения, Днепро-Донецкая впадина, дистанционные методы.

## **ASSESSMENT OF SPACIAL RELATIONSHIP BETWEEN THE REGIONAL TECTONIC STRUCTURE AND THE HYDROGEN ANOMALIES IN THE GEOLOGICAL SECTION OF DNIEPER-DONETS DEPRESSION**

**O. T. Azimov**

*Doctor of Geological Sciences*

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

The fracture zones and knots of their crossings as objects of degassing of the Earth are considered (for example, by hydrogen –  $H_2$ ). Information about the concentration of  $H_2$  on the deposits of hydrocarbons within the Dnieper-Donets Depression is resulted. It is suggested to apply remote

sensing methods for the analysis of coincidences of the deposits with the enhanceable concentrations of  $H_2$  to elements of regional structure of the region.

*Key words:* hydrogen, fractures, knots of crossings, Dnieper-Donets Depression, remote sensing methods.

У контексті досліджень з оцінки впливу геологічних факторів на зміни клімату виділяють глибинний тепловий потік і дегазацію надр Землі, різноманітні тектонічні процеси, виверження вулканів, виділення тепла при землетрусах тощо. Зважаючи на те, що переважна частина території України приналежна до Східноєвропейської платформи, тобто є частиною древньої докембрійської платформи (кратона), для якої притаманні відносно спокійні неотектонічні процеси, відсутність діючих вулканів і землетрусів з глибоким закладенням їх гіпоцентрів, нами насамперед увагу зосереджено на особливостях дегазації розривних порушень літосфери загалом [2].

Диз'юнктивні структури нижчих таксономічних рангів, зони розривних дислокацій як земної кори зокрема, так і літосфери загалом є неоднорідними за своєю будовою. Це спостерігається як у вертикальному перетині, так і за простяганням цих порушень. У разі виділення вказаних геологічних об'єктів на даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можна вважати, що вони є відносно активними на новітньому етапі тектогенезу, зважаючи на їхню геоіндикаційну вираженість у компонентах ландшафту земної поверхні [1 та ін.]. При цьому особливий інтерес являють місця (вузли) перетину зон розривних утворень різного спрямування. Вони є ділянками з інтенсивним розвитком флюїдодинамічних процесів у земній корі. Як встановлено рядом дослідників [7, 13 та ін.], для подібних вузлів характерне накладене поле знакозмінних механічних (сейсмоакустичних) напружень тривалого в часі впливу, що приводить до виникнення та дії ефекту багатократного зростання проникності гірських утворень, який сприяє прискореному переносу води і розчинених у ній вуглеводнів (ВВ) через пористі породи.

Встановлено також [7, 13], що зони розуцільнення порід, що характеризуються підвищеною тріщинуватістю і проникністю, відповідають зонам аномально низьких напруг. Як наслідок, ці тектонічні вузли являють собою потенційні канали, своєрідні “дренажні” зони субвертикальної проникності різноманітних флюїдів (зокрема, вуглеводневих, водню тощо), тепла, різночастотних сейсмоакустичних (включаючи звукові, ультразвукові) хвиль та інших видів енергії з глибоких горизонтів літосфери.

З огляду на викладене вище, а також беручи до уваги актуальність впровадження енергозамінних джерел і технологій у різних галузях світової промисловості (зокрема, й української), нами передусім зроблено акцент на

такому газі, як водень ( $H_2$ ). Хоча останній, як одноатомний газ, практично є прозорим (діатермічним) для теплого випромінювання, проте в літосфері та приповерхневій частині Землі він проявляється разом з такими парниковими газами, як метан ( $CH_4$ ), діоксид вуглецю ( $CO_2$ ) тощо [6, 10, 15 та ін.].

Існують різні погляди та гіпотези стосовно утворення та щодо джерел вільного водню у природі у випадках його виявлення у гірських породах [5, 6, 8, 10 та ін.]. Вільний водень виявляється в газах і водах нафтових і вугільних родовищ, у газах, що виділяються породами магматичного генезису і метаморфізованими утвореннями, у рудничних газах, а також він встановлений в газах і водах осадових товщ. Генерацію водню в земній корі за рахунок води зазвичай пов'язують або з глибинними геологічними процесами (метаморфізм і магмоутворення), або з радіаційним розпадом елементів, або з виділенням його при окисленні мінеральних речовин у літогенезі, або з життєдіяльністю організмів.

Серед гіпотез про походження вільного водню найаргументованішою варто визнати гіпотезу глибинного (магматичного) водню, в якій його генерація пояснюється реакціями парів води з розжареною речовиною магматичних порід. Особливо це притаманне зонам сучасної тектонічної активізації. На користь таких поглядів щодо достатніх обсягів генерації водню можуть свідчити дані праці [15] про те, що в межах рифтових долин серединноокеанічних хребтів за рік виникає  $1,3 \times 10^9 \text{ м}^3$  водню, що перевищує темпи утворення іншого парникового газу – метану.

До недавнього часу вважалось, що парниковий ефект від метану в 25 раз сильніше, ніж від вуглекислого газу. Проте тепер Міжурядова група експертів із змін клімату Організації Об'єднаних Націй (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) стверджує, що “парниковий потенціал” метану ще небезпечніше, ніж оцінювалося раніше. З доповіді IPCC випливає [14], що у розрахунку на 100 років парникова активність метану в 28 разів сильніше, ніж у вуглекислого газу, а в 20-річній перспективі – у 84 раза.

Отож спираючись на концепцію та теорію планетарної тріщинуватості, розломно-блокової будови земної кори [9, 11, 12 та ін.], слідом за рядом інших дослідників [4] вважаємо, що наявність аномалій водню в різноглибинних геологічних горизонтах територій варто використовувати як газовий індикатор для виявлення глибинних флюїдомасопотоків, трасування по площі та визначення кінематичного типу розривних порушень (найчастіше водень фіксується в диз'юнктивах типу скид) та ступеня їхньої проникності (підвищені концентрації цього газу пов'язані з більш проникними ділянками порушень).

Таким чином, основну увагу у дослідженнях нами передусім звернуто на факти виявлення аномалій водню в геологічному розрізі у тектонічних структурах України [2]. Так у межах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) за даними досліджень проб газів, що відібрані з різних горизонтів у процесі їх випробовування у свердловинах глибокого буріння на нафту та газ на ряді відповідних родовищ, встановлені концентрації водню, які можуть класифікуватися як промислові. Зокрема, за даними Акціонерного товариства «Укргазвидобування» та ін. організацій, що узагальнені в роботі [3], на Волохівському родовищі виявлено концентрацію водню 4,5% (об'ємна частка), на Бригадирівському – 4,64%, на Дружелюбівському – 8,75%, на Бакумівському – 17,33%. На Андріяшівському родовищі ВВ встановлено аномальну концентрацію водню, що сягає 23,99 об'ємних відсотків. Разом з тим на багатьох інших нафтогазових родовищах ДДЗ концентрацій водню в осадовому розрізі із значеннями, що близькі до вказаних, не виявлено.

**Отже**, у подальшому є сенс провести аналіз можливої просторової приуроченості зазначених родовищ ВВ у ДДЗ до елементів регіонального структурно-тектонічного районування території, що отримані з використанням даних ДЗЗ [1 та ін.] – до зон встановлених або передбачуваних глибинних розломів, їхніх контурів, апофізів, вузлів їх перетину тощо. Також логічним було б порівняти значення концентрацій водню, що виявлені на цих родовищах у глибоких горизонтах осадового чохла, з аналогічними в розрізі підгрунтового повітря за даними атмогеохімічних досліджень. Це дало б змогу стверджувати про наявність в межах певних складових елементів структурно-тектонічної будови регіону субвертикальних зон підвищеної проникності різноманітних флюїдів (зокрема, парникових газів), які є одним з вагомих факторів процесу енергомасообміну в геосистемах. Для реалізації цієї мети необхідно залучати технології географічних інформаційних систем (ГІС), створивши на першому етапі роботи відповідний ГІС-проект.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азімов О.Т. Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами (на прикладі регіонів України): Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: 04.00.01 “Загальна та регіональна геологія” / ІГН НАН України. К., 2008. 37 с.
2. Азімов О.Т. Прогнозування зон підвищеної тріщинуватості нафтогазоперспективних відкладів з урахуванням даних дешифрування матеріалів дистанційних зйомок і розподілу аномалій водню в геологічному розрізі / Колективна монограф. за матеріалами 20-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021 року» (м. Київ, 04-08 жовт. 2021 р.). За заг. ред. С.О. Довгого. К.: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2021. С. 51–54.

3. Багрій І.Д. Іноваційна еколого-пошукова технологія (енергетичні та екологічні аспекти). К.: ІГН НАН України, 2021. 24 с.
4. Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Азімов О.Т. та ін. Проведення геохімічних досліджень в межах Зв'язівської площі Миргородського району Полтавської області. Заключний звіт. К.: ІГН НАН України, 2021. 120 с.
5. Виноградов А.П. Химия Земли. В кн.: Глазами ученого. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. С. 24–76.
6. Гордиенко В.В. О дегазации Земли. *Геофиз. журн.* 2019. **41**, № 3. С. 18–45.
7. Иванов В.В., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. и др. О возможной роли динамики напряженного состояния земной коры в формировании и размещении залежей нефти и газа. *Докл. АН СССР*. 1978. 239, № 4. С. 930–933.
8. Молчанов В.И. Генерация водорода в литогенезе. Отв. ред. М.А. Жарков. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1981. 142 с.
9. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры (на примере Украины). Киев: Наук. думка, 1977. 84 с.
10. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згонник В.А. и др. Очерки дегезации Земли; отв. ред. В.М. Шестопалов. Киев: НИЦ РПИ НАН Украины, ИГН НАН Украины, 2018. 632 с.
11. Шульц С.С. (ст.) Планетарная трещиноватость (основные положения). В кн.: Планетарная трещиноватость; отв. ред. проф. С.С. Шульц. Ленинград: Изд-во Ленинград. ун-та, 1973. С. 5–37.
12. Шульц С.С. (ст.) Тектоника земной коры (на основе анализа новейших движений). Ленинград: Недра, 1979. 270 с.
13. Hunt J.M. Petroleum geochemistry and geology. San Francisco: W.H. Freeman and Co., 1979. 617 p.
14. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
15. Welhan J., Grain H. Methane and hydrogen in East Pacific rise hydrothermal fluids. *Geophys. Res. Let.* 1979. **6**, iss. 11. P. 829–831.

## KAOLIN/CARBON COMPOSITES MECHANOCHEMICAL SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS

**A. Bosacka<sup>1,2</sup>, V.V. Paientko<sup>1</sup>, O.I. Oranska<sup>1</sup>, N.V. Stolyarchuk<sup>1</sup>, A.K.  
Matkowsky<sup>1</sup>, V.M. Gun'ko<sup>1</sup>, A. Derylo-Marczewska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Surface Chemistry, NAS (Ukraine)

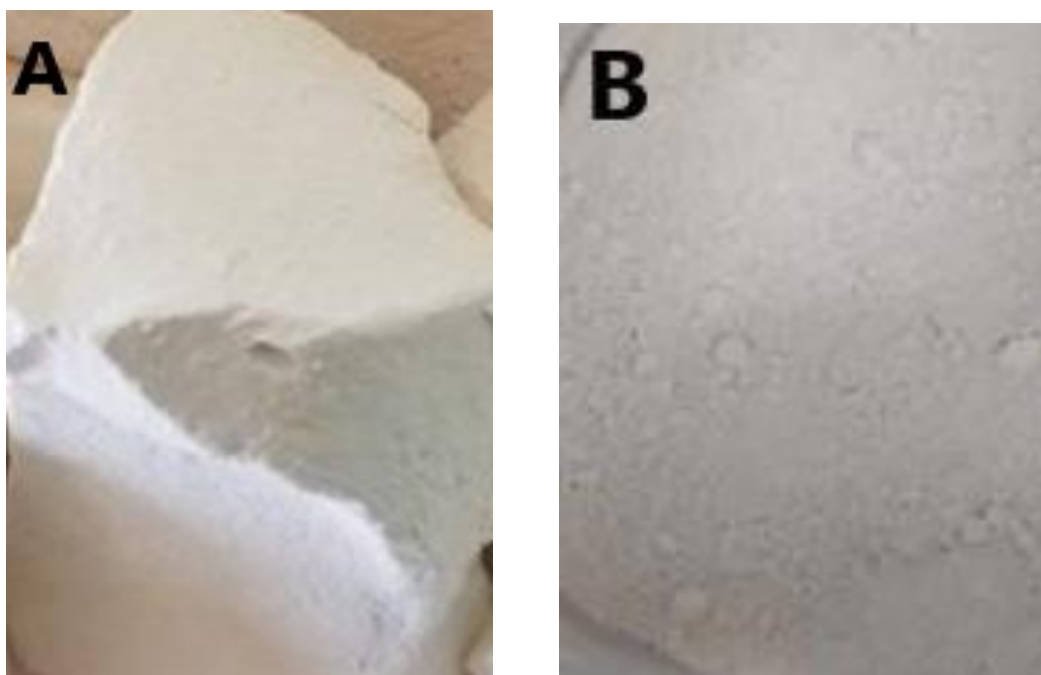
<sup>2</sup>Institute of Chemical Sciences, UMCS (Poland)

In this paper, a brief description of composites and their components: kaolin, charcoal powder, and bee pollen is carried out. The kaolin/carbon and kaolin/carbon/bee pollen composite materials were prepared using mechanochemical treatments with a knife-mill to provide a high degree of dispersion of the components. The effectiveness of phase bonding and structural characteristics of the composites were investigated using Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and X-ray diffraction (XRD) analysis. It is confirmed that the main phase of the composites is the kaolinite (a major component of kaolin), a layered clay mineral (aluminium silicate). The introduction of carbon and bee pollen into the kaolin phase is well observed. The composite materials could be used as bioactive substances (BAS) with delivery systems, e.g., filled chocolate pralines and cosmetic preparations.

*Keywords:* kaolin, charcoal powder, composite, bee pollen, bioactive substance

Clays are abundant raw materials used in different applications whose efficiency depends on the mineral texture, structure, composition, and many other factors. The presence of non-clay components, organic materials, exchangeable ions, or soluble salts can strongly affect the composite properties [1]. Kaolin is one of interesting and intensively researched clays. The kaolin (Figure 1A) is known as a porcelain clay or China clay because it is the basic raw material for the fabrication of China porcelain. The mineral is also widely used in various technologies on preparation of papers, paints, rubbers, cosmetics, and many other products. The kaolin name originates from a hill in China (Kao-ling), where this mineral has been mined for centuries. The kaolin consists mainly of kaolinite and also contains such as mixtures as quartz and mica. In natural kaolin, various amounts of other minerals such as muscovite, feldspar, anatase, etc. can be present. The kaolin colour is usually white, but it can also have shades of grey, yellow, or blue tones. The kaolin deposits occur in China, United States, Japan, France, Germany, and other countries. The kaolinite is a layered clay mineral from the group of silicates. The chemical formula of kaolinite is  $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ . The kaolinite is built of tetrahedral sheet of silica linked by oxygen atoms to the octahedral sheet of octahedral alumina. The kaolinite layers stick together because of van der Waals and hydrogen bonds. The kaolinite is a relatively soft mineral

with a Mohs hardness scale value in the range of 2.0-2.5. The kaolin (white clay) is popular in cosmetics, mainly in the form of powder (Figure 1B). The white clay does not dissolve in water, fats, or alcohols, easily forms colloidal solution, but when mixed with a small amount of water, it becomes a plastic, greasy paste. Moreover, this white clay usually is rich in nutrients, chemical inert, non-toxic, and indicates cleansing, smoothing, refreshing properties. For this reason, the kaolin is frequently used as an ingredient of face masks, or other cosmetics [2, 3].



**Figure 1.** Kaolin mineral (A), and a kaolin powder (B).

Charcoal powder is also known as an activated carbon, or medical carbon. The activated carbon is manufactured by carbonization of wood pulp at high temperature (approximately 900 Celsius degrees), and subjecting it to the activation process, mainly using water vapour, CO, or CO<sub>2</sub>. The high temperature treatment changes the internal structure, reducing the sizes of particles and pore wall thickness, and increasing specific surface area and pore volume [4]. Therefore, the activated carbons are used in medicine as food poisoning remedy because of effective capture of toxic substances mainly of low-molecular weights. In addition to the medical applications, the charcoal powder is also used in the cosmetics. The masks and toothpastes with a certain content of the charcoal powder are becoming popular because their cleansing, antibacterial, anti-inflammatory, regenerating and even brightening properties [5].

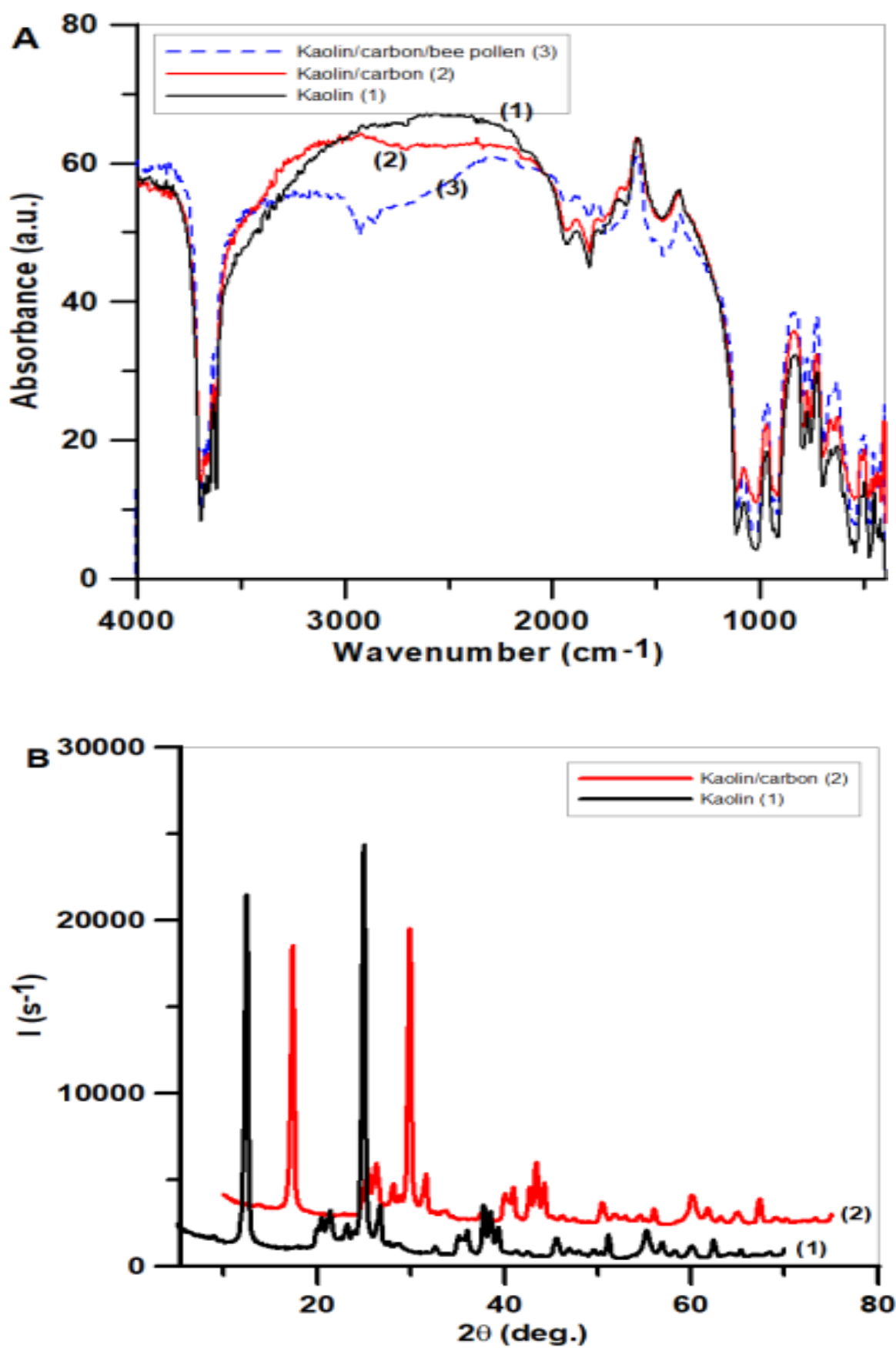
Bee pollen is a mixture of flower pollen, nectar, enzymes, honey, wax, and bee secretions. Bees collect pollen from plants and carry it to the hive, where it is stored and used as food for the bee colony. The bee pollen contains more than 250 active

substances. In the bee pollen, the proteins, lipids, vitamins, minerals, enzymes, antioxidants, etc. could be found. The high content of antioxidants in the bee pollen protects against free radicals and prevents chronic diseases. This rich-nutrients natural bee product increases immunity, alleviates inflammation states, and generally is consumed by people because of its positive influence on their health [6].

In this work, the combination of kaolin clay powder, charcoal powder and bee pollen in the form of composite systems is considered. The kaolin/carbon and kaolin/carbon/bee pollen materials were prepared by mechanochemical activation with the usage of a knife cutter to receive high dispersion efficiency of composite phases.

FT-IR spectra of kaolin, kaolin/carbon and kaolin/carbon/bee pollen composites are shown in Figure 2A. The intensity of kaolin peaks weakens and follows from the presence of carbon in composites. The primary phase of the studied materials is kaolinite. The characteristic vibrations originating from the kaolinite are well observed. Two peaks are visible at  $3660\text{ cm}^{-1}$  and  $3690\text{ cm}^{-1}$ , one intensive and the second less intensive, that are connected to the stretching vibrations of hydroxyl groups (Al-OH). In the range of  $1800\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ , the stretching vibrations of carbonyl group are visible (C=O). The stretching and deformation vibrations related to the existence of Si-O, Al-OH and Si-O-Al are observed below  $1200\text{ cm}^{-1}$ . For kaolin/carbon/bee pollen composite, at the C-H stretching vibrations are at  $2920$  and  $2820\text{ cm}^{-1}$  indicating the successful introduction of bee pollen into the kaolin phase. The results obtained by FT-IR have been compared to XRD data. The phase identification was carried out using the X-ray database PDF-2 of materials. The diffractograms of kaolin and kaolin/carbon and kaolin/carbon/bee pollen composites are presented in Figure 2B. The peaks visible on diffractograms are related to kaolinite (ICDD # 83-971) and quartz (ICDD # 86-1630) contained in the carbon material. Therefore, the internal structure of kaolin. The effects of carbon in the composite is weak that causes a minor drop of kaolin peaks intensity [7].

**In conclusion**, the kaolin is an interesting clay that consists mainly of kaolinite that is characterized by a complex, layered structure. The combination of kaolin clay powder with charcoal powder and bee pollen grains could provide the systems with benefits of all phases used (healing, cleansing, brightening, or nourishing properties). The kaolin/carbon and kaolin/carbon/bee pollen composites were successfully synthesized. It was proved that the main constituent of the obtained composites is aluminum silicate (kaolinite). The introduction of the carbon as well as bee pollen phases into kaolin-based composites is confirmed. The synthesized composites could be applied as bioactive substances (BAS) with delivery systems, e.g., chocolate pralines filling and cosmetics materials (toothpaste, face masks, shampoos, etc.).



**Figure 2.** FT-IR spectra (A), and XRD diffractograms (B) of the studied composites.

**Acknowledgements:** These investigations are supported by project International Doctoral Studies in Chemistry within the framework of the Operational Program Knowledge Education Development (Action 3.2 Doctoral studies, Axis III Higher education for economy and development, co-financed by European Union under the European Social Fund).



Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



## REFERENCES

1. Wilson I. Applied Clay Mineralogy. Occurrences, processing and application of kaolins, bentonite, palygorskitesepiolite, and common clays. *Clays Clay Miner.* 2007;55(6). doi:10.1007/bf03406033
2. Bundy WM, Ishley JN. Kaolin in paper filling and coating. *Appl Clay Sci.* 1991;5(5-6). doi:10.1016/0169-1317(91)90015-2
3. Jepson WB. Kaolins: their properties and uses. *Philos Trans R Soc London.* 1984;(A311). doi:10.1098/rsta.1984.0037
4. Popa N, Visa M. The synthesis, activation and characterization of charcoal powder for the removal of methylene blue and cadmium from wastewater. *Adv Powder Technol.* 2017;28(8). doi:10.1016/j.apr.2017.04.014
5. Swaminathan D. Studies on the Addition of Activated Charcoal in Herbal Shampoo. *Glob J Res Eng Chem Eng.* 2019;19(1).
6. Thakur M, Nanda V. Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends Food Sci Technol.* 2020;98. doi:10.1016/j.tifs.2020.02.001
7. Tironi A, Trezza MA, Irassar EF, Scian AN. Thermal Treatment of Kaolin: Effect on the Pozzolanic Activity. *Procedia Mater Sci.* 2012;1. doi:10.1016/j.mspro.2012.06.046

## **ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЗВ'ЯЗІВСЬКОЇ ПЛОЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**

**В. Р. Дубосарський**

*кандидат геологічних наук*

**І. Д. Багрій**

*доктор геологічних наук*

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

**О. Т. Азімов**

*доктор геологічних наук*

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

Розглянуто результати застосування в межах Зв'язівської площі Дніпровсько-Донецької западини комплексу структурно-термо-атмогеохімічних методів досліджень, серед яких вирізняються дистанційні аерокосмічні. Проведено диференціацію території щодо перспектив на пошуки покладів вуглеводнів. Виділено 4 відповідних локальних ділянки.

*Ключові слова:* вуглеводні, поклади, перспективні ділянки, дистанційні методи.

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СВЯЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

**В. Р. Дубосарский**

*кандидат геологических наук*

**И. Д. Багрий**

*доктор геологических наук*

Институт геологических наук НАН Украины, 01054, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

**А. Т. Азимов**

*доктор геологических наук*

<sup>3</sup> Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины,  
01054, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б

Рассмотрены результаты применения в пределах Связовской площади Днепровско-Донецкой впадины комплекса структурно-термо-атмогеохимических методов исследований, среди которых дистанционные аэрокосмические. Проведена дифференциация территории относительно перспектив на поиски залежей углеводородов. Выделены 4 соответствующих локальных участка.

*Ключевые слова:* углеводороды, залежи, перспективные участки, дистанционные методы.

# ASSESSMENT OF OIL- AND- GAS BEARING PROSPECTS FOR THE ZVIAZIVSKA AREA OF DNIEPER-DONETS DEPRESSION USING THE METHODS OF REMOTE SENSING OF THE EARTH

**V. R. Dubosarsky**

*Candidate of Geological Sciences*

**I. D. Bagriy**

*Doctor of Geological Sciences*

*Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine*

**O.T. Azimov**

*Doctor of Geological Sciences*

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

For the Zviazivska area of Dnieper-Donets Depression the results of application of complex of structural, thermic, and atmogeochemical methods of investigations are considered. Among the complex of methods are remote aerospace methods. Differentiation of the territory is conducted in relation to prospects for the exploration of oil and gas deposits. Four proper local plots are selected. *Keywords:* hydrocarbons, deposits, projected plots, remote sensing methods.

Зв'язівська площа розташована в Миргородському районі Полтавської області. Стосовно тектонічного районування вона приурочена до центральної приосьової частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) у межах Малосорочинсько-Радченківського валу. Перикліналі валу ускладнені соляними штоками: Гасенківським на заході й Лейківським на сході. Сейсморозвідувальними роботами методом спільної глибинної точки встановлено, що вал розривними структурами розбитий на блоки. При цьому чітко простежуються два протяжних поздовжніх порушення, що відділяють найприпіднятішу частину валу від його крил.

У межах Зв'язівської площі пробурено пошукові свердловини 1-, 2-, 3-, 5-, 8- і 10- та параметричну 420- Малосорочинські, а також пошукову 3-Комишнянську. Згідно з Протоколом Державної комісії України по запасах корисних копалин перспективні ресурси вільного газу та конденсату Зв'язівської площі за кодом класу 333 становлять відповідно 304 млн м<sup>3</sup> та 34 тис. т. Наразі перед надрокористувачем постало **актуальне завдання** оцінювання та диференціації площі за ступенем потенціалу нафтогазоносності окремих її локальних ділянок.

Традиційно у процесі вирішення подібних завдань **комплексом структурно-термо-атмогеохімічних досліджень (СТАГД)** [4] використовують дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та предметно орієнтовані технології їх комп'ютеризованого оброблення–дешифрування–геологічної інтерпретації [1, 2]. Отож наведемо основні результати застосування відповідного комплексу методів СТАГД на Зв'язівській площі ДДЗ [3].

За результатами *структурного дешифрування матеріалів ДЗЗ*, ландшафтних і топогеодезичних даних у межах площі насамперед виділено три основні *групи лінеаментів* (рис. 1). Вони належні: 1) до південно-східної крайової частини Бовтисько-Обоянської – БО (відповідно до праці [5]) – зони глибинного розлому північно-східного простягання; у роботі [7] ця крайова частина названа Хорольським розломом (рис. 1<sub>3</sub>); 2) до об'єктів зонального ієрархічного рівня, що відповідно відображають передусім диз'юнктивні структури цього рангу (рис. 1<sub>1</sub>); 3) до локальних об'єктів нижчого порядку, що є супутніми до зональних, насичуючи їхню внутрішню будову або ж прилягаючи до них (рис. 1<sub>2</sub>).

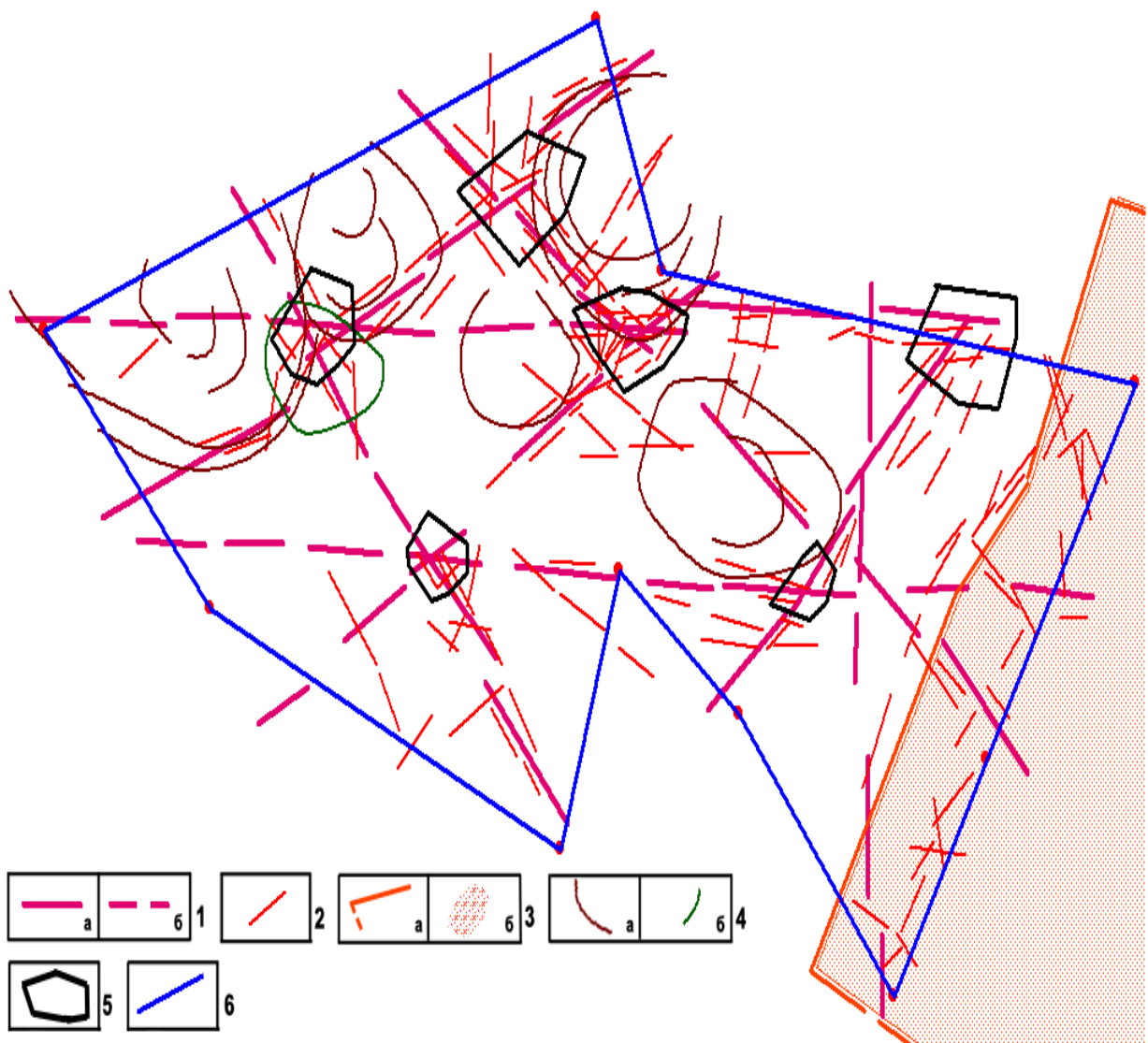


Рис. 1. Зведена картосхема лінеаментного поля та дуготипів за результатами структурного дешифрування даних ДЗЗ, матеріалів ландшафтних і топогеодезичних досліджень.

1 – лінеamenti зонального масштабу рівня, що імовірно відображають диз'юнктивні дислокації земної кори: впевнено виділені (а), невпевнено виділені (б); 2 – найзначніші локальні лінеamenti, що найчіткіше проявляються у рельєфі земної поверхні й імовірно індицирують розриви або зони неоднорідностей осадового чохла; 3 – частина південно-східної, крайової межі зони БО глибинного розлому, що поділяє поперечні мезоблоки кристалічного фундаменту ДДЗ, а також відображає розвинуті в ньому зони підвищеної тріщинуватості гірських утворень: а) контур межі, б) "тіло" крайової межі БО глибинної структури – Хорольський розлом; 4 – дуготипи та кільцеві структури локального порядку, що приурочені до ділянок, які на етапі рельєфотворення зазнають підняття (а) або опускань (б); 5 – вузли перетину лінеаментних зон різного спрямування та дуготипів; 6 – контур Зв'язівської площі.

Локальні лінеamenti є проявами на земній поверхні деяких особливостей геології території вищого масштабу рівня: розривів та зон неоднорідностей осадового чохла. З-поміж віддешифрованих локальних лінійних структур на зазначеній картосхемі вказані лише найзначніші з них, що найчіткіше проявляються у рельєфі.

Звертає на себе увагу наявність на території площі кількох вузлів перетину лінеаментних зон різного спрямування та дуготипів (рис. 1). На наш погляд, райони цих вузлів є сприятливими для пошуків потенційних пасток вуглеводнів (ВВ). Їх можна вважати перспективними на підставі того, що вони є ділянками з інтенсивним проявом геофлюїдодинамічних процесів у земній корі (зокрема, на новітньому етапі її розвитку, якщо взяти до уваги геоіндикаційну вираженість лінеаментів на даних ДЗЗ). Нафтогазоперспективність вузлів підвищується з огляду на те, що їм притаманне накладене поле різноспрямованих механічних (сейсмоакустичних) напружень, вплив яких є тривалим у категоріях геологічного часу [6]. Усе це приводить до виникнення та перманентної дії ефекту багатократного зростання ступеня проникності гірських порід, що сприяє прискореному переносу води і розчинених у ній нафтогазових флюїдів через пористі утворення в межах вузлів. Отож проникнувши через відповідні канали, ВВ можуть заповнювати пастки в разі їх наявності поблизу вузлів, і таким чином створювати поклади.

Отримані результати дешифрування матеріалів ДЗЗ слугували для інтерпретації даних інших методів з комплексу СТАГД [3]. Зокрема, за результатами аналізу **розподілу атмогеохімічних показників** на Зв'язівській площі побудовано картосхему розподілу вмісту суми гомологів метану C2–C6 (рис. 2), що дозволяє визначити слабо проникні місця (зони) для вуглеводневих

газів. Відмічається, що в районі Глибоківської, Зах.-Миргородської і Миргородської западин фіксуються загалом фонові значення показників. Також виділяється субширотна зона фонових і низьких значень, яка проходить через Гасенківський соляний шток і західну частину Малосорочинської структури, продовжуючись на Сорочинському моноклінальному схилі. Ця зона відділяє північну субширотну аномалію, складену ланцюгом підвищених значень показника, від південної, яка починається від південної частини Гасенківського штока і продовжується в напрямку Малосорочинського нафтогазового родовища. Можливо північна і південна аномалії утворюють кільце навколо Гасенківського штока і Малосорочинської структури. Окремо проявляється аномалія у східній частині площі досліджень між Зубівською і Зах.-Радченківською структурами.

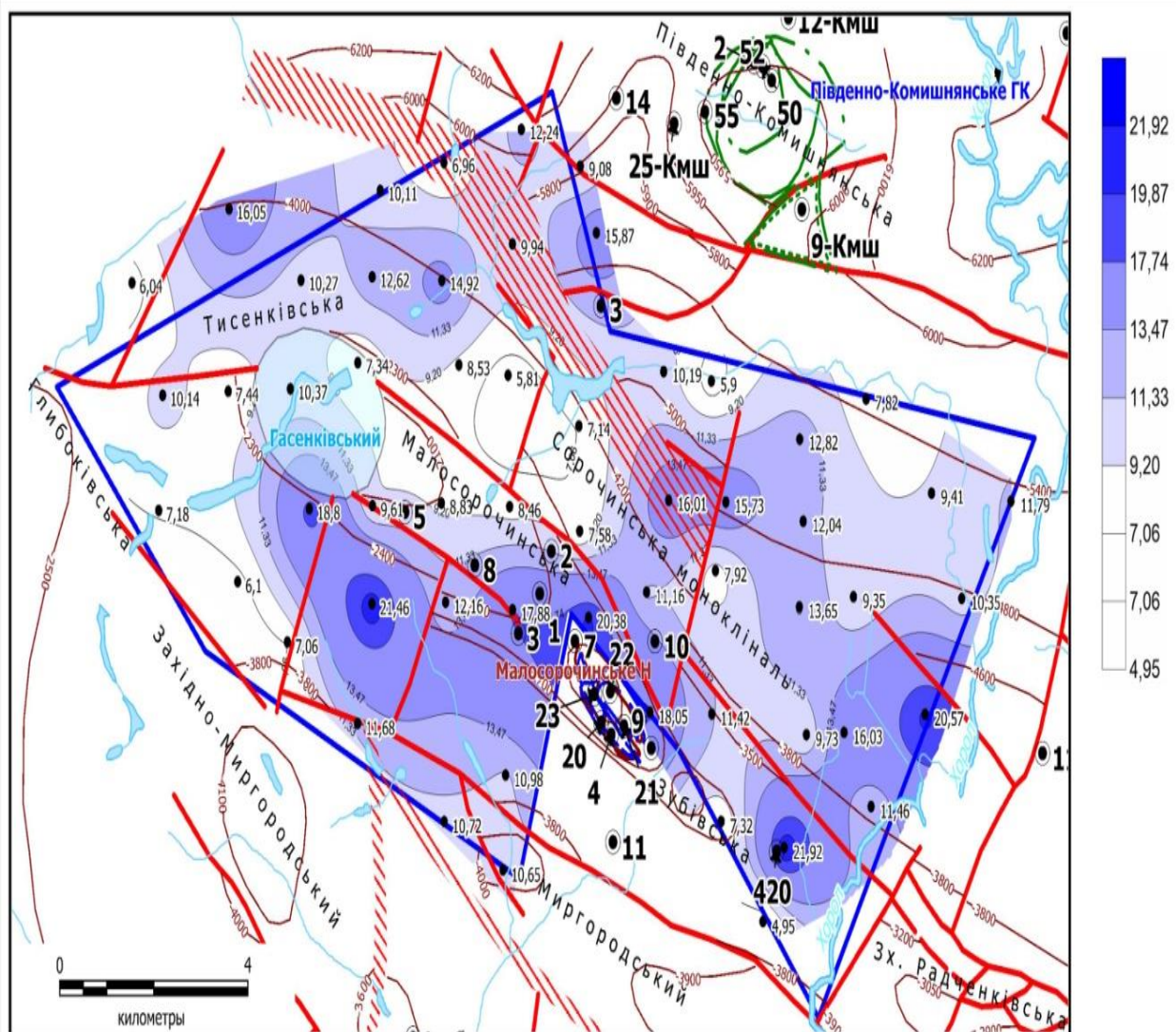


Рис. 2. Картосхема розподілу вмісту суми ВВ С<sub>2</sub>–С<sub>6</sub> (етан, пропан, ізобутан, бутан, ізопентан, пентан, гексан, етилен, пропілен) у підґрунтовому повітрі

На основі комплексного аналізу картографічного матеріалу (карт структурних, тектонічних, результатів дешифрування даних ДЗЗ, карт розподілу газогеохімічних, термометричних, еманацийних показників), використовуючи оригінальні обчислювальні програми, було проведено **диференціацію площі** робіт **щодо перспектив на пошуки покладів ВВ** з виділенням відповідних ділянок [3]. Основними умовами визначення перспективних зон вважались наявність фонових полів вуглеводневих показників, оточених підвищеними і аномальними значеннями по периферії (так званий «хало-ефект»), та особливості їх просторового розподілу, наявність аномальних показників термометричних даних. Геодинамічні показники (радон, торон, вуглекислий газ) враховувалися в залежності від просторового збігу з вуглеводневими аномаліями (зони стиснення або розтягання) або ж близькістю до них.

Як головний результат, у межах площі досліджень визначено 4 локальних ділянки складної у плані форми, які вважаються перспективними для подальших пошуків покладів ВВ. Права на конкретну інформацію про виділені ділянки належать надрокористувачу – замовнику робіт [3].

**На наступному етапі** деталізаційних досліджень, орієнтованих на пошуки, прогнозу оцінку перспектив нафтогазоносності невеликих за своїми геометричними параметрами площ, якою є й Зв'язівська, і локальних структур в їх межах, необхідно використовувати дані мультиспектрального дистанційного знімання високого просторового, спектрометричного і радіометричного розрізнення (типу космічних знімків класу QuickBird, WorldView тощо, а також дані зйомки з безпілотних літальних апаратів). При цьому на підставі залучення результатів пропонованого до виконання структурно-геодинамічного методологічного підходу дешифрування даних ДЗЗ [1] можливо отримати уявлення про кінематичні особливості розривних порушень, характер і напрямок пов'язаних з ними неотектонічних рухів і виникаючих при цьому напруг. З поглядів нафтогазопошукової геології це важливо для якісної оцінки ступеня тріщинної проникності гірських утворень.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азімов О.Т. Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами (на прикладі регіонів України): Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: 04.00.01 “Загальна та регіональна геологія” / ІГН НАН України. К., 2008. 37 с.
2. Азімов О.Т. Технологічна модульна схема оброблення–дешифрування–геологічної інтерпретації матеріалів аерокосмічних знімків. *Геоінформатика*. 2014. № 2 (50). С. 43–55.

3. Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Азімов О.Т. та ін. Проведення геохімічних досліджень в межах Зв'язівської площі Миргородського району Полтавської області. Заключний звіт. К.: ІГН НАН України, 2021. 120 с.
4. Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Аксьом С.Д. та ін. Геолого-структурно-термо-атмогеохімічні технології прогнозування, пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів: Навч. посіб. К.: ІГН НАН України, 2016. 309 с.
5. Гавриш В.К., Недошовенко А.И., Рябчун Л.И. и др. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинные разломы и комбинированные нефтегазоносные ловушки. Киев: Наук. думка, 1991. 172 с.
6. Иванов В.В., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. и др. О возможной роли динамики напряженного состояния земной коры в формировании и размещении залежей нефти и газа. Докл. АН СССР. 1978. 239, № 4. С. 930–933.
7. Тарангул Д.А., Азимов А.Т., Седлерова О.В. и др. Детальные аэрокосмогеологические исследования в комплексе с геолого-геофизическими данными в пределах Лебединско-Воскресеновской и Малосорочинско-Радченковской структурных зон ДДВ. Отчет по договорной теме 82.98.91/01.11 за 1991-1992 гг. / ЦАКИЗ ИГН НАН Украины. № ГР 39-91-65/4. Киев, 1992. 259 с.

## **СПЕЦИФІЧНІ РЕЧОВИННО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КІМБЕРЛІТОВИХ ПОРІД У ВЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ГІРНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЮ ОЦІНКОЮ**

**М. М. Зінчук, М. М. Зінчук**

*Доктор геол.-мін.нук, професор, академік АН РС (Я)*

*Західно-Якутський науковий центр АН РС (Я),*

*Росія, Мирний, Чернишевс. ш.,16*

Рекомендовано при вивченні кимберлітів більше уваги приділяти цементуючій масі порід представлених: а) субмікроскопічним серпентином, б) пелітоморфним карбонатом, в) скловатою речовиною складного складу і будови. Післямагматичні і гіпергенні зміни цих компонентів приводять до утворення смектитів (монтморілонітів, сапонітів і монтморілоніт-гідрослюдистих змішанослоїстих утворень), палагоніту і гізінгеріту, а також численних вторинних агрегатів, утворених у результаті впливу цих процесів, які призводять до появи кимберлітових порід.

*Ключові слова:* кимберлітові породи, післямагматичні і гіпергенні процеси.

## **СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОРОД В СВЯЗИ С ИХ ГОРНО- ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ**

**Н. Н. Зинчук, М. Н. Зинчук**

*Доктор геол.-мин. наук, профессор, академик АН РС (Я)*

*Научный сотрудник ЗЯНЦ АН РС (Я)*

*Западно-Якутский научный центр АН РС(Я),*

*678170, Россия, Мирный, Чернышевское шоссе, 16*

Рекомендовано побольше внимания при изучении кимберлитов уделять цементирующей массе пород, представленной: а) субмикроскопическим серпентином, б) пелитоморфными карбонатами, в) стекловатым веществом сложного состава и строения. Постмагматическое и гипергенное изменение этих компонентов приводит к образованию смектитов (монтмориллонитов, сапонитов и монтмориллонит-гидрослюдистых смешанослойных образований), палагонита и гизингерита, а также многочисленных вторичных образований, возникших в результате воздействия описываемых процессов, приведших к становлению кимберлитовых пород.

*Ключевые слова:* кимберлитовые породы, постмагматические и гипергенные процессы.

## **FEATURES OF MINERAL AND RAW DIAMOND RESOURCES IN THE MARGINAL PARTS OF ANCIENT PLATEAUS AND THE PROBLEMS OF THEIR MINING AND ECOLOGICAL DEVELOPMENT**

**N.N. Zinchuk, M.N. Zinchuk**

*Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor, AN RS(Yu)*

*Researcher ZYANZ A N RS (Ya)*

When studying kimberlites it is recommended to pay more attention to the binding mass of rocks, represented by: a) submicroscopic serpentine, b) pelitomorphous carbonates, c) glassy material of complex composition and structure. Postmagmatic and hypergene alteration of these components leads to formation of smectites (montmorillonites, saponites and montmorillonite-hydromica mixed-layered formations), palagonite and hisingerite, as well as numerous secondary formations, emerged in the result of postmagmatic and hypergene processes impact, which brought to formation of kimberlite rocks.

*Key words:* kimberlite rocks and their basic mass, postmagmatic and hypergene processes.

Вопросам внедрения кимберлитовой магмы, становления и последующего изменения кимберлитовых пород посвящены многочисленные опубликованные работы [1-7]. Однако при изучении кимберлитов главное внимание предшествующими исследователями обычно уделялось реликтовым структурам и текстурам исходной породы, по которым построены практически все классификации кимберлитовых пород [8-11]. Основное значение при этом придается изучению псевдоморфоз, их формы и расположения в породе. При этом незаслуженно малая роль отводилась исследованию цементирующей массы. В кимберлитовых породах древних платформ, в которых сохранилось реликтовое строение, цементирующая масса представлена: а) субмикроскопическим серпентином; б) пелитоморфным карбонатом; в) стекловатым веществом. Многие исследователи считают, что и серпентин цемента представляет собой апостекло, хотя в свежем виде оно никем никогда не описывалось. Стекло не обнаружено также в обломочном материале кимберлитов. Одни исследователи считают, что основой стекла являются кристаллиты (т.е. участки с упорядоченной структурой), другие – что оно состоит из непрерывной беспорядочной сети, в связи с чем внутренняя энергия его больше, чем в кристаллическом веществе. Последняя теория удовлетворительно объясняет многие свойства стекол. В целом в стеклах: а) существует ближняя и отсутствует дальняя упорядоченность; б) превалирует один из мотивов ближнего порядка, обладающий определенным составом. Относительно их связей можно отметить, что в условиях образования самих стекол соединения в кристаллах осуществляются между атомами одинаково. Дело только в разных размерах кристаллов (микролитов) и кристаллитов. Более мелкие частицы имеют размер элементарных ячеек и отдельных полиэдров  $\text{SiO}_4^{4-}$  и  $\text{AlO}_4^{5-}$ . В какой-то степени в кимберлитах присутствуют все три типа частиц с преобладанием тех или других. Преобразование стекла в кристалл сопровождается уменьшением объема. Как следует из анализа природных

стекло, приуроченных к основным и ультраосновным породам, в них содержится мало магнезии. Причиной тому являются химические свойства самого магния и влияние его на ход кристаллизации магмы. Оксид магния является своего рода затравкой, возникающей по мере охлаждения расплава (т.е. его пересыщения); его появление обусловливается сближением в первую очередь кислорода с магнием, что вызвано свойствами атомов последнего. Выделение  $MgO$  делает расплав более богатым остальными породообразующими компонентами – щелочами, известью и кремнеземом, из которых в зависимости от  $P$ - $T$ -условий могут кристаллизоваться монтчеллит, пироксен или образоваться стекло, химический состав которого не будет отвечать исходной ультраосновной магме. Стеклообразованию в процессе консолидации магмы в подобных условиях может содействовать железо. Благодаря изменчивости его валентности (а значит и размера ионов) вносится определенная дестабилизация в процесс упорядоченности ионов и образования кристаллического вещества. Поэтому при избытке в остаточном расплаве железа стекло может возникнуть и при сравнительно небольшом содержании кремнезема. При этом образуется другой вид стекла, который обладает более низкой твердостью, заметной растворимостью в кислотах и более низкой температурой плавления, чем стекло, богатое кремнеземом [1, 4, 8].

В процессе кристаллизационной дифференциации любой магмы, которая содержит определенное количество воды, в конечной стадии консолидации появляются многоводные, преимущественно аморфные образования, которые описаны под различными названиями: палагонит, гизингерит, хлорофеит и др. Все подобного рода образования обычно именуют коллоидными минералами. Они возникли как в процессе эволюции расплава на глубине, так и при излиянии его на дневную поверхность, особенно в водные бассейны, на ледяную поверхность или внедрения в любые образования. Наиболее характерны подобные образования для основных пород. Палагонит – совокупность богатых водой аморфных или слабоокристаллизованных образований, которые возникли при охлаждении богатого водой расплава и в период формирования магматического тела ведут себя как флюидонасыщенная жидкость. Палагонит ассоциирует со стеклом, а в слабонераскристаллизованных породах занимает место последнего. В стекле он находится в виде включений округлой формы с резкими границами. К палагониту иногда бывают приурочены рудные минералы и апатит. Глобулы палагонита в стекле бывают: а) однородные изотропные или слабоанизотропные; б) концентрически зональные. Палагонит нередко имеет вид сморщенного при усыхании гелеобразного вещества с системой трещин, которые разбивают его на полигональные участки. Палагонит и гизингерит

являются аморфными минералами и представляют собой затвердевший силикатный гель, возникший вследствие сближения и взаимодействия между собой кристаллитов. К постмагматическим преобразованиям кимберлитов относятся изменения, которые претерпели магматические породы в пневматолитово-гидротермальную стадию метаморфизма. Верхней температурной границей считается 600°C, т.е. температура, при которой от магматического расплава отщепляется флюид, а нижней можно условно считать температуру кипения воды, хотя некоторые минералы возникают и при более низких температурах. В этом интервале температур возникли все основные вторичные образования и в первую очередь главный минерал кимберлитов Сибирской и Африканской платформ – серпентин. Наряду с автометаморфическими процессами, которые протекают в обстановке близкой к изохимической, в кимберлитовых телах довольно широко распространен метасоматоз (автометасоматоз). К последним следует отнести хлоритизацию слюд и полевых шпатов ксенолитов, которая сопровождается выносом щелочей и кальция. При бруситизации оливина происходит удаление кремнезема. Оталькование серпентина предусматривает привнос  $\text{SiO}_2$ , а окварцевание серпентина – вынос всех остальных компонентов.

Таким образом, сформировавшийся в процессе кристаллизационной дифференциации остаточный расплав-раствор базитов и ультрабазитов не обогащен, как считают некоторые исследователи, магнием, а сложен преимущественно железом и кремнеземом и развитие по нему серпентина возможно как по любому другому силикату, независимо от состава последнего. Образование палагонита нельзя объяснить только гидратацией вулканического стекла, пусть даже сильно железистого, так как в подобных случаях обычно (даже в процессе выветривания) происходит гидролиз и возникает кристаллическая фаза, представленная смектитом (монтмориллонитом, железистым сапонитом или нонтронитом). Поэтому появление аморфной (в том числе и рентгеноаморфной) фазы может быть связано с процессом быстрого выпадения геля из раствора с последующим его высыханием. При этом наиболее подходящими компонентами служат состав и форма размещения палагонита, так же как и близкого к нему гизингерита. А последний встречен не только (и не столько) в базальтах, но и в габбро, и даже в метаморфических образованиях. Возникновение аморфных веществ, основу которых составляют кристаллиты слоистых силикатов (куда входят и субизотропный серпентин и серпофит) возможно при низком давлении. Увеличение давления содействует образованию кристаллических веществ, поскольку при этом уменьшается объём породы. Однако с увеличением давления уничтожается также реликтовая структура

породы. Сохранившаяся в кимберлитах реликтовая структура в значительной мере связана со сравнительно низким давлением в процессе серпентинизации. Основные выводы по поводу отдельных вопросов становления и дальнейшего формирования кимберлитовых тел и слагающих их минералов и пород: а) В процессе происходящего вслед «за прострелом» осадочных толщ резкого падения давления и вызванного этим такого же спада температуры в верхней части может образоваться только бедное магнием железистое стекло, которое в связи со значительным ограниченным количеством кремнезема является малоустойчивым и может разрушаться наравне с оливином (однако от избытка воды в остаточном расплаве процесс до образования стекла не доходит); б) Карбонатная составляющая общего расплава обособляется еще до затвердения силикатной части и в зависимости от конкретных условий либо кристаллизуется (при падении температуры), либо разлагается (при падении давления) с удалением  $\text{CO}_2$ ; в) Большое значение для мобильности карбонатного расплава имеют щелочи и в первую очередь натрий, который впоследствии образует собственное соединение (шортит) или обладая (в отличие от калия) положительной энергией гидратации, легко выносится поствулканическими растворами, уступая место кальцию; г) Разрушение наименее устойчивого соединения – главного минерала кимберлитов оливина проходит под влиянием углекислоты одновременно по всему объему породы с последующей (вызванной гидролизом) аморфизацией и переходом в коллоидное состояние с дальнейшей кристаллизацией и перекристаллизацией серпентина; д) Кристаллизация серпентина происходит быстро, главным образом, по краям бывших зерен с формированием псевдоморфоз, вдоль трещин синерезиса и по наименее плотным участкам геля, а также по трещинам оливина в частично разрушенном кимберлите. Следует также подчеркнуть, что образование карбонат-силикатного стекла (т.е. гомогенного вещества) в процессе застывания кимберлитового расплава не имело места. Это тем более правильно, что и сам силикатный расплав претерпевает некоторое разделение, в связи с чем получается неоднородное стекло, которое затем очень быстро разрушается, практически не оставляя диагностических следов. Принимая во внимание геологические данные и результаты экспериментальных исследований, можно сделать вывод о том, что кальцит, являющийся главной составной частью кимберлитов, мог возникнуть из карбонатного расплава-раствора, в котором карбонатный ион  $(\text{CO}_3)^{2-}$  не распался благодаря повышенной щелочности среды и (или) высокому давлению. Никакого карбонатного (ни тем более карбонатно-силикатного) стекла не было, поскольку в любых условиях карбонатный расплав кристаллизуется или происходит его распад, а от силикатного расплава он отделяется.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук Н.Н. Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ // Геология и геофизика. 1992. №-7. С.99-109.
2. Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Горшков А.И. Идентификация и генезис лизардит-сапонитового смешанослойного образования в кимберлитах одной из трубок Южной Африки // Литология и полезные ископаемые. 2003. №-1. С.87-96.
3. Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Соколов В.Н. Преобразование минерального состава и структурных особенностей кимберлитов Якутии в процессе выветривания // Геология и геофизика. 1982. №-2. С.42-53.
4. Зинчук Н.Н., Мельник Ю.М., Серенко В.П. Апокимберлитовые породы // Геология и геофизика. 1987. №-10. С.66-72.
5. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Крайнов А.В. Кимберлиты в истории Земли. Труды НИИ геологии ВГУ. Учебное пособие.-Воронеж: ВГУ. Вып.68. 2013. 100 с.
6. Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Кристаллохимические и структурные особенности глинистых минералов в корах выветривания в зависимости от типа исходных пород // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2001. Т.76. №-3. С.69-79.
7. Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Об аномалии общей схемы преобразования разбухающих глинистых минералов при погружении содержащих их отложений в стратисферу // Вестник Воронежского государственного университета. Серия геология. 2003. №-2. С.57-68.
8. Мацюк С.С., Зинчук Н.Н. Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии.-М.: Недра. 2001.-428 с.
9. Харьков А.Д., Зуенко В.В., Зинчук Н.Н., Крючков А.И., Уханов А.В., Богатых М.М. Петрохимия кимберлитов.-М. Недра. 1991. 304 с.
10. Хитров В.Г., Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Непараметрический кластер-анализ горных пород. Статья 1. Основы метода. Магматические породы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2003. Т.78. №-5. С.78-87.
11. Хитров В.Г., Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Непараметрический кластер-анализ горных пород. Статья 2. Кора выветривания. Метаморфические и осадочные породы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2004. Т.79. №-1. С.65-75.

## **СУЧАСНІ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ, МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТИХІЙНИХ ЛИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ ЯК ЗАСОБИ ЗАВЧАСНОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ В УМОВАХ РИЗИКІВ**

**Я.М. Тузяк**

*кандидат геологічних наук*

Львівський національний університет імені Івана Франка,

79005, м. Львів, вул. Грушевського, 4

В останні десятиліття прояв й активізація стихійних лих і небезпечних явищ позначилися не лише на чисельності людських втрат, але й на руйнуванні сфер соціальних, економічних і екологічних цінностей. Управління в умовах ризику стихійними лихами має актуальне значення та пов'язане з погодними умовами, зміною клімату та водними ресурсами на Землі. У публікації описано заходи запобігання небезпеці та пом'якшення наслідків стихійних лих, висвітлено напрями роботи в цій галузі. Наведено модель послідовності прийняття рішень, описано глобальні та регіональні системи спостереження, аналізу, виявлення, прогнозування, завчасного попередження та обміну інформацією про небезпечні природні явища, пов'язані з погодою, кліматом та водою.

*Ключові слова:* стихійне лихо, системи спостереження, моніторинг, ризики.

## **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ КАК СРЕДСТВА ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РИСКОВ**

**Я.М. Тузяк**

*кандидат геологических наук*

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,

79005, м. Львов, ул. Грушевского, 4

В последние десятилетия проявление и активизация стихийных бедствий и опасных явлений сказалось не только на численности человеческих потерь, но и на разрушении сфер социальных, экономических и экологических ценностей. Управление в условиях риска стихийными бедствиями имеет актуальное значение и связано с погодными условиями, изменением климата и водными ресурсами на Земле. В публикации описаны меры предотвращения опасности и смягчение последствий стихийных бедствий, освещены направления работы в этой области. Приведена модель последовательности принятия решений, описаны глобальные и региональные системы наблюдения, анализа, выявления, прогнозирования, предварительного предупреждения и обмена информацией об опасных природных явлениях, связанных с погодой, климатом и водой.

*Ключевые слова:* стихийное бедствие, системы наблюдения, мониторинг, риски.

# **MODERN SYSTEMS FOR OBSERVING, MONITORING AND FORECASTING OF DISASTERS AND HAZARDOUS EVENTS AS A MEANS OF ADVANCED PREVENTION IN RISK CONDITIONS**

**Ya.M. Tuzyak**

*PhD geology science*

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

In recent decades, the manifestation and intensification of natural disasters and dangerous phenomena affected not only the number of human losses, but also the destruction of the spheres of social, economic and environmental values. Managing disaster risk is relevant and linked to weather, climate change and water resources on Earth. The publication describes measures to prevent and mitigate the effects of natural disasters, highlights the areas of work in this area. The model of decision-making sequence is presented, global and regional systems of observation, analysis, detection, forecasting, preliminary warning and exchange of information on natural hazards related to weather, climate and water are described.

*Key words:* natural disaster, observing systems, monitoring, risks.

Створення та забезпечення науково-технічної бази знань, яка має виключно важливе значення на всіх етапах мінімізації ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, починаючи з оцінки небезпечних ситуацій, аналізу ураження, оцінки ризику і закінчуючи запобіганням небезпеці, забезпеченню готовності, реагуванню і відновленню – це один з пріоритетів управління в умовах ризику. Хоча статистичні дані про лиха за останні 20 років викликають тривогу, все ж важливо пам'ятати, що рівень людських втрат і матеріальних збитків міг би бути набагато вищим, якби не було служб із запобігання небезпеці, особливо завчасних попереджень, що надаються через глобальну мережу ВМО (Всесвітня Метеорологічна Організація) і НМГС (Національні метеорологічні й гідрологічні служби). Щороку стихійні лиха, зумовлені небезпечними природними явищами, пов'язаними з погодою, кліматом і водою, зазнає суспільство усього світу, внаслідок чого гинуть люди, руйнується соціально-економічна інфраструктура і погіршується стан нестійких екосистем. Близько 90% всіх стихійних лих, що трапилися за останні 10 років, були результатом таких явищ, як повені, посухи, тропічні циклони, хвилі тепла, сильні шторми, зсуви, селі. Сьогодні існують науково-технічні програми та мережі з розвиненою глобальною інфраструктурою, які дозволяють створювати і надавати продукцію і послуги, що відіграють важливішу роль у розробленні міжнародних, регіональних і національних стратегій управління в умовах ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами і стратегій реагування. Процес прийняття рішень з питань управління в умовах ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, може бути описаний моделлю:

запобігання та пом'якшення наслідків – забезпечення готовності – реагування – відновлення, приділяючи особливу увагу превентивним заходам.

Тому, щоб глибше зрозуміти проблеми ураження спільнот до стихійних лих, пов'язаних з погодою, кліматом і водою, потрібні міждисциплінарні наукові дослідження з використанням архівних матеріалів і відповідної інформації по галузях. На сучасному етапі головним завданням є забезпечення надання повністю інтегрованих продуктів і послуг на національному, регіональному та міжнародному рівнях з метою прийняття рішень щодо запобігання небезпечних стихійних лих, підготовки до них, реагування та ліквідації їх наслідків. Головними цілями відповідних структур щодо запобігання небезпеці та пом'якшення наслідків стихійних лих (ПСЛ) повинні бути: а) залучення більшої уваги до попереджувальних стратегій щодо запобігання небезпеці та забезпечення готовності; б) забезпечення оптимального використання основного науково-технічного потенціалу, особливо систем завчасного попередження, на всіх відповідних етапах процесу управління в умовах ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, на міжнародному, регіональному та національному рівнях; в) підтримання та зміцнення ролі НМГС в якості найважливіших компонентів національних програм щодо зменшення ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, особливо в країнах, що розвиваються; г) підвищення обізнаності про доцільність вкладання коштів у заходи щодо запобігання небезпеці стихійних лих, особливо в системи завчасного попередження; д) налагодження співпраці з міжнародними, регіональними та національними партнерами та приватним сектором в інтересах створення більш безпечного світу.

В останні роки все більше уваги надають прийняттю рішень швидкого реагування та заходам у боротьбі з катастрофами. В іншому випадку жодна країна і навіть все людство не зможуть домогтися сталого розвитку. У цьому контексті були прийняті Декларації [1], Доповіді [1, 2], Програми [3], Дорожні карти [5] та ін. [4].

Небезпеки катастроф різного характеру є великою перешкодою до сталого розвитку і в Україні. У країні спостерігається постійне зростання небезпечних гідрометеорологічних явищ, які сприяють розвитку повеней, зсувів, селів, підтоплень, посухи, пожеж та ін.

Науково-технічні програми, залучення та участь у них сприяють нарощуванню глобальних можливостей у галузі спостереження, аналізу, виявлення, прогнозування, завчасного попередження та обміну інформацією про небезпечні природні явища, пов'язані з погодою, кліматом і водою. Вони варіюються в діапазоні від найсильніших явищ, що виникають в обмежених географічних масштабах з коротким часом існування, наприклад, торнадо і

бурхливі паводки, до таких масштабних явищ, як посуха, яка може охопити на місяці, а то й роки цілі регіони і народи незалежно від їх географічного місця розташування.

Тому на сучасному етапі важливою є необхідність більш глибокого розуміння кліматичної системи і розвитку можливостей в області прогнозування природної мінливості клімату і його зміни, викликаной антропогенною діяльністю. Поряд з поглибленням розуміння механізмів і причин виникнення небезпечних природних явищ, програми з дослідження клімату дозволяють поліпшити наші знання про природні коливання клімату, його зміни в результаті антропогенної діяльності та зв'язку цих факторів з тенденціями зміни типів, частоти, сили і впливів небезпечних гідрометеорологічних явищ.

*Сучасні системи спостереження.* Глобальна система спостережень (ГСС) дозволяє здійснювати спостереження і збирати інформацію про погоду, клімат і водні об'єкти в усьому світі. У цій системі збирають дані за допомогою 14 супутників, сотень океанських буїв, повітряних і морських суден і близько 10 000 наземних спостережених станцій. НМГС здійснюють спостереження і збирають дані в своїх країнах. Щодня через Глобальну систему телезв'язку (ГСТ), яка пов'язує метеорологічні центри всього світу, поширюється понад 50 000 зведень погоди і кілька тисяч карт і одиниць продукції в цифровому вигляді. Глобальна система обробки даних і прогнозування (ГСОДП) забезпечує взаємодію світових, регіональних і національних центрів обробки даних і надає країнам на регулярній основі аналізи і прогнози, в тому числі і завчасні попередження про небезпечні погодні явища. На основі результатів аналізу і прогнозів, зроблених ММЦ і РСМЦ, НМГС готують і надають – в тих випадках, коли країнам загрожують небезпечні явища, – завчасні попередження, адаптовані до місцевих умов і потреб. На сучасному етапі триває вдосконалення ГСТ та інших інформаційних систем, об'єднуючи їх в єдину глобальну інформаційну інфраструктуру під назвою «Структура інформаційної системи ВМО» (CICV). Вона призначена для збору відповідної інформації про навколишнє середовище та обміну нею для всіх програм ВМО та інших міжнародних програм.

Бази архівних та оперативних даних надають підтримку оцінки ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, запобігання їх небезпеці, реагування на них та ліквідації їх наслідків. Для проведення оцінки чутливості та вразливості спільнот до небезпечних явищ, пов'язаних з погодою, кліматом і водою, виключно важливого значення набувають історичні метеорологічні та гідрологічні дані. Бази архівних даних відіграють вирішальну роль у кількісному описі інтенсивності і частоти явищ, оцінці потенційного збитку в результаті

екстремальних явищ і прогнозуванні очікуваного збитку за допомогою надання майбутніх сценаріїв. Систематичні дослідження даних метеорологічних і гідрологічних спостережень небезпечних явищ – таких, як тропічні циклони, сильні урагани і повені, – і їх впливів формують цінну базу знань, якими можуть скористатися фахівці з питань управління в умовах ризику на всіх рівнях, що дозволяє їм розробляти ефективні попереджувальні стратегії управління в умовах ризику в цілях зменшення наслідків стихійних лих.

Завчасні попередження – найважливіший фактор у запобіганні небезпеці стихійних лих. Одним з найбільш ефективних заходів щодо забезпечення готовності до лих є добре функціонуюча система завчасного попередження, яка здатна своєчасно надавати точну та надійну інформацію. Крім цих видів діяльності, головним завданням наукових досліджень у галузі погоди, клімату та водних проблем є розробка єдиних наскрізних оперативних систем для завчасних попереджень про небезпечні явища, що варіюються від прогнозів на найближчі години до прогнозів у масштабі часу зміни клімату.

Ефективний і своєчасний зв'язок – найважливіший елемент системи завчасного попередження. Ефективні міжнародні та національні супутникові системи поширення даних, що експлуатуються НМГС, забезпечують своєчасний і надійний доступ до інформації про погоду, водні ресурси і клімат. ЕВМІН є бездротовою комп'ютерною ретрансляційною системою з пріоритетною орієнтацією на передачу метеорологічних даних, яка забезпечує швидку супутникову передачу сповіщень/попереджень, прогнозів, графічної інформації та зображень. Ця система – безкоштовна і дозволяє використовувати недорогі і доступні технології.

Важливу роль у підвищенні рівня обізнаності населення відіграють карти із зазначенням локальних/місцевих небезпечних явищ.

Для оцінки ризику, виявлення, моніторингу та завчасного попередження про небезпечні природні явища важливе значення мають космічні та наземні спостереження.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Доклад Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий Кобе, Хиого, Япония, 18-22 января 2005 года. Генеральная Ассамблея ООН. – 64 с.
2. Національні системи оцінювання ризиків і загроз: кращі світові практики, нові можливості для України : аналіт. доп. / [Резнікова О. О., Войтовський К. Є. Лепіхов А. В.] ; за заг. ред. О. О. Резнікової. Київ : НІСД, 2020. – 84 с.
3. Работать вместе для обеспечения более безопасного мира / Программа по предотвращению опасности и смягчению последствий стихийных бедствий. Всемирная Метеорологическая Организация. 2004. – 27 с.

4. Снижение риска бедствий как инструмент достижения целей развития тысячелетия // Сборник информационно-методических материалов для парламентариев. Опубликовано МПС совместно МСУОБ ООН, Женева, Швейцария, сентябрь 2010 г. Организация Объединенных Наций, 2010 г. – 62 с.
5. Совершенствование гидрометеорологической службы и систем раннего предупреждения Республике Беларусь. Дорожная карта. Группа Всемирного банка (ГВБ) и Глобальный фонд по уменьшению опасности бедствий и восстановлению (GFDRR). 2020 г. Программа развития гидрометеорологической службы Беларуси: оценка экономической эффективности. Вашингтон, округ Колумбия: Группа Всемирного банка. – 106 с.

## **СТРАТИГРАФІЯ МЕЗОЗОЙСЬКОГО ПОРОДНОГО КОМПЛЕКСУ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ УКРАЇНИ ЯК СКЛАДОВА ГЕОЛОГО- ПОШУКОВИХ РОБІТ У НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВІЙ ГЕОЛОГІЇ**

**Л. М. Якушин**

*доктор геологічних наук*

**І. І. Іщенко**

*доктор геологічних наук*

Український науково-дослідний інститут природних газів (УкрНДІгаз),  
61010, м. Харків, Гімназійна Набережна, 20.

**О. А. Шевчук**

*доктор геологічних наук*

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

Проведено розчленовування мезозойських відкладів усієї акваторії української частини Чорного та Азовського морів за комплексом методів.

*Ключові слова:* мезозойські відклади, літологія, морські акваторії України

## **СТРАТИГРАФИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ПОРОДНОГО КОМПЛЕКСА МОРСКИХ АКВАТОРИЙ УКРАИНЫ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННОЙ ГЕОЛОГИИ**

**Л. М. Якушин**

*доктор геологических наук*

**И. И. Ищенко**

*доктор геологических наук*

Украинский научно-исследовательский институт природных газов (УкрНИИГаз),  
61010, г. Харьков, Гимназическая Набережная, 20.

**О. А. Шевчук**

*доктор геологических наук*

Институт геологических наук НАН Украины, 01601, г. Киев, ул. О. Гончара 55б.

Проведено расчленение мезозойских отложений всей акватории украинской части Черного и Азовского морей по комплексу методов.

*Ключевые слова:* мезозойские отложения, литология, морские акватории Украины

## **STRATIGRAPHY OF THE MESOZOIC ROCK COMPLEX OF THE SEA WATERS OF UKRAINE AS A COMPONENT OF GEOLOGICAL AND EXPLORATION WORKS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**L. M. Yakushin**

*doctor of geological sciences*

**I.I. Ishchenko**

*doctor of geological sciences*

Ukrainian Research Institute of Natural Gases (UkrNDIgaz),  
61010, Kharkiv, Gymnasium Embankment, 20.

**O.A. Shevchuk**

*doctor of geological sciences*

Institute of geological sciences of the National Academy of sciences of Ukraine,  
01601, Kyiv, st. O. Gonchara 55b.

The Mesozoic sediments of the entire water area of the Ukrainian part of the Black and Azov seas were dissected according to a set of methods.

*Key words:* mesozoic deposits, lithology, marine waters of Ukraine

На сьогоднішній день в українському секторі акваторій Чорного та Азовського морів мезозойські відклади розкрито в розрізах 42 свердловин (36 на північно-західному шельфі Чорного моря та шість на акваторії Азовського моря). Вони відіграють значну роль в будові осадового чохла цих територій і розглядаються у якості одного з перспективних нафтогазоносних комплексів регіону.

На північно-західному шельфі Чорного моря у відкладах верхнього відділу крейдової системи (маастрихт) розвіданий газоконденсатний поклад на структурі Шмідта. Непромислові припливи газу отримані у свердловинах: № 2-Флангова (маастрихт), № 2-Голіцина (сеноман, турон), № 4-Голіцина (коньяк), № 6-Одеська (маастрихт), №№ 6,9,11-Шмідта (маастрихт), №2-Штильова (маастрихт, кампан) та № 1-Каркінітська (сеноман), нафти – № 6-Одеська (маастрихт).

На прилеглому до північно-західного шельфу Чорного моря суходолі з породами верхнього відділу крейдової системи пов'язані невеликі нафтові родовища: Серебрянське – у відкладах коньякського ярусу, Октябрське та Карлавське – сеноманського ярусу. Також, в утвореннях нижнього відділу крейдової системи відкрито два невеликих газоконденсатних родовища: Західнооктябрське – у відкладах альбу, Тетянівське – неоком-альбу та один нафтовий поклад на Октябрському родовищі – у відкладах апту.

Історія стратиграфічних досліджень мезозойських відкладів акваторій північно-західного шельфу Чорного та Азовського морів налічує близько 50 років. Перші відомості про стратиграфію відкладів цього віку, розкритих св. Голіцина-1, викладені М.О. Менкес та Г.М. Волошиною у «Доповідях Академії наук УРСР» у 1975 році [6]. Подальші роботи зі стратиграфії цих

відкладів в акваторіях морів знайшли своє відображення в чисельних звітах, наукових статтях та монографіях [1-5,7-11 та ін.].

Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених дослідженню стратиграфії відкладів цього вікового діапазону, створення надійного літолого-стратиграфічного каркасу для мезозойських відкладів цієї території є і на сьогодні актуальним та необхідним.

Для уточнення стратиграфії мезозойських відкладів українського сектора акваторій Чорного та Азовського морів переінтерпретовано дані літобіостратиграфічних досліджень мезозойської частини розрізу по свердловинах: №№ 1,2,3-Безіменна; № 2-Гамбурцева; №№ 1,2,4, 5-Голіцина; № 1-Десантна, № 2-Євпаторійська, № 2-Іллічівська, №№ 1,2-Каркінітська; №№ 2,4,5,6,20-Одеська; № 1-Південнобортowa; №№ 3,25-Південноголіцинська; №2-Прадніпровська; №№ 40,43-Сельського: № 1-Федорівська, №2-Флангова; № 1-Центральна; №№ 5,6,,9,10,11,12-Шмідта; №2-Штильова та №№ 2,5-Штормова на структурах північно-західного шельфу Чорного моря: Каркінітська, Прадніпровська, Флангова, Голіцина, Південноголіцинська, Безіменна, Одеська, Гамбурцева, Штильова, Штормова, Шмідта, Сельського, Федорівська, Центральна, Іллічівська, Південнобортowa, Десантна та по свердловинах: № 1-Електророзвідувальна; № 1-Західнобірюча; № 1-Матроська; № 1-Морська-2; № 1-Обручева та № 20-Стрілкова на структурах української частини акваторії Азовського моря: Західнобірюча, Електророзвідувальна, Матроська, Морська-1, Обручева та Стрілкова; використано сучасні вітчизняні («ГеоПоиск») та іноземні (Petrel, компанії Schlumberger) програмні пакети по обробці та інтерпретації сейсмічних та геолого-геофізичних матеріалів, а також геофізичну основу (каротаж).

Для літологічної характеристики порід використано описи кернавого матеріалу та петрографічні описи шліфів зі справ свердловин акваторій Чорного та Азовського морів.

При розчленуванні мезозойської товщі враховано визначення відносного геологічного віку зразків порід керна зі справ свердловин, а також використано палеонтологічні визначення Плотнікової Л.Ф., Менкес М.О., Люльєвої С.А., Волошиної Г.М., П'яткової Д.М., Нероденка В.М., Лещуха Р.Й., Дулуб В.Г., Мінтузової Л.Г., Трофимович Н.А., Огороднік М.Є., Шумника А.Б., Шевчук О.А., Якушина Л.М. та ін.

*Тріасова система.* Відклади тріасової системи на акваторіях дослідження розповсюджені фрагментарно. Вони розкриті бурінням та фауністично підтверджені лише на Євпаторійській площі (північно-західний шельф Чорного моря), Електророзвідувальній та Обручева площах (акваторія Азовського моря).

Тріасові відклади з переривом (?) залягають на палеозойських (?) і перекриваються крейдовими чи більш молодими. Виділяються у складі середнього та верхнього відділів. Розкрита товщина відкладів тріасу більше 1000 м.

Відклади середнього відділу тріасової системи встановлено лише в розрізі свердловини №2-Євпаторійська. Вони узгоджено чи з переривом (?) залягають на докембрійських (?) чи палеозойських (?) відкладах і перекриваються верхньотріасовими чи більш молодими. Виділяються у складі анізійського ярусу. Представлені перешаровуванням пісковиків та аргілітів з уламками ефузивних порід. Розкрита товщина відкладів більше 940 м.

Відклади верхнього відділу тріасової системи встановлено в розрізах свердловин №1-Електророзвідувальн та №1-Обручева (акваторія Азовського моря). Відклади відділу узгоджено чи з переривом (?) залягають на палеозойських (?) і перекриваються крейдовими чи більш молодими. Виділяються у складі ретського та норійського ярусів. Представлені сланцями з прошарками пісковиків та алевролітів. Товщина утворень більше 1000 м.

*Юрська система.* На сьогодні відклади юрської системи в межах українського сектора акваторій Чорного та Азовського морів бурінням не встановлено. Їх наявність можливо припустити у Криловському і Каркінітському прогинах та на Каламітському піднятті на північно-західному шельфі Чорного моря, на акваторії Прикерченського шельфу Чорного моря та на південному схилі Середньоазовського підняття і в Індольському прогині на акваторії Азовського моря. Особливості геологічної будови, об'єм та розповсюдження юрських відкладів будуть з'ясовані подальшими геологорозвідувальними роботами.

*Крейдова система.* Відклади крейдової системи розповсюджені на всій акваторії дослідження за винятком осьової частини Середньоазовського підняття. Вони розкриті бурінням та фауністично підтверджені на всіх площах окрім Електророзвідувальної та Обручева (акваторія Азовського моря). Крейдові відклади з переривом (?) залягають на докембрійських, палеозойських (?) та тріасових і перекриваються палеогеновими чи більш молодими утвореннями. Виділяються у складі нижнього та верхнього відділів. Розкрита товщина відкладів більше 2300 м.

Відклади нижнього відділу крейдової системи встановлено у розрізах 11 свердловин на площах Безіменній, Гамбурцева, Голіцина, Десантній, Євпаторійській, Іллічівській, Одеській, Південнобортовій та Південнохоліцинській (північно-західний шельф Чорного моря) та на площі Західнобірючій (акваторія Азовського моря). Відклади узгоджено чи з переривом (?) залягають на докембрійських, палеозойських (?) та тріасових і

перекриваються утвореннями верхньої крейди. Виділяються у складі альбського ярусу. Представлені карбонатними (вапняками глинистими органічно-детритовими) та теригенними (пісковики та алевроліти) утвореннями альбського віку. Більш давні утворення нижньої крейди на акваторіях дослідження бурінням на сьогодні не розкриті [3]. Розкрита товщина відкладів нижньої крейди близько 1000 м.

Відклади верхнього відділу крейдової системи встановлено у розрізах 35 свердловин, що знаходяться на північно-західному шельфі Чорного моря на площах: Безіменній, Гамбурцева, Голіцина, Десантній, Євпаторійській, Іллічівській, Каркінітській, Одеській, Південнобортівській, Південнохоліцинській, Прадніпровській, Федорівській, Фланговій, Центральній, Штильовій, Штормовій та Шмідта та у розрізах 5 свердловин, що знаходяться на акваторії Азовського моря на площах Західнобірючій, Матроській, Морській та Стрілковій. Відклади відділу узгоджено чи з переривом (?) залягають на докембрійських, палеозойських (?), тріасових та нижньокрейдових і перекриваються палеогеновими чи більш молодими. Виділяються у складі сеноманського, туронського, коньякського, сантонського, кампанського та маастрихтського ярусів. Представлені карбонатними (вапняками пелітоморфними з органічними рештками, вапняками шламово-детритовими та пісковикоподібними, вапняками органічно-детритовими та мергелями органічними) породами маастрихту, карбонатними (вапняками пелітоморфними з органічними рештками, вапняками шламово-детритовими і пісковикоподібними та вапняками органічно-детритовими) та теригенними (пісковиками, алевролітами та гравелітами) породами кампану, карбонатними (вапняками пелітоморфними з органічними рештками, вапняками шламово-детритовими і пісковикоподібними та вапняками органічно-детритовими) породами сантону, карбонатними (вапняками пелітоморфними з органічними рештками, вапняками шламово-детритовими і пісковикоподібними та вапняками органічно-детритовими) породами коньяку, карбонатними (вапняками пелітоморфними з органічними рештками, вапняками органічно-детритовими та мергелями органічними) породами турону та карбонатними (вапняками органічно-детритовими та мергелями), теригенними (пісками, пісковиками, алевролітами та гравелітами), вулканогенними (туфами та туфопісковиками) та метаморфічними породами (сланцями) сеноману. Розкрита товщина відкладів верхньої крейди більше 2200 м [5].

**Отже,** в результаті досліджень проведено розчленовування мезозойських відкладів усієї акваторії української частини Чорного та Азовського морів, яке є літолого-стратиграфічним каркасом для побудови кондиційної

стратиграфічної схеми Південного нафтогазоносного району та проведенні подальших геологорозвідувальних робіт. Виключення становить лише Західно-Чорноморська та Східно-Чорноморська западини, де не проводилось морського буріння.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геология шельфа СССР. Стратиграфия (шельф и побережья Чёрного моря) – К.: Наук. думка, 1984. – 184 с.
2. Гожик П.Ф. та ін. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Теоретичне і практичне обґрунтування пошуків нафти і газу в акваторіях України. – К.: ЕКМО, 2010. – 200 с.
3. Гожик П.Ф., Маслун Н.В., Плотнікова Л.Ф., Іванік М.М., Якушин Л.М., Іщенко І.І. Стратиграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря – К.: Логос, 2006. – 171 с.
4. Іщенко І.І. Стратиграфія та умови накопичення крейдових відкладів зони зчленування східноєвропейської платформи та скіфської плити (український сектор) у зв'язку з нафтогазоносністю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. геол. наук: спец. 04.00.09 «Палеонтологія і стратиграфія» / І.І. Іщенко. – К., 2014. – 49 с.
5. Іщенко І.І. Оцінка перспектив нафтогазоносності крейдового породного комплексу українського сектору акваторій Чорного та Азовського морів з літолого-стратиграфічних позицій // Геол. журн. – №1, 2014. – с. 43-53.
6. Менкес М.А., Волошина Г.М. Мікропалеонтологічна характеристика еоценових, палеоценових та верхньокрейдових відкладів морської Голіцинської свердловини // Докл. АН УССР. – 1975. – Сер. Б. – № 10. – С. 888-889.
7. Плотнікова Л.Ф. К стратиграфии меловых отложений северо-западного шельфа Чёрного моря // Биостратиграфические и палеоэкологические аспекты событийной стратиграфии – К., – 2000. – С. 32-33.
8. Плотнікова Л.Ф., П'яткова Д.М. Перші палеонтологічні дані з обґрунтування тріасових відкладів Азовського моря // Проблеми стратиграфії і кореляції фанерозойських відкладів України: – К., 2011. – С. 30.
9. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т.1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Головний редактор П.Ф. Гожик. – К.: ІГН НАН України. Логос, 2013. – 637 с.
10. Шевчук О.А. Паліостратиграфія крейдових відкладів української частини акваторії Азовського моря. *Тектоніка і стратиграфія*. Київ, 2013. Вип. 40. С.118-124.
11. Якушин Л., Іщенко І. Стратиграфія мезозойських отложений Одесского шельфа Чёрного моря / Proceedings of the IV international scientific and technical conference «Geology and hydrocarbon potential of the Balkan-Black Sea region». 11-15 september 2013, Varna, Bulgaria. – С.57-64.

## **DETECTION OF GAS SATURATED ZONES WITHIN COAL BASINS BY PULSATING ELECTROMAGNETIC SOUNDING**

**I.M. Skopychenko, E.I. Skopychenko**

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, "Scientific Institute for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine",  
Ukraine, Kyiv*

During the development of coal seams, sudden gas-dynamic situations may occur, mainly due to explosions of mine methane and coal dust, emissions of coal, rock and gas. In order to minimize the risk of sudden gas-dynamic situations, it is necessary to determine the zones of gas generation and its migration routes within the coal basins. The method of pulsating electromagnetic sounding (PEMS) is successfully used in the search for methane accumulations. Works on detection of zones of gas generation and migration within the coal basins were carried out in the Tomashivka section of the Donetsk coal basin (Ukraine) and in one of the sections of the San Juan coal basin (USA).

**Keywords:** mine methane, generation, migration, point electromagnetic sounding method.

One of main problems in the development of coal mines is safety of miners. Sudden gas-dynamic situations (accidents) occur mainly due to explosions of mine methane and coal dust, emissions of coal, rock and gas. Methane explosions are the main cause of major accidents in mines. To minimize the risk of accidents, it is necessary to identify areas of gas generation and migration routes within coal basins. In addition to the fact that the extraction of methane from coal seams of minefields solves the problem of safety, gas can be used as an energy staff. It is known that the concentration of methane in a mixture of natural gases of coal seams is 80-98%.

Industrial production of coalbed methane began in the United States in the early 1980s. In 2000, 40 billion m<sup>3</sup> of methane were produced, which accounted for 7% of the country's total gas production. In 2007, there were extracted 61 billion cubic meters of methane, which accounted for more than 10% of natural gas supplies to the US domestic market [5].

The method of pulsating electromagnetic sounding (PEMS) is very successful in the search for methane accumulations. The PEMS method is an improved version of the method of point electromagnetic sounding, from which it differs by modern equipment and software, which allows to significantly speed up the execution of works. The basics and principles of the PEMS method are described in detail in [1, 2].

This method is based on the excitation of a pulsed electromagnetic field in the medium by generator loops and measuring the result of this interaction by receiving loops of small size. The main feature of generator loops is a high intensity of the

primary field in their center, which significantly exceeds the strength of the primary fields themselves formed by loops of large sizes  $\square$  50x50, 100x100, 200x200 m and more. The intensity of the secondary electromagnetic (reduced) field ( $V_t / I$ ) studied by the PEMS method depends on the active and reactive conductivities of the medium (properties that depend on the lithological composition of rocks), the effect of induction polarization (INP), magnetic susceptibility, directions of the magnetization vector and the frequency of the exciting electromagnetic field. The influence of the INP effect is manifested in a decrease or increase in the conductivity of the section and is investigated and determined by relationships between the directions of the vector of orientational (primary) polarization of the medium volume and of the excitation field vector [2]. In terms of informativeness, speed of acquisition and processing of data, as well as of relatively low cost, the PEMS technology occupies one of the leading positions in the complex of prospecting and exploration works for forecasting of reservoir hydrocarbon deposits.

**Results of research and discussion** The main provisions of the theory of the method, procedures of field works and technology of data interpretation are described in detail in [1-3]. Studies on the detection of zones of gas generation and migration within the coal basins were conducted in Ukraine in the Tomashivka section of the Donetsk coal basin. Experimental and methodological works on the determination of accumulation zones of mine methane were performed also at one of the sections of the San Juan coal basin in the United States. It should be noted that the correct solution of such geological problems (detection of promising regions for gas production in the areas of coal deposits) is possible only with the use of highly informative geographic information systems 5D and more. Our technology includes “know-how” in creating such systems.

The migration of gas and its concentration in an intermediate reservoir, which is a coal seam, occurs through vertical zones. The PEMS method allows to localize the deep source and vertical zones along which the gas migration takes place. This technology can be used in solving problems of degassing of coal deposits in conjunction with drilling of geological wells. The method can be applied before the start of works on degassing of coal deposits. In this case local electromagnetic anomalies (vertical, stratal) are to be allocated and the system of tectonic disturbances of the research area defined. Subsequent drilling of wells establishes the geological nature of these anomalies and determines the ways of the most efficient location of wells for degassing of coal deposits. In the presence of geological information about gas manifestations, the PEMS method can be used for accurate definition of their structure within the area of work.

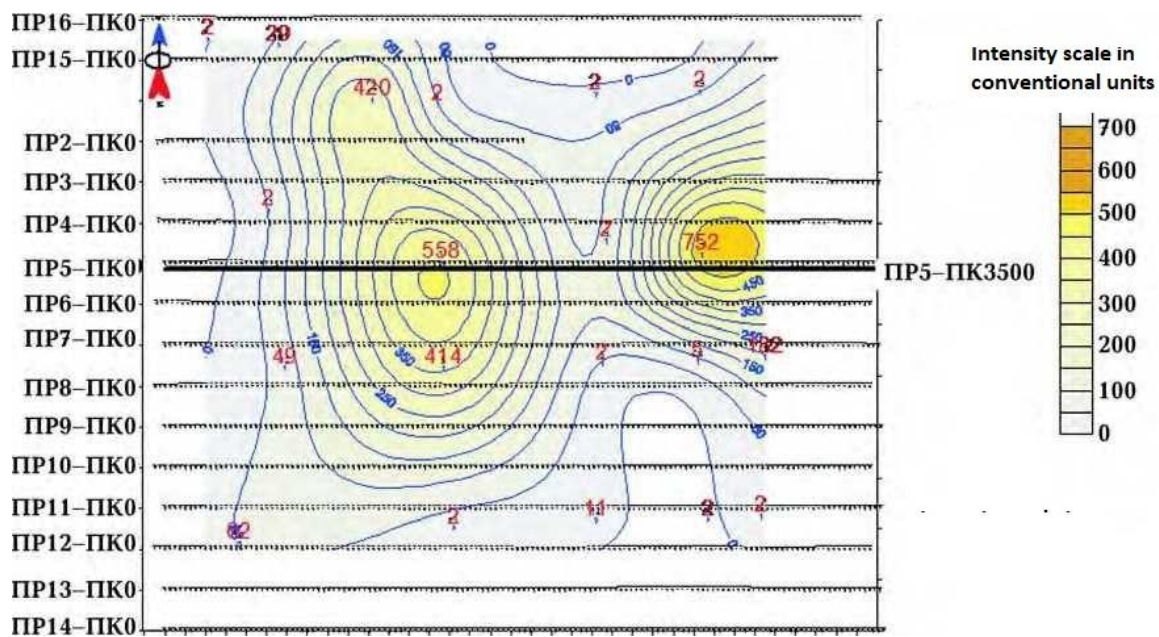


Fig. 1. Map of gas flow distribution in wells

Fig. 1 shows a map of the distribution of gas flow in wells. When constructing the map, well test data were used (average gas flow per day in conventional units). Next to the well, the values of the gas flow are signed in red numbers. According to these data, in the central part of the area there are two square anomalies of increased gas flow (western - wells № 3, № 5, № 17 and eastern - wells № 2, № 7). The value of gas flow in these wells is 100 times or more higher than the flow of wells in the marginal parts of the studied area (background - 2 units).

It is assumed: 1. Increased gas flow in wells is associated with the reservoir properties of the coal seam in this part of the area. 2. The investigated coal seam is an intermediate reservoir of a deep-lying source of hydrocarbons, which lies under an anomaly and is a source of replenishment of gas reserves in this formation. 3. The gas field, which is associated with the reservoir properties of the coal seam, has a block structure. 4. Increased constant flow rates have wells that are in the collector area with stable properties. These wells should be located in areas with a constant supply of hydrocarbons from a deep source.

The vertical section shows the deep position of the coal seam (black line) according to geological data, and the profile position of wells and their numbers above the section; red numbers - the value of gas flow in the well (conventional units). The profile shows wells with high gas flow - 3, 7 and 9. Normalized values of electromagnetic parameters related to the dielectric constant of rocks were used in the interpretation.

In the range of depths of 200–500 m, three anomalies of reduced values (flooded with yellow) were identified. Anomalies 1, 2 coincide with areas of wells 3, 7. Within well 9 there are no such anomalies. Rocks with high dielectric constant (including waterlogged) are marked in green. Presumably, these anomalies are associated with zones of high gas content, since the dielectric constant of rocks is minimal (2–3 units)

in comparison with the dielectric constant of other rocks. Water has the maximum dielectric constant (80-85 units).

**Conclusion** The accumulation of gases takes place permanently. Natural collectors hold it as long as the pressure from above is higher than internal. When the latter exceeds the former, gas migrates up through the fractured zones and accumulates in acceptable quantities in other reservoirs. Similarly, gas accumulates in coal seams. During the development of coal deposits (explosions, excavation of rocks) the structure of rocks-screens is disturbed and there is a possibility of mass influx of gases. To solve such problems, it is proposed to conduct electromagnetic imaging of PEMS in conjunction with the study of background radio radiation in the area land-based version or from an aircraft or helicopter to identify and locate areas of gas migration (in plan and depth).

#### REFERENCES

1. Finchuk V.V., Skopichenko I.M. The method of point electromagnetic sounding and its capabilities // Ecology and nature conservation. - 2003. Vip. 6, pp. 169 – 172.
2. Finchuk V.V., Skopichenko I.M., Novikov A.V. Method of point electromagnetic sounding. Theory and methods of processing // Ecology and nature conservation. - 2003. Vip. 6, pp. 173-178.
3. Finchuk V.V., Skopichenko I.M. Results of forecasting of hydrocarbon accumulations on Naryzhnyanska Square of the Dnieper-Donetsk Depression according to the data of electrical exploration works by the method of point electromagnetic soundings // Geol. Journal, - 2011. - № 3 (336). - P. 131 – 138.
4. Shlyakhovsky V.A., Finchuk V.V., Sekachev P.N. Energy zones of the Earth // Mezhdunar. geol. conf. Kazan, November 13-16, 2007. 2007. Kazan: Kazan Publishing House. state un-ta., - T. 2. Pages. 254-258.
5. «Coalbed Methane: Clean Energy for the World» // Oilfield Review Summer. –2009, Vol. 21, no. 2, Copyright © 2009 Schlumberger.

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

## **ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСІВ КАМΠΑНСЬКИХ ФОРАМІНІФЕР ТА БАСЕЙНУ ЇХ ІСНУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВНІЧНОЇ ОКРАЇНИ ДОНБАСУ**

**О. Д. Веклич**

*кандидат геологічних наук*

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

Досліджено 9 комплексів форамініфер, охарактеризовано палеогеографічні умови їх існування у морському басейні Північної окраїни Донбасу в кампанський час.

*Ключові слова:* форамініфери, кампан, басейн, Північна окраїна Донбасу.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСОВ КАМΠΑНСКИХ ФОРАМИНИФЕР И БАСЕЙНА ИХ СУЩЕСТВОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ОКРАИНЫ ДОНБАССА**

**Е. Д. Веклич**

*кандидат геологических наук*

Институт геологических наук НАН Украины, 01601, г. Киев, ул. О.Гончара 55б.

Изучены 9 комплексов фораминифер, охарактеризованы палеогеографические условия их существования в морском бассейне Северной окраины Донбасса в кампанское время.

*Ключевые слова:* фораминиферы, кампан, бассейн, Северная окраина Донбасса.

## **CHARACTERISTICS OF THE COMPLEXES OF THE KAMPANIAN FORAMINIFERS AND THE BASIN OF THEIR EXISTENCE IN THE NORTHERN OUTSKIRTS OF DONBAS**

**O. D. Veklych**

*candidate of geological sciences*

Institute of geological sciences, NAS Ukraine, 01601, Kyiv, st. O. Gonchara 55b.

Nine foraminiferal complexes have been studied and the paleogeographic conditions of their existence in the marine basin of the Northern outskirts of Donbas in the Campanian time have been characterized.

*Key words:* foraminifers, Campanian, basin, Northern outskirts of Donbas.

На території Північної окраїни Донбасу кампанський морський басейн мав мулисте дно, нормальний газообмін і солоність, що підтверджується складом

голкошкірих і головоногих молюсків [3]. Його глибина досягала 100–200 м, температура 19–20°C [8, 10]. У ранньому кампані в Північній окраїні Донбасу переважно відбувалися процеси занурення дна моря з формуванням відносно глибоководних відкладів, які представлені глинистими, крейдоподібними і кремнеземистими мергелями, глинами, рідше крейдою з базальною галькою кременів, фосфоритів, біля відкладів карбону, які виходять на денну поверхню, з'являються детритусові вапняки [3]. Зі сторони південного сходу теригенно-карбонатні та кременисті осади з початком потужної кампанської трансгресії, поступово замінюються фаціями писальної крейди [10].

Напочатку ранньокампанського віку з'являються перші представники родів *Plectina* і *Bolivinoides* та нові види форамініфер *Plectina convergens*, *Gavelinella dainae*, *Cibicidoides temirensis*, *Stensioeina pommerana*, *S. mursataiensis*, *Bolivinoides strigillatus*. В крейді білій, місцями мергелистий кар'єру Балаклійського ЦШК (с. Мілова, Харківська обл.) та мергелі блакитно-сірому Куп'янської опорної свердловини № 1 (с. Підвисоке, Харківська обл., інт. 387,40–390,75 м) визначені бентосні: аглютиновані представники родів – *Arenobulimina* (2 види), *Orbignyna* (1), *Heterostomella* (1), *Spiroplectammina* (1), *Eggerellina* (1), *Plectina* (1), *Ataxophragmium* (1), *Gaudryina* (1), секреційні – *Gavelinella* (7), *Cibicidoides* (3), *Stensioeina* (3), *Valvulineria* (2), *Cibicides* (2), *Globorotalites* (1), *Eponides* (1), *Sitella* (1), *Gyroidinoides* (1), *Reussella* (1), *Gyroidina* (1), *Osangularia* (1), *Praebulimina* (1), *Bolivinoides* (1), *Robulus* (1), *Nodosaria* (1), *Astacolus* (1) та ін.; а також планктонні роди – *Globotruncana* (2), *Heterohelix* (1) [2]. Вид *Plectina convergens* нагадує сучасний вид *Verneuilina propingua*, представники якого мешкають в помірно-холодних водах південної частини Тихого і Атлантичного океанів на глибинах від 20 до 1235 м [4]. Представники родів *Bolivinoides*, *Reussella* і *Globotruncana* мешканці тепловодних середземноморських морів. Про безперервність морського басейну протягом пізнього сантону – раннього кампану свідчать споріднені за морфологічними ознаками види *Gavelinella clementiana* – *G. clementiana pseudoexcolata*, *Stensioeina exculpta exculpta* – *S. pommerana* [4].

Друга половина ранньокампанського часу знаменується відновленням екваторіальної трансгресії [5]. Вперше з'являються представники родини Nonionidae (рід *Pullenia*), а також родів *Brotzenella* та нові види *Voloshinovella laffittei*, *Dorothia pupoides*, *Neoflabellina rugosa*, *Brotzenella insignis*, *Gavelinella bistellata*, *Cibicides beaumontianus*, *Bolivinoides laevigatus finitimus*, *Bolivinitella galeata*. У крейді білій з кременями (кар'єр Балаклійського ЦШК, с. Мілова, Харківська обл.) і крейді білій писальній дзвінкій, місцями з кременями сірими та чорними (с. Маяки, Донецька обл.) встановлені: аглютиновані роди –

*Arenobulimina* (6 видів), *Orbignyna* (5), *Voloshinovella* (2), *Ataxophragmium* (1), *Gaudryina* (1), *Plectina* (1), *Verneuilina* (1), *Spiroplectammia* (1), *Heterostomella* (1), *Dorothia* (1), секреційні – *Gavelinella* (6), *Cibicidoides* (3), *Bolivinoidea* (3), *Stensioeina* (2), *Osangularia* (2), *Valvulinaria* (2), *Eponides* (2), *Gyroidinoidea* (2), *Cibicides* (1), *Brotzenella* (1), *Neoflabellina* (1), *Globorotalites* (1), *Pullenia* (1), *Sitella* (1), *Bolivinitella* (1), *Robulus* (1), *Praebulimina* (1), *Fronicularia* (1) ін.; а також планктонні – *Globotruncana* (4), *Rugoglobigerina* (1), *Heterohelix* (1) [2].

В середньому кампані настає другий, за верхньокрейдову епоху, період активізації глибинних розломів Складчастого Донбасу, який починається приблизно з середини кампану і триває до кінця крейдового часу [10]. В цей час відкладалися кремнеземисті та піщані осадки. У мергелях крейдоподібних і крейді білій (с. Сидорове, Донецька обл.) та у мергелях піскуватих світло-сірих дрібно- та середньозернистих (с. Збірне, Луганська обл.) встановлені середньокампанські угруповання форамініфер представлені: аглютинованими родами – *Orbignyna* (4 види), *Voloshinovella* (3), *Heterostomella* (2), *Arenobulimina* (2), *Plectina* (2), *Gaudryina* (1), *Verneuilina* (1), *Spiroplectammia* (1), секреційними – *Gavelinella* (6), *Cibicidoides* (5), *Brotzenella* (4), *Eponides* (4), *Globorotalites* (3), *Gyroidinoidea* (3), *Stensioeina* (2), *Osangularia* (2), *Sitella* (2), *Neoflabellina* (1), *Eouvigerina* (1), *Bolivina* (1), *Bolivinoidea* (1), *Pullenia* (1), *Praebulimina* (1), *Bolivinitella* (1), *Pyramidina* (1), *Valvulinaria* (1), *Cibicides* (1), *Dentalina* (1), *Pseudouvigerina* (1) та ін.; а також планктонними родами – *Globotruncana* (5), *Rugoglobigerina* (1), *Globigerinelloidea* (1) [2]. Тут знайдені озалізовані та фосфоритизовані форамініфери (с. Збірне). Роди форамініфер *Pullenia* і *Bolivina* вказують на глибоководність басейну [4].

У пізньокампанський час відбулася велика екваторіальна трансгресія [5]. Протягом пізнього кампану панували умови нормального відкритого моря. Середньорічна температура басейну була 18–20°C [6, 1]. Відкладалася крейда з окремими промерстками мергелю. У другій половині пізньої крейди сформувалися різноманітні фаціальні умови, в яких переважаючими були кременисто-глинисто-карбонатні ґрунти субліторалі, глауконіт-піскуваті вапнисті прибережні ґрунти та гравелісті вапнисто-піскуваті ґрунти прибережного мілководдя [10]. У зоні зчленування північно-східного Донбасу з ДДЗ у відносно глибоководних частинах субліторалі відкладались форамініферово-коколітові мули [9]. В карбонатних породах у багатьох видів форамініфер відмічається різке збільшення розмірів черепашок, яке супроводжується потовщенням стінки і наявністю грубої скульптури, а в карбонатно-теригенних осадах зустрінуті форамініфери дрібні, пригнічені, часто вилугувані [4], це підтверджується і нашими дослідженнями.

Вперше на початку пізнього кампану зустрічаються нові види *Lituola taylorensis*, *L. taylorensis tarchancutica*, *Marginulinopsis curvisepta*, *Gavelinella midwayensis compressa*, *Globorotalites emdyensis*, *G. umbonatus*, *Reussella paleoceniformis*, *Lamarckina plana*, *L. egregia*. У вапняках піскуватих органогенно-детритусових жовто-коричневих (сmt Георгіївка, Луганська обл.) встановлена пізньокампанська асоціація (нижня), в якій визначені: аглютиновані роди – *Ataxophragmium* (2 види), *Spiroplectammia* (2), *Lituola* (2), *Marssonella* (1), *Arenobulimina* (1), секретійні – *Cibicidoides* (3), *Brotzenella* (2), *Osangularia* (1), *Bolivina* (2), *Bolivinoidea* (2), *Gyroidinoides* (1), *Sitella* (1), *Globorotalites* (2), *Lamarckina* (2), *Dentalina* (1), *Valvulineria* (1), *Stensioeina* (1), *Discorbis* (1), *Eponides* (1), *Gavelinella* (1), *Praebulimina* (1), *Reussella* (1), *Marginulinopsis* (1); а також планктонні – *Globigerinelloidea* (1), *Globotruncana* (1) [2]. Присутні характерні для верхнього кампану евріфаціальні види *Globorotalites emdyensis* і *Cibicidoides aktulagayensis*. Особливістю комплексу (сmt Георгіївка) є крупні сочевицеподібні форамініфери виду *Pseudosiderolites muschketovi* Z e r n. За О.В. Савчинською рід *Pseudosiderolites* знайдений тільки у відкладах кампанської зони *Belemnitella langei* на півночі та півдні Донецького басейну, ці форамініфери існували в прибережному мілководді [7].

В кінці пізнього кампану з'являються нові види *Spiroplectammia suturalis*, *Gaudryina pyramidata*, *G. fursenkoi*, *Angulogavelinella gracilis*, *Cuneus minutus*, *Enantiodentalina temirensis* ін. В алевроліті глинистому вапнистому зеленувато-сірому з включеннями фосфоритів і гравію (св. № 21–Д, м. Молодогвардійськ, Луганська обл.) і у мергелях крейдоподібних білих (с. Шандриголове, Донецька обл.) встановлені: аглютиновані роди – *Orbignyna* (6 видів), *Arenobulimina* (3), *Gaudryina* (3), *Ataxophragmium* (2), *Plectina* (2), *Eggerellina* (2), *Voloshinovella* (1), *Spiroplectammia* (1), *Heterostomella* (1), секретійні – *Cibicidoides* (3), *Bolivina* (3), *Gyroidinoides* (2), *Gavelinella* (2), *Brotzenella* (2), *Angulogavelinella* (2), *Reussella* (2), *Bolivinoidea* (2), *Osangularia* (1), *Sitella* (1), *Stensioeina* (1), *Eponides* (1), *Astacolus* (1), *Neoflabellina* (1), *Globorotalites* (1), *Cibicides* (1), *Cuneus* (1), *Pullenia* (1), *Enantiodentalina* (1), *Nodosaria* (1) та ін.; а також планктонні – *Heterohelix* (2), *Rugoglobigerina* (1), *Biglobigerinella* (1), *Globigerinoides* (1), *Globotruncana* (1), *Archaeoglobotruncana* (1) [2].

**Висновки.** Аналіз систематичного складу і екологічних груп форамініфер у кампанських комплексах з відкладів Північної країни Донбасу свідчить, що в асоціаціях переважає секретійний бентос, а частка планктонних видів незначна. Морський басейн цього регіону протягом пізнього сантону – раннього кампану був безперервним, оскільки присутні генетично близькі види. За даними форамініфер кампанське море території Північної країни Донбасу було

відкритим епіконтинентальним морським басейном, загалом глибоководним (100–130 м), з помірно-теплыми температурами та нормальною солоністю. Відклади формувались в умовах відкритого шельфу, зони субліторалі. Однак, поблизу островів формувались зони прибережного мілководдя.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бланк М.Я. Історія розвитку північної окраїни Донбасу у верхньокрейдовий час // Геол. журн. – Київ: Вид-во Академії наук Української РСР. – 1961. – Т. XXI, вип. 4. – С. 14-21.
2. Веклич О.Д. Біостратиграфія верхньокрейдових відкладів Північної окраїни Донбасу за форамініферами. Дисертація... канд. геол. наук. Спеціальність 04.00.09. – Київ. 2021. – 206 с.
3. Иванников А.В. Геологическая история Украины в меловое время. НАНУ Отделение морской геологии и осадочного рудообразования. – Киев, 2005. – 45 с.
4. Липник Е.С. Фораминиферы сантон-маастрихтских отложений северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины и условия их обитания // Геол. журн. – 1986. – Т. 46. № 3. – С. 103-109.
5. Мороз С.А. Історія біосфери Землі: У 2 кн. Кн. 2: Геолого-палеонтологічний життєпис. Навчальний посібник. – Київ: Заповіт, 1996. – 422 с. + іл. вкл.
6. Найдин Д.П., Тейс Р.В., Чупахин М.С. Определение климатических условий некоторых районов СССР в верхнемеловой период методом изотопной палеотермометрии // Геохимия. – 1956. – № 8. – С. 23-34.
7. Савчинская О.В. Условия существования позднемеловой фауны Донецкого бассейна. Москва: Наука. 1982. – 132 с.
8. Тейс Р.В., Найдин Д.П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органических карбонатов. Москва: Наука. 1973. – 255 с.
9. Якушин Л.М. Біостратиграфія осадових утворень, палеогеографія та палеоекологія пізньокрейдового басейну платформної України (за макрофауною): Автореф. дис... д-ра геол. наук. – Київ, 2010. – 43 с.
10. Якушин Л.М. Палеогеографічні особливості формування верхньокрейдової товщі окраїн Донбасу // Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. Відп. ред. П.Ф. Гожик. – Київ: Нора-прінт, 2007. – С. 177-180.

## **МОНІТОРИНГ ТЕРИКОНІВ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ**

**Н.В. Вергельська**

*доктор геологічних наук*

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

В останні роки значна увага приділяється не тільки раціональному вилученню корисних копалин, а й екології вугледобувних регіонів. Моніторинг техногенних ландшафтів вугледобувних підприємств є актуальним дослідженням, з позиції впливу на довкілля териконів вугільних шахт.

*Ключові слова:* екологія вугледобувних регіонів, моніторинг териконів.

## **MONITORING THE COAL WASTE HEAPS OF MINES OF DONETS BASIN**

**N.V. Vergelska**

*Doctor of Geological Sciences*

*State Institution «Scientific Centre for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure  
Development NAS of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

In recent years, much attention has been paid not only to the rational extraction of minerals, but also to the ecology of coal-mining regions. Monitoring of man-made landscapes of coal mining enterprises is a topical study from the standpoint of environmental impact of coal mine heaps.

*Keywords:* ecology of coal mining regions, monitoring of heaps.

## **МОНІТОРИНГ ТЕРРИКОНОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНЕЦКОГО БАСЕЙНА**

**Н.В. Вергельская**

*доктор геологических наук*

*Государственное учреждение «Научный центр горной геологии, геоэкологии и развития  
инфраструктуры НАН Украины», Киев, Украина*

В последние годы значительное внимание уделяется не только рациональному извлечению полезных ископаемых, но и экологии угледобывающих регионов. Мониторинг техногенных ландшафтов угледобывающих предприятий – актуальным исследованием с позиции воздействия на окружающую среду терриконов угольных шахт.

*Ключевые слова:* экология угледобывающих регионов, мониторинг терриконов.

Діяльність вугледобувних підприємств на території України протягом понад 250 років зумовила істотне та багатопланове техногенне навантаження на

довкілля. Площі вуглевидобутку займають близько третини території України і представлені кар'єрами (Дніпровський буровугільних басейн) та шахтами (Донецький та Львівсько-Волинський басейни). Ліквідація шахт та кар'єрів у останні роки призводить до виникнення і розвитку взаємопов'язаного комплексу нових негативних явищ і процесів впливу на довкілля. В останні роки питання впливу наслідків вуглевидобутку на літосферу, гідросферу, атмосферу та кліматичні зміни стало ще більш актуальним у зв'язку із світовими дослідженнями впливу на зміни клімату.

Моніторинг техногенних ландшафтів вуглевидобувних підприємств є актуальним дослідженням, з позиції впливу на довкілля териконів вугільних шахт.

За основу взято польові дослідження, проведені в 2019–2021 рр., авторами публікації досліджено терикони діючих та закритих вуглевидобувних підприємств Красноармійського вуглепромислового району. Лабораторні дослідження хімічного та газового складу порід териконів проводилися у комплексній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» м. Полтава.

Кожен вугільний басейн (в тому числі й шахта та вуглерозріз) мають як загальні, так і індивідуальні наслідки розробки вуглепородних масивів, які негативно впливали і впливають на навколишнє середовище і корелюються з геологічною будовою регіону [1, 2, 4]. Моніторинг структурно-геоморфологічних новоутворень у геологічному середовищі, що мають природно-техногенне походження особливо в районах відпрацювання гірничих виробок можуть бути використані як полігони для проведення навчальних і дослідних робіт для розробки методики антропогенового (техногенного, біосферного) картування гірничопромислових агломерацій використовуючи сучасні методи GIS, та карти сучасного стану поверхні Google. На існуючих геологічних картах геологічні навантаження антропогенової доби не показані.

Сучасні геологічні карти відображають наслідки геологічних процесів переважно доантропогенової доби. Геолого-техногенні утворення не відображені на існуючих картах і принципово важливі риси сучасного стану поверхні землі та її надр залишаються поза увагою (рис. 1, 2) [4]. Саме сучасні методи GIS дозволяють моніторинг площі териконів, їх форми та руйнування, що негативно впливає на сільськогосподарські угіддя з якими вони межують.

Із розгляду сучасного стану териконів (рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), не виникає сумнівів в актуальності та необхідності геологічного картування об'єктів, які є наслідком взаємодії природно-техногенних факторів сучасного геологічного процесу. Доцільно злучити картування поверхні з позиції пошуку і розвідки

вторинних (техногенних) родовищ відвалів, териконів, відпрацьованих гірничих виробок тощо.

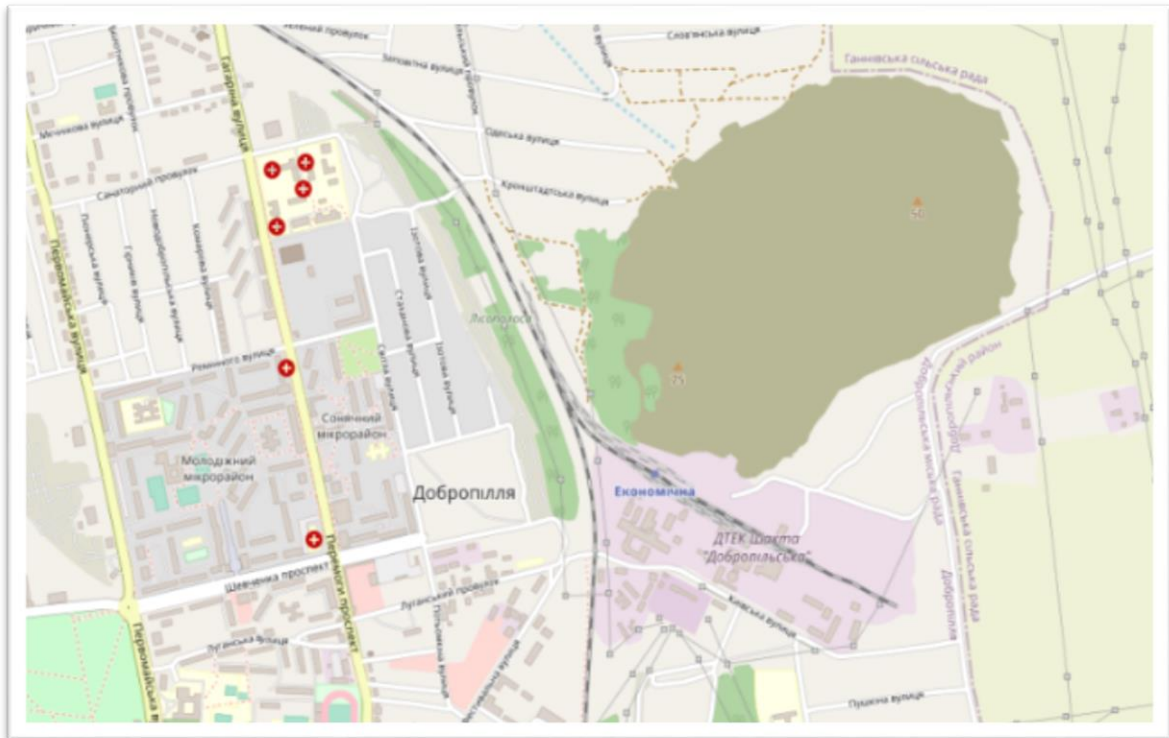


Рис. 1 Терикон шахти Добропільська вигляд на плані міста м. Добропілля



Рис. 2 Терикон шахти Добропільська вигляд з Google планета.



Рис. 3 Терикон шахти Добропільська.



Рис. 4 Терикон ДП ВК «Краснолиманська»



Рис. 5 Фрагмент терикону шахти Родинська.



Рис. 6 Фрагмент терикону шахти Родинська.



6



7

Рис. 7, 8. Процеси руйнування терикону шахти Родинська (рік після закриття)

Виведені та підняті на поверхню значні маси у природний енергетично-речовинний кругообіг речовини та енергії на поверхні, стає процесом геологічним, що відображає природно-техногенні, в тому числі геолого-геохімічні процеси, які продовжуються на поверхні (рис. 6, 7).

Під час дослідження визначено особливості поширення газу та хімічний склад порід териконів, проведено кореляцію із отриманими раніше результатами.

У вуглистих породах териконів встановлені мінерали: кварц ( $\text{SiO}_2$ ), мусковіт ( $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ), кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), клінопіроксен ( $\text{M}'\text{M Si}_2\text{O}_6$ , где  $\text{M}'$  —  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Li}$ ;  $\text{M}$ — $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{V}^{3+}$ ), альбіт ( $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ), гіпс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), каолінит ( $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ ), ломонтит ( $\text{Ca}(\text{Si}_4\text{Al}_2)\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) та пірит ( $\text{FeS}_2$  (46,6 % Fe, 53,4 % S)). Їх кількісний вміст наведено на діаграмах (рис. 9, 10).

У всіх вугледобувних басейнів характерна наявність териконів і значний їх вплив на ґрунт: підняттям ґрунтових вод та міграцією хімічних сполук з териконів у ґрунти, розширенням териконів за площею (підшовою). Процеси перетворення, в самих териконах вивчені недостатньо (рис. 7, 8).

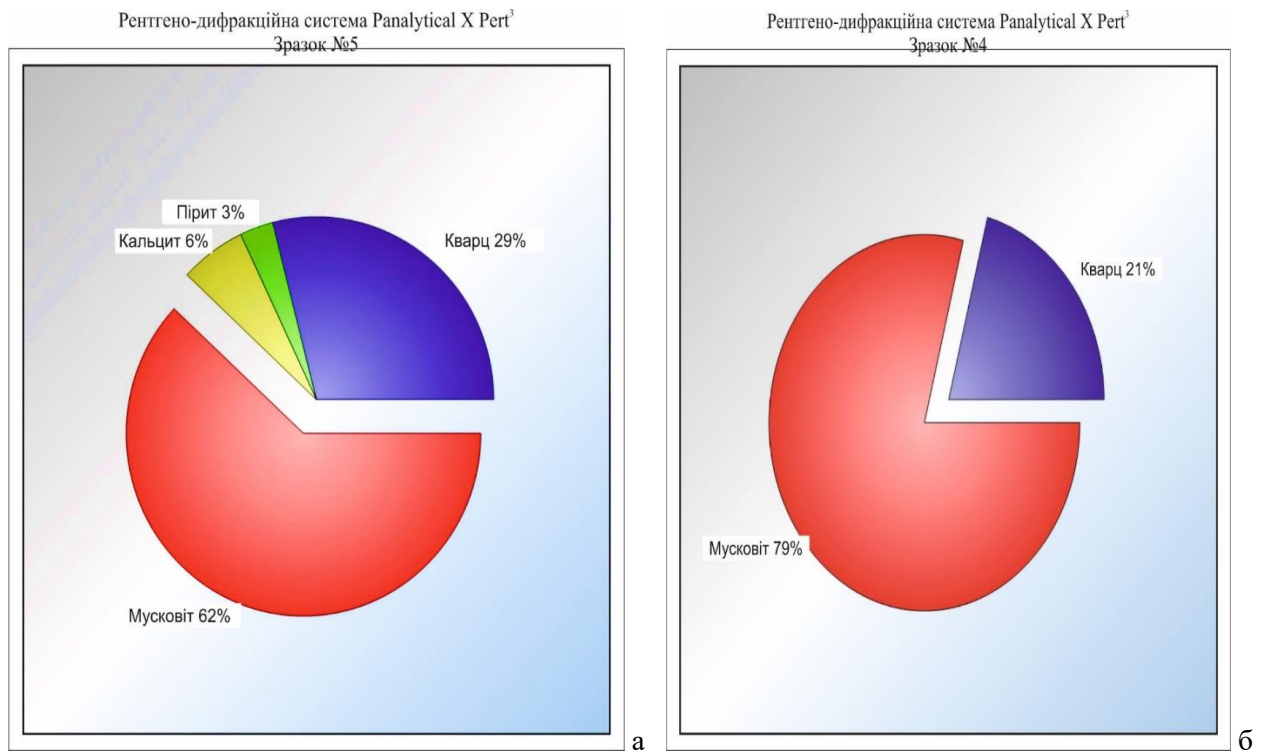


Рис. 9 Вміст мінералів із проб терикону шахти Родинська

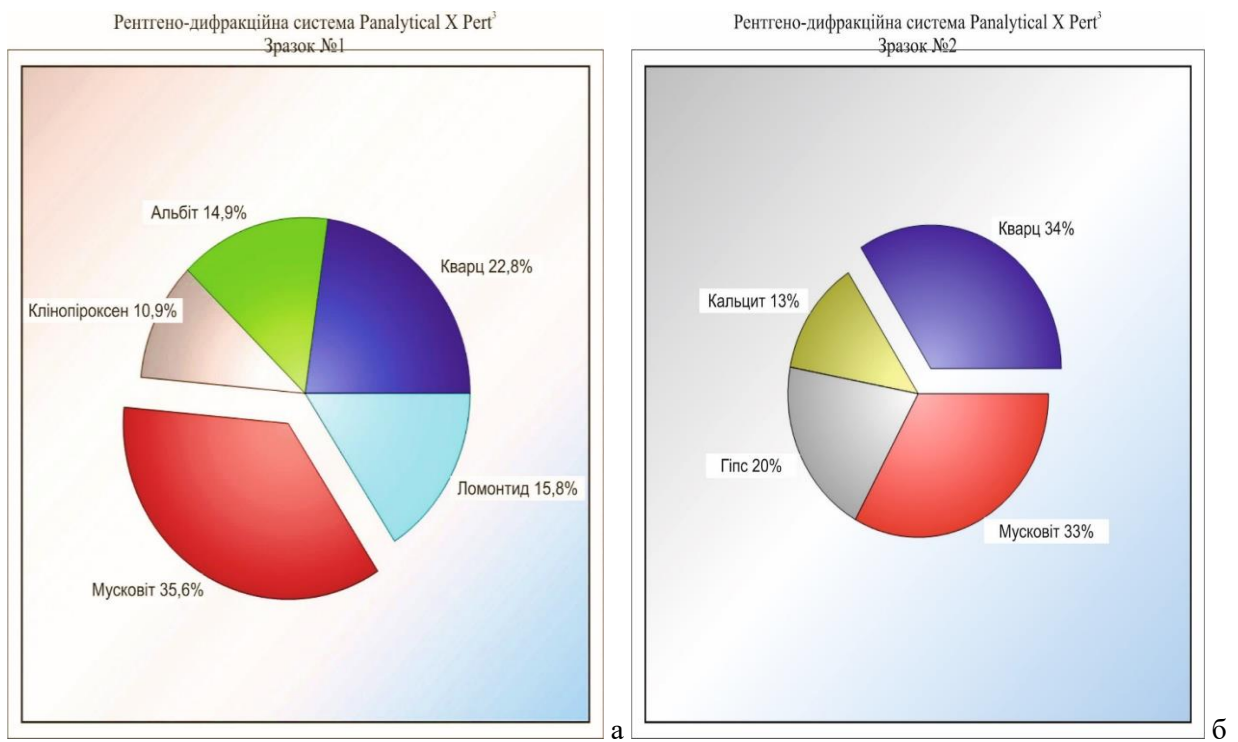


Рис. 10. Вміст мінералів із проб терикону шахти Добропільська

Варто зазначити, що на ділянках, де влітку визначено ненасичені вуглеводні на териконі шахти Родинська у осінньо-зимовий час встановлено задимлення та підвищення температури при чітко вираженому запаху газової суміші. Отже, вивчення газоносності териконів варто продовжувати, для запобігання подібних явищ. Задимлення териконів у листопаді 2021 року встановлено як на шахті Родинська, так і Степова (блок 2).

Хотілося відзначити, вивчення екологічних порушень у вуглевидобувних регіонах відбувається багато років, але це розглядається як результат [3]. Сьогодні багато зроблено, щоб поліпшити екологічну ситуацію в техногенно навантажених вугледобувних регіонах, але ще більше потрібно буде розв'язати.

**Висновок.** На сучасному етапі суспільного розвитку, якому притаманне прискорення темпів науково-технічного прогресу з одного боку, загострення екологічних проблем та забруднення навколишнього середовища – з іншого, особливого значення набуває процес формування та реалізації дієвої та ефективної державної екологічної політики, яка враховує існуючий природноресурсний потенціал регіонів. На території закритих шахт доцільно проводити повну рекультивацію, для покращення екологічного стану техногенно навантажених (гірничодобувних) регіонів та перевагу доцільно віддавати комплексним еколого-промислово-туристичним проектам.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вергельская Н., Вергельская В., Мельник В. Влияние отработанных угольных выработок на окружающую среду // Сборник научных трудов IX INTERNATIONAL GEOMECHANICS CONFERENCE, 7-11 сентября 2020, г. Варна, Болгария, 2020. – С. 304 - 310.
2. Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Техногенні ландшафти вуглевидобувних підприємств України // Матеріали восьмої науково-практичної конференції «Мінеральносировинні багатства України: шляхи оптимального використання» (2 жовтня 2020 р. смт. Хорошів). – Київ, 2020. – С. 31 – 34.
3. Лівенцева Г.А., Вергельська В.В., Мельник В.В. Еколого-гідрогеологічні виклики вугледобувних регіонів України // Тектоніка і стратиграфія. – 2019. – Вип. 46. – С. 133–140.
4. Мельник В.В. Моніторинг впливу вугледобувних регіонів на довкілля // Тектоніка і стратиграфія. – 2020. – Вип. 47. С. 139-144.

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ОСІДАНЬ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НА ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИЙ СТАН ТЕРИТОРІЇ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО РАЙОНУ**

**Н.О. Д'яченко**

*кандидат геологічних наук*

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

В результаті досліджень створено карти розрахункових осідань земної поверхні (ОЗП) над гірничими виробками, виявлено території, яким властивий різний ступінь прояву ОЗП, можлива активізація геодинамічних процесів і пов'язані з ними зміни еколого-геологічного стану.

*Ключеві слова:* осідання, гірничі роботи, ерозія, деформаційні процеси.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСЕДАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ЧЕРВОНОГРАДСКОГО РАЙОНА**

**Н.А. Дьяченко**

*кандидат геологических наук*

Государственное учреждение «Научный центр горной геологии, геоэкологии и развития инфраструктуры НАН Украины», г. Киев, Украина

В результате исследований созданы карты расчетных оседаний земной поверхности (ОЗП) над горными выработками, выявлены территории, которым свойственна разная степень проявления ОЗП, возможная активизация геодинамических процессов и связанные с ними изменения эколого-геологических условий.

*Ключевые слова:* оседания, горные работы, эрозия, деформационные процессы.

## **ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF SURFACE ON THE ECOLOGICAL-GEOLOGICAL STATE OF THE TERRITORIES OF THE CHERVONOGRAAD REGION**

**N.O. Diachenko**

*PhD Geological Sciences*

State institution «Scientific center of mining, geology geoecology and infrastructure development» of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

As a result of the research, maps of the calculated subsidence of the earth's surface (SS) over mine workings were created, territories were identified, which are characterized by different degrees of manifestation of SS, the possible activation of geodynamic processes and associated changes in ecological and geological conditions.

*Key words:* subsidence, forge work, erosion, deformation processes.

Розробка вугілля у Червоноградському районі почалася з 1954 р. Загалом було введено в експлуатацію 21 видобувне підприємство. Зараз у складі ДП «Львіввугілля» – 6 діючих шахт. Багаторічний видобуток вугілля привів до порушення стану рівноваги гірських порід і до їхнього зрушення, що виявилось в деформації рельєфу над гірничими виробками (ГВ) та в утворенні мульди ОЗП. У зоні впливу підземних гірничих робіт (ГР) відбувається утворення техногенного рельєфу, порушення гідрогеологічних, активізація водно-ерозійних, схилових, карстове-суфозійних й інших геоморфологічних і геодинамічних процесів. За даними ДППМ «Містопроєкт» [1] в м. Червонограді, «особливо в старій частині, на підроблюваних територіях відмічено наявність просідання і зниження відміток рівня землі на 1-3 м». Просідання, підвищена кількість опадів, незначна глибина залягання ґрунтових вод четвертинних і крейдових відкладів, зв'язок між ними, характер поверхні техногенного рельєфу і склад ґрунтів, зв'язок з поверхневими водами призводять до підтоплення понижених територій значної частини міста. Виникнення техногенних процесів обумовлено одночасною взаємодією природної геологічної обстановки і гірничо-технологічного процесу. З розвитком останніх пов'язане зниження інженерно-геологічної стійкості порід, розущільнення масивів порід, що залягають над ПВ. Техногенні впливи (ТВ) на геологічне середовище носять складний комплексний характер, охоплюючи всі його компоненти (породи, рельєф, ґрунти, поверхневі й підземні води, сучасні геологічні процеси - ерозія, схиліві зсуви, сучасні тектонічні деформації). Вони мають наступальну, прогресуючу тенденцію розвитку, що обумовлено неухильно зростаючою зміною самого середовища.

Теоретичними й експериментальними дослідженнями встановлено, що зрушення гірських порід і, як наслідок, деформації рельєфу ЗП над ГВ непостійні в часі й просторі та залежать від взаємодії великої кількості природних і техногенних факторів. Одна з особливостей процесів, обумовлених ТВ на масив ГП, полягає в тім, що, як правило, видимі відповідні зміни проявляються не відразу, а мають затяжний, еволюційний характер.

Наприклад, в межах району досліджень загальна площа підроблених територій на даний час за даними [2-3] перевищує 170 км<sup>2</sup>, осідання та зрушення над підземними виробками зафіксовані на площі понад 140 км<sup>2</sup>, що на 40% більше, ніж десять років тому (табл. 1). При цьому, більш ніж на 50% (за останні 10 років), зросла площа осідань на забудованих територіях.

Таблиця 1.

## Загальна характеристика підробленої території ([2-3])

| Адміністративна одиниця | Рік  | Площа підробки, км <sup>2</sup> | Загальна площа ОЗП, км <sup>2</sup> | Глибина осідання (від - до), м | Загальна площа підтоплення в межах ОЗП, км <sup>2</sup> | Площа осідання на забудованій території, км <sup>2</sup> | Кількість міст в зоні осідання, од |
|-------------------------|------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Львівська область       | 2010 | 141,8                           | 100,0                               | 0,3-6,2                        | 5,00                                                    | 12,5                                                     | 6                                  |
|                         | 2020 | 177,0                           | 140,0                               | 0,01-4,0                       | 5,0                                                     | 19,5                                                     | 6                                  |

Систематичні спостереження за процесами, які відбуваються в масиві ГП на великих відпрацьованих площах з урахуванням багаторазової підробки в цей час, на жаль, не проводяться. Саме цьому не є можливим зробити оцінку впливу осідань на стан геологічного середовища за фактичними спостереженнями, тому у дослідженнях оцінка виконана на основі розрахункових осідань з урахуванням фактичних гірничо-геологічних умов відпрацювання з єдиною координатною прив'язкою (використано програмний комплекс WinMulda [4] та ГІС Arc View). Для розрахунку осідань та аналізу їх розподілу вибрано блок з 6 шахт: «Червоноградська» (ЧГ) №1, ЧГ №2, «Великомостовська» (ВМ) №5, «Межеречанська» (ВМ №3), «Відродження» (ВМ №4), та «Степова» (ВМ №10). На шахтах відпрацьовувалися вугільні пласти:  $p_8^B$ ,  $p_8$ ,  $p_7^H$ ,  $p_7^B$ . Величини максимальних розрахункових ОЗП по окремих пластах у весь період відпрацювання наведено у табл. 2.

Таблиця 2.

## Розрахункові осідання земної поверхні

| Шахта   | Глибина відпрацювання, м | Площа шахтного поля, км <sup>2</sup> | Розроблювані пласти                 | Площа земної поверхні, км <sup>2</sup> , з осіданням |      |      |
|---------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------|------|
|         |                          |                                      |                                     | >2 м                                                 | >3 м | >4 м |
| № 3 ВМ  | 490-510                  | 19,10                                | $p_7^H$ , $p_7^B$ , $p_8$ , $p_8^B$ | 6,79                                                 | 3,84 | 0,44 |
| № 4 ВМ  | 500-550                  | 10,45                                | $p_7^H$ , $p_7^B$ , $p_8$ , $p_8^B$ | 8,64                                                 | 4,92 | 0,55 |
| № 5 ВМ  | 420-455                  | 11,00                                | $p_7^H$ , $p_7^B$ , $p_8$ , $p_8^B$ | 4,97                                                 | 2,56 | 0,64 |
| № 10 ВМ | 335-550                  | 42,70                                | $p_7^H$ , $p_7^B$ , $p_8^B$         | 4,25                                                 | 0,08 | -    |

|        |         |       |                                   |      |      |      |
|--------|---------|-------|-----------------------------------|------|------|------|
| № 1 ЧГ | 470-480 | 15,90 | $p_7^B$ , $p_8$ , $p_8^B$         | 1,89 | 0,04 | -    |
| № 2 ЧГ | 475-500 | 18,80 | $p_7^B$ , $p_8$ , $p_8^B$ , $p_9$ | 7,63 | 2,44 | 0,35 |

Після побудови розрахункових карт ОЗП по кожній шахті (рис. 1.1) виконано узагальнення отриманих результатів у вигляді карти прогнозних ОЗП з кількісною оцінкою відповідно до кожної ізолінії (рис. 1.2) для всього блоку. Процентне відношення площі осідань та їх величин (рис. 1.3) у вигляді графіка має вигляд експоненціальної залежності з високим коефіцієнтом кореляції (0,91). Прогнозування зон небезпечних ерозійне-денудаційних процесів (рис. 1.4), які впливають на еколого-геологічний стан території, виконано з залученням прийомів морфометричного та морфоструктурного аналізів ЗП.

Приклад створеної оцінки: величина мінімальних ОЗП на гірничому відводі шахти «Межеречанська» складає після перерахунку приблизно 0,5 м, а максимальні ОЗП на деяких ділянках досягають 4 м, при цьому, більшу частину площі займають осідання від 3-3,5 м. На рисунку 1.4 показані зони небезпечного впливу гірничих робіт з осіданням більш двох метрів для шахт Червоноградського блоку. В зону впливу ГР попадають заплавні землі р. Рата та водойми, які, в свою чергу, посилюють можливість аномальної поведінки масиву ГП в умовах підробки водних об'єктів та в залежності від рівня ґрунтових вод додає небезпечності ділянкам, що провокують підтоплення, що у подальшому, призведе до пошкодження лісових масивів та сільськогосподарських земель с. Гірник та Межиріччя. Північна частина шахтного поля має локальну зону концентрованих тектонічних порушень (тектоносмугу). Ця зона має своє подовження на полі «ЧГ» № 2, де контролює меандри р. Солокія. Вона може бути дуже небезпечною при підробці та викликати реактивацію складових тектоносмуги у вигляді додаткових осідань та зсувів масиву ГП по площинах порушень.

В свою чергу наявність зон фізико-геологічних процесів невеликої інтенсивності може зробити свій вплив тільки на ділянках, розташованих поблизу р. Рата. Особливу увагу слід приділити підробленій території, яка належить ш. «ЧГ» № 1 – південно-західній ділянці шахтного поля. Підробка р. Солокія в зоні інтенсивного протікання фізико-геологічних процесів та ОЗП до 2-2,5 м у наслідок підробки, викликали багату кількість явищ, які пошкоджують екологічний стан м. Червонограда.

Рис. 1.1

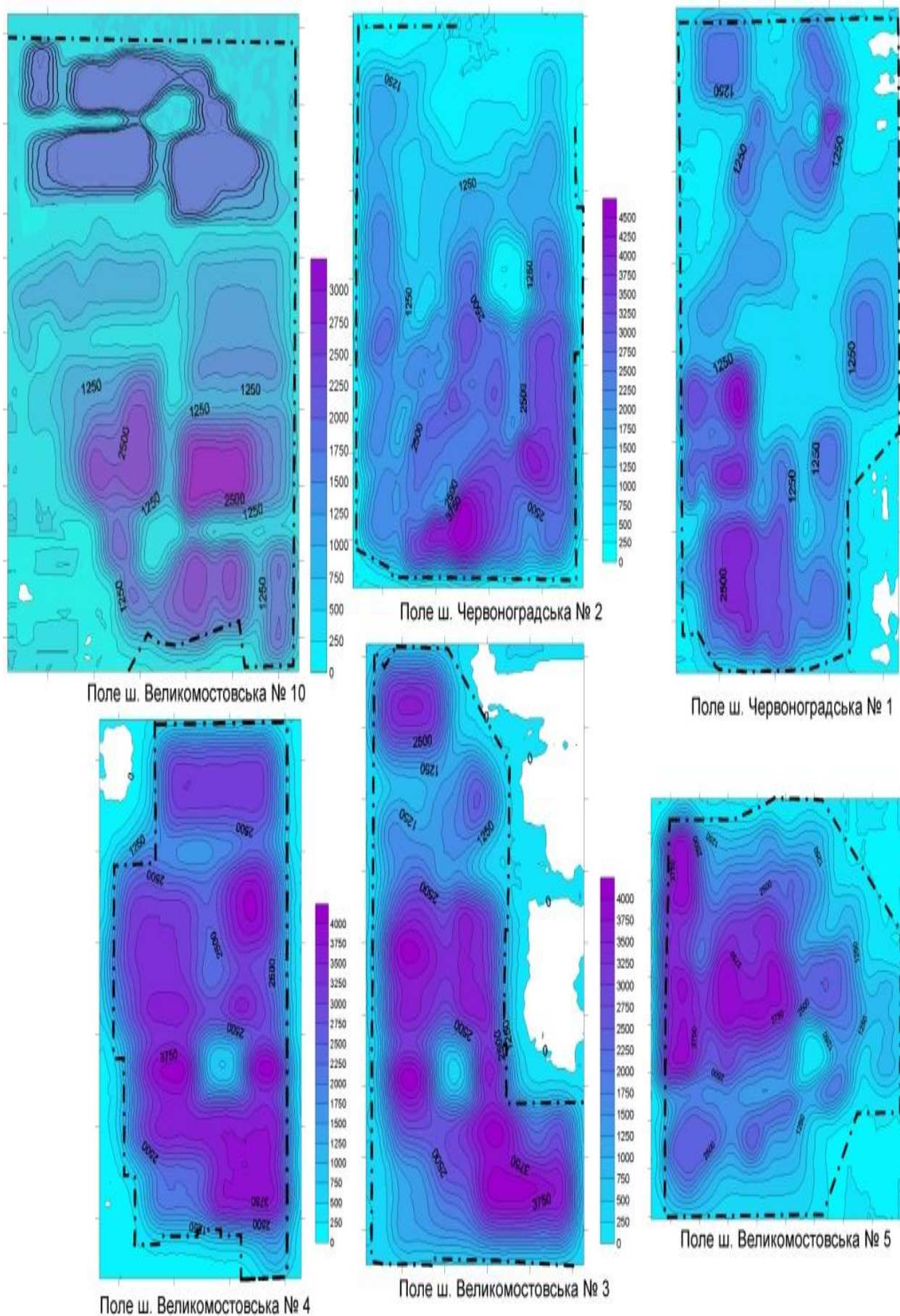


Рис. 1.2.

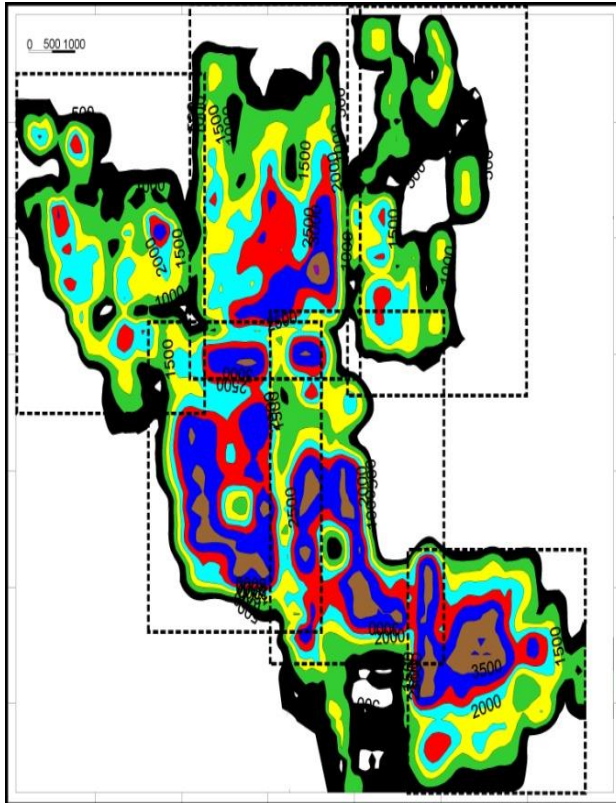


Рис. 1.4.

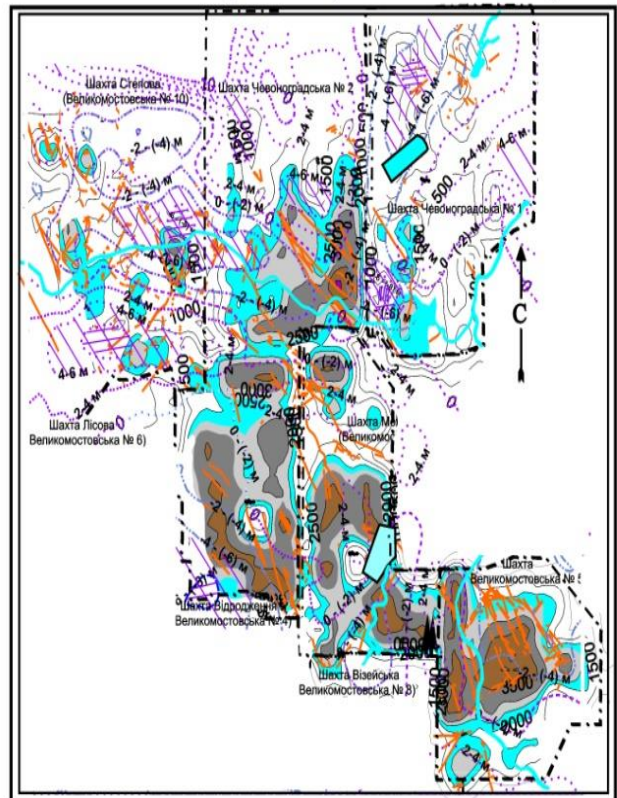


Рис. 1.3.

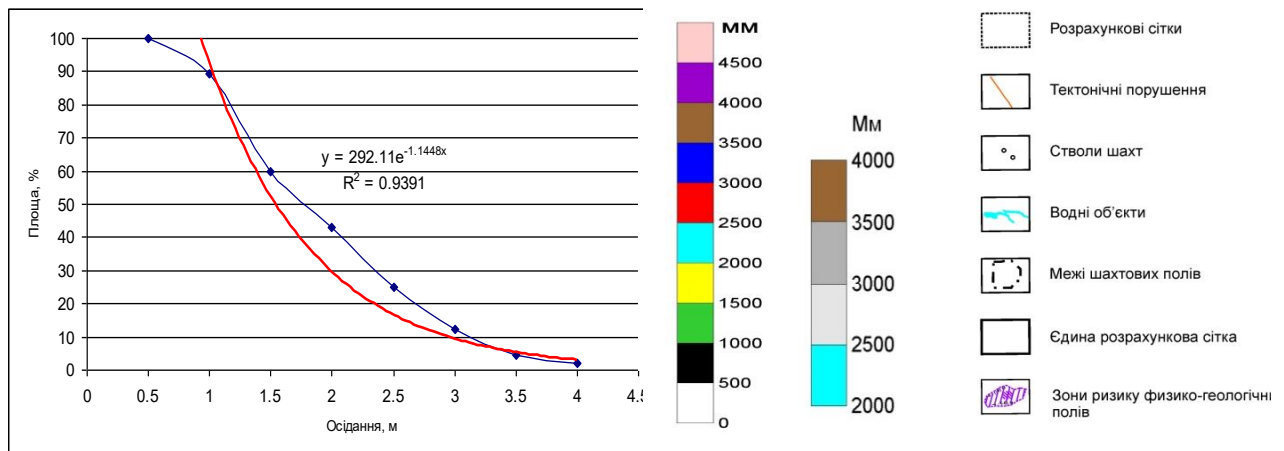


Рис. 1. Результати розрахунків ОЗП та визначень зон впливу на еколого-гідрогеологічний стан території

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Генеральний план: пояснювальна записка (основні положення). Об'єкт № 7041-2001 міської Ради. Львів: Державний інститут проектування міст «Містопроєкт». 2004 р. - 43 с. Режим доступу – URL: <https://www.chervonograd-city.gov.ua/gpl-zap.doc> (дата звернення 12.11.2021 р).
2. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП – Київ, ДНВП «Геоінформ України», 2021. – 78

- с. Режим доступу – URL: <https://geoinf.kiev.ua/publikatsiyi/shchorichnyky/aktivizaciya-nebezpechnix-ekzogennix-geologichnix-procesiv-vipusk-xviii-2021-r/> (дата звернення 4.11.2021).
3. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП – Київ, ДНВП «Геоінформ України», 2011. – 88 с. Режим доступу – URL: <https://docplayer.net/64240580-Informaciyniy-shchorichnik-shchodo-aktivizaciyi-nebezpechnih-ekzogennih-geologichnih-procesiv-na-teritoriyi-ukrayini-za-danimi-monitoringu-egp.html> (дата звернення 4.11.2021 р).
4. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Кренида Ю.Ф., Улицкий О.А., Дрибан В.А. / Под ред. Ю.Н. Гавриленко, В.Н. Ермакова. Монография. – Донецк, Норд-Пресс, 2004 – 631с.

**ПАТОГЕННІ ОРГАНОМІНЕРАЛЬНІ УТВОРЕННЯ НИРОК ЖИТЕЛІВ  
ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ  
(НА ПРИКЛАДІ М. КРИВИЙ РІГ)**

**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

Мінералого-петрографічне вивчення мінерального складу уролітів представляють собою беззаперечно практичний напрям досліджень, який направлений на вирішення актуального наукового завдання, яке полягає у своєчасній діагностиці та лікуванні хворих уролітіазом. В Україні виконання подібних досліджень носить ініціативний і епізодичний характер, що призводить до зростання кількості захворювань і їх тяжкості. У роботі наведено результати досліджень морфології уролітів жителів міста Кривий Ріг.

*Ключові слова:* сечокам'яна хвороба, органомінеральні утворення, уроліти, морфологія мінералів.

**ПАТОГЕННЫЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЧЕК  
ЖИТЕЛЕЙ ТЕХНОГЕННО-НАГРУЖЕННЫХ РЕГИОНОВ  
(НА ПРИМЕРЕ Г. КРИВОЙ РОГ)**

**В. В. Ишков**

*кандидат геолого-минералогических наук*

**Е. С. Козий**

*кандидат геологических наук*

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

Минералого-петрографическое изучение минерального состава уролитов представляет собой бесспорно практическое направление исследований, направленное на решение актуальной научной задачи, заключающейся в своевременной диагностике и лечении больных уролитиазом. В Украине выполнение подобных исследований носит инициативный и эпизодический характер, что приводит к росту количества заболеваний и их тяжести. В работе представлены результаты исследований морфологии уролитов жителей города Кривой Рог.

*Ключевые слова:* мочекаменная болезнь, органоминеральные образования, уролиты, морфология минералов.

**PATHOGENIC ORGANOMINERAL KIDNEY FORMATIONS OF  
RESIDENTS OF TECHNOGENICLY LOADED REGIONS  
(ON THE EXAMPLE OF KRYVYI RIH CITY)**

**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

Mineralogical and petrographic research of the mineral composition of uroliths is undoubtedly a practical area of research, which is aimed at solving an urgent scientific problem, which is the timely diagnosis and treatment of patients with urolithiasis. In Ukraine, the implementation of such studies is initiative and episodic in nature, which leads to an increase in the number of diseases and their severity. The paper presents the results of research of the uroliths morphology in the Kryvyi Rih city. *Key words:* urolithiasis, organomineral formations, uroliths, mineral morphology.

Значна поширеність сечокам'яної хвороби в Україні, у тому числі і в Дніпропетровській області, стала головною причиною комплексного дослідження морфології, структури, текстури і мінерального складу уролітів, що формуються в сечовидільній системі людини й призводять до серйозного захворювання.

У зв'язку з тим, що конкременти в цілому і уроліти зокрема, є біомінеральними утвореннями, а мінерали - предмет вивчення мінералогії та кристалографії, то необхідно, перш за все, розглядати деякі особливості онтогенії мінералів стосовно питань формування уролітів. Уроліти – це сечові і ниркові камені які є закономірним наслідком розвитку сечокам'яної хвороби. Вони є патогенними утвореннями, які широко поширені разом із генетично зумовленими мінеральними утвореннями живих організмів.

Загалом в Україні сечокам'яна хвороба реєструється у 0,7% дорослого населення, проте значні темпи щорічного приросту захворюваності (20%) вказують на несприятливий прогноз її розповсюдження.

Речовинно-структурні особливості мінеральних об'єктів (до яких відносяться уроліти) вивчають фахівці з геології, які досі, в силу різних причин, не приділяють достатньо уваги патогенним біомінералогічним утворенням, зокрема уролітам. Питання їх вивчення відносяться до категорії міждисциплінарних досліджень, вони знаходяться на стику двох наук - біомінералогії і урології. Мінерали біогенного походження є невід'ємними елементами будови багатьох живих організмів. Основна причина їх утворення - порушення обміну речовин, особливо зміна водно-сольового і хімічного складу крові. Вони виникають у результаті закономірної реакції біологічної системи організму на порушення основних фізико-хімічних параметрів його нормального функціонування. У підсумку в організмі створюються необхідні передумови для реалізації фазових переходів і кристалізаційних явищ, що призводять до появи їх продуктів - патогенних біомінералів.

Основою досліджень був збір, дослідження, аналіз і узагальнення мінералого-петрографічних даних, що характеризують склад більш 100

ниркових уролітів мешканців м. Кривий Ріг (рис. 1-5), яке розташоване в Дніпропетровській області. Морфологія органомінеральних утворень вивчалася за допомогою стереоскопічного бінокулярного мікроскопу МБС-9. Петрографічні дослідження шліфів уролітів виконані за допомогою оптичного поляризаційного мікроскопа МІН-8.

Через те, що органомінеральні утворення є досить специфічними об'єктами дослідження, які представлені, як правило, одиничними зразками, отриманими від конкретної людини, жителя Кривого Рогу, і мають незначні розміри і масу, до них повинні бути застосовані методи вивчення, які б забезпечували мінімальне порушення цілісності досліджуваних зразків.

При виконанні досліджень основними методами були порівняльний аналіз морфологічних спостережень більш ніж 100 ниркових уролітів та їх петрографічні вивчення. Досліджувані зразки представляли собою уроліти видалені з нирок жителів міста Кривий Ріг хірургічним методом.



Рис. 1. Нирковидний агрегат

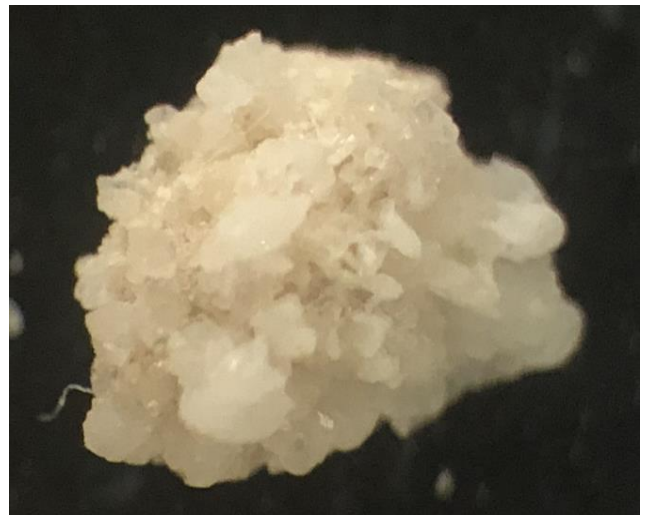


Рис. 2. Друзовидний агрегат

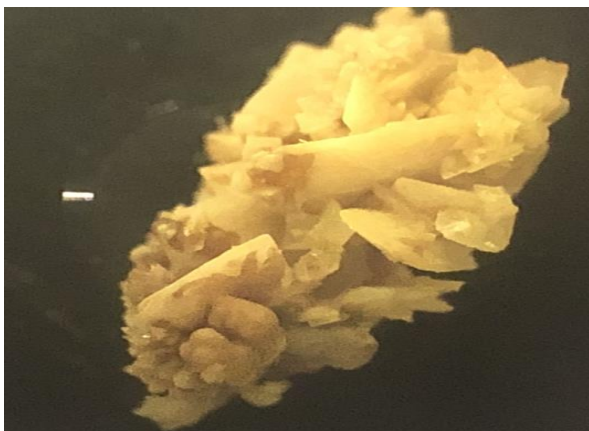


Рис. 3. Агрегат комбінованої форми

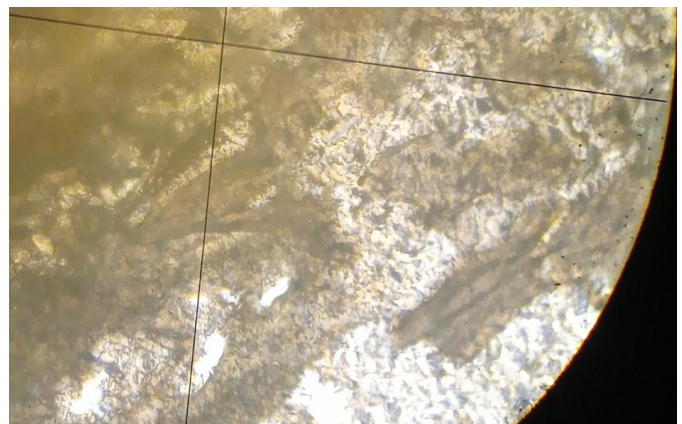


Рис. 4. Двовершинні кристали і кристали що розщиплюються. Просте прохідне світло



Рис. 5. Двоверхшні кристали і кристали що розщиплюються. Поляризоване прохідне світло

Вивчені органомінеральні утворення найчастіше представлені нирковидними формами, що представляють собою комбінацію сферолітів різних розмірів (рис. 1). Особливо наочно це простежується при аналізі уролітів малих й середніх розмірів. У той же час, сечові камені розміром більше 1 см частіше представлені друзовидними агрегатами (рис. 2), або комбінацією друзоподібних та почковидних агрегатів (рис. 3), що свідчить про їх переважне формування у нирковій мисці. Так як більшість ниркових каменів мають полімінеральний склад, то однозначної залежності морфології від мінерального складу виявити неможливо. При високих пересиченнях й високих швидкостях двовимірного зародкоутворення ростові шари обриваються, не встигнувши досягти центру зростаючої грані. Вони перекриваються наступними шарами, в результаті чого виникають виступаючі ребра. Це призводить до знищення плоских граней і появи дендроподібних скелетних форм та розщеплення кристалів (рис. 4-5).

**Висновки.** Розмір, форма, мінеральний склад і будова органомінеральних утворень жителів техногенно-навантажених гірничо-видобувних районів досить різноманітні. Найбільш часто зустрічаються сфероліти і друзовидні агрегати, а також їх комбінації. Друзовидні агрегати, як правило, формуються у вільному просторі ниркової миски. На поверхні сферолітових утворень сечових каменів зазвичай спостерігаються області прикріплення до ниркових сосочків.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. 2020. Деякі особливості онтогенії уролітів жителів Дніпропетровської області. Міжнародна науково-практична конференція «Технології і процеси в гірництві та будівництві». 64-69.

2. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. 2020. Особливості онтогенезу уrolітів жителів Дніпропетровської області. Мінералогічний журнал, 42(4). 50-59.  
<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>
3. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. 2021. Деякі особливості онтогенезу уrolітів мешканців міста Запоріжжя. Збірник праць Всеукраїнської конференції «Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття» (MinGeoIntegration ХХІ). С. 223-227.
4. Козар, М.А., Ішков, В.В., Козій, Є.С. 2021. Мінеральний склад уrolітів мешканців Придніпров'я. Геологічна наука в незалежній Україні: Збірник тез наукової конференції Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, 52-55.
5. Ішков В.В., Козій Є.С. Сливна О.В., Сливний С.О. 2021. Особливості морфології уrolітів мешканців міста Дніпро Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Український гірничий форум». 186-193.

## **ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ –ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА ДЛЯ ОЦІНКИ ЇХ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

**М.С. Ковальчук**

*доктор геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 556

**Ю.В. Крошко**

*кандидат геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 556

Однією з головних складових вуглевидобувної галузі є породні відвали, які протягом свого існування зазнають впливу екзогенних геологічних процесів, горять, змінюють розміри, морфологію та забруднюють довкілля. Вплив породних відвалів на навколишнє середовище значною мірою обумовлений їх геометричними параметрами, які спричинюють різноманітні процеси що відбуваються на поверхні та в середині породних відвалів та визначають рівень негативного впливу на атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі, ґрунтові води, біоту.

*Ключові слова:* вуглевидобувна промисловість, породні відвали, геометризація породних відвалів, оцінка впливу на довкілля.

## **ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**М.С. Ковальчук**

*доктор геологических наук*

Институт геологических наук НАН Украины, 01601, г. Киев, ул. О. Гончара 556

**Ю.В. Крошко**

*кандидат геологических наук*

Институт геологических наук НАН Украины, 01601, г. Киев,  
ул. О. Гончара 556

Одной из главных составляющих угледобывающей отрасли являются породные отвалы, которые в течение своего существования испытывают влияние экзогенных геологических процессов, горят, изменяют размеры, морфологию и загрязняют окружающую среду. Влияние породных отвалов на окружающую среду в значительной степени обусловлено их геометрическими параметрами, которые вызывают разнообразные процессы, происходящие на поверхности и внутри породных отвалов, и определяют уровень негативного воздействия на атмосферный воздух, почвы, поверхностные, грунтовые воды, биоту.

*Ключевые слова:* угледобывающая промышленность, породные отвалы, геометризация породных отвалов, оценка воздействия на окружающую среду.

# GEOMETRIZATION OF WASTE HEAPS OF THE COAL MINING INDUSTRY - INFORMATION BASIS FOR ASSESSMENT OF THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

**M. S. Kovalchuk**

*Doctor of Geological Sciences*

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

**Yu. V. Kroshko**

*candidate of geological sciences*

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

One of the main components of the coal mining industry is waste heaps, which during their existence are exposed to exogenous geological processes, burn, change size, morphology and pollute the environment. The impact of waste heaps on the environment is largely due to their geometric parameters, which cause various processes occurring on the surface and in the middle of waste heaps and determine the level of negative impact on air, soils, surface, groundwater, biota.

*Key words:* coal mining industry, waste heaps, geometrization of waste heaps, environmental impact assessment.

Вугільна промисловість є однією з галузей, яка має найбільший вплив на стан навколишнього середовища Донецького і в меншій мірі Львівсько-Волинського басейну. На початок 2020 року в Україні налічувалося 148 шахт (не враховуючи численних незаконних розробок, так званих, «копанок»), з них 102 – у власності держави. Значна частина шахт розташована на непідконтрольній Україні території – 67, ще 2 шахти – не діють, 33 – працюють [7]. Приватний вугледобувний сектор представлений 16 шахтами, переважна більшість яких перебуває в концесії у ТОВ «ДТЕК».

Тривалий масштабний видобуток вугілля призвів до утворення сотень породних відвалів навколо шахт, які забруднюють атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі, ґрунтові води, біоту. Значна частина породних відвалів опинилась на непідконтрольній території та в даний час не враховується в загальнодержавному утворенні відходів з причини відсутності статистичної інформації.

Породний відвал являє собою сукупність порід (алевроліти, аргіліти, пісковики, сланці, які є частково вуглевміщувальними) від проведення виробок та фракцій вугілля, складованих у відведеному місці [4].

Поява на земній поверхні глибинних порід спричинює поховання ґрунтів як безпосередньо під породними відвалами, так і під продуктами їх розмиву і перевідкладення. У зв'язку з цим значні площі земель сільськогосподарського призначення вилучаються з обігу. Площа вилучених з обігу земель

сільськогосподарського призначення прямо пропорційна площі, яку займає породний відвал та продукти його перевідкладення. Гірські породи, з яких складаються породні відвали, потрапивши на поверхні в іншу, ніж у надрах, термодинамічну обстановку, стають у водно-повітряних умовах нерівноважними і зазнають впливу екзогенних процесів та фізико-хімічних перетворень.

Екзогенні флювіальні і гравітаційні процеси на породних відвалах і прилеглих до відвалів територіях спричинюють утворення природно-техногенних відкладів товщиною до декількох метрів, які чинять негативний вплив на довкілля. Розвиток флювіальних і гравітаційних процесів та концентрація поллютантів у поверхневому стоці з породних відвалів визначається речовинним складом, геометричними параметрами породного відвалу, атмосферними опадами та інтенсивністю танення снігового покриву, коефіцієнтом стоку.

Частина твердого природно-техногенного матеріалу з породних відвалів надходить у верхні горизонти ґрунтів еоловим шляхом. Інтенсивність процесів вивіювання і розвіювання визначається речовинним, гранулометричним складом, ступенем зволоженості порід породного відвалу, морфологією породного відвалу та розташуванням відносно рельєфу місцевості і напрямку пануючих вітрів. Значна кількість пилу в атмосфері спричинює часті тумани і кислотні дощі. На суміжних з породними відвалами територіях відбувається розорювання природно-техногенного і ґрунтового матеріалу, що спричинює поступову трансформацію ґрунтів. Поряд з акумуляцією твердого природно-техногенного матеріалу у ґрунти навколо відвалів надходять агресивні фільтраційні води.

Чинниками забруднення атмосфери, ґрунтів і гідросфери є також продукти горіння, які утворюються в результаті самозаймання породних відвалів. Породні відвали в середньому продовжують горіти протягом 7-12 років після закінчення відсипки внаслідок існування глибинних осередків займання [5]. Серед чинників, що безпосередньо впливають на небезпеку загоряння породних відвалів, виділяють: петрографічний і хімічний склад порід; високу пористість породи; температурний режим місцевості; кількість сонячних днів протягом року та інтенсивність сонячної радіації; розташування відвалів на підвітряній стороні місцевості; їх зволоження опадами; відсутність рекультивації; площа ділянок, складених породами, схильними до самозаймання [2]. Розмір і форма породних відвалів впливають на інтенсивність теплообміну в глибинних зонах, визначають фільтрувальні властивості відвалів та сприяють або перешкоджають генерації і акумуляції тепла [5]. Породні відвали, що горять, виділяють пару, в якій, окрім води, міститься: сульфатна кислота, карбонатна кислота, двоокис

азоту [1]. При нестачі кисню в осередках горіння в парогазових викидах міститься сірководень, вуглеводні, амоніак, монооксид вуглецю [1]. У верхніх частинах породних відвалів, куди проникають збагачені киснем інфільтрогенні води, горіння відбувається за умов надлишку кисню, а у глибших зонах горіння менше кисню, і окиснювальні процеси відбуваються за анаеробних умов [1]. Горіння і породжені ним хімічно агресивні флюїди перетворюють мінеральний і хімічний склад первинної породи [1]. На горіння породних відвалів впливає їх висота, зокрема відвали Донецько-Макіївського району з висотою менше 30 м практично не горять, з висотою до 50 м горять 60 % відвалів, до 90 м – 87 %, понад 90 м – горять практично всі відвали [3].

Від речовинного складу відвалів залежить перелік речовин, які потрапляють у довкілля і спричиняють забруднення атмосфери, гідросфери і ґрунтового покриву [2, 4]. Навколо кожного породного відвалу ґрунт отруєний на відстані 1,5-2 кілометри. Найбільш забрудненими є заболочені ділянки долин річок.

З часом, внаслідок фізико-хімічних процесів в середині відвалу та технологічних процесів, породні відвали деформуються [6], а це впливає на розвиток вже вище зазначених процесів на поверхні і в середині породного відвалу.

Інтенсивність потрапляння шкідливих речовин у довкілля значною мірою визначається інтенсивністю сучасних екзогенних, екзогенно-антропогенних і геохімічних процесів, що відбуваються на породних відвалах, а ті, значною мірою, залежать від їх розмірів, морфології, стану рекультивації.

Таким чином, екзогенні геологічні процеси та більшість фізико-хімічних процесів що відбуваються на поверхні і в середині породних відвалів та негативних вплив цих процесів на довкілля значною мірою визначаються геометричними характеристиками породних відвалів. У зв'язку з цим вкрай актуальним є дослідження геометричних характеристик породних відвалів вуглевидобувних регіонів України та створення постійно діючої бази даних.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабаджанова О.Ф. Чинники пожежної небезпеки породних відвалів вугледобування / О.Ф. Бабаджанова, Ю.Г. Сукач, Р.Ю. Сукач // Збірник наукових праць Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: Пожежна безпека. 2012. – №20. – С. 137-143.
2. Зубова Л.Г. Терриконы: монография / Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов, А.А. Зубов, А.В. Харламова, С.Г. Воробьев, Ю.И. Макаришина, В.В. Буняченко. Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2015. – 712 с.
3. Панов Б.С. Модель самовозгорания породных отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С. Панов, Ю.А. Проскурня // Межвуз. научн. тематич. сб. «Геология угольных месторождений». Екатеринбург, 2005. – С. 261-268.

4. Петльований М.В. Аналіз накопичення і систематизація породних відвалів вугільних шахт, перспективи їх розробки / М.В. Петльований, О.А. Гайдай // Геотехнічна механіка. 2017. – №136. – С. 147-158.
5. Попович В.В. Горіння териконів як ландшафтно-трансформуючий чинник зростання регіональної екологічної небезпеки / В.В. Попович, В.Ф. Піндер // Збірник наукових праць Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: Пожежна безпека. 2016. – №29. – С. 116-124.
6. Сухаревский В.М. Деформации породных отвалов / В.М. Сухаревский, А.П. Стельмах, И.С. Фридман. К.: Техника, 1970. – 108 с.
7. <https://www.slovoidilo.ua/2020/04/30/infografika/ekonomika/vuhilna-haluz-ukrayini-kilkist-shaxt-riven-vydobutku>

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

**М. В. Кость<sup>1</sup>, О. В. Телегуз<sup>2</sup>, Г. Б. Медвідь<sup>1</sup>, В. Ю. Гарасимчук<sup>1</sup>,  
І. І. Сахнюк, О. М. Майкут, С. Д. Кальмук**

*<sup>1</sup>кандидат геологічних наук, <sup>2</sup>кандидат географічних наук*

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,

79060, м. Львів, вул. Наукова, 3а

Аналіз геохімічних показників поверхневих вод в басейні річки Західний Буг проведено із застосуванням існуючої системи класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод України. За узагальненим екологічним індексом якості вод річки за течією змінюється від слабкозабрудненої до чистої. Динаміка зміни екологічного стану води у верхній частині басейну річки визначається показниками трофо-сапробіологічного блоку.

*Ключові слова:* поверхневі води; геохімічні параметри; якість вод; екологічний індекс

## ЕКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД БАСЕЙНА ЗАПАДНОГО БУГА

**М. В. Кость<sup>1</sup>, О. В. Телегуз<sup>2</sup>, Г. Б. Медвидь<sup>1</sup>, В. Ю. Гарасимчук<sup>1</sup>,  
И. И. Сахнюк, О. М. Майкут, С. Д. Кальмук**

*<sup>1</sup>кандидат геологических наук, <sup>2</sup>кандидат географических наук*

Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины,

79060, г. Львов, ул. Научная, 3а

Анализ геохимических показателей поверхностных вод в бассейне реки Западный Буг проведен с использованием существующей системы классификаций и нормативов оценки качества поверхностных вод Украины. По обобщенному экологическому индексу качество вод реки по течению изменяется от слабозагрязненной до чистой. Динамика изменения экологического состояния воды в верхней части бассейна реки определяется показателями трофо-сапробіологического блока.

*Ключевые слова:* поверхностные воды; геохимические параметры; качество вод; экологический индекс

## ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE WESTERN BUG BASIN

**M. V. Kost<sup>1</sup>, O. V. Teleguz<sup>2</sup>, H. B. Medvid<sup>1</sup>, V. Yu. Harasymchuk<sup>1</sup>,  
I.I. Sakhnyuk, O.M. Maykut, S.D. Kalmuk**

*<sup>1</sup> PhD in Geology, <sup>2</sup> PhD in Geography*

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

The analysis of geochemical parameters of surface waters in the basin of the Western Bug River was carried out using the existing system of classifications and standards for assessing the quality of surface waters of Ukraine. According to the generalized ecological index, the water quality of the river downstream varies from slightly polluted to clean. The dynamics of changes in the ecological state of water in the upper part of the river basin are determined by the indicators of the tropho-saprobiological block.

*Key words:* surface waters; geochemical parameters; water quality; environmental index.

Техногенне навантаження на довкілля Львівщини призводить до розвитку взаємопов'язаного комплексу негативних явищ і процесів впливу на поверхневі води, що супроводжується зміною їхніх еколого-геохімічних параметрів. Оцінка екологічного стану річок є важливим кроком на шляху до їхнього збереження та оздоровлення, до покращення середовища існування людини в цілому.

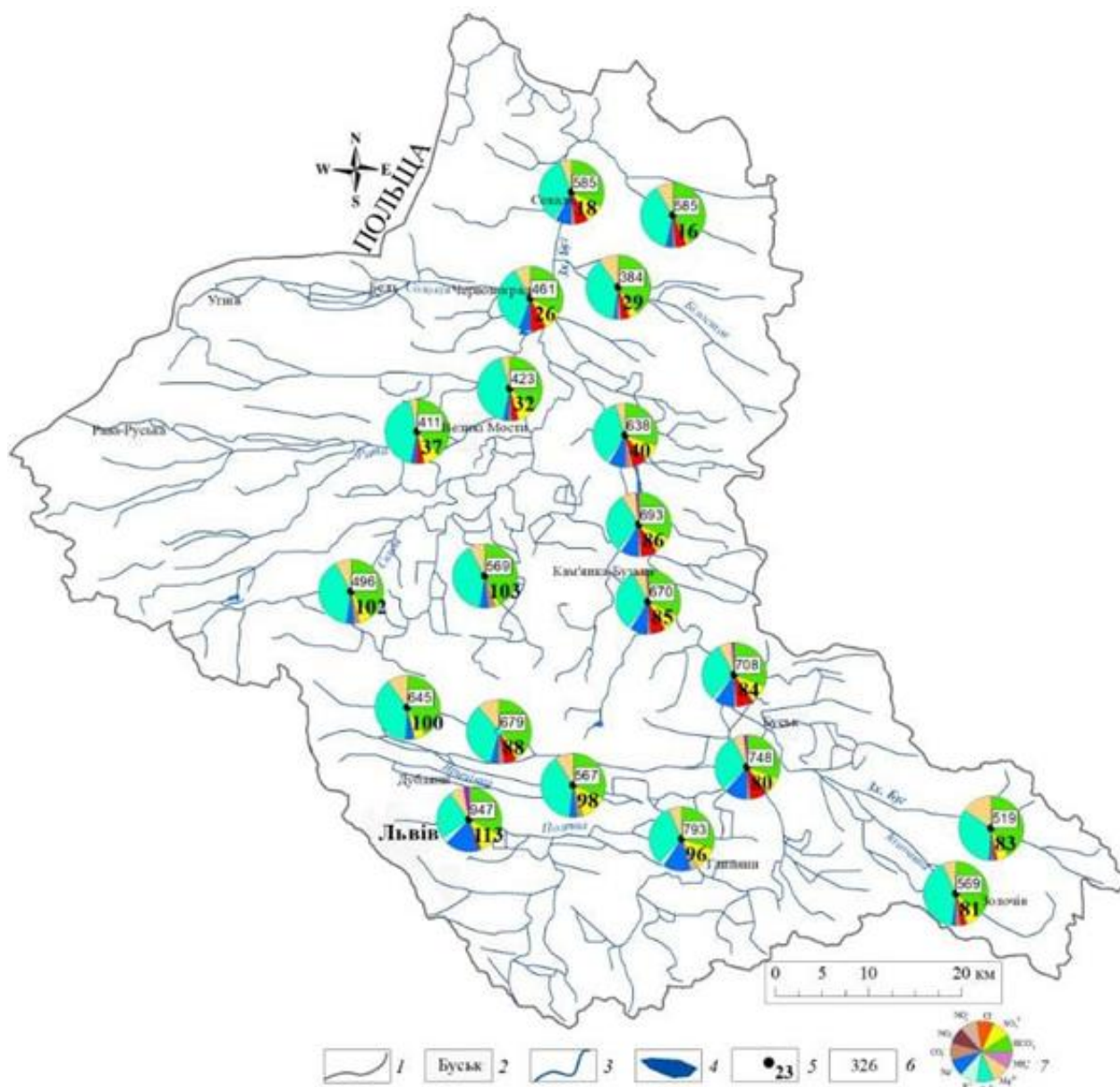


Рис. 1. Макрокомпонентний склад вод басейну Західного Бугу: 1 – межа досліджуваної території; 2 – населені пункти; 3 – річки; 4 – озера; 5 – точка відбору та її номер; 6 – мінералізація, мг/дм³; 7 – діаграма складу вод (вміст іонів в %-екв.)

Об'єкт дослідження – поверхневі води басейну Західний Буг.

Мета роботи – встановити якість вод верхньої частини басейну Західного Бугу за основними показниками їхнього складу.

Геохімічні дослідження поверхневих вод басейну річки Західний Буг за її течією проведено у 20 пунктах Львівської області. Схему відбору проб та їхній макрокомпонентний склад наведено на рис. 1.

У пробах вод визначено вмісти 40 показників (органолептичних, рН, масової частки сухого залишку, суспендованих речовин, макро– та мікрокомпонентів, сполук нітрогену, розчиненого кисню, перманганатної окиснюваності, хімічної потреби в кисні (ХПК), біохімічного споживання кисню після 5 днів (БСК<sub>5</sub>) та ін.). Визначення здійснено в атестованій хімічній лабораторії Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України.

**Результати досліджень.** Гідрографічна мережа району досліджень відноситься до басейну Балтійського моря. Основною водною артерією є річка Західний Буг. Вона є транскордонною, протікає не тільки територією України, а й Білорусії та Польщі. Це типова рівнинна ріка з низинними берегами, замуленим дном, несталим режимом течії; змішаним живленням [4].

Характерною особливістю геологічної будови водозбору Західного Бугу є залягання вище місцевих базисів ерозії карбонатних порід верхньої крейди, що представлені тріщинуватими і закарстованими вапняками та мергелями, впливом яких і визначається формування сольового складу води річки [3].

Забруднення вод річки відбувається внаслідок скидання недостатньо очищених стічних вод та стічних вод без очистки на комунальних підприємствах Львівщини [1]. У результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, а й складники водного балансу, гідрологічний режим водних об'єктів, і передусім змінюється її якість.

Екологічна оцінка якості вод виконана із застосуванням існуючої системи класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод України [2]. Вона включає 3 блоки показників:

- блок сольового складу (I<sub>1</sub>) – мінералізація, сульфати, хлориди;
- блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (I<sub>2</sub>) – завислі речовини, рН, іони амонію, нітрати, нітроти, фосфати, розчинений кисень, перманганатна окиснюваність, БСК<sub>5</sub>;
- блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії (I<sub>3</sub>) – Купрум, Цинк, Ферум, Манган, Фтор.

Оцінка якості води у басейні Західного Бугу за показниками сольового складу показала, що вода річки належить до II категорії якості вод (“дуже добра” за станом, “чиста” за ступенем забрудненості).

Значення індексів трофо-сапробіологічного блоку показали трохи нижчу якість води. Так, поверхневі води ріки належать до IV-ої категорії якості (“задовільна” за станом, “слабко забруднена” за ступенем забрудненості). На формування такої якості води найбільше впливають виявлені підвищені вмісти завислих речовин, фосфатів, нітратів і високі значення окиснюваності перманганатної та БСК<sub>5</sub>.

За значенням індекса блоку специфічних речовин токсичної дії якість води басейну Західного Бугу можна віднести до IV-ої категорії якості (“задовільна” за станом, “слабко забруднена” за ступенем забрудненості). Це пов’язано із підвищеними вмістами Феруму, Мангану, Купруму.

Узагальнений екологічний індекс становив 2,22–4,51 (табл.). Тобто якість води коливається між II-ю (“чиста”) і V-ю (“помірно забруднена”) категоріями. Динаміка зміни їхніх величин у верхній частині басейну річки визначається показниками трофо-сапробіологічного блоку.

Таблиця 1.

Оцінка якості вод басейну Західного Бугу за [2]

| № проби | Місце відбору                   | I    | Характеристика якості вод     |
|---------|---------------------------------|------|-------------------------------|
| 16      | р. Спасівка, с. Ільковичі       | 2,58 | добрі, досить чисті           |
| 18      | р. Західний Буг, м. Сокаль      | 3,19 | добрі, досить чисті           |
| 26      | р.Солокія, м. Червоноград       | 2,76 | добрі, досить чисті           |
| 29      | р. Білий Стік                   | 2,22 | дуже добрі, чисті             |
| 32      | р. Рата, притока Західного Бугу | 2,74 | добрі, досить чисті           |
| 37      | р. Рата, м. Великі Мости        | 2,58 | добрі, досить чисті           |
| 40      | водосховище, с. Ст.Добротвір    | 3,10 | добрі, досить чисті           |
| 80      | р. Полтва, перед м. Буськ       | 4,05 | задовільні, слабко забруднені |
| 81      | р. Золочівка, м. Золочів        | 2,58 | добрі, досить чисті           |
| 83      | р. Західний Буг, с. Сасів       | 2,43 | дуже добрі, чисті             |
| 84      | р. Західний Буг, м. Буськ       | 3,93 | задовільні, слабко забруднені |
| 85      | р. Західний Буг, с. Тадані      | 3,87 | задовільні, слабко забруднені |
| 86      | р. Західний Буг, с. Гайок       | 3,98 | задовільні, слабко забруднені |

|     |                              |      |                              |
|-----|------------------------------|------|------------------------------|
| 88  | р. Ременівка, с. Ременово    | 3,19 | добрі, досить чисті          |
| 96  | р. Полтва, с. Полтва         | 4,18 | задовільні, слабо забруднені |
| 98  | р. Яричівка, с. Новий Яричів | 2,94 | добрі, досить чисті          |
| 100 | р. Думний Потік, с. Сулимів  | 3,18 | добрі, досить чисті          |
| 102 | р. Свиня, біля м. Жовква     | 2,81 | добрі, досить чисті          |
| 103 | р. Желдець, с. Желдець       | 2,38 | дуже добрі, чисті            |
| 113 | р. Полтва, с. Кам'янопіль    | 4,51 | задовільні, слабо забруднені |

Встановлено, що притока Західного Бугу р. Полтва є найбільш забрудненою річкою басейну (див. табл.), оскільки виступає колектором стічних вод м. Львова і потребує термінового вжиття природоохоронних заходів, спрямованих на відновлення якості її річкових вод, що дасть можливість забезпечити покращення екологічного стану вод цілого басейну.

Виявлено, що саме зміни умов формування якості води під впливом антропогенних чинників знаходять відображення у екологічних індексах водних об'єктів, а визначені межі коливань даних індексів мають важливе значення для вирішення питань водогосподарської діяльності, реалізації природоохоронних і відновлювальних заходів, визначення пріоритетності інвестицій.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічний паспорт Львівської області за 2020 р. – Львів, 2020. – 186 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://deplv.gov.ua>
2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіук [та ін.]. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.
3. Підземні води західних областей України / Під ред. О. Д. Штогрин і К. С. Гавриленко. – Київ: Наук. думка, 1968. – 316 с.
4. Природа Львівської області / Під ред. К. І. Геренчука. – Львів: В-во ЛДУ ім. І. Франка, 1972. – 150 с.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ЗЕМЕЛЬ ТРАС ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

**О. Г. Телегуз**

*кандидат географічних наук,*  
Львівський національний університет імені Івана Франка,  
79000, м. Львів, вул. П. Дорошенка, 41

**О. В. Телегуз**

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

Пропонується методика оцінення втрат сільськогосподарського виробництва шляхом бонітетного оцінення на прикладі магістрального нафтопроводу Одеса–Броди в межах Львівської області. Розглядаються принципи і особливості бонітування на основі детального вивчення будови та властивостей ґрунтів.

*Ключові слова:* підземні трубопроводи, порушені землі, бонітетні критерії, бал бонітету.

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ КАЧЕСТВА ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ ТРАС ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

**А. И. Телегуз**

*кандидат географических наук,*  
Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
79000, г. Львов, ул. П. Дорошенко, 41

**О. В. Телегуз**

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

Предлагается методика оценки потерь сельскохозяйственного производства путем бонитетной оценки на примере магистрального нефтепровода Одесса–Броды в пределах Львовской области. Рассматриваются принципы и особенности бонитировки на основании детального изучения строения и свойств почв.

*Ключевые слова:* подземные трубопроводы, нарушенные земли, бонитетные критерии, бал бонитета.

## PECULIARITIES OF DETERMINATION OF LOSS OF QUALITY OF SOILS OF LANDS OF ROUTES OF UNDERGROUND PIPELINES

**O. G. Teleguz**

*PhD of Geography Sciences*  
Ivan Franko National University of Lviv 41, P. Doroshenko St., Lviv, 79000, Ukraine

**O. V. Teleguz**

*PhD of Geography Sciences*  
Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of National

A method of loss evaluation of the agricultural production by bonitet approaches on the example of oil pipeline Odessa-Brody within the Lviv region has been described. The principles and features of bonitet evaluation based on a detailed study of the soil structure and properties of the soil are analyzed. *Key words:* underground pipelines, affected lands, bonitet criterias, bonitet score.

Національним та стратегічним надбанням нашої держави є природні ресурси, зокрема ґрунти земель, а також магістральні транзитні газо- і нафтопроводи. Одним з актуальних завдань збереження земельних ресурсів та охорони довкілля в цілому є вивчення якості ґрунтів земель трас підземних трубопроводів. Безумовним завданням сучасної науки є дослідження компонентів природи, які змінені діяльністю людини, особливо зумовлених будівництвом і експлуатацією підземних трубопроводів.

Суттєве загострення екологічної ситуації та формування у межах трас магістральних трубопроводів передкризового, кризового, а нерідко, і катастрофічного стану земельних ресурсів потребує детального вивчення процесів, які пов'язані з будівництвом та експлуатацією трубопровідного транспорту з метою оцінення втрат сільськогосподарського виробництва та розроблення методів покращення порушених ґрунтів.

Вивчаючи техногенний вплив на ґрунти, важливо визначити їхній бал бонітету. У системі земельного кадастру бонітування ґрунтів є науковою основою раціонального і високоефективного використання земельних ресурсів, спрямованого на підвищення ґрунтової родючості і врожайності сільськогосподарських культур.

Найбільш поширеним методом бонітування є природно-історичний метод В. В. Докучаєва–М. М. Сибірцева. Критерієм оцінки у ньому є властивості ґрунтів, які корелюють із урожайністю. В основу бонітування ґрунтів покладено об'єктивні природні показники, що відображають спряжену залежність між рослинами і середовищем їхнього існування, що дає змогу реалізувати агроекологічні принципи бонітування.

Бал бонітету встановлюють на основі об'єктивних природних властивостей і ознак ґрунтів, що є бонітетними критеріями. Критерії поділяють на дві групи: основні (типові) і модифіковані. До основних критеріїв відносять ті показники, що безпосередньо характеризують здатність ґрунтів задовольняти потреби рослин у чинниках життя – воді, елементах живлення, тобто дають змогу реально оцінити їхню родючість. Такими показниками є вміст гумусу і фізичної глини в орному горизонті, потужність гумусових горизонтів, кислотність (рН) орного шару, глибина залягання глейового горизонту. За наявності даних про щільність будови і вмісту гумусу по всьому профілю, можуть бути використані

розрахункові дані про запаси гумусу (т/га) в метровому шарі. Якщо наявна інформація про агрофізичні властивості ґрунтів, вона може бути використана замість показника вмісту фізичної глини [1].

Модифіковані критерії визначають за специфічними властивостями ґрунту, що зумовлюють ту чи іншу можливість рослин використовувати елементи живлення і вологу для створення врожаю. Так, ґрунт може містити достатню кількість вологи й елементів живлення, але наявність в ньому токсичних солей чи обмінно-вбирного натрію, несприятлива реакція ґрунтового розчину, утворення кірки, глиб і брил різко знижують його продуктивність. Це потребує обов'язкового їхнього обліку та оцінення. Оскільки негативні властивості мають локальний характер, то їх ураховують за допомогою поправних коефіцієнтів. У цьому випадку в оцінювальному балі, визначеному на базі основних критеріїв, корегуються модифікаційними критеріями шляхом введення поправок на оглеєність, змитість, щебенюватість.

Оцінюють родючість ґрунтів у відносних величинах – за стобальною замкнутою шкалою. Ста балами оцінюють еталонний ґрунт для кожної культури в зоні її вирощування. До числа таких культур відносять озиму пшеницю, жито, овес, ячмінь, кукурудзу, цукровий буряк, соняшник, картоплю, льон [1].

В основу визначення втрат сільськогосподарського виробництва покладено загальноприйнятий у нашій державі розрахунок розмірів втрат за бонітетним оціненням виконаних робіт. Ураховують зниження бала бонітету в результаті проведення будівельних чи інших робіт через погіршення морфологічних, фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що зумовлює втрату природної родючості на тривалий час, навіть при проведенні належної рекультивації [2].

Бонітування ґрунтів у межах траси нафтопроводу та на прилеглий території впорядковано згідно з “Методикою бонитировки почв України”, затвердженої Міністерством сільського господарства України в 1992 році, за якою проведено бонітетне оцінення ґрунтів на всій території України [1].

Використовуючи результати бонітетного оцінення земель, в межах траси трубопроводу на території Перемишлянського та Золочівського природно-сільськогосподарських районів, за розробленою спеціально методикою, розраховано бали бонітету порушених земель у межах траси нафтопроводу «Одеса–Броди». Шляхом порівняння балів бонітету ґрунтів агрогруп природно-сільськогосподарських районів з балами бонітету непорушених ґрунтів на територіях, які прилягають до траси нафтопроводу, та з балами бонітету порушених ґрунтів траси і траншеї нафтопроводу визначено величину погіршення якості земель у межах траншеї і траси нафтопроводу.

Повний цикл робіт, згідно з запропонованою методикою розрахунку величини втрат якості земель у балах, охоплює низку етапів. Наводимо приклад етапів з параметрами для магістрального підземного трубопроводу «Одеса–Броди» (діаметр труб 1020 мм) [3].

На першому етапі проведено повторне детальне польове обстеження ґрунтів вздовж траси нафтопроводу смугою біля 200 м по обидва боки нафтопроводу. Крім того, вивчено сучасний стан порушених земель як на траншеї нафтопроводу (9-метрова смуга), так і в межах смуги відводу під трасу нафтопроводу (15-метрові смуги по обидва боки траншеї). У процесі польових досліджень визначали кількісні параметри морфологічних властивостей ґрунтів, які використовують для їхнього бонітетного оцінення: потужність гумусового горизонту, змитість, оглеєність та щебенюватість.

Другий етап – це лабораторно-аналітичні роботи. У процесі їхнього виконання у змішаних зразках, відібраних у польовий період, проведено:

- визначення вмісту гумусу за методом Тюріна;
- визначення вмісту фізичної глини за методом Качинського з підготовкою пірофосфатом натрію;
- визначення  $\text{CO}_2$  на кальциметрі з перерахунком на  $\text{CaCO}_3$ .

Третій етап – це визначення величини балів бонітету. У межах непорушених ґрунтів їх визначали за балами бонітетів ґрунтів тієї агропромислової групи природно-сільськогосподарських районів, яку перетинає траса нафтопроводу. Для порушених ґрунтів траси нафтопроводу бал бонітету визначали як його середньозважену величину в 9-метровій смузі траншеї нафтопроводу і 30-метровій смузі по обидва боки траншеї (по 15 м з кожного боку) за формулою:

$$B_c = \frac{B_m \times 9 + B_n \times 30}{39},$$

де,  $B_c$  – середній бал бонітету по всій 39-метровій смузі нафтопроводу;

$B_m$  – бал бонітету в 9-метровій смузі траншеї нафтопроводу;

$B_n$  – бал бонітету в смузі 30-метрової траси нафтопроводу (по 15 метрів з обидвох боків траншеї).

Визначаючи величини балів бонітету, використовували результати аналітичних робіт з вмісту гумусу та фізичної глини, отримані на понад п'ятистах змішаних зразках. Потужність гумусового горизонту в непорушених ґрунтах визначали у ґрунтових розрізах, закладених за межами смуги відводу. Для порушених ґрунтів потужність гумусового горизонту визначали залежно від вмісту ґрунтоутворюючої породи. Особливо це добре помітно за вмістом карбонатів. Так, наприклад, у розрізі закладеному на чорноземах карбонатних при повній відсутності карбонатів у гумусовому горизонті непорушених ґрунтів, на траншеї

нафтопроводу, їхній вміст збільшується до 54,3%, а в межах траси – до 51,2%. Відповідно потужність гумусового горизонту як на траншеї, так і на трасі нафтопроводу зменшилась у два рази.

Наступний – четвертий етап – це картографічні роботи. Він включає укладання ґрунтової карти і, суміщеної з нею, картограми агровиробничих груп траси нафтопроводу і прилягаючої території. Крім того, на цьому етапі обраховано площі ґрунтів та агрогруп як усієї траси нафтопроводу, так і для окремих сілрад, території яких перетинає нафтопровід.

Наведена методика визначення втрат сільськогосподарського виробництва застосована для декількох лінійних об'єктів Львівщини (нафтопроводи, газопроводи). Аналіз результатів цих робіт однозначно вказує на недоліки як будівництва таких об'єктів, так і особливостей рекультиваційних робіт, які в багатьох випадках потребують детального уточнення з урахуванням ґрунтово-екологічних особливостей території.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Методика бонитировки почв Украины. – Киев, Урожай, 1993. – 156 с.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 листопада 1997 р. № 1279 «Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-97-%D0%BF#Text>
3. Телегуз О. Г. Техногенні ґрунти трас магістральних трубопроводів. Монографія / О. Г. Телегуз, М. Г. Кіт – Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008 – 260 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАФТОВИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ НА ВМІСТ ВАНАДІЮ**

**А. М. Єрофєєв**

*аспірант*

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4

**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

Досліджено вплив комплексу основних геолого-технологічних показників на вміст ванадію у нафті Качалівського, Куличихінського, Матлахівського, Малосорочинського та Софіївського родовищ. За результатами кореляційного і регресійного аналізів розраховані коефіцієнти кореляції та лінійні рівняння регресії. Наведені основні типоморфні ознаки нафт розглянутих родовищ та встановлено що саме смоли з усіх фракцій нафт є основними носіями і концентраторами ванадію.

*Ключові слова:* нафта, ванадій, геолого-технологічні показники нафти, лінійні рівняння регресії, кореляційний і регресійний аналіз.

## **ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ВАНАДИЯ**

**А. Н. Ерофеев**

*аспирант*

Харьковский Национальный университет имени В.Н. Каразина,  
61022, г. Харьков, площадь Свободы, 4

**В. В. Ишков**

*кандидат геолого-минералогических наук*

**Е. С. Козий**

*кандидат геологических наук*

<sup>2</sup>Национальный технический университет «Днепро́вская политехника»,  
49005, г. Днепр, пр. Д. Яворницкого, 19

Исследовано влияние комплекса основных геолого-технологических показателей на содержание ванадия в нефти Качаловского, Куличихинского, Матлаховского, Малосорочинского и Софиевского месторождений. По результатам корреляционного и регрессионного анализов рассчитаны коэффициенты корреляции и линейные уравнения регрессии. Приведены основные типоморфные признаки нефтей рассматриваемых месторождений и установлено, что именно смолы из всех фракций нефтей являются основными носителями и концентраторами ванадия.

*Ключевые слова:* нефть, ванадий, геолого-технологические показатели нефти, линейные уравнения регрессии, корреляционный и регрессионный анализ.

## **PECULIARITIES OF INFLUENCE OF MAIN GEOLOGICAL-TECHNOLOGICAL INDICATORS OF OIL DEPOSITS OF UKRAINE ON VANADIUM CONTENT**

**A.M. Yerofieiev**

*PHD Student*

V. N. Karazin Kharkiv National University, 61022, Kharkiv, Svobody Sq., 4.

**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 influence of a complex of basic geological and technological indicators on the vanadium content in the oil of Kachalivsky, Kulychykhinsky, Matlakhivsky, Malosorochynsky and Sofiyivsky deposits has been studied. Correlation coefficients and linear regression equations were calculated based on the results of correlation and regression analyzes. The main typomorphic features of oils of the considered deposits are given and it is established that resins from all fractions of oils are the main carriers and concentrators of vanadium.

*Keywords:* oil, vanadium, geological and technological indicators of oil, linear regression equations, correlation and regression analysis.

Підвищена увага до проблем накопичення та міграції металів у нафті пов'язана з актуальними науково-технічними питаннями генезису вуглеводнів, з можливістю їх промислового вилучення в процесі переробки нафти із метою подальшої реалізації, як супутньої сировини, а також визначити екологічні ризики використання цих нафт як сировину для виробництва нафтопродуктів і, в першу чергу, бензину та дизельного палива. Як відомо, метали в мікрокількостях входять до складу нафти з різних регіонів світу. Високий вміст металів, зокрема ванадію і нікелю, є також серйозною проблемою при переробці нафтової сировини, так як призводить до незворотної дезактивації каталізаторів в результаті відкладення металів на активній поверхні, блокування порового простору і руйнування структури каталізатора. Крім цього, неорганічні сполуки ванадію, що утворюються при переробці нафти сприяють високотемпературної корозії поверхонь обладнання, зниження терміну служби турбореактивних, дизельних і котельних установок, газової корозії активних елементів газотурбінних двигунів і зростання екологічно шкідливих викидів в навколишнє середовище.

Присутність і вміст металів у нафтах з різних родовищ дозволяє встановлювати закономірності їх міграції та концентрації у вуглеводневих системах. Серед них, зокрема, слід вказати особливо пріоритетні за промисловим та екологічним значенням – ванадій, ртуть, кобальт, нікель, залізо, марганець, алюміній, титан, хром та цинк.

Дана робота присвячена результатам досліджень вмісту ванадію у нафтах п'яти родовищ основного нафтогазоносного регіону України – Дніпровсько-Донецької западини. Це Качалівське, Куличихінське, Матлаховське, Малосорочинське та Софіївське родовища. Слід зазначити, що встановлення вмісту ванадію у нафті цих родовищ та їх порівняльний аналіз з урахуванням інших показників раніше не виконувався.

Таким чином, дослідження металів, зокрема V у нафтах з різних родовищ України, що надає можливість визначення їх генетичних особливостей та екологічних наслідків використання – є актуальною проблемою, вирішення якої сприятиме напрацюванню комплексу прогностичних критеріїв скупчень вуглеводнів та науково обґрунтованої геолого-економічної та екологічної оцінки їх використання.

**Фактичний матеріал та методологія досліджень.** Дослідження зразків нафти з родовищ на вміст V проводилися за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізу на енерго-дисперсійному спектрометрі «Спрут» СЕФ 01. Час накопичення спектра 600 с. Аналітик - Єрофєєв А. М. Підготовка і проведення аналізу проводилась за стандартом АСТМ Д 4927 – Визначення елементного складу компонентів мастильних матеріалів методами рентгенофлуоресцентної спектроскопії з дисперсією за довжиною хвилі. Стандартними зразками металічних домішок слугували наступні зразки: РМ 23 (ДСЗУ 022.122-00) МСО 0243:2001 з атестованими значеннями Cd, Mn, Pb, Zn; РМ 24 (ДСЗУ 022.123-00) МСО 0244:2001 з атестованими значеннями Fe, Co, Cu, Ni; РМ 26 (ДСЗУ 022.125-00) МСО 0246:2001 з атестованими значеннями V, Mo, Ti, Cr. Таким чином з кожного з 5 родовищ аналізувалися по 30 проб нафти [1]. Потім значення вмісту V та всіх інших показників нормувалися за формулою:

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

де  $X_{i \text{ норм.}}$  – нормоване одиничне значення показника проби нафти з конкретного родовища,  $X_i$  - одиничне значення показника проби нафти з конкретного родовища,  $X_{i \text{ min}}$  – мінімальне значення показника проби нафти з конкретного родовища,  $X_{i \text{ max}}$  – максимальне значення показника проби нафти з конкретного родовища.

Таким чином нормовані значення показників проб нафти з кожного родовища оброблялися за допомогою програми STATISTICA 11.6, у якій

виконувався розрахунок описових статистик, кореляційний, регресійний аналіз та графічна візуалізація результатів аналізу.

**Результати дослідження та їх обговорення.** По густині нафта Софіївського родовища відноситься до легких, нафти усіх інших родовищ – до обважнених. Глибини розробки, температури покладів та тиски на родовищах варіюють відповідно на Малосорочинському від 2482 м, 62°C і 266 Атм. до 4345 м, 114°C та 478 Атм. на Качалівському. Концентрація ванадію з збільшенням глибини розробки, температури покладів та тиску зменшується, відповідні коефіцієнти кореляції -0,93, -0,92, -0,99 та рівняння регресії  $V = 0,9823792 - 0,966759 \cdot H$ ,  $V = 0,9958379 - 0,9466561 \cdot T$ ,  $V = 1,015612 - 1,028575 \cdot P$ .

У досліджених нафтах вміст ванадію в нафті має широкий діапазон величин 0,04-2,17 г/т і аналогічно для нікелю - 0,35-2,95 г/т. Співвідношення  $V/Ni$  в нафтах змінюється в межах 0,11-0,8. Зі збільшенням вмісту ванадію концентрація нікелю також пропорційно збільшується, коефіцієнт кореляції 0,87, рівняння регресії  $V = 0,0304026 + 0,7363044 \cdot Ni$ .

В'язкість нафти родовищ зростає від Софіївського до Малосорочинського родовища відповідно з  $3,16 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с до  $14,17 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Зі збільшенням в'язкості концентрація  $V$  статистично зростає. Коефіцієнт кореляції між цими показниками дорівнює 0,9, рівняння регресії  $V = 0,01155548 + 0,9032663 \cdot \eta$ .

Вміст смоли у нафти родовищ зростає від Качалівського до Малосорочинського родовища відповідно з 2,1% до 20,58%. Аналіз впливу вмісту смол на концентрацію ванадію виявляє чітко виражену пряму залежність. Коефіцієнт кореляції 0,93, рівняння регресії  $V = 0,1750241 + 0,8634117 \cdot C$ .

Аналіз впливу потужності покладів, густини нафти, температури початку її кипіння, вмістів парафіну, асфальтенів, сірки, Hg, Mn, Al, Cr, Fe, Zn, Co, мінералізації та густини пластової води в досліджених родовищах не зміг виявити чітко виражених кореляцій. Так за шкалою Чедока кореляційний зв'язок між концентраціями ванадію та вмістами асфальтенів і сірки оцінюється як середній, між густиною пластової води як слабкий, а між іншими геолого-технічними показниками як дуже слабкий. Слід зазначити, що для даних родовищ показники глибини розробки, тиску та температури покладів пов'язані прямим дуже високим кореляційним зв'язком. Певне, що зі збільшенням глибини розробки родовищ, тиск та температура покладів (термобаричні умови знаходження нафти) майже лінійно підвищується, тобто їх коливання інтегровано та односпрямоване впливають на особливості змін концентраційних можливостей по відношенню до ванадію основних елементів складної гетерогенної системи (до якої власно і відноситься нафта). Так, збільшення температури приводить зокрема до зменшення стабільності більшості

металоорганічних сполук у складі вуглеводневої сировини. Наприклад стійкість ковалентних полярних зв'язків стрімко зменшується із збільшенням температури, що призводить до значного погіршення накопичувальних властивостей нафт до утримання у своєму складі металів. Зворотна дуже висока залежність вмісту ванадію із показниками тисків пояснюється перш за все міжмолекулярною взаємодією. Вона обумовлена хімічними зв'язками, слабшими за ковалентний зв'язок. На прикладі ван-дер-вальсових взаємодій, на великих відстанях між органічними молекулами та вільними атомами металів переважатимуть сили притягання, що матимуть орієнтаційний та індукційний характер. Однак із зменшенням відстаней внаслідок ущільнення системи переважатимуть сили відштовхування, що і обумовлюватимуть зменшення накопичувальних властивостей елементів вуглеводневої системи. Зростання вмісту нікелю в поєднанні із концентраційними показниками вмісту ванадію у досліджених вуглеводневих системах можна пояснити лише тим, що нікель в більшості металевих руд є супутнім елементом до ванадію. А зростання сумарних показників вмісту ванадію та нікелю лише вказує на підвищену здатність вуглеводнів даного складу до накопичення та утримання металів в системі за рахунок утворення стійких зв'язків. Оскільки здатність накопичення металів у нафтах обумовлена наявністю ароматичних вуглеводнів, які в свою чергу мають підвищені реологічні властивості та погіршують фільтраційні властивості нафти, цілком закономірною є пряма залежність вмісту ванадію у вуглеводневих системах із збільшенням в'язкості нафти. Закономірність збільшення вмісту смол у загальному фракційному розподілі нафт, та пов'язаному з цим ростом загального вмісту ванадію, спостерігається перед усім через особливості хімічної будови сполук, що утворюють дану фракцію. Смоли являють собою складні поліциклічні сполуки ароматичного вмісту, із здатністю до поверхневої активності, та можуть утворювати хелати за рахунок аліфатичних радикалів у своєму вмісту.

**Висновки.** Результати проведених досліджень дозволяють сформулювати такі основні висновки: 1). Для даних родовищ показники глибини розробки, тиску та температури покладів пов'язані прямим дуже високим кореляційним зв'язком між собою та зворотнім дуже високим кореляційним зв'язком з вмістом ванадію. Розраховані рівняння регресії цими показниками дають можливість надійно прогнозувати вміст цього елемента у нафтах з цих родовищ. 2). Встановлений прямий дуже високий кореляційний зв'язок між вмістами ванадію і нікелю дозволяє розглядати його як типоморфну ознаку нафти з цих родовищ. Розраховане рівняння регресії зв'язку між цими елементами дозволяє надійно виконувати прогноз їх вмістів на підставі визначення вмісту одного з них. 3).

Виявлений прямий дуже високий кореляційний зв'язок між концентраціями ванадію, в'язкістю нафти і вмісту смол дає можливість стверджувати, що саме смоли, з усіх фракцій конкретних нафт є основними носіями і концентраторами ванадію. Розраховане рівняння регресії зв'язку між вмістом ванадію і цими показниками можуть бути використані з метою прогнозування концентрацій ванадію у рідких вуглеводнів з розглянутих родовищ.

Основна практична цінність виконаних досліджень полягає у встановленні середньої концентрації та можливості прогнозування вмісту ванадію у нафтах Качалівського, Куличихінського, Матлаховського, Малосорочинського та Софіївського родовища за допомогою розрахованих рівнянь регресії.

Основне наукове значення отриманих результатів полягає у виявленні типоморфних ознак нафт розглянутих родовищ та встановлено що саме смоли з усіх фракцій нафт є основними носіями і концентраторами ванадію.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Єрофєєв А.М., Ішков В.В., Козій Є.С. Вплив основних геолого-технічних показників Качалівського, Куличихінського, Матлаховського, Малосорочинського та Софіївського родовищ на вміст ванадію у нафті. Міжнародна науково-технічна конференція «Український гірничий форум – 2021», 2021. С. 177-186.

## ACTUAL DIRECTIONS OF USING TECHNOGENIC LANDSCAPES OF COAL MINING ENTERPRISES OF UKRAINE

**N.V. Vergelska, V.V. Vergelska, Yu. V. Kroshko**

*State Institution "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of NAS of Ukraine " (SI «SCMGGID NASU»), Kyiv, Ukraine*

There are three coal basins and five coal-bearing areas in Ukraine, which cover almost a third of the area. At present, in Ukraine, the landscapes of the coal industry are not used for tourist routes, there are no coal mines, and closed mines are not used as research centers.

**Keywords:** coal mining, open pit – heap, peat – swamp wasteland, subsidence – slagheap, technogenic landscapes.

### **Inventories and research**

There are three coal basins and five coal-bearing areas in Ukraine, which cover almost a third of the area. Coal mining has been going on for over 250 years. As a result, significant areas were altered by coal mining, some of the man-made landscapes were reclaimed.

In recent years, there has been a rapid shutdown of coal mining companies and their negative impact on the environment has increased. Determining the directions of use of created technogenic landscapes of coal mining enterprises is relevant.

### ***Technogenic (mining) landscapes.***

The technogenic landscapes that have emerged in Ukraine have a complex internal structure. Their features depend on the method of development, technology of extraction of raw materials, relief, hydrological regime and soil of waste areas, the nature of the surrounding landscapes. Preferably, these are azonal landscapes with 3 types: open pit – heap, peat – swamp wasteland and subsidence – slagheap [1].

*Open pit – heap type of landscape.* The type of industrial landscapes, which occupies a special place in the structure of landscapes of Ukraine. 82% of the minerals are mined, but only 8% of them are coal. Over a 100-year history of development of brown coal resources, several age-old quarry and heap complexes have been formed, which are at different stages of development. Some of them are reclaimed, but most belong to self-regulating categories. Some of them can be classified as cultivated, they are used in recreation as recreation areas [2].

Coal mines are located in the central part of the Ukrainian Shield with a depth of 50 - 90 m, and in the western - up to 50 m. The sections of the Paleogene and Neogene are revealed, allowing to determine the conditions and changes of sedimentation of sediment. Each uncovered incision is unique for further study geological processes.

*Subsidence-slagheap type of landscape.* This type of landscape is formed in the mining areas - Lviv-Volyn and Donets coal basins, districts of Kropyvnytskyi region. Disturbance of natural landscapes is less noticeable here and more often has a spotty pattern. However, they form the "image" of the territories and have an impact on the development of landscapes. In the structure of the subsidence – slagheap landscape of Ukraine, heaps dominate - high (25-80 m), in the form of cones or cut cones dumps that arise during underground coal production [3].

For a long period of coal mining, the depths of the mines range from 200 to 1600 meters. The sections Carboniferous Rocks are revealed. Some of the mines closed by wet conservation cannot be used for tourism or scientific research.

The open sections allow us to study the processes of sedimentation in the Carboniferous, rock changes, features of tectonics and modern processes of formation of new forms in coal production and degassing of coal-rock arrays.

It is impossible not to mention the gallery in the Mountain Crimea, where coal mines are raised to the bottom surface with completely preserved structure of production. These developments have disclosed cross sections of Jurassic that can be considered as supporting.

Type of landscape - peat bogs - is formed in peatlands. Its area is constantly increasing and very fast. In Ukraine, 93,000 ha. of peat is under cultivation. Peat development refers to the floodplain and offshore terrain types. The structure of landscapes resulting from peat extraction and the variety of terrain are largely determined by the mode of development of the peat and the water regime of the territory. The areas of peat development are difficult to reclaim.

### **Conclusions.**

At present, in Ukraine, the landscapes of the coal industry are not used for tourist routes, there are no coal mines, and closed mines are not used as research centers.

Investigating mine production, it was found that the most relevant is to use the mines to be closed as centers of research and mine museums. It is advisable to carry out complete reclamation on the territory of closed mines in order to improve the ecological status of technogenic loaded (mining) regions.

### **REFERENCES**

1. Denysyk G.I. (2012) Anthropogenic Landscape Studies: Educ. manual. Part 1. Global Anthropogenic Landscape Studies. - Vinnitsa: PE Edelweiss & Co.
2. Fedotov V.I. (1985) Technogenic landscapes: theory, regional structures, practice. - Voronezh: Voronezh University Press.
3. Shevchenko L.M. (2004) Geochemical Aspect of Nature Utilization Problems in Ukraine's Mining Landscapes. Ukrainian geographic journal 4: 19-23.

# ЗМІСТ

## ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Н.В. Вергельська, І.М. Скопиченко, В.В. Вергельська</b><br>ФАКТОРИ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ<br>МАСИВАХ ДОНБАСУ                                  | 4  |
| <b>В.В. Вергельська</b><br>ВОДОНОСНІ ГОРИЗОНТИ ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ ДОНБАСУ                                                                                    | 12 |
| <b>М.М. Зінчук</b><br>ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИХ АЛМАЗНИХ РЕСУРСІВ<br>У КРАЙОВИХ ЧАСТИНАХ ДАВНІХ ПЛАТФОРМ І ПРОБЛЕМИ ЇХ<br>ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНОГО ОСВОЄННЯ | 17 |
| <b>М.М. Зінчук</b><br>ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗІВ ІЗ ОСАДОВИХ ВІДКЛАДІВ КРАЙОВИХ<br>ЧАСТИН ДАВНІХ ПЛАТФОРМ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ГІРНИЧО-<br>ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ОЦІНКОЮ РОЗСИПІВ      | 23 |
| <b>С. П. Лашко, К. С. Кривченко, В. Г. Яценко</b><br>МЛИНКІВСЬКА ДІЛЯНКА ШУНГІТОВИХ ПОРІД: ОСОБЛИВОСТІ<br>БУДОВИ ТА ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА                            | 29 |

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>О. Т. Азімов</b><br>ОЦІНКА ПРОСТОРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРНО-<br>ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ ТА АНОМАЛІЙ ВОДНЮ В ГЕОЛОГІЧНОМУ<br>РОЗРІЗІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ                                | 35 |
| <b>A. Bosacka, V.V. Paientko, O.I. Oranska, N.V. Stolyarchuk, A.K. Matkowsky, V.M. Gun'ko, A. Derylo-Marczewska</b><br>KAOLIN/CARBON COMPOSITES MECHANOCHEMICAL SYNTHESIS<br>AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS | 40 |
| <b>В. Р. Дубосарський, І. Д. Багрій, О. Т. Азімов</b><br>ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЗВ'ЯЗІВСЬКОЇ<br>ПЛОЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ                                                           | 3  |

ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ 45

**М. М. Зінчук, М. М. Зінчук**

СПЕЦИФІЧНІ РЕЧОВИННО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КІМБЕРЛІТОВИХ ПОРІД У ВЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ГІРНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЮ ОЦІНКОЮ 52

**Я.М. Тузяк**

СУЧАСНІ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ, МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТИХІЙНИХ ЛИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ ЯК ЗАСОБИ ЗАВЧАСНОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ В УМОВАХ РИЗИКІВ 58

**Л. М. Якушин, І. І. Іщенко, О. А. Шевчук**

СТРАТИГРАФІЯ МЕЗОЗОЙСЬКОГО ПОРОДНОГО КОМПЛЕКСУ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ УКРАЇНИ ЯК СКЛАДОВА ГЕОЛОГО-ПОШУКОВИХ РОБІТ У НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВІЙ ГЕОЛОГІЇ 64

**I.M. Skorychenko, E.I. Skorychenko**

DETECTION OF GAS SATURATED ZONES WITHIN COAL BASINS BY PULSATING ELECTROMAGNETIC SOUNDING 70

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

**О. Д. Веклич**

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСІВ КАМΠΑНСЬКИХ ФОРАМІНІФЕР ТА БАСЕЙНУ ЇХ ІСНУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВНІЧНОЇ ОКРАЇНИ 71

**Н.В. Вергельська**

МОНІТОРИНГ ТЕРИКОНІВ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ 80

**Н.О. Д'яченко**

ОЦІНКА ВПЛИВУ ОСІДАНЬ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НА ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИЙ СТАН ТЕРИТОРІЇ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО РАЙОНУ 88

**В. В. Ішков, Є. С. Козій**

ПАТОГЕННІ ОРГАНОМІНЕРАЛЬНІ УТВОРЕННЯ НИРОК ЖИТЕЛІВ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ (НА ПРИКЛАДІ М. КРИВИЙ РІГ) 95

**М.С. Ковальчук, Ю.В. Крошко**

100

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ – ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА ДЛЯ ОЦІНКИ ЇХ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ |     |
| <b>М. В. Кость, О. В. Телегуз, Г. Б. Медвідь, В. Ю. Гарасимчук, І. І. Сахнюк, О. М. Майкут, С. Д. Кальмук</b>        |     |
| ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ                                                                  | 105 |
| <b>О. Г. Телегуз, О. В. Телегуз</b>                                                                                  |     |
| ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ЗЕМЕЛЬ ТРАС ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВІДІВ                                      | 110 |
| <b>А. М. Єрофєєв, В. В. Ішков, Є. С. Козій</b>                                                                       |     |
| ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАФТОВИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ НА ВМІСТ ВАНАДІЮ               | 115 |
| <b>N.V. Vergelska, V.V. Vergelska, Yu. V. Kroshko</b>                                                                |     |
| ACTUAL DIRECTIONS OF USING TECHNOGENIC LANDSCAPES OF COAL MINING ENTERPRISES OF UKRAINE                              | 121 |

## CONTENTS

### MINE GEOLOGY AND GEOMECHANICS

**N. Vergelska, I. Skopychenko, V. Vergelska**

FACTORS OF FLUID REDISTRIBUTION IN DONBAS COAL ROCK MASSIFS 4

**V.V. Vergelska**

AQUIFERS HORIZONS COAL-ROCK MASSIFS OF DONBAS 12

**N.N. Zinchuk**

ABOUT WAYS OF MINERAL-ORE MATERIAL BASE EXPANSION OF DIAMOND RESOURCES IN EDGE PARTS OF ANCIENT PLATFORM 17

**N.N. Zinchuk**

SPECIFIC FEATURES OF DIAMONDS FROM SEDIMENTARY THICK LAYERS OF ANCIENT PLATFORM EDGE PARTS 23

**S. P. Lashko, K. S. Krivchenko, V. G. Yatsenko**

MLYNKIVSKA AREA OF SHUNGITE ROCKS: STRUCTURE PECULIARITIES AND PRELIMINARY EVALUATION 29

### MODERN RESEARCH METHODS

**O. T. Azimov**

ASSESSMENT OF SPACIAL RELATIONSHIP BETWEEN THE REGIONAL TECTONIC STRUCTURE AND THE HYDROGEN ANOMALIES IN THE GEOLOGICAL SECTION OF DNIEPER-DONETS DEPRESSION 35

**A. Bosacka, V.V. Paientko, O.I. Oranska, N.V. Stolyarchuk, A.K. Matkowsky, V.M. Gun'ko, A. Derylo-Marczewska**

KAOLIN/CARBON COMPOSITES MECHANOCHEMICAL SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS 40

**V. R. Dubosarsky, I. D. Bagriy, O. T. Azimov**

ASSESSMENT OF OIL- AND- GAS BEARING PROSPECTS FOR THE ZVIAZIVSKA AREA OF DNIEPER-DONETS DEPRESSION USING THE METHODS OF REMOTE SENSING OF THE EARTH 45

**N.N. Zinchuk, M.N. Zinchuk**

FEATURES OF MINERAL AND RAW DIAMOND RESOURCES IN THE MARGINAL PARTS OF ANCIENT PLATFORMS AND THE PROBLEMS OF THEIR MINING AND ECOLOGICAL DEVELOPMENT 52

**Ya.M. Tuzyak**

MODERN SYSTEMS FOR OBSERVING, MONITORING AND  
FORECASTING OF DISASTERS AND HAZARDOUS EVENTS AS A  
MEANS OF ADVANCED PREVENTION IN RISK CONDITIONS 58

**L. M. Yakushin, I.I. Ishchenko, O.A. Shevchuk**

STRATIGRAPHY OF THE MESOZOIC ROCK COMPLEX OF THE SEA  
WATERS OF UKRAINE AS A COMPONENT OF GEOLOGICAL AND  
EXPLORATION WORKS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY 64

**I.M. Skopychenko, E.I. Skopychenko**

DETECTION OF GAS SATURATED ZONES WITHIN COAL BASINS BY  
PULSATING ELECTROMAGNETIC SOUNDING 70

## **ECOLOGICAL AND LEGAL PROBLEMS OF TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS**

**O. D. Veklych**

CHARACTERISTICS OF THE COMPLEXES OF THE KAMPANIAN  
FORAMINIFERS AND THE BASIN OF THEIR EXISTENCE IN THE  
NORTHERN OUTSKIRTS OF DONBAS 75

**N.V. Vergelska**

MONITORING THE COAL WASTE HEAPS OF MINES OF DONETS BASIN 80

**N.O. Diachenko**

ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF SURFACE ON THE  
ECOLOGICAL-GEOLOGICAL STATE OF THE TERRITORIES OF THE  
CHERVONOGRAAD REGION 88

**V. V. Ishkov, Ye. S. Kozii**

PATHOGENIC ORGANOMINERAL KIDNEY FORMATIONS OF  
RESIDENTS OF TECHNOGENICLY LOADED REGIONS (ON THE  
EXAMPLE OF KRYVYI RIH CITY) 95

**M. S. Kovalchuk, Yu. V. Kroshko**

GEOMETRIZATION OF WASTE HEAPS OF THE COAL MINING  
INDUSTRY - INFORMATION BASIS FOR ASSESSMENT OF THEIR  
IMPACT ON THE ENVIRONMENT 100

**M. V. Kost', O. V. Teleguz, H. B. Medvid, V. Yu. Harasymchuk, I.I.**

**Sakhnyuk, O.M. Maykut, S.D. Kalmuk**  
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE WESTERN  
BUG BASIN 105

**O. G. Teleguz, [O. V. Teleguz](#)**

PECULIARITIES OF DETERMINATION OF LOSS OF QUALITY OF SOILS  
OF LANDS OF ROUTES OF UNDERGROUND PIPELINES 110

**A.M. Yerofieiev, V. V. Ishkov, Ye. S. Kozii**

PECULIARITIES OF INFLUENCE OF MAIN GEOLOGICAL-  
TECHNOLOGICAL INDICATORS OF OIL DEPOSITS OF UKRAINE ON  
VANADIUM CONTEN 115

**N.V. Vergelska, V.V. Vergelska, Yu. V. Kroshko**

ACTUAL DIRECTIONS OF USING TECHNOGENIC LANDSCAPES OF  
COAL MINING ENTERPRISES OF UKRAINE 121