

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



**ІІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ ТА ГЕОЕКОЛОГІЇ»**

Київ 2022

Сучасні проблеми гірничої геології та геоекології: збірник матеріалів III Міжнародної наукової конференції (Київ, 29 – 30 листопада 2022 р.). ДУ НЦ ГГГРІ НАН України, 2022. 194 с.

ISBN 978-617-7824-55-7

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», «Напрямки дослідження Землі» та «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 № 5 від 25.11.2022)

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

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

MINE GEOLOGY AND GEOMECHANICS

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН ЗАГАЛЬНОЇ ПОРИСТОСТІ ВУГІЛЛЯ ТА ПІСКОВИКІВ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ

Я.В. Антіпович

кандидат геологічних наук

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

В тезах наведено результати дослідження зміни загальної пористості пісковиків та вугілля Донецького басейну в залежності від впливу постдіагенетичних перетворень та тектоніки. Експериментально підтверджено, що на відміну від пісковика, для якого характерне закономірне зменшення показників загальної пористості зі збільшенням ступеня катагенезу і тектонічної напруги, поровий простір вугілля більшою мірою реагує на температуру, і меншою мірою, на тиск.

Ключові слова: пісковик, вугілля, катагенез, загальна пористість.

COMPARATIVE ANALYSIS OF COAL AND SANDSTONES ABSOLUTE POROSITY CHANGES OF THE DONETS BASIN

Y.V. Antipovych

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics named by M. Poljakov, NAS Ukraine

Theses present the results of the study of absolute porosity changes of sandstones and coals of the Donetsk basin, depending on the influence of post-diagenetic transformations and tectonics. Experimentally confirmed that unlike sandstone, which is characterized by a natural decrease in total porosity with an increase in the degree of catagenesis and tectonic stress, the pore space of coal reacts to temperature to a greater extent, and to a lesser extent to pressure.

Key words: sandstone, coal, catagenesis, absolute porosity.

Протягом декількох десятиків років, вченими проводяться комплексні дослідження пористості порід Донецького басейну. По-перше, це пов'язано з проблемами їх викидобезпечності, по-друге, з перспективністю вугільно-теригенної товщі на газ.

Основними газовміщуючими породами Донецького басейну є вугілля та пісковик. Вугілля за своєю природою може не тільки вміщувати газ, але й генерувати його, в той час як пісковик є основним колектором газу. Ці породи значно відрізняються за своїми фізико-механічними властивостями й, відповідно, зміна цих властивостей в певних умовах протікає по-різному.

Метою роботи був пошук закономірностей перетворення загальної пористості пісковиків та вугілля Донецького басейну в залежності від впливу тектоніки та постдіагенетичних перетворень порід.

Під загальною пористістю розуміють сумарний об'єм всіх пор в породі, незалежно від їх форми, розміру та взаємного положення.

Для реалізації сформульованої мети використовувалися дані загальної пористості пісковиків та вугілля декількох геолого-промислових районів Донецького басейну: Красноармійський, Донецько-Макіївський, Центральний, Краснодонський, Чистяково-Сніжнянський. Підставою для вибору цих районів було те, що вони вміщують кам'яне вугілля всіх марок, від Д до А, та відрізняються за тектонічною дислокацією.

Варто зазначити, що під постдіагенетичними перетвореннями вугілля, так само як і для порід, які його вміщують, мається на увазі процес катагенезу. Згідно із Довідником з літології [5] для позначення постдіагенетичних змін органічної речовини доречніше використовувати термін «катагенез». Стадія катагенезу умовно визначається за технологічними марками вугілля.

Відомо, що загальна пористість пісковиків закономірно зменшується зі збільшенням ступеня катагенетичних перетворень. В умовах раннього катагенезу показники загальної пористості пісковиків в середньому становлять 18 %. Зі збільшенням глибини та тиску пористість значно зменшується і для пісковиків пізньої підстадії катагенезу становить приблизно 2 %. Це обумовлено тим, що зі збільшенням палеоглибини ступінь перетворення породи зростає, що призводить до ущільнення і відповідно, зменшення об'єму порового простору породи [1].

Перетворення загальної пористості вугілля має дещо інший характер. В умовах раннього катагенезу показники зменшуються від 15 % (вугілля марки Д) до 8 % (вугілля марки Г). Цікавим є факт збереження стабільних значень показника загальної пористості вугілля на середній підстадії катагенезу. Для вугілля марок Ж, К, ПС він складає приблизно 6 %. На пізній підстадії катагенезу показник загальної пористості вугілля збільшується у порівнянні з середньою підстадією. Так, для вугілля марки П він складає біля 8 %, для марки А біля 12 % (рис. 1).

В залежності від ступеня постдіагенетичних перетворень коефіцієнт загальної пористості вугілля змінюється за поліноміальною залежністю з показником достовірності апроксимації (R^2) 0,95. Показники загальної пористості вміщуючих пісковиків змінюються за лінійною залежністю при $R^2 = 0,9$.

Подібна залежність зміни загальної пористості вугілля зі збільшенням ступеня їх перетворення описується в роботі [3]. У даній роботі зазначено, що загальна пористість вугілля зменшується від марки Б до марки Ж, а потім зі збільшенням ступеня перетворення підвищується, досягаючи максимуму у

вугіллі марки А. В роботі [4] зазначено, що збільшення порового простору вугільної речовини на пізній підстадії катагенезу, пов'язане з молекулярними змінами, які впливають на структурні перетворення вугілля.

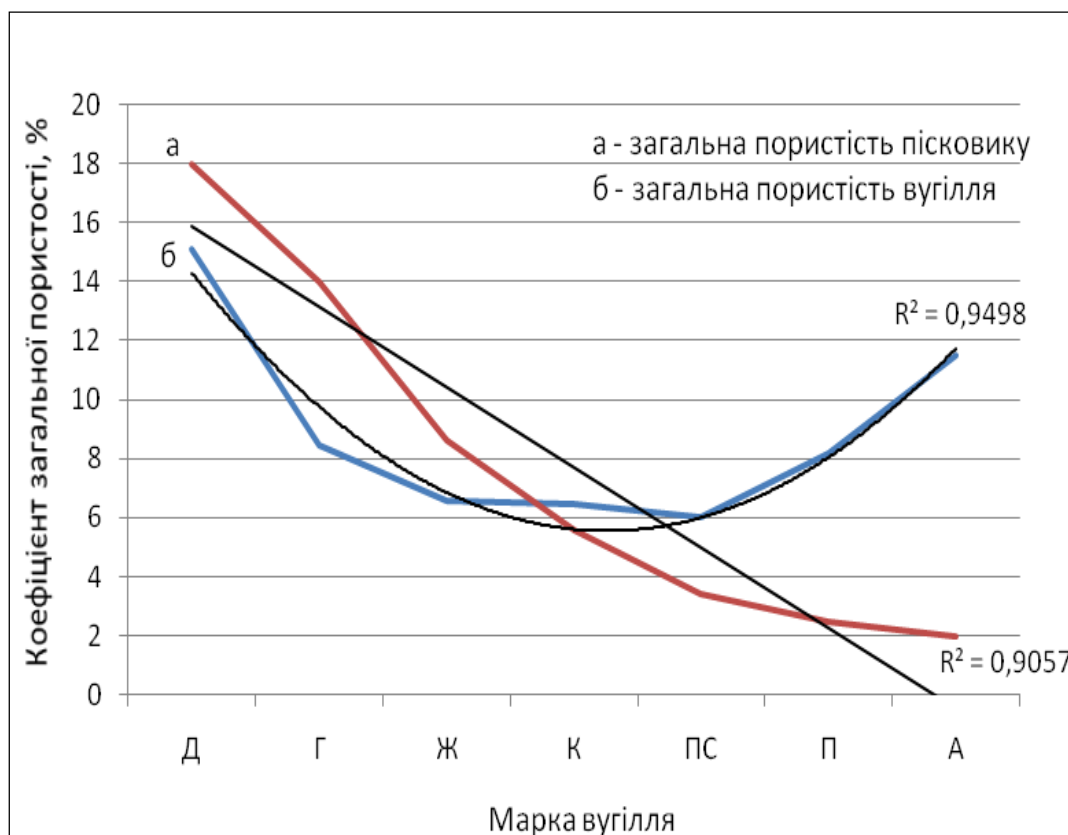


Рис. 1 Вплив катагенезу на перетворення загальної пористості пісковиків та вугілля Донецького басейну

Відомо, що загальна пористість пісковиків, як і загалом їх колекторський потенціал, досить різко змінюється від прибортових районів до центральних, відповідно до збільшення тектонічної напруги [2]. Наприклад, для пісковиків однієї підстадії катагенезу середній показник загальної пористості у Красноармійському районі сягає 12 %, в той час як у Центральному він становить приблизно 4 %.

Для вугілля характерна інша закономірність. Дослідження загальної пористості вугілля марки Ж, яке було відібране в прибортових, перехідних та центральних районах басейну, показало стабільні значення загальної пористості, які коливаються в межах 6 % (рис. 2). Не дивлячись на те, що тектонічна дислокованість збільшується від периферійних районів басейну до центральних, загальна пористість вугілля має стабільні значення.

В роботі [3] зазначено, що при підвищенні тиску розмір пор вугілля зменшується, причому більші пори інтенсивніше у порівнянні з дрібними, а

об'єм найдрібніших пор, близьких до пор сорбенту, майже не змінюється. Однак, варто зазначити, що під дією напруги у вугіллі також розвивається екзогенна тріщинуватість, яка збільшується від периферійної частини басейну до центральної [1].

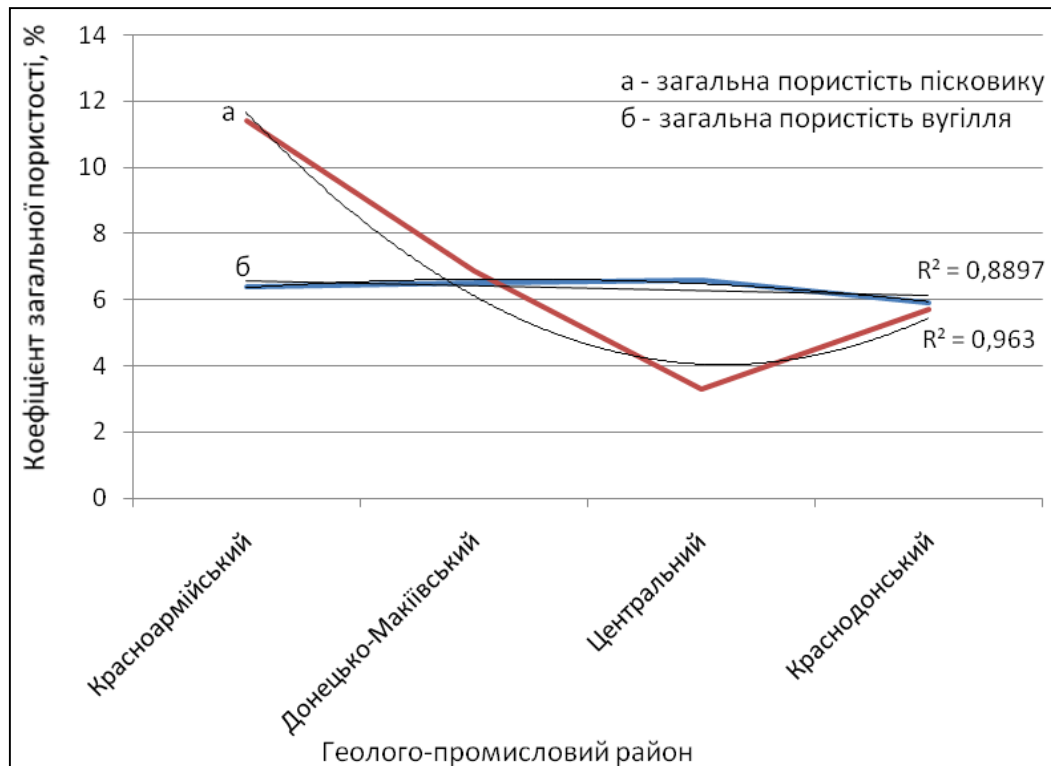


Рис. 2 Вплив тектоніки на перетворення загальної пористості вугілля марки Ж та прилеглих до нього пісковиків

Таким чином, тектонічні та постдіагенетичні процеси по-різному впливають на поровий простір пісковика та вугілля. Загальна пористість пісковика зменшується зі збільшенням ступеня катагенезу порід і тектонічної напруги. Показники загальної пористості вугілля змінюються за поліноміальною залежністю при збільшенні ступеня постдіагенетичних перетворень, з найменшими показниками на середній підстадії катагенезу. Порівняльний аналіз показників загальної пористості для вугілля марки Ж, відібраних в різних, за тектонічною дислокованістю, районах показав стабільні значення. Додаткові дослідження порового простору на мікрорівні дозволять визначити внаслідок чого поровий простір вугілля, який певною мірою реагує на тиск, зберігає стабільні значення в різних тектонічних умовах. Ймовірно, це пов'язано зі зміною структури порового простору вугілля при збереженні його загального об'єму.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Забигайло В.Е. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность / В.Е.Забигайло, В.И. Николин. – К.: Наукова думка, 1990. – 168 с.
2. Лукинов, В.В. Тектоника метанноугольных месторождений Донбасса / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – Киев: Наук. думка, 2008. – 352 с.
3. Пористость и надмолекулярное пространство углей Донбасса и их изменение в связи с проблемами классификации углей и прогноза метаноносности / В.В. Кирюков, Н.В. Жикаляк, О.А. Куц и др. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. - № 87. – С. 230-235.
4. Rodrigues C.F. The measurement of coal porosity with different gases / C.F. Rodrigues, M.J. Lemos de Sousa // International Journal of Coal Geology. – 2002. – V. 48. – P. 245–251.
5. Справочник по литологии / [под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко] – М.: Недра, 1983. – 509 с.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПОШУКУ КРИТИЧНОЇ СИРОВИНИ

В.А. Баранов

Доктор геологічних наук

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

Анотація. В тезах розглянуті деякі геолого-геохімічні закономірності формування елементів критичної сировини на прикладі Українського щита. Показана неоднорідність трансформації значень кларків рідкісних і розсіяних елементів у породах земної кори різного складу. Незначна частина значень кларків збільшується в напрямку від основних порід до кислих та лужних; більша частина залишається без суттєвих змін, а декілька значень кларків зменшується в тому ж напрямку.

Ключові слова: кларки, рідкісноземельні елементи, породи різного складу, літосфера

RELEVANCE OF THE SEARCH FOR CRITICAL RAW MATERIALS

V.A. Baranov

Doctor of Geological Sciences

Institute of Geotechnical Mechanics named by M. Poljakov, NAS Ukraine

Summary. In the theses, some geological and geochemical patterns of the formation of elements of critical raw materials are considered on the example of the Ukrainian shield. The heterogeneity of the transformation of the clarke values of rare and trace elements in the rocks of the earth's crust of different compositions is shown. An insignificant part of the clarke values increases in the direction from basic rocks to acidic and alkaline ones; most remain unchanged, and a few clarke values decrease in the same direction.

Key words: clarks, rare earth elements, rocks of different composition, lithosphere

Рідкісними металами (розсіяними, супутніми тощо) називаються метали, чий кларк у літосфері не перевищує 0,1 % і які зазвичай не формують окремі родовища. В останні десятиліття вони все більше використовуються у сучасній промисловості у різних галузях. Для прикладу розглянемо добре відомий всім сучасний смартфон, насичений різними рідкісними та рідкісноземельними металами та сплавами: 1) для виготовлення акумулятора iPhone 6 застосовуються літій та кобальт (катод) та графіт (анод); 2) процесор смартфона в основному зроблений з кремнію з мікродобавками сурми, миш'яку, індию та галію; 3) у мікроконденсаторах застосовується тантал; 4) у звуковій системі, у тому числі для створення режиму вібрації, використовуються мікромагніти, що включають неодим, а також мікродобавки інших рідкісноземельних металів (празеодима, диспрозія); 5) рідкісноземельні метали (РЗМ) відповідають за колірну гаму екранів (наприклад, європій - за червоний колір, тербій - за зелений і т.д.), а індій та олово забезпечують функцію "touch-screen"; 6) у смартфоні використовуються і багато інших елементів: алюміній, залізо, бор, фосфор, миш'як, мідь, срібло, золото, вольфрам та ін. З понад 60 елементів періодичної таблиці Менделєєва ключову роль для смартфона тут відіграють рідкісні метали [4].

Після Другої світової війни розвиток промисловості взагалі та військової зокрема, зажадав нових металів та їх сплавів. Вони могли бути отримані при розробці руд рідкісних, розсіяних, супутніх елементів, руд та мінералів, які

зазвичай не формують окремі повноцінні родовища традиційного типу, як вугілля, залізо та ін. Значні обсяги таких елементів формуються в процесі гіпергенезу та вивітрювання.

Інтенсивність різних типів вивітрювання та його результати визначаються кліматичними умовами місцевості, складом порід, характером тектонічних рухів та тривалістю вивітрювання. Сукупність незміщених продуктів вивітрювання, що залишилися на місці руйнування корінних порід, називається корою вивітрювання [1-3].

На різних породах формуються різні кори вивітрювання в різні етапи геологічної історії, і з ними пов'язані найважливіші корисні копалини: залізні руди, алюміній (боксити), каолінит, нікелеві руди, рідкісноземельні та ін.

За даними чисельних авторів [4-9 та ін.] у корах вивітрювання нерідко до рудних концентрацій накопичуються: Al, Fe, Mn, Ag, Pt, Ir, Pd, Ni, Pb, Zn, Cu, TR. Постійно у підвищених кількостях присутні Ti, рідше Zr, Cd, Hg, As, Sb, Mo, Se. У той же час з різною інтенсивністю продуктів вивітрювання винесені U, Th, Sn, Sr та ін. Ці елементи-мігранти в зоні впливу короутворюючого субстрату можуть накопичуватися на геохімічних бар'єрах. Для радіоактивних елементів такими служать торфовища та донні осади, де вміст урану в золі торфу варіює в межах 10-900 г/т, в мулистому осадку - 100-3800 г/т.

З'явилось достатньо даних, що свідчать про високу рухливість, перерозподіл та можливість гіпергенного концентрування в мікророзмірній формі інших, традиційно «інертних» рудогенних елементів, включаючи платиноїди, рідкісні землі та метали. Це створює теоретичну базу для розробки критеріїв пошуків та прогнозу нових нетрадиційних родовищ у корах вивітрювання та їх корінних джерел у палеодолинах.

На рис. наведені графіки і дані про середній вміст урану, торію і циркону у різних породах, за даними, викладеними у [8]. Цікаво, що крім вказаних елементів, ще більше десяти мають збільшені кларки саме у кислих породах – гранітах, які сформувалися у верхній частині літосфери Землі під дією атмосферних процесів за останні 3,5 – 4 млрд. років. Поступове збагачення деякими рідкісноземельними металами від ультраосновних до кислих порід – гранітоїдів, можна пояснити трансформацією мінералів основних порід більш рухливими мінералами. Останні утворюються в процесі вилугування рухливих мінералів, виносу їх з пневмо- та гідророзчинами на поверхню, згідно загальновідомого тепломасопереносу. Таких елементів нами нараховано 15. Більшість елементів не змінює свої кларки в різних типах порід. Є й такі (наприклад залізо), що зменшують кларки від основних порід до кислих. Ці процеси потрібно розглядати більш детально з боку геологічних та геохімічних процесів на різних стадіях перетворення, в різних умовах і породах.

Цікаво, що кларк торію приблизно на порядок вище, ніж кларк урану, а кларк циркону – на порядок вище, ніж кларк торію. Тобто, циркону на два порядки більше, ніж урану і на нашому кристалічному щиті існує декілька десятків комплексних родовищ ільменіт-титан-цирконових покладів, головним

чином, розсипного типу, який є економічно найбільш вигідний при розробці й експлуатації.

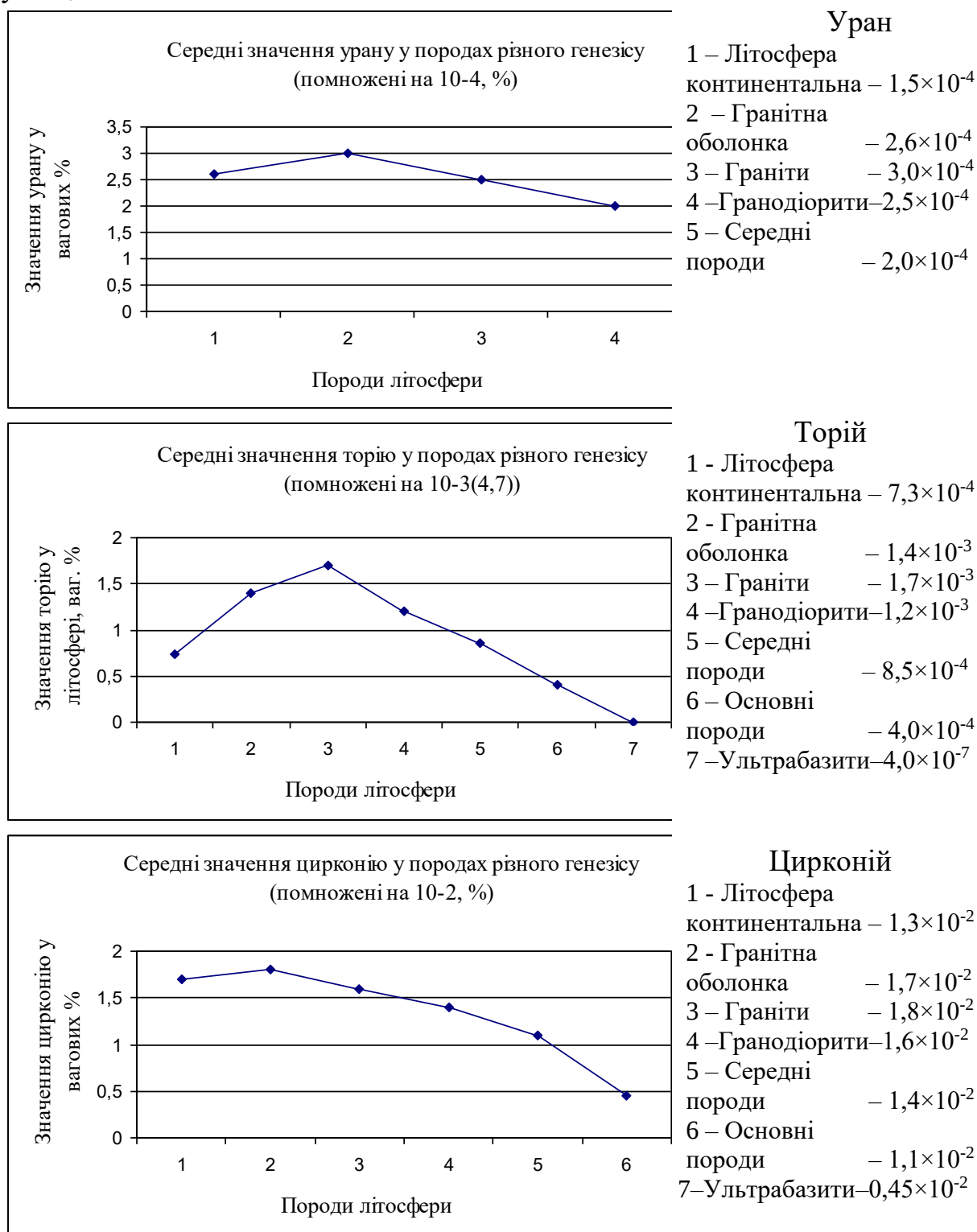


Рис. Середні значення кларків урану, торію і циркону у породах різного генезису на континентальних площах, за даними [8]

Подібні результати були раніше описані в роботі [9] на прикладі Полоховського родовища літію. Автори вказують на збільшення вмісту літію в гранітних породах і їх зменшення в бік лужних та основних.

Крім вказаних металів, кларки яких змінюються, та які відрізняються більшою розчинністю й формуванням металоорганічних сполук, є достатньо багато металів, кларк яких не змінюються в різних типах порід. Можна припустити, що такі метали, елементи, не змінюють свої властивості, насамперед розчинність, тому, що не утворюють легкорозчинні мінерали, що потребує додаткових досліджень в цьому напрямку.

Це важливий висновок, який дозволяє в першому баченні визначати приуроченість металів чи елементів до певних типів гірських порід, для більш успішного пошуку конкретних металів та елементів для потреб різних галузей промисловості та сучасного приладобудування в розвинутих країнах світу.

Висновки. В останні десятиліття значно виріс попит на рідкісні, розсіяні, супутні метали, які застосовуються у сучасних приладах та технологіях. Після того, як Китай відмовився експортувати руди рідкісноземельних металів, перед розвинутими країнами постало гостре питання пошуку нових родовищ критичної сировини для потреб сучасного світу. Аналіз існуючих корисних копалин в нашій країні показує, що ми маємо значні запаси покладів критичної сировини, чимало з якої розташовано на малій глибині, пов'язане з бурим та кам'яним вугіллям, корама вивітрювання. Важливим вважається факт збільшення кларків окремих рідкісноземельних металів від основних до кислих та лужних порід, які розташовані фактично на поверхні кристалічного щита. Збільшення кларку циркону на два порядки порівняно з ураном, вказує на значні запаси й ресурси цього металу, що може бути певним стимулом для розширення його видобування у близькому майбутньому.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Паффенгольц К.Н. (ред.) (1978). Геологический словарь в 2-х томах. М.: Наука.
2. Горная энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – т.4. – 623 с.
3. Щербак Н.П., Бобров А.Б. (ред.) (2005). Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Киев-Львов: Центр Европы. – 784 с.
4. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др, под редакцией А.П. Соловова. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Михайлов Б.М. Рудоносные коры выветривания. Л.- Недра. 1986. – 238 с.
136. Кора выветривания и гипергенное рудообразование. М., 1977. – 287 с.
7. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. - М.: Недра, 1998. – 366 с.
8. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твёрдых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
9. Жовинский Э.Я., Жук Е.А., Крюченко Н.О., Бугаенко В.Н. Геохимические ассоциации химических элементов и их поисковое значение (на примере Полоховского месторождения лития) // Пошукова та екологічна геохімія. — 2009. — №1(9). — С.5-9.

СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ ОБСЯГІВ ГАЗУ НА ГАЗОВИХ РОДОВИЩАХ

А.Ф. Булат

академік НАН України,

В.В. Лукінов

доктор геолого-мінералогічних наук,

К.А. Безручко

доктор геологічних наук,

О.В. Приходченко

кандидат геологічних наук

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

Запропоновано принцип урахування геомеханічного чинника на продуктивний горизонт в межах впливу експлуатаційних свердловин під час розробки газових родовищ. Принцип покладено в основу способу прогнозування надходження додаткових обсягів газу, що дозволяє вилучати газ понад його початкові запаси

Ключові слова: газові родовища, геомеханічні процеси, обсяги видобутку, пластовий тиск.

THE METHOD OF FORECASTING THE INGRESS OF ADDITIONAL VOLUMES OF GAS AT GAS FIELDS

A.F. Bulat

Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine

V.V. Lukinov

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences

K.A. Bezruchko

Doctor of Geological Sciences

O.V. Prykhodchenko

Candidate of Geological Sciences (Ph. D.)

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

The principle with regard to the geomechanical factor on the productive horizon within the impact of production wells while developing gas fields is proposed. The principle is the basis of the method for forecasting the ingress of additional volumes of gas, which allows withdrawing gas in excess of its initial reserves.

Key words: gas fields, geomechanical processes, gas production volumes, bed pressure

Результати, отримані під час дослідження впливу масштабних геомеханічних процесів на пластовий тиск при тривалій експлуатації родовищ вуглеводнів [2], засвідчили значну роль геомеханічного чинника на формування

вторинних колекторів на газових родовищах та дозволили розробити спосіб прогнозування надходження додаткових обсягів газу [7]. Спосіб стосується видобутку вуглеводнів з покладів, які формуються у тріщинних вторинних колекторах багатопластових газових та газоконденсатних родовищ з великою кількістю продуктивних горизонтів та без потужних витриманих флюїдоупорів в межах єдиного поверху газоносності, з гідродинамічним зв'язком між продуктивними пластами, і може бути використаний для прогнозування надходження додаткових обсягів газу на пізніх стадіях розробки газових та газоконденсатних родовищ.

В основу створення способу було поставлено завдання прогнозування надходження додаткових обсягів газу на газових родовищах, з урахуванням виникнення надлишкових пластових тисків у свердловинах, які свідчать про процес залучення до видобутку додаткових обсягів газу з новоутворених вторинних колекторів тріщинного типу, внаслідок деформації породного масиву під дією геомеханічного чинника.

Суть способу полягає у тому, що поклади газу являють собою гетерогенне середовище, що складається з твердого скелету породи-колектору, газоподібного флюїду, що насичує його, іноді з пароподібним вмістом конденсату та води, які за певних термобаричних умов переходять у рідину, зрідка з підшовною водою в нижній частині колектору та з перекриваючих порід-покришок. За цих умов напружено-деформований стан породи-колектору визначається комплексною реакцією всіх її складових на зміну абсолютних величин тисків, які вона зазнає, наприклад тиск вертикальної (вага вищерозміщених порід) та горизонтальних складових (тектонічні сили) поля напружень, тиск газу в порах і тріщинах, що становить протитиск на скелет породи.

Важливо не тільки абсолютне значення вищеперелічених впливів, але й швидкість їх змін. Якщо розглядати привибійну частину експлуатаційної свердловини, в якій флюїд представлений переважно газом, що рухається у напрямку до свердловини, то напруги в скелеті колектору викликає як низький вибійний тиск газу в порівнянні з пластовим, так і швидкість його формування. Різниця між пластовим тиском біля свердловини та її вибійним тиском називається депресією газового пласта. Саме вона викликає рух газу з пласта до вибою свердловини. З її збільшенням зростає дебіт свердловини, але в той же час її зростання призводить до руйнування привибійної зони колектору, підтягування «язиків» води, зминання експлуатаційної колони, а також може привести до формування «депресивної вирви», тому на свердловинах встановлюються «допустимі депресії» [4]. Допустима депресія на пласт є одним з основних параметрів роботи експлуатаційної свердловини, а її оптимальні

значення визначають техніко-економічними розрахунками за результатами дослідження свердловин [6].

В результаті експлуатації покладу пластовий тиск газу постійно знижується, послаблюється протитиск газу на скелет породи-колектору, що призводить до прояву в ній пружних, пластичних, а згодом і руйнівних деформаційних процесів. В роботі [5] доведено, що під впливом гірського тиску порід і пластового тиску газу, внаслідок деформацій порід змінюються фізичні властивості колекторів.

Вважається, що середнє значення гірського, або геостатичного тиску виникає за рахунок ваги гірських порід та визначається їх сумарною потужністю та щільністю. На глибині (H) геостатичний тиск (P_{geo}) визначається за формулою:

$$P_{geo} = \gamma_{сер} \cdot g \cdot H,$$

де $\gamma_{сер}$ – осереднена щільність порід, кг/м^3 ; g – прискорення вільного падіння, $9,8 \text{ м/с}^2$; H – глибина, м .

Порода-колектор одночасно знаходиться під геостатичним тиском, із зовнішнього боку та протитиском газу на скелет породи – поточним пластовим тиском (P_{nom}), з внутрішнього боку. Такий результуючий тиск, або різниця між геостатичним тиском та тиском газу називається ефективним тиском (P_{ef}), впливає на зміну фізичних, в першу чергу колекторських властивостей порід [3] і розраховується як їх різниця за формулою

$$P_{ef} = P_{geo} - P_{nom}$$

Беручи до уваги, що під час експлуатації родовища геостатичний тиск залишається незмінним, а пластовий тиск внаслідок вилучення газу постійно знижується, ефективний тиск постійно збільшується. Зростання ефективного тиску призводить до збільшення навантаження на скелет породи-колектору. Найзначнішого геостатичного тиску зазнають пласти-колектори, що залягають на більших глибинах, тому вони першими, під час вилучення газу та зниження його тиску, зазнають максимальні ефективні тиски.

При визначенні геостатичного тиску також необхідно врахувати коефіцієнт бокового розпору, який вказує на деяке розвантаження масиву від тиску ваги порід, що залягають вище за геологічним розрізом [1]. Значення геостатичного тиску з урахуванням коефіцієнту бокового розпору (P'_{geo}) розраховується за рівнянням:

$$P'_{geo} = \frac{1+2K}{3} P_{geo},$$

де K – коефіцієнт бокового розпору гірського масиву.

У роботі [1], на підставі результатів лабораторних досліджень кернавого матеріалу, отриманого з свердловин на родовищах центральної частини Північного борту Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) встановлено, що для

глибин 2000 – 4000 м, розраховане значення коефіцієнта бокового розпору (K) становить 0,472 – 0,495, що відповідає піщано-алевролітовим породам з глинистим цементом, тобто саме тим пластам-колекторам газоконденсатних родовищ, які є найбільш розповсюджені в ДДЗ. Таким чином, для глибин залягання порід-колекторів від 2000 до 4000 м середнє значення коефіцієнта бокового розпору (K) складає, в середньому – 0,48.

При тривалій експлуатації родовища, на її прикінцевій стадії, яка характеризується мінімальними значеннями тиску газу, породи-колектори зазнають максимального навантаження від ефективного тиску, який, у випадку перевищування межі міцності порід на стиснення (σ_{cm}) може привести до руйнування основного, так званого «суперколектора», зменшення його ємнісної здатності, розуцільнення прилеглих низькопористих колекторів, з яких додатковий приплив газу до суперколектору спричинить виникнення надлишкового пластового тиску. Таким чином у випадку, коли різниця між геостатичним тиском з урахуванням бокового розпору (P'_{geo}) на відповідній глибині залягання (H) підшви найнижчого продуктивного покладу та поточним пластовим тиском (P_{nom}), тобто поточний ефективний тиск буде дорівнювати або перевищувати середнє значення межі міцності порід-колектору на стиснення ($P_{ef} \geq \sigma_{cm}$), у них може початися процес руйнування скелету породи, що спричинить у свердловині виникнення надлишкового пластового тиску.

Здійснення моніторингу фактичного поточного ефективного тиску (P_{ef}) при видобутку газу в свердловині дозволяє отримувати значення поточного ефективного тиску P_{ef} , порівнювати їх зі значенням середньої межі міцності колектору на стиснення σ_{cm} , та при досягненні ефективним тиском значення, яке дорівнює або перевищує середню межу міцності порід колектору на стиснення ($P_{ef} \geq \sigma_{cm}$), встановлювати час початку залучення до видобутку додаткових обсягів газу, яке відбувається за рахунок надходження газу до основного продуктивного горизонту з новоутвореного техногенного колектору.

Зазначений принцип був використаний при розробці способу [7], який дозволяє для певних порід-колекторів на глибинах їх залягання визначати ефективний пластовий тиск, за яким виникають надлишкові пластові тиски, що свідчить про можливість залучення до видобутку додаткових обсягів газу.

Перевагами запропонованого способу є урахування геомеханічного чинника, який визначає напружено-деформований стан породного масиву в межах впливу експлуатаційних свердловин, що відкриває перспективу отримання додаткових промислових припливів газу на пізніх стадіях розробки газових та газоконденсатних родовищ, шляхом прогнозування геологічних умов утворення покращених вторинних фільтраційно-ємнісних властивостей

низькопористих колекторів, сприятливих для формування техногенних покладів газу. Прогнозування виконане за наведеним способом, надає можливість коригувати параметри видобування газу для підвищення ефективності вилучення газу та продовжити терміни відпрацювання родовищ.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абелєнцев В.М. Нова методика інтерпретації результатів лабораторних досліджень гірських порід при моделюванні пластових умов / В.М. Абелєнцев, А.Й. Лур'є, С.Ф. Поверенний, Т.Я. Сусяк // Геологічний журнал. Київ. 2017. №3 (360), с. 23-30.
2. Булат А.Ф. Вплив геомеханічних процесів на пластовий тиск при тривалій експлуатації газових родовищ / А.Ф.Булат, В.В. Лукінов, К.А. Безручко, О.В. Приходченко // Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ.- 2020.- № 4 (77).– С. 62-76.
3. Гоптарьова Н.В. Геолого-фізичні чинники деформаційних процесів породних масивів і експлуатаційних свердловин нафтогазових родовищ внутрішньої зони передкарпатського прогину. Автореф. дис. канд. геол. наук. І.-Ф. НТУ нафти і газу. Івано-Франківськ. 2003 р. 21с.
4. Горная энциклопедия. / Гл. ред. Е.А. Козловский. Ред. кол.: М.И. Агошков, Н.К. Байбаков, А.С. Болдырев и др. – М.: Сов. Энциклопедия. Т.2. 1986. – 575 с.
5. Добрынин В.М. Деформация и изменение физических свойств коллекторов нефти и газа / В.М. Добрынин. – М.: Недра, 1970. 239 с.
6. Жданов М.А. Нефтепромысловая геология. М.: Гостоптехиздат, 1962. – 536 с.
7. Патент на корисну модель МПК G01V91/00. Спосіб прогнозування надходження додаткових обсягів газу на газових родовищах / А.Ф. Булат, В.В. Лукінов, К.А. Безручко, О.В. Приходченко (Україна). № 149043; заявник і власник патенту ІГТМ НАН України; Заявлено 13.04.2021; Опубл. 13.10.2021; Пріоритет від 14.10.2021, Бюл. № 41/2021. – 4 с.

ЗМІНА ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ШАХТНИХ ВОД КРАСНОАРМІЙСЬКОГО РАЙОНУ З ГЛИБИНОЮ

В.Г. Верховцев

д-р геол. наук

В.В. Вергельська

аспірант

Державна установа "Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України"
03142, м. Київ, пр-т Акад. Палладіна, 34а

Гідрогеологічні умови Красноармійського геолого-промислового району складні, що пов'язано тектонічною будовою та літологічним складом водонасичених порід. Водонесні горизонти вугленосних районів утворюють системами складних басейнів тріщинно-пластових вод, які ускладнюють відпрацювання гірничих виробок. Основним фактором формування хімічного складу шахтних вод, є штучно створена у гірничих виробках різко окислювальна обстановка, в яку потрапляють підземні води, що циркулювали у водонесних горизонтах. Води кам'янської, алмазної та горлівської світ Красноармійського вуглепромислового району впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах у зв'язку із зміною гідрогеологічного режиму, внаслідок техногенного навантаження.

Ключові слова: Донецький басейн, водонесні горизонти, Красноармійський геолого-промисловий район, шахтні води.

CHANGE OF CHEMICAL INDICATORS OF MINE WATERS OF THE KRASNOARMYSK DISTRICT WITH DEPTH

V. Verkhovtsev,

D.Sc. (Geology)

V. Vergelska

State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry
of National Academy of Sciences of Ukraine"
34a, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

The hydrogeological conditions of the Krasnoarmysk geological and industrial district are complex, which is related to the tectonic structure and lithological composition of water-saturated rocks. The aquifers of coal-bearing regions form systems of complex basins of fractured and stratified waters, which complicate the working out of mine workings. The main factor in the formation of the chemical composition of mine waters is the artificially created sharply oxidizing environment in mining operations, into which groundwater circulating in aquifers enters. The waters of the Kamian, Diamond, and Horli waters of the Krasnoarmysk coal-mining district affect the development of coal seams at various depths in connection with the change in the hydrogeological regime due to technogenic loading.

Key words: Donets basin, aquifers, Krasnoarmysk geological and industrial district, mine waters.

Вступ. Розробку вугільних покладів у межах Донбасу розпочато близько 300 років тому. За цей час вугільними виробками у Донецькому басейні розкрито горизонти нижнього, середнього та верхнього карбону до глибини 1800 м, зокрема у Красноармійському вуглепромисловому районі – до 900 м. Більшість водоносних горизонтів, розкритих у районі дослідження, пов’язані із відкладами середнього карбону (C_2^1 - C_2^7). Максимальна кількість притоку води у вугільні виробки зафіксована у північно-західній та центральній частинах району, що визначається гіпсометрією поверхні порід середнього карбону [1, 5-7].

Незважаючи на вивченість регіону, недостатньо дослідженими залишаються питання хімічного складу вод у вугільних виробках. На сьогодні ці питання є актуальними: при відведенні вод на поверхню та закритті вугільних шахт.

Аналіз шахтних вод проведено в Гідрохімічній лабораторії та Лабораторії нафтохімічних досліджень геологічного середовища ІГН НАН України. Побудови виконані в програмах MapInfo та Surfer [9].

Особливістю шахт Красноармійського вуглепромислового району є значна обводненість виробок починаючи з групи вугільних пластів *m*. Для проведення гірничих робіт підземні води, які потрапляють до вугільних виробок відкачують на поверхню створюючи штучні водойми-відстійники чи на різних горизонтах, де проходять вуглевидобувні роботи. Води які досліджені із виробок ДП ВК «Краснолиманська» агресивні як до залізних так і до залізньо-бетонних конструкцій, що варто враховувати при відпрацюванні вугільних пластів та створенні підземних водойм-відстійників.

Шахтні води району досліджень мають значні відмінності як у хімічних показниках так і фізичних проявах. За час дослідження було проаналізовані води із вмістом нафтопродуктів, води з підвищеною температурою, шахтні води із різних глибин та вугільних пластів, води із ділянки мокрої консервації збагачені газом (табл. 1).

Таблиця 1

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

№ п/п Назва підприємства	Загальна мінералізація, мг	Жорсткість, мг-екв			ph
		загальна	карбонатна	некарбонатна	
1. «Курахівська Гірняк», пласт <i>h</i>	4763,2	9,25	9,25	-	8,05
2 ДП ВК «Краснолиманська» пласт <i>l</i> ₃ заскидова зона	25443,5	33,75	8,0	25,75	6,95
3 ДП ВК «Краснолиманська» пласт <i>l</i> ₃ ПК 23	14236,9	6,75	6,75	-	7,7
4 ДП ВК «Краснолиманська» пласт <i>m</i> ₄ ² ПК 33+8	7225,7	7,5	7,5	-	6,8
5 «Піонер», пласт <i>m</i> ₄ ²	1371,6	2,5	2,5	-	7,4
6 «Свято-Покровська», пласт <i>m</i> ₄ ²	2587,4	20,0	3,8	16,2	6,8

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/дм³, до 6 - 8 г/дм³), 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 [5, 6].

Шахти та відпрацьовані ділянки (або горизонти) закриті мокрою консервацією не придатні для видобування газу й не потребують більш детальних досліджень. Газ, який може віддавати вуглепородний масив розчиняється у воді й виноситься за межі досліджуваних зон, але досліджені зразки води (шахта Свято-Покровська, термін мокрої консервації понад 5 років) вказують на збагачення таких вод газом і трансформації водоносного горизонту у водогазоносний [2, 3].

Шахтні води характеризуються підвищеною кислотністю, великою концентрацією різноманітних солей та високим вмістом сульфат-іонів. Води вуглепородних масивів збагачені великою кількістю хімічних речовин і є активними, їх виведення, без додаткового очищення, на поверхню у відстійники мають негативний вплив на навколишнє середовище. У таких випадках доцільно проводити попереднє очищення вод, у тому ж числі за рахунок очищення реагентами, а саме, найефективніший метод у практиці водоочищення шахтних вод є реагентний, що передбачають застосування реагентів – коагулянтів. Як коагулянти найчастіше застосовують солі алюмінію і феруму: хлориди і гідроксохлориди алюмінію, а також сульфати і хлориди феруму, алюмінат натрію. що передбачають застосування реагентів – коагулянтів. Як коагулянти найчастіше застосовують солі алюмінію і феруму: хлориди і гідроксохлориди алюмінію, а також сульфати і хлориди феруму, алюмінат натрію. [4, 7, 8].

Висновок.

Шахтні води характеризуються підвищеною кислотністю, великою концентрацією різноманітних солей та високим вмістом сульфат-іонів, що підтверджується проведеними дослідженнями. Одними з найефективніших методів в практиці водоочищення шахтних вод є реагентні методи.

Таким чином, водоносні горизонти Красноармійського вуглепромислового району впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах та впливають на газові поклади у вуглепородному масиві, локалізуючи їх чи виносячи за межі відпрацьованого простору у зв'язку із зміною гідрогеологічного режиму після техногенного впливу. Як наслідок мають вплив на підземні та поверхневі води регіону.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вергельська Н.В., Правоторова О.В. Особливості геологічної будови окремих вугільних пластів Красноармійського вугленосного району (на прикладі шахти «Краснолиманська»). *Тектоніка і стратиграфія*. Вип. 36. 2009. С. 54–59.
2. Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Геолого-геохімічні критерії газоносності відпрацьованого простору діючих шахт. *Матеріали науково-практичної конференції «Питання пошуків, розвідки та екологічних аспектів видобування вуглеводнів з ущільнених колекторів, газосланцевих товщ та вуглевміщуючих пластів»* 3-4 червня 2015 р. Київ. – С. 23–24.
3. Вергельська Н.В., Думенко С.С., Вергельська В.В., Соболев М.Ю. Геолого-структурні особливості газоносності відпрацьованого простору діючих шахт. *Матеріали міжнародної конференції «Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи матеріали»* 2-4 09.2015 р. Київ. – С. 194 – 197.
4. *Реагентне очищення шахтних вод* [Електронний ресурс] / [Гомеля М.Д., Трус І.М., Грабітченко В.М., Петриненко А.І., Воробйова В.І.] // Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/reagentne-ochyshchennya-shahtnyh-vod>
5. Суярко В.Г. Гидрогеохимия (геохимия подземных вод). Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2010. 112 с.
6. Суярко В.Г., Решетов И.К., Безрук К.О. Возможности использования подземных и шахтных вод Донбасса как гидроминерального сырья. *Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности*. 2007. № 3. С. 7–12.
7. Удалов И.В., Кононенко А.В. Особенности процессов миграции естественных радионуклидов в подземных водах при ликвидации угольных шахт Северо-Восточного Донбасса. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: геологія, географія*. 24 (2), 2016. С. 121–128.
8. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. Київ: Київський університет. 1999 р. 319 с.
9. https://kpfu.ru/docs/F721877372/malcev_surfer7_53.pdf

ПОЕТАПНЕ ЗНИЩЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГЕОЛОГІЧНОЇ ГАЛУЗІ ЯК ЧИННИК ДЕГРАДАЦІЇ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ

М.В. Жикаляк

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія» Держгеонадр України,
84511, м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, Донецької області.

Проаналізовано умови та чинники поетапного знищення підприємств геологічної галузі у зв'язку із деградацією системи збалансованого відтворення у надрах видобутих корисних копалин, недолугим економіко-правовим регулюванням надрокористування, значним корупційно-рентоорієнтованим впливом чиновників, видобувних галузей та напівтіньових бізнес-структур, непрофесійністю адміністративного керівництва Держгеонадр України і відсутністю ефективного реформування галузі з урахуванням світового досвіду та стратегічних перспектив розвитку.

Ключові слова: Геологічні підприємства, мінерально-сировинна база, ефективне реформування.

PHASE-BY-STEP DESTRUCTION OF GEOLOGICAL INDUSTRY ENTERPRISES AS A FACTOR OF DEGRADATION OF THE MINERAL AND RAW MATERIAL BASE OF UKRAINE

M.V. Zhikalyak

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

State Regional Geological Enterprise "Donetsk Geology" of the State Geological Survey of
Ukraine, 84511, Bakhmut, str. O. Sibirtseva, 17, Donetsk region.

The conditions and factors of the gradual destruction of enterprises in the geological sector are analyzed in connection with the degradation of the system of balanced reproduction in the subsoil of mined minerals, inadequate economic and legal regulation of subsoil use, significant corruption and rent-oriented influence of officials, extractive industries and semi-shadow business structures, unprofessionalism of the administrative leadership of the State Geodesy of Ukraine and lack of effective reform of the industry taking into account global experience and strategic development prospects.

Key words: Geological enterprises, mineral and raw material base, effective reformation.

Вступ. У складних соціально-економічних умовах воєнного стану у зв'язку із збройною агресією Російської Федерації проти України та необхідністю поетапної інтеграції національної економіки у світове економічне середовище вільних ринкових відносин, особливої актуальності набуває проблема визначення реальної кон'юнктури вітчизняної мінерально-сировинної бази (далі МСБ) і необхідність суттєвого її удосконалення за

загальноєвропейськими стандартами і адаптованими до ринкових умов оціночними параметрами. Надзвичайно важливо створити також єдиний Державний реєстр геологічної інформації стосовно родовищ корисних копалин і ділянок надр з актуалізацією та диференціацією об'єктів на основі комплексної вартісної оцінки розвіданих запасів у надрах і удосконалити методичний підхід щодо визначення економічно збалансованої початкової вартості спецдозволів на користування надрами.

Досвід країн світу з уставленою економікою переконливо доказує, що найбільш ефективною системою державного управління розвитком мінерально-сировинної бази та державного регулювання гірничої діяльності є система рентного надрокористування. Однак, на думку вітчизняних вчених-економістів система рентного регулювання в повному обсязі в Україні ніколи не використовувалася та не могла використовуватися, оскільки суперечить запровадженням у державі принципам директивного управління надрокористуванням, інституційним особливостям функціонування центрального органу виконавчої влади у сфері геологічного вивчення та використання надр з перманентними корупційно-рентоорієнтованими проявами в діяльності Держгеонадр України [1, 2].

Системні недоліки у галузі геології та надр. Реформування державної геологічної служби в Державну службу геології та надр України в 2011 році та затвердження не актуалізованої в систему бюджетного фінансування «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року» в умовах недосконалого державного регулювання надрокористування та відсутності у видобувних компаній гарантій від імені держави щодо ефективності інвестування в геологічну розвідку нових родовищ, призвело до перманентної деградації рівновісної системи компенсаційного прирощення видобутих запасів корисних копалин та відсутністю достовірної вартісної оцінки видобувної цінності розвіданих або попередньо вивчених запасів мінеральної сировини у надрах [2].

Незадовільний стан вітчизняної мінерально-сировинної бази щодо цільового геологічного вивчення високоліквідних, критичних і стратегічних корисних копалин, надзвичайно ускладнена і рентоорієнтована процедура надання спеціальних (а іноді фіктивних або не дієвих) дозволів на користування надрами для геологічного вивчення та видобування мінеральної сировини, не забезпечують надійне функціонування енергетичних, видобувних і переробних галузей промисловості та інноваційно-інвестиційний розвиток економіки [1].

Невисокий рівень конкурентоспроможності нерозподіленого фонду надр і висока енергоємність промислового виробництва в умовах цінових коливань та

перманентних кризових явищ призвели до гіперболізації значення відновлюваних джерел енергії та нав'язування Україні постіндустріального розвитку («зеленої економіки»). Більшість розвіданих і включених у Державний баланс запасів розвіданих родовищ корисних копалин (резервний фонд надр) непридатні для промислового освоєння в сучасних соціально-економічних умовах у зв'язку з тим, що розвідка і техніко-економічна оцінка запасів проводилась за застарілими методиками, а наявна зараз геологічна та економічна інформація про них недостатня для достовірної геолого-економічної оцінки і прийняття інвесторами позитивних рішень [2].

Ще в 2016 році незалежні експерти країн Європейського Союзу та Геологічних служб Канади й США дійшли висновку, що наявна структура Державної служби геології та надр (Держгеонадр) України не функціонує згідно затвердженого 06.04.2011 року Указом Президента № 391/2011 «Положення ...», є фрагментарною, не чіткою та занадто складною. Має згубний вплив на економіку і розвиток видобувних галузей та нездатна забезпечити пріоритетні потреби держави в мінеральних ресурсах [3].

Експерти Єврогеослужби відзначили також очевидний надлишок в організаційній структурі Державної служби геології та надр України, дублювання функцій з відсутністю фахового розуміння сфер відповідальності, чіткої підзвітності, пріоритетів управління, обміну достовірною інформацією та надання експертної допомоги в національних інтересах. Декларативно, згідно Положення, Держгеонадра виконують багато функцій, притаманних геологічним службам Європейського Союзу, однак на практиці виглядає так, що головна організація займається лише дозволами на надрокористування [2]. Тому експерти рекомендували функціонально реорганізувати Державну службу геології та надр, зробити її більш ефективною, об'єднати та реформувати в меншу за чисельністю, але потужнішу фахово сервісну Геослужбу, діяльність якої відповідатиме потребам держави і загальнонаціональним інтересам сталого розвитку України [2].

Незважаючи на проведений аналіз та підготовлені рекомендації, які так і не були розглянуті та прийняті хоча б за основу, криза в діяльності Держгеонадр України стосовно геологічного вивчення та раціонального використання надр тільки поглиблюється, а з 2020 року ситуація в галузі стала катастрофічною. Якщо у 2016 році фінансування керівництва та управління Державної служби геології та надр України складало 8,2% від загальної суми бюджетного фінансування, а фінансування безпосереднього розвитку мінерально-сировинної бази 91,8%. У 2020 році співвідношення різко помінялося. Фінансування керівництва та управління Держгеонадр стало понад 60%, а розвиток (?)

мінерально-сировинної бази – менше 40% або збільшення реального фінансування майже у 8 разів і зменшення у 3,8 разів відповідно.

У поточному році не зважаючи на обставини непоборної сили та неможливість компенсаційного виконання договірних робіт в умовах активних бойових дій на сході та півдні України бюджетне фінансування з розвитку мінерально-сировинної бази на 2022 рік в обсязі 100 млн. грн. було скасоване, а фінансування керівництва та управління Державної служби геології та надр України збільшено на 157 млн. грн. та збережено в повному обсязі. При цьому Державна служба геології та надр в останні роки займається лише показовою дерегуляцією, не дієвою лібералізацією, задекларованою відкритістю електронного обігу спецдозволів на користування надрами та неефективним проведенням онлайн-аукціонів. Однак досягнення в стандартизації та розрахунку початкової ціни вартості спецдозволів на користування, на мою думку, не відповідають задекларованим ліберальним принципам дерегуляції та прозорості. Зокрема, методика визначення початкової ціни вартості спецдозволів економічно не обґрунтована та рентоорієнтована, а діяльність Центру геолого-економічних досліджень та експертиз є яскравим прикладом рентоорієнтованої поведінки чиновників від геології та надр. Зокрема, при розрахунках початкової ціни вартості не доцільно використовувати будь-яку частку прогнозних ресурсів, а повинна враховуватися тільки видобувна цінність затверджених ДКЗ України запасів корисних копалин. У розрахунках не повинна також використовуватися ціна одиниці товарної продукції, фактичні ціни її продажу, експорту або імпорту, оскільки вони стосуються підприємницької, а не гірничої ренти [2].

Крім оформлення спецдозволів на користування надрами, Держгеонадра займається такими рентоорієнтованими напрямками як введення в дію протоколів ДКЗ України, розгляд і погодження проектів та технічної документації на розробку родовищ корисних копалин з можливістю трактування на свій розсуд не тільки комплексності розробки, але й інших чисто технічних аспектів. При цьому керівництво Державної служби геології та надр фактично проігнорувало Указ Президента України від 23.07.2021 № 306/2021, не забезпечивши виконання основних пунктів рішення РНБО України від 16 липня 2021 року. Замість цього ліквідувало два казенні підприємства та галузевий «Український державний геологорозвідувальний інститут», а найбільш ефективні їх підрозділи було включено в створену горезвісним Арбузовим під час президенства Януковича ДП «Українську геологічну компанію».

Бездіяльність, фаховий та економіко-правовий нігілізм адміністративного і фінансово-економічного керівництва Держгеонадр особливо проявився в умовах воєнного стану у зв'язку із тривалою збройною агресією РФ проти

України. Безвідповідальність, рентоорієнтовані заходи і принцип «війна все спише» стали нормою щоденної поведінки і стимулом дій чиновників від геології та надр.

Таким чином зараз галузь геології та надр України не тільки багато в чому не справляється зі своїм основним завданням – ефективним розвитком вітчизняної мінерально-сировинної бази, але є абсолютно неготовою за правовими і організаційними чинниками для реформування, інновацій та сталого функціонування згідно більш ніж 50-річного досвіду діяльності Єврогеослужби та Геологічних служб Канади й США.

Першочергові заходи та пропозиції. В умовах воєнного стану та складної соціально-економічної ситуації в державі у зв'язку із тривалою збройною агресією Російської Федерації проти України, системні комплексні заходи щодо реформування і поетапної трансформації в ринкову економіку вітчизняної мінерально-сировинної бази, перш за все, повинні забезпечити інноваційну модернізацію видобувної й переробної промисловості для обґрунтування центрів економічного зростання та реалізації ресурсо-інвестиційної стратегії розвитку національної економіки. В першу чергу, необхідно реформувати створену під час президенства Януковича за аналогією з країною-агресором (Росгеонадра), Державну службу геології та надр України в Державну сервісну геологічну службу України (Geological Surveys of Ukraine), скоротивши чисельність Держгеонадр у 3 рази за рахунок оптимізації функцій та ліквідації не фахових, другорядних і корупційно-рентоорієнтованих напрямів.

Першочергові заходи щодо інноваційно-інвестиційного розвитку мінерально-сировинної бази України повинні забезпечувати високоефективну та екологічно ощадливу діяльність вітчизняного мінерально-сировинного комплексу і сприяти створенню багатoproфільних мінерально-сировинних і енергетичних потужностей та технологічних виробничих ланцюжків з метою збільшення доданої вартості видобутих корисних копалин [1, 2].

Геолого-економічна оцінка або вартісна оцінка рентабельно видобувних родовищ і запасів корисних копалин у надрах повинна стати основою для обґрунтування перспективних планів розвитку національного господарства, базових галузей промисловості та визначення рівноважної ціни (видобувної цінності) корисних копалин з урахуванням гірничо-геологічних умов видобування та величини гірничої ренти. В умовах, коли наявний сировинний потенціал збільшення внутрішнього валового продукту (ВВП) України практично вичерпано, стабілізація економічного спаду та суттєве покращення базових показників національної економіки неможливі без ефективного та екологічно ощадливого функціонування видобувної й переробної промисловості

на основі сучасної технологічної реконструкції та переходу від експортно-сировинної до ресурсно-інноваційної стратегії сталого розвитку вітчизняної промисловості.

Вартість у надрах розвіданих запасів корисних копалин і фактична ціна видобутої мінеральної сировини повинні бути обов'язковим об'єктом бухгалтерського обліку активів і витрат гірничовидобувних підприємств згідно міжнародних стандартів обліку.

Створення сприятливих умов стосовно стимулювання геологічного вивчення та видобутку корисних копалин, які мають стратегічне значення для інноваційного розвитку національної економіки і обороноздатності держави та запровадження стимулюючих фінансово-економічних інструментів необхідно здійснювати з урахуванням стану і перспектив розвитку відповідних видобувних та переробних підприємств.

Ефективному реформуванню надрокористування сприятиме удосконалення системи рентного оподаткування видобутку корисних копалин у залежності від величини гірничої ренти – вартості видобутої мінеральної сировини без урахування витрат на її постачання споживачу, а не використання вартості видобутку одиниці корисної копалини як це справляється зараз. Крім того цільовим Законом України необхідно визначити незаконний та тіньовий видобуток корисних копалин загальнодержавного значення в якості крадіжок державного майна в особливо великих розмірах за фактом правочину.

Неминучий перехід до нової мінерально-сировинної політики після прийняття України кандидатом в члени Європейського Союзу та реформування Державної служби геології та надр у Державну сервісну Геослужбу обумовить суттєву оптимізацію й удосконалення функціонування галузі геології та надр України у загальнонаціональних інтересах і забезпечить перехід до інноваційно-інвестиційної стратегії сталого розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази на період до 2030 року та подальшу перспективу.

Вартісна оцінка розвіданих і потенційних запасів корисних копалин у надрах та інноваційно-інвестиційний розвиток надрокористування стануть основою для здійснення великої кількості трансфертів прав на геологічне вивчення та видобування мінеральної сировини між незалежними агентами і Державною сервісною геологічною службою України. При цьому спецдозвіл на користування надрами доцільно замінити на *Державний акт на надра* (за аналогією з Державним Актом на землю) із державною реєстрацією та захистом законно набутих прав на надрокористування за принципом нерухомості. Необхідно також створити й гарантувати державою сприятливі умови для залучення інвестицій з можливістю прискореної амортизації витрат на ГРР,

запровадження економічної рівноваги грошово-кредитної політики та визнати видобувну вартість розвіданих за недержавні кошти запасів корисних копалин в якості активів гірничовидобувних підприємств тощо.

Висновки. Незважаючи на важливу роль мінерально-сировинної бази для стабілізації економічного спаду та забезпечення інвестиційно-інноваційного розвитку базових галузей промисловості функціонування галузі після реформування Державної геологічної служби в Державну службу геології та надр України стало малоефективним, а в останні роки – кризовим.

Каталізатором стабілізації та збалансованого розвитку мінерально-сировинної бази до 2030 року і подальшу перспективу з метою неоіндустріального розвитку національної економіки повинні бути не рентоорієнтовані чинники та упереджені рішення чиновників від геології та надр, а інноваційно-інвестиційні перспективи геологічного вивчення й освоєння нових родовищ і нових видів мінеральної сировини на основі достовірної вартісної оцінки запасів корисних копалин у надрах, яка повинна забезпечувати не тільки господарську діяльність гірничовидобувних підприємств, але й бути джерелом капіталу, гірничої та підприємницької ренти.

Мінерально-сировинна база України після створення Державної сервісної Геослужби стане матеріальною та енергетичною основою інноваційно-інвестиційного розвитку вітчизняної промисловості й виступатиме гарантом соціально-економічного зростання добробуту українського народу, а не обслуговуватиме директивно-олігархічну економіку та не буде джерелом опортунізму й рентоорієнтованої поведінки чиновників від геології та надр.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амоша О.І., Вишневський В.П., Збаразька Л.О. Неоіндустріалізація і нова промислова політика України. *Економіка промисловості*, 2012. 1-2. С.3-32.
2. Амоша О., Жикаляк М., Квілінський О. Концептуальні напрями удосконалення механізму реформування геологічного сектору та використання корисних копалин в Україні/моногр.: Інноваційне промислове підприємство у формуванні сталого розвитку/ред. кол. О. І. Амоша, Х. Джвігол, Р. Мішківч, НАН України, Ін-т економіки пром-ті. Київ. 2018. С. 7–32.
3. Незалежна оцінка Державної служби геології та надр України. *EuroGeoSurveys*, 2016. 26 с.

**ЗВ'ЯЗОК МІЖ КОНЦЕНТРАЦІЯМИ ГЕРМАНІЮ І КОБАЛЬТУ У
ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ C₈^H ПОЛЯ ШАХТИ «ДНІПРОВСЬКА»**

В.В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

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

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

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

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600, м. Дніпро,
вул. Сергія Єфремова, 25, Україна

О.І. Чернобук

Департамент стратегічного планування виробництва «Грузинський марганець»,
м. Тбілісі, Грузія

Було досліджено та проаналізовано зв'язок між концентраціями германію і кобальту у вугільному пласті c₈^H шахти Дніпровська. Ці елементи є парагенетичними і утворюють геохімічну асоціацію у вугіллі пласта c₈^H шахти Дніпровська. Між ними встановлена висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку, що дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу вмісту германію.

Ключові слова: германій, кобальт, шахти Дніпровська.

**RELATIONSHIP BETWEEN GERMANIUM AND COBALT
CONCENTRATIONS IN COAL SEAM C₈^H OF DNIPROVSKA MINE**

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
Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

O.I. Chernobuk

Department of Strategic Production Planning, Georgian Manganese, Tbilisi, Georgia

The relationship between the concentrations of germanium and cobalt in the c_8^H coal seam of the Dniprovsk mine was investigated and analyzed. These elements are paragenetic and form a geochemical association in the coal of the c_8^H seam of the Dniprovsk mine. A high degree of linear correlation is established between them, which allows the calculated regression equation to be used to forecast the germanium content.

Key words: germanium, cobalt, Dniprovsk mine.

Актуальність дослідження вмісту германію у вугільних пластах обумовлена можливістю його промислового вилучення та використання в якості цінного попутного компонента [1-3].

Особливу актуальність виконаним дослідженням надає рішення Ради національної безпеки та оборони України від 16 липня 2021 року «Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави» та Указ Президента України №306/2021, який вводить в дію це рішення. В цих документах руди германію включені до переліку, що мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави.

Раніше у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району переважно досліджувалися токсичні та потенційно токсичні елементи [4-9].

Дана робота присвячена результатам досліджень зв'язку між концентраціями германію і кобальту у вугільному пласті c_8^H шахти «Дніпровська».

Слід зазначити, що такі дослідження раніше не виконувалися. Фактологічною основою роботи були результати 370 аналізів германію та інших елементів-домішок (їх ще називають «малими елементами»), вимірювань потужності пласту, зольності та сірчистості вугілля виконаних після 1983р. в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій України з матеріалу пластових проб отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових проб відібраних борозновим методом із дублікатів керна і гірничих виробок за участю авторів та співробітників геологічної служби вугледобувних підприємств і виробничих геологорозвідувальних організацій в період з 1983 по 2021 рік. Концентрація германію визначалася згідно [10]. Вміст кобальту визначався кількісним емісійним спектральним аналізом [11]. Для приведення до одного масштабу вихідні дані, як правило, тим чи іншим чином нормують. Процедура нормування здійснювалась аналогічно з наведеними в роботах [12-16].

На полі шахти «Дніпровська» концентрація германію у вугіллі пласта c_8^H за даними 370 аналізів варіює в межах від 0,14 г/т до 23,63 г/т, при середньому

значенні $8,34 \pm 0,26$ г/т, медіані 6,79 г/т, моді 7,69 г/т, стандартному відхилені 5,04, дисперсії вибірки 25,38, ексцесу вибірки 0,23, асиметричності вибірки 0,97. Аналізуючи побудовану карту ізоконцентрат нормованих значень вмісту германію (рис. 1) можна виділити п'ять зон його підвищеного накопичення. Перша зона підвищеного значення вмісту германію розташована між свердловинами №Н34102, №Н32729 та №Н32914 у західній частині шахтного поля; друга велика ділянка знаходиться між свердловинами №12498, №Н32355, №Н32560, №Н32578 та №Н32348 у південно-західній частині поля в якій значення сягають 0,95; інша невелика зона підвищення нормованого вмісту, значення якої досягають 0,65 пов'язана із свердловинами №13168 та №Н3240 та знаходиться в північно-західній частині шахтного поля; ще одна невелика локація розташована у центральній частині поля біля свердловини №Н32612; східна частина шахтного поля характеризується відносно витриманим підвищенням значень більше 0,4. У центрі цієї ділянки знаходяться розривні порушення північно-східного простягання, західні межі цієї ділянки простягаються в південно-східному напрямку біля свердловин №Н3215, №12406, №Н32640, №Н32858 та №Н32668, східні межі обмежені кордонами шахтного поля. Мінімальне значення нормованого вмісту германію вугільного пласта c_8^H відзначено в свердловині №Н32621, яка знаходиться в північній частині ділянки.

По пласту c_8^H шахти «Дніпровська» концентрація кобальту коливається в інтервалі від 3,99 г/т до 16,52 г/т, при середньому значенні його вмісту 8,99 г/т. Візуально за вмістом кобальту поле шахти можна розділити на три зони. Зона найменших значень його вмісту простягається з півдня на північ і частково північний захід. Зона середніх значень розташована в північно-східній і південно-східній частині ділянки. Зона найбільших значень знаходиться в північно-західній і південно-західній частині шахтного поля. Найбільше значення вмісту кобальту приурочене до свердловини №Н32560 (Co 16,52 г/т) в південно-західній частині шахтного поля (рис. 2). Західніше розташована свердловина №Н32355 (Co – 16,08 г/т). В північно-західній частині ділянки знаходяться свердловини №Н32675 і №Н34131, які разом формують зону підвищеного вмісту кобальту із значеннями 14,92 і 14,91 г/т відповідно. Треба зазначити, що кумуляція кобальту майже не залежить від глибини, вмісту загальної сірки та зольності вугілля.

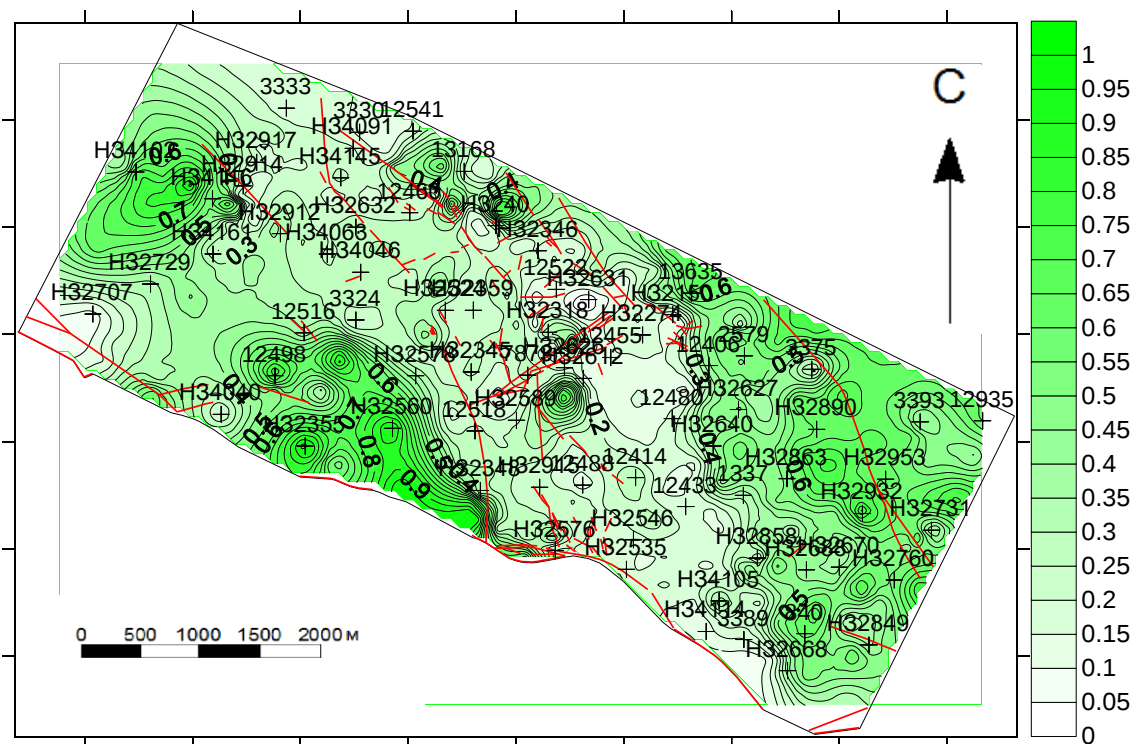


Рис.1 Карта ізоконцентрат нормованого вмісту германію у вугіллі пласта C_8^H (ш. Дніпровська)

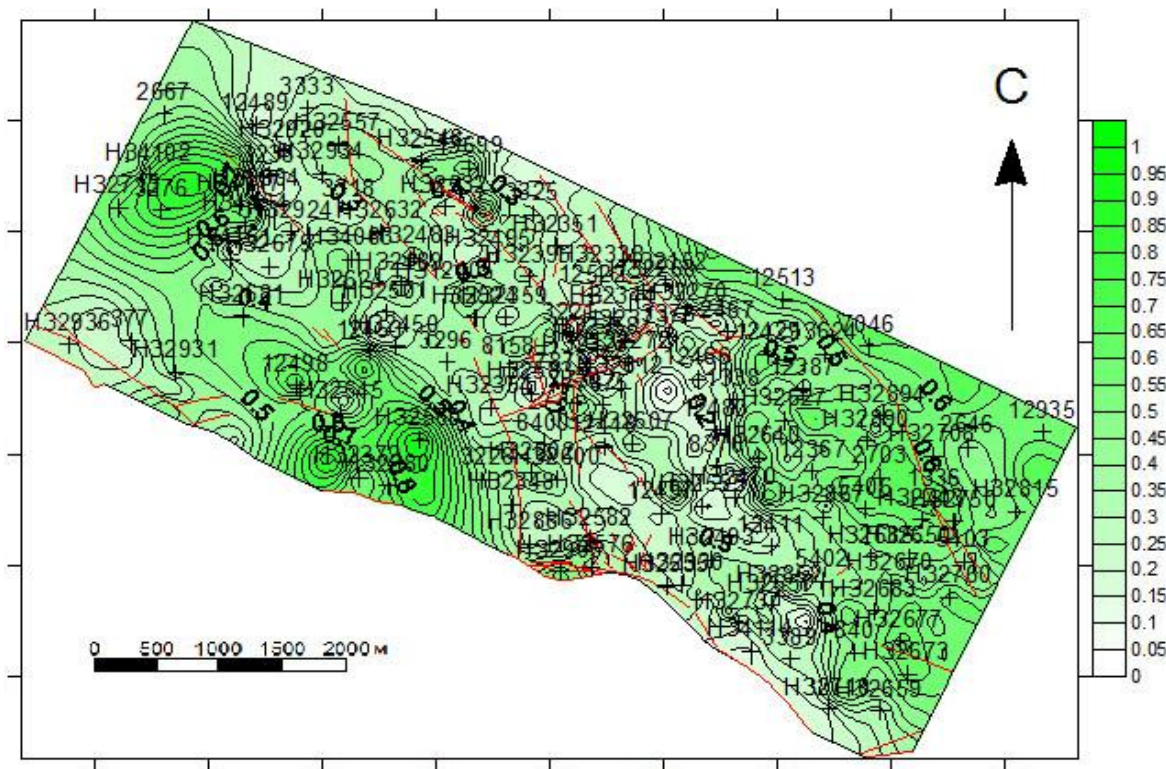


Рис. 2 Карта ізоконцентрат нормованого вмісту кобальту у вугіллі пласта C_8^H (ш. Дніпровська)

Розрахований коефіцієнт Пірсона між концентраціями германію і кобальту складає 0,82, а розраховане рівняння лінійної регресії: $Ge = -0,4589 + 0,9839 \cdot Co$. Графік рівняння наведено на рис. 3.

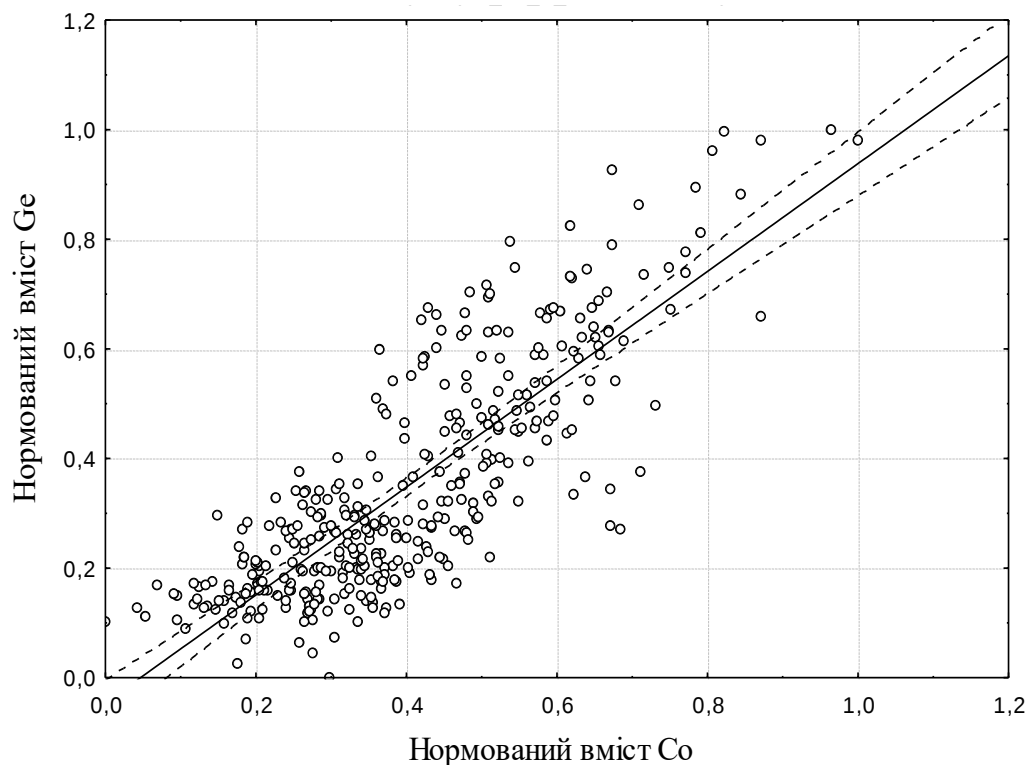


Рис. 3 Графік рівняння регресії між нормованими вмістами германію і кобальту у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська)

Аналіз виконаних досліджень дозволяє сформулювати такі основні висновки: 1) Незважаючи на незначні відмінності, загалом фактори, що контролюють накопичення цих двох елементів, можна вважати ідентичними. У цьому сенсі германію і кобальту є парагенетичні елементи, що утворюють геохімічну асоціацію у вугіллі пласта c_8^H (ш. Дніпровська). 2) Встановлена висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку (відповідно до градацій коефіцієнта Чедока) між елементами, що розглядаються, дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу вмістів германію.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Naumov A.V. (2007). World market of germanium and its prospects. Russian Journal of Non-Ferrous Metals, vol. 48, no. 4, p. 265-272. DOI: 10.3103/S1067821207040049
2. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Pashchenko P.S., Lozovyi A.L. (2022). Analysis of the spatial distribution of germanium in the coal seam c_8^H of Dniprovsk mine field (Ukraine). The newest problems of science and ways to solve them. Proceedings of the XXX International Scientific and Practical Conference. Helsinki, Finland. 2022. pp. 11-15. DOI: 10.46299/ISG.2022.1.30

3. Ishkov V., Kozii Ye. (2020). Distribution of mercury in coal seam c₇^H of Pavlohradska mine field. Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology". No. 1(23)-2(24), pp. 26-33. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3\(23\)-4\(24\)-26-33](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3(23)-4(24)-26-33)
4. Ishkov V.V., Kozii E.S., Lozovoi A.L. (2013). Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region. Collection of scientific works of NMU, no. 42, pp. 18-23.
5. Ишков В.В., Козий Е.С. (2013). Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с₆^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. Збірник наукових праць НГУ. № 41, С. 201-208.
6. Kozii Ye.S., Ishkov V.V. (2017). Coal classification of main working seams of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial district on content of toxic and potentially toxic elements. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". No. 136, pp. 74-86
7. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2014). About classification of coal seams on the content of toxic elements using cluster analysis. Collection of scientific works of NMU. No. 45. pp. 209-221.
8. Nesterovskiy V., Ishkov V., Kozii Ye. (2020). Toxic and potentially toxic elements in the coal of the seam c₈^H of the "Blagodatna" mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area. Visnyk Of Taras Shevchenko National University Of Kyiv: Geology, 88(1), 17-24. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.88.03>
9. Ишков В.В., Козий Е.С. (2017). Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₁₀^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». № 133, С. 213-227.
10. ГОСТ 10175-75. (1975). Угли бурые, каменные, антрациты, аргиллиты и алевролиты. Методы определения содержания германия. М: Изд-во стандартов. 14 с.
11. ГОСТ 28974-91. (1991). Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хром, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана. М: Изд-во стандартов. 8 с.
12. Yerofieiev, A.M., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Bartashevskiy, S.Ye. (2021). Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). Scientific Papers of Donntu Series: "The Mining and Geology". pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)
13. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. (2022). Geochemical features of nickel in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. Geo-Technical Mechanics. No. 160. pp. 17-28.
14. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2019). Analysis of the distribution of chrome and mercury in the main coals of the Krasnoarmiiskiy geological and industrial area. Tectonics and Stratigraphy. No. 46, pp. 96-104. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2019.208881>
15. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2020). Some features of beryllium distribution in the k₅ coal seam of the "Kapitalna" mine of the Krasnoarmiiskiy geological and industrial district of Donbas. Odesa National University Herald. Geography and Geology. Vol. 25. No. 1(36), pp. 214-227. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1\(36\).205180](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1(36).205180)
16. Kozar, M.A., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Pashchenko P.S. (2020). New data about the distribution of nickel, lead and chromium in the coal seams of the Donetsk- Makiivka geological and industrial district of the Donbas. Journ. Geol. Geograph. Geoecology. No. 29(4), pp. 722-730. <http://doi:10.15421/112065>

АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ І ВАНАДІЮ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ C₁₀^B ПОЛЯ ШАХТИ «ДНІПРОВСЬКА»

В.В. Ішков

кандидат геолого-мінералогічних наук

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

Є.С. Козій

кандидат геологічних наук

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

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія
Єфремова, 25, Україна

О.І. Чернобук

Департамент стратегічного планування виробництва «Грузинський марганець», м. Тбілісі,
Грузія

В роботі досліджено зв'язок між германієм і ванадієм у вугільному пласті c₁₀^B шахти Дніпровська. Побудовані та проаналізовані карти ізоконцентрат цих елементів та графік рівняння регресії між їх нормованими концентраціями. Встановлена дуже висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку між елементами, що дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу концентрацій германію в межах шахтопласта.

Ключові слова: германій, ванадій, шахти Дніпровська.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF GERMANIUM AND VANADIUM IN THE COAL SEAM C10B OF DNIPROVSKA MINE FIELD

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

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

O.I. Chernobuk

Department of Strategic Production Planning, Georgian Manganese, Tbilisi, Georgia

The relationship between germanium and vanadium in the coal seam c₁₀^B of the Dniprovsk mine is investigated. The isoconcentrate maps of these elements and the graph of the regression equation between their normalized concentrations were constructed and analyzed. A very high density of the

linear correlation between the elements was established, which allows using the calculated regression equation to forecast germanium concentrations within the mine field.

Key words: germanium, vanadium, Dniprovsk mine.

Вугілля є зараз основним оціненим джерелом германію в Україні, Китаї, Узбекистані, Росії, також Ge-вугільні родовища розробляються в Англії, Канаді і США. Цікавий факт, що має безпосереднє відношення до питання актуальності дослідження геохімії германію: у часи СРСР в 80-х рр. отримували біля 4,5 т/рік Ge виключно на коксохімічних заводах України. Це у середніх цінах на 2021 рік становить $1200\$ \text{ США} \cdot 4500 \text{ кг} = 5\,400\,000 \$ \text{ США}$.

Використання германію у різних галузях досить різноманітне. Як компонент для отримання скла в оптоволоконної техніки використовується GeCl_4 . Оксид германію з чистотою до 99.999% застосовується в каталізаторах для полімеризації PET-пластмас (Poly Ethylene Terephthalate, або поліетіленфтолатної смоли), а особливо чистий - у виробництві кристалів BGO ($\text{Bi}_{14}\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) для сцинтиляційних датчиків фотонів високих енергій. Напівпровідникові властивості германію сьогодні знову затребувані в електронних приладах і сонячних перетворювачах, а також в Si-Ge з'єднаннях. У приладах нічного бачення в ІК-діапазоні застосовуються полі- і монокристалічні вікна і лінзи, виготовлені з монокристалів германію. Останнім часом германій починає набувати застосування і в біогеохімії та медицині. Було встановлено його підвищений вміст в багатьох лікарських рослинах та здатність надавати протипухлинну і антисептичну дію.

Раніше у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району переважно досліджувалися токсичні та потенційно токсичні елементи [1-6].

Мета роботи полягає у дослідженні зв'язку між Ge і V у вугільному пласті C_{10}^B шахти «Дніпровська».

Слід зазначити, що такі дослідження раніше не виконувалися. Фактологічною основою роботи були результати 378 аналізів Ge та інших елементів-домішок виконаних після 1983р. в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій України з матеріалу пластових проб отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових проб відібраних борозновим методом із дублікатів керна і гірничих виробок за участю авторів та співробітників геологічної служби вугледобувного підприємства і виробничих геологорозвідувальних організацій в період з 1983 по 2021 рік. Концентрація Ge визначалася згідно [7]. Вміст V визначався кількісним емісійним спектральним аналізом [8]. Вихідні дані для приведення до одного

масштабу були нормовані. Обґрунтування процедури нормування для аналізу різномасштабних геохімічних даних та її алгоритм наведено в роботах [9-13].

На полі шахти «Дніпровська» концентрація Ge у вугіллі пласта c_{10}^B за даними 378 аналізів варіює в межах від 0,14 г/т до 35,71 г/т, при середньому значенні $10,21 \pm 0,34$ г/т, медіані 9,01 г/т, моді 1,3 г/т, стандартному відхиленні 7,17, дисперсії вибірки 51,36, експесу вибірки -0,22, асиметричності вибірки 0,59.

Аналіз збудованої карти ізоконцентрат нормованих значень вмісту Ge (рис. 1) дає можливість встановити основні особливості просторового розподілу цього елемента в межах розглянутого пласта.

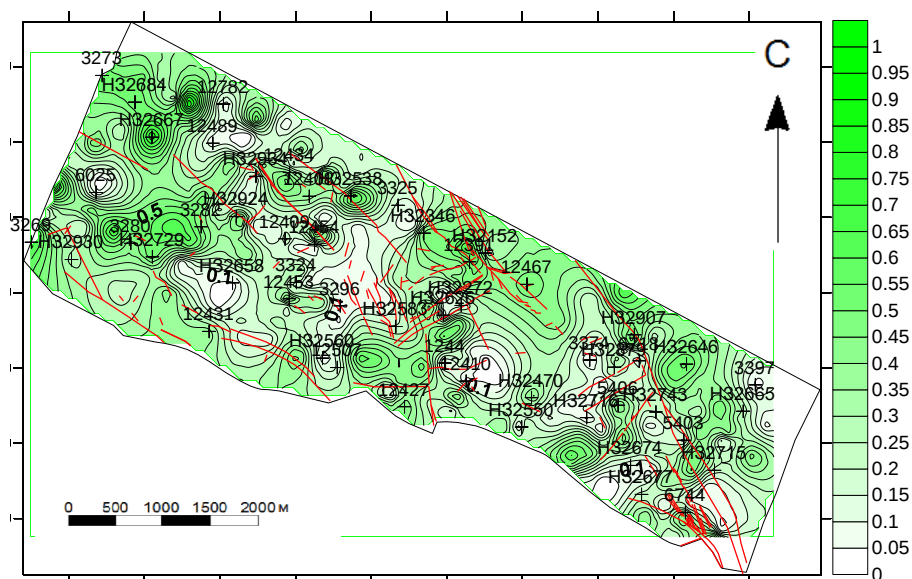
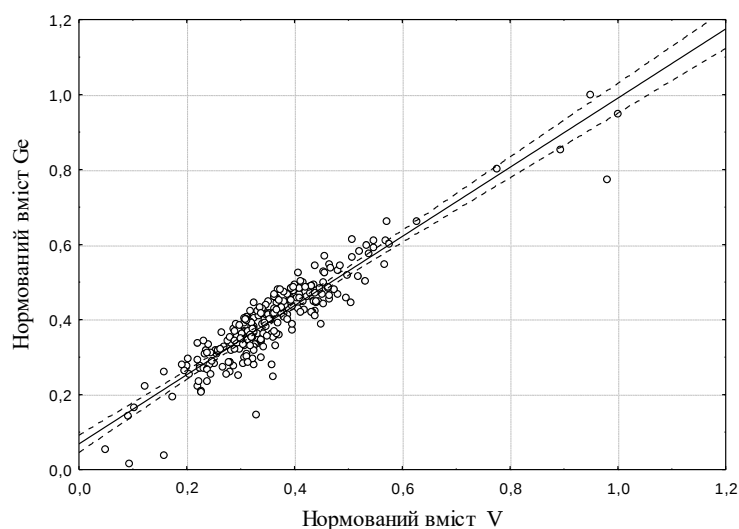


Рис.1 Карта ізоконцентрат нормованого вмісту германію у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська)

За концентрацією Ge майже все шахтне поле має показники зі значеннями від 0,25 та більше, лише в декількох місцях помічено аномально низькі та осередки високих показників, причому ділянок з низькими значеннями значно менше ніж з високими. Основні зони з найбільш високими показниками (більше 0,5) знаходяться у західній частині поля біля свердловин №H32667, північніше свердловини №12782, між свердловинами №3280, №H32729 та №3282, біля свердловин №32538, №12454, та №12391. Ділянки з низькими показниками розташовані біля свердловин №6025, №12782, №12489, №H32658, №H32626, №H32272, №3371, №3397 та між свердловинами №3296, №32560, №3325, на північному сході від свердловини №12410, та на півдні від №32674, №32734, №32715.

По пласту c_{10}^B вміст ванадію змінюється в інтервалі від 6,08 г/т до 47,84 г/т, при середньому значенні 21,03 г/т. Ділянка з найбільшою локацією V знаходиться на півночі шахтного поля (рис. 2) і пов'язана із свердловиною

Коефіцієнт кореляції Пирсона між концентраціями Ge і Co складає 0,92, а розраховане рівняння лінійної регресії: $Ge = 0,0687 + 0,9219 \cdot V$. Графік рівняння наведено на рис. 3.



Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології, 29.11 – 30.11.2022

Аналіз виконаних досліджень дозволяє сформулювати слідуєчи основні висновки:

1) Загальні чинники, які обумовили кумуляцію германію і ванадію у вугіллі пласта c_8^H в межах шахтного поля майже ідентичні. У свою чергу, це дає підставу вважати ці елементи парагенетичними, що утворюють геохімічну асоціацію у вугіллі пласта c_{10}^B (ш. Дніпровська).

2) Встановлена дуже висока тіснота кореляційного лінійного зв'язку (відповідно до градацій коефіцієнта Чедока) між елементами, що розглядаються, дозволяє використовувати розраховане рівняння регресії для прогнозу вмістів германію в межах шахтопласта.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ishkov V.V., Kozii E.S., Lozovoi A.L. (2013). Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region. Collection of scientific works of NMU, no. 42, pp. 18-23.
2. Ишков В.В., Козий Е.С. (2013). Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_{8H} шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района. Збірник наукових праць НГУ. № 41, С. 201-208.
3. Kozii Ye.S., Ishkov V.V. (2017). Coal classification of main working seams of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial district on content of toxic and potentially toxic elements. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". No. 136, pp. 74-86.
4. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2014). About classification of coal seams on the content of toxic elements using cluster analysis. Collection of scientific works of NMU. No. 45. pp. 209-221.
5. Nesterovskiy V., Ishkov V., Kozii Ye. (2020). Toxic and potentially toxic elements in the coal of the seam c_8^H of the "Blagodatna" mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area. Visnyk Of Taras Shevchenko National University Of Kyiv: Geology, 88(1), 17-24. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.88.03>
6. Ишков В.В., Козий Е.С. (2017). Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_{10}^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». No. 133, С. 213-227.
7. ГОСТ 10175-75. (1975). Угли бурые, каменные, антрациты, аргиллиты и алевролиты. Методы определения содержания германия. М: Изд-во стандартов. 14 с.
8. ГОСТ 28974-91. (1991). Угли бурые, каменные и антрациты. Методы определения бериллия, бора, марганца, бария, хрома, никеля, кобальта, свинца, галлия, ванадия, меди, цинка, молибдена, иттрия и лантана. М: Изд-во стандартов. 8 с.
9. Yerofieiev, A.M., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Bartashevskiy, S.Ye. (2021). Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). Scientific Papers of Donntu Series: "The Mining and Geology". pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)
10. Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. (2022). Geochemical features of nickel in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. Geo-Technical Mechanics. No. 160. pp. 17-28.
11. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2019). Analysis of the distribution of chrome and mercury in the main coals of the Krasnoarmiiskiy geological and industrial area. Tectonics and Stratigraphy. No. 46, pp. 96-104. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2019.208881>

12. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2020). Some features of beryllium distribution in the k₅ coal seam of the "Kapitalna" mine of the Krasnoarmiiskiy geological and industrial district of Donbas. Odesa National University Herald. Geography and Geology. Vol. 25. No. 1(36), pp. 214-227. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1\(36\).205180](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1(36).205180)
13. Kozar, M.A., Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Pashchenko P.S. (2020). New data about the distribution of nickel, lead and chromium in the coal seams of the Donetsk- Makiivka geological and industrial district of the Donbas. Journ. Geol. Geograph. Geoecology. No. 29(4), pp. 722-730. <http://doi:10.15421/112065>

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

MODERN RESEARCH METHODS

**ДО ПИТАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ ВІДНОСНОГО РЕЙТИНГУ
ПОТЕНЦІЙНО НАФТОГАЗОНОСНИХ СТРУКТУР НА ПІДСТАВІ
КОМПЛЕКСУ ПРИПОВЕРХНЕВИХ ТА ДИСТАНЦІЙНИХ МЕТОДІВ**

І.Д. Багрій¹

доктор геологічних наук

В.Р. Дубосарський²

кандидат геологічних наук

О.Т. Азімов³

доктор геологічних наук

^{1, 2} Інститут геологічних наук НАН України,
01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

³ Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України,
01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

Викладено загальну схему досліджень з визначення перспективності (рейтингу) локальних структур осадочної товщі, що базується на основі застосування комплексу польових, лабораторних і камеральних робіт приповерхневими і дистанційними методами.

Ключові слова: структури, нафтогазоносність, рейтинг, приповерхневі та дистанційні методи.

**TO THE ISSUE OF EXPERT ASSESSMENT OF THE RELATIVE RATING
OF POTENTIALLY OIL AND GAS BEARING STRUCTURES BASED ON A
COMPLEX OF THE NEAR-SURFACE METHODS AND REMOTE SENSING
ONES**

I.D. Bagriy¹

Doctor of Geological Sciences

V.P. Dubosarsky²

Candidate of Geological Sciences

O.T. Azimov³

Doctor of Geological Sciences

^{1, 2} Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine

³ Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of IGS, NAS of Ukraine

The general scheme of research for determination of perspective (to rating) of local structures of the sedimentary cover is highlighted. The scheme is based on the basis of application of complex of the field, laboratory and interpretation survey by the near-surface and remote sensing methods.

Key words: potentially structures, oil-gas-bearing, rating, near-surface and remote sensing methods.

Застосування приповерхневих і дистанційних експрес-методів є ефективним для прогнозування неотектонічно активних зон розривних деформацій з підвищеною геофлюїдопроникністю. Такі зони є контролюючими

каналами енергомасообміну та міграційних процесів і активно впливають на умови формування та розподіл покладів вуглеводнів (ВВ). Унаслідок підвищеної тріщинуватості та розущільнення гірських порід вони визначають шляхи міграції з надр до земної поверхні різних за складом і походженням газів, зокрема й таких, що є індикаторами нафтогазових покладів.

У структурі комплексу приповерхневих і дистанційних методів виділяються такі **блоки досліджень**: геолого-структурний, термометричний, гідрологічний, газогеохімічний, лабораторно-аналітичний, обробка матеріалів досліджень і побудова картографічних моделей з виділенням об'єктів, перспективних на пошуки ВВ, експертна оцінка їх перспективності (відносний рейтинг) [1]. Комплекс виконується в чотири послідовних етапи: підготовчий, польовий, лабораторно-аналітичний, обробка й інтерпретація даних.

Підготовчий етап складається з двох підетапів досліджень: геолого-структурних та дешифрування/інтерпретація матеріалів дистанційних знімків (МДЗ), що виконуються одночасно. Головним завданням етапу є створення робочої картографічної основи, визначення масштабу й обсягів польових робіт.

Структурно-тектонічні дослідження вирішують завдання з вивчення регіональної структурно-тектонічної будови і просторового розташування площ, де планується проведення робіт, зі створення комплекту відповідних карт. На основі напрацьованих матеріалів визначаються обсяги польових робіт.

Дешифрування та інтерпретація МДЗ (насамперед космічних знімків) та топографічних карт детального масштабу виконується з метою уточнення розломно-блокової будови й виявлення зон тектонічної активізації на сучасному етапі розвитку земної кори. **Структурне дешифрування** виконується з метою виявлення на МДЗ структурно-тектонічних елементів (різнопорядкових розломів, розривів і блоків земної кори, локальних підняттях, прогинів і речовинних неоднорідностей осадної товщі тощо) за структурно-індицирувальними показниками їхніх дистанційних образів (регіональні і детальні дослідження). Тобто передбачає обов'язковість комплексу понять, знань і даних про предмет (ландшафт) та об'єкти (структури) досліджень, специфічні особливості їхнього абрису, генезису, взаємозв'язків і розвитку, а також сучасних уявлень про механізми й характер прояву в ландшафті глибоко занурених утворень земних надр, об'єктивний аналіз їх пошукових показників і виявлення на цій основі конкретних структурних форм [2].

До комплексу **польових досліджень** (приповерхневих) входять: геотермічні дослідження, еманаційні дослідження (визначення вмісту радону і торону в підґрунтовому повітрі), газогеохімічні дослідження (відбір проб підґрунтового повітря для визначення вмісту вуглекислого газу, гелію, водню,

метану та його гомологів), гідрологічні. Зокрема, **термометричні дослідження** передбачають вимірювання температурних показників підґрунтового шару гірських порід. Застосування методів термометрії базується на положенні, що над покладами ВВ формуються теплові аномалії. На їх контрастність та геометричні розміри на площі впливають структурно-тектонічні, літологічні, гідрогеологічні, геоморфологічні та інші фактори, а також фізико-хімічні процеси, що відбуваються у нафтогазових покладах. Результати досліджень температурних показників дозволяють зробити висновок про прямі зв'язки проявів теплових потоків з місцями накопичення ВВ. Це дає змогу використовувати її результати як один з додаткових критеріїв оцінки перспективності об'єктів на пошуки резервуарів нафти та газу.

Еманаційні дослідження (радон, торон) виконуються з метою картування зон неотектонічно активних розривних порушень, які є місцями розвантаження (розрядки) геодинамічних напружень і характеризуються наявністю локальних аномалій радону та торону різної контрастності.

Газогеохімічні дослідження мають за мету одержання інформації щодо флюїдопроникності геологічного розрізу ділянки досліджень за результатами визначення вмісту газів у підґрунтовому повітрі (вуглекислого газу, гелію, водню, метану та його гомологів). За походженням газогеохімічні показники можна розділити на дві групи індикаторів: газові й вуглеводневі. До *газових індикаторів* належать водень, гелій, вуглекислий газ, які враховуються для оцінки наявності глибинних флюїдомасопотоків, типу розривних порушень та їх проникності. *Вуглекислий газ* указує на протікання окисних процесів і проникність порід на ділянці досліджень, аномалії *гелію* – на наявність глибинних флюїдомасопотоків. *Водень* найчастіше фіксується в диз'юнктивних структурах типу скид, у насувах він відсутній.

До *вуглеводневих індикаторів* входять метан і його гомологи (етан, етилен, пропан, пропілен, ізобутан, бутан, ізопентан, пентан, гексан), які просторово й генетично пов'язані з вуглеводневими покладами чи скупченнями. Ці гази мігрують через товщу гірських порід до земної поверхні. Теоретичне і практичне положення щодо вуглеводневих газів полягає у тому, що над кожним скупченням, родовищем ВВ існує безперервний потік дифузійно-розсіяних газів, який фіксується на земній поверхні у вигляді геохімічних аномалій у ґрунтах, підґрунтовому та атмосферному повітрі, верхній частині геологічного розрізу гірських порід, ґрунтових водах та інших компонентах довкілля. У поверхневих шарах геологічного розрізу перехід газів, що мігрують в атмосферу, пов'язаний з процесами газообміну між ґрунтовым та підґрунтовым повітрям. При віддаленні

від джерела газів їх концентрація у приповерхневих шарах поступово зменшується.

Гідрологічні дослідження виконуються з метою виявлення глибинних гідрогеологічних інверсій, як показників зон підвищеної флюїдопроникності в межах сучасної річкової системи, з метою встановлення зон інфільтрації (поглинання) та фільтрації, активного взаємозв'язку поверхневих і підземних вод, що контролюються зонами підвищеної проникності гірських порід. Вивченню підлягає річкова мережа, основні водотоки та їх притоки. До складу гідрологічних досліджень належать гідрологічне обстеження і гідрометрична зйомка водотоків, радонометричні дослідження поверхневих вод, відбір проб донних відкладів для дегазації у лабораторних умовах. Так, *гідрометрична зйомка* надає інформацію про річний стік у період переважаючого формування його підземними водами (літня і зимова межень) у результаті *вимірів витрат води* у спеціально вибраних гідрометричних створах. Розміщення створів і пунктів вимірів водного потоку визначається як за особливостями гідролого-гідрогеологічних умов об'єкту досліджень, так і за характеристиками геологічної будови досліджуваної структури та ознаками перспектив її нафтогазоносності.

Радонометричне опробування річкових вод (газогеохімічні дослідження) проводяться з метою вивчення взаємозв'язку підземних та поверхневих вод у комплексі з гідрометричною зйомкою. Ділянки для опробування визначаються після одержання даних гідрометричних досліджень. Опробування виконується методом точкового *відбору проб води у придонному шарі водотоку*. Вода відбирається у барбатер, після чого аналізується вміст розчиненого у воді радону. У місцях підвищеної активності водообміну й нарощування об'ємів підземного стоку концентрація радону зростає, натомість на ділянках поглинання – зменшується.

Відбір проб донних відкладів виконується у створах гідрометричних досліджень з метою визначення складу водорозчинених газів, передусім метану. Завдяки результатам гідрологічних досліджень вивчається підземний стік і, відповідно, зони активного зв'язку підземних і поверхневих вод, що контролюються диз'юнктивними структурами підвищеної проникності.

Лабораторно-аналітичні дослідження виконуються у стаціонарних умовах, у лабораторії. У процесі досліджень виконується ***вимірювання концентрацій вуглекислого газу, гелію, водню, метану та його гомологів*** у пробах, відібраних під час польових робіт. Вирішення цих завдань забезпечується сучасним хроматографічним обладнанням та аналітичним комп'ютерним комплексом.

Обробка й інтерпретація даних містить систематизацію та інтерпретацію результатів геолого-геофізичних, структурно-геологічних, дистанційних та геохімічних досліджень у межах території робіт, а також системно-статистичне оброблення отриманих результатів. Розглядається весь комплекс геолого-геохімічних показників з метою досягнення максимальної об'єктивності при оцінці первинних ореолів компонентів-індикаторів. Одержані за різними методами та етапами досліджень результати підлягають математико-статистичній обробці та картографічному відображенню відповідних оцінок, висновків та прогнозів з застосуванням сучасних геоінформаційних технологій.

Оцінка перспективності ділянок здійснюється на підставі аналізу комплексу відповідних індикаторів. Серед них *структурно-тектонічний індикатор* використовується для *районування території* за тектонічними, структурними, геодинамічними умовами формування й збереження скупчень ВВ і визначається як за апріорними даними геолого-геофізичних досліджень, так і отриманих на базі дешифрування МДЗ. Такий аналіз є необхідною основою для визначення структурної позиції об'єктів, що вивчаються, порівняльного аналізу їх структурних та тектонічних характеристик з відомими родовищами ВВ, уточнення *ролі окремих структур та порушень у формуванні скупчень ВВ*. Просторове зіставлення результатів дешифрування МДЗ з наявними геолого-геофізичними побудовами та оцінка їх збігу дає уявлення про сучасну геодинамічну активність геологічних об'єктів у межах території.

Температурний індикатор тісно пов'язаний з особливостями блокової будови об'єктів досліджень. Температурні максимуми характерні для найменш порушених (за даними сейсмозв'язки та за результатами дешифрування МДЗ) тектонічних блоків, а також для блоків з нижчою флюїдопроникністю.

Еманаційний індикатор є важливим показником геодинамічної активності території досліджень і є картувальною ознакою тектонічно напружених зон (вертикальних та горизонтальних рухів, розуцільнення, тріщинуватості тощо). Покривні відклади є геологічними трансформаторами полів напружень у масиві корінних порід, а тектонічні порушення є місцем їх розрядки, що характеризуються аномаліями радону та торону. Наявність аномалій еманаційних газів є ознакою *геодинамічної активності* (новітньої та сучасної) в межах зон тектонічних напружень, індикатором *розуцільнення, тріщинуватості гірських утворень*, що їх складають. Фонові поля еманаційних показників розглядаються як такі, що відповідають порівняно геодинамічно стабільним блокам та структурам. Це характеризує їх як сприятливі для формування та збереження скупчень вуглеводневих газів.

Еманаційні аномалії переважно фіксуються в місцях перетину виявлених різними методами зон розривних порушень, що обмежують тектонічні блоки, й можуть бути каналами розвантаження газових потоків. Фонові поля еманаційних показників, навпаки, свідчать про порівняно геодинамічну стабільність блоків та структур, про їх потенційну “герметичність”, що характеризує їх як сприятливі для формування та збереження скупчень ВВ.

Газові індикатори (вуглекислий газ, гелій, водень) пов’язані з проникними ділянками розривних порушень і свідчать про їх глибинну природу. Аномалії *вуглекислого газу* можуть вказувати на порушення з підвищеною флюїдопроникністю. За рахунок дифузії й фільтрації підвищені концентрації вуглекислого газу можуть спостерігатися на денній поверхні, особливо в зонах підвищеної тріщинуватості гірських утворень.

Аномалії *гелію* в підґрунтовому повітрі пояснюються винятково глибинною природою радіогенного гелію. У приповерхневих умовах аномалії гелію можуть формуватись за рахунок висхідних флюїдомасопотоків по зонах розущільнення гірських порід.

Інтерпретація аномалій *водню* неоднозначна. Частина дослідників вважає, що водень є показником глибинності розломів, інші розглядають підвищення потоків водню, як показник руйнування покладів ВВ. Незважаючи на розбіжності в інтерпретації, показники вмісту аномалій водню можуть бути використані для трасування розломів глибинного закладення та підвищеної проникності. Відмічається, що в зонах стиснення (насувах) цей газ відсутній.

Вуглеводневий індикатор дозволяє *районувати територію досліджень щодо перспектив на пошуки покладів ВВ*. Теоретичною основою є уявлення про безперервну вертикальну (дифузійну та фільтраційну) міграцію вуглеводневих газів від покладу або потенційної нафтогазової пастки до поверхні Землі. При оцінці перспектив площі чи об’єкта досліджень рекомендується віддавати перевагу особливостям прояву аномалій легких і важких ВВ. Саме такі аномалії можуть мати прямий зв’язок із скупченнями вуглеводневих газів у геологічному розрізі, але при їх інтерпретації слід також враховувати вплив на розподіл газових потоків зон підвищеної геодинамічної активності та проникності. Найбільш інтенсивні газові аномалії ВВ картується у зонах впливу розривних порушень, що характеризуються неотектонічною (особливо сучасною) геодинамічною активністю. Можливо, саме цими обставинами зумовлене законтурне розташування найінтенсивніших локальних аномалій навколо нафтогазових покладів, що просторово пов’язані з розривними порушеннями, обмежуваними продуктивні блоки. При районуванні території за вуглеводневим

індикатором фонові значення відповідають місцям накопичення й збереження ВВ, а аномальні – їх розвантаженню або й руйнуванню відповідних покладів.

Обґрунтована інтерпретація аномальних і фонових полів вище охарактеризованих показників може бути здійснена при комплексному аналізі структурно-тектонічних, термометричних, еманаційних, газових і вуглеводневих індикаторів та наявної інформації про нафтогазоносність території досліджень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Аксьом С.Д. та ін. Геолого-структурно-термо-атмогеохімічні технології прогнозування, пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів: навч. посіб. Київ: ІГН НАН України, 2016. 309 с.
2. Азімов О.Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 2. Теоретичні основи виявлення особливостей будови земної кори за матеріалами дистанційних зйомок. Зб. наук. пр. УкрДГРІ. Київ, 2007. № 2. С. 250–260.

УДК 614.715 (477)

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КАТАЛОГІЗАЦІЇ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

М.С. Ковальчук

доктор геологічних наук

Інститут геологічних наук НАН України, Київ

Н.В. Вергельська

доктор геологічних наук

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

Н.В. Сіра

кандидат геологічних наук

ДП «Укрнаукагеоцентр», м. Полтава

Запропоновано дані для паспортизації породних відвалів, які будуть основою ГІС-системи, яка дозволить створити діючу базу даних щодо породних відвалів видобувної промисловості, геометризувати параметри породних відвалів, а також оцінювати, визначати та прогнозувати зміни у них та приймати оперативні рішення щодо мінімізації негативного впливу на довкілля.
Ключові слова: видобувна промисловість, породні відвали, паспортизація.

MODERN APPROACHES TO RESEARCH AND CATALOGING OF MAN- MADES OF MINING ENTERPRISES OF UKRAINE

M.S. Kovalchuk

doctor of geological sciences

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

N.V. Vergelska

doctor of geological sciences

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

N.V. Sira

candidate of geological sciences

SE «Ukrnaukageocentr», Poltava

The data for the passporting of rock dumps are proposed, which will be the basis of a GIS-system that will allow the creation of an operational database of rock dumps in the mining industry, geometrization of the parameters of rock dumps, as well as evaluating, determining and forecasting changes in them and making operational decisions to minimize the negative impact on the environment.

Keywords: mining industry, rock dumps, passporting.

Україна належить до найзабрудненіших країн світу. За оцінками Індексу якості навколишнього середовища (Environmental Performance Index), які здійснює

Йельський університет (США), Україна займає 87-е місце серед 163 країн світу. Рівень навантаження на навколишнє природне середовище в Україні в 4-5 разів перевищує аналогічні показники інших країн.

Діяльність видобувних підприємств на території України зумовила істотне та багатопланове техногенне навантаження на довкілля. Площі видобутку займають більше половини території України і представлені кар'єрами, шахтами та свердловинами. 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 видобувної промисловості на літосферу, гідросферу, атмосферу та кліматичні зміни стало ще більш актуальним у зв'язку зі світовими дослідженнями впливу на зміни клімату та військової агресії на сході та півдні. Для подальшого розвитку економіки України зростає значення раціонального використання природних ресурсів на всіх рівнях від видобутку до готової продукції.

Ефективність використання ресурсів у господарській діяльності обумовлює, з одного боку, рівень розвитку економіки регіону, а з іншого, – природоохоронний стан навколишнього середовища. Гірничопромислові комплекси видобувної промисловості є зонами підвищеної екологічної небезпеки. Однією з головних складових видобувної галузі є породні масиви і породні відвали. Перші зазнають трансформації умов залягання, речовинного (в основному геохімічного) складу, а другі – вид твердих промислових відходів, що займає значні території, є комплексним джерелом негативного навантаження щодо екології та виділяють в атмосферу, гідросферу та літосферу значну кількість шкідливих речовин [1-5]. Тобто, протягом свого існування породні відвали забруднюють атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі ґрунтові води, змінюють розміри, морфологію, зазнають впливу екзогенних процесів, горять. Для оцінки впливу відвалів гірських порід на довкілля необхідний постійний їх моніторинг в основу якого повинен бути покладений паспорт кожного породного відвалу.

Враховуючи значну кількість породних відвалів у видобувних районах України та їх негативний вплив на довкілля доцільно здійснити паспортизацію породних відвалів.

Паспорт породного відвалу повинен містити такі дані:

1. Назву породного відвалу (видобувне підприємство та обліковий номер відвалу за даними підприємства) та географічні координати.
2. Юридичного власника.
3. Стан експлуатації (діючий, не діючий; дата введення відвалу в експлуатацію, дата виведення з експлуатації відвалу).
4. Фотографії породного відвалу (натурні і космоснімки).
5. Речовинний та газовий склад породних відвалів.

6. Розташування відносно рельєфу місцевості.
7. Місце розташування відносно житлових чи промислових об'єктів.
8. Форма, площа (площа основи) та висота, яку має породний відвал.
9. Кут нахилу в зоні відсипки за контуром відвалу.
10. Відомості про горіння породного відвалу (початок горіння, початок гасіння, закінчення горіння).
11. Відомості про деформації породного відвалу та ступінь розвитку екзогенних процесів.
12. Ступінь заростання породних відвалів.
13. Площа захисної зони.
14. Загальний екологічний стан породного відвалу.
15. Варіанти використання породного відвалу.

Висновок. Оцінки впливу на довкілля породних відвалів видобувної промисловості України доцільно спочатку здійснити їх паспортизацію, яка стане основою діючої ГІС-системи, яка дозволить створити постійно діючу базу даних щодо породних відвалів видобувної промисловості, геометризувати параметри породних відвалів, а також в інтерактивному режимі оцінювати, визначати та прогнозувати зміни у них та приймати оперативні рішення щодо мінімізації їх негативного впливу на довкілля. Використання паспортизації породного відвалу дозволить встановити зміни під час моніторингу. Визначати процеси у відвалі та контролювати їх перебіг протягом тривалого часу та, за потреби, визначити напрями рекультивації території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kovalchuk M.S., Kroshko Yu.V., Baysarovych I.M. Retrospective monitoring of changes in the areas of mine-affected lands under the Klochkivskyi Quarry based on analysis of various space images. *Conference Proceedings, XIV International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"*, Nov 2020, Volume 2020, P.1-5.
2. Kovalchuk M., Kroshko Yu., Vergelska N. Retrospective monitoring of changes in the area of the disturbed geological environment within the Teptiyivske granite deposit. *Conference Proceedings, XV International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"*, May 2021, Volume 2021, P.1-6.
3. Сметана С. М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів. *Екологія і природокористування* : зб. наук. праць. Дніпропетровськ. 2008. Вип. 11. С. 30-41.
4. Ковальчук М. С., Крошко Ю. В. Паспортизація породних відвалів вуглевидобувних територій – основа створення їх ГІС-системи та оцінки впливу на довкілля. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2021. № 1 (2). С. 35-51.
5. Вергельська Н. В., Скопиченко Є. І. Моніторинг териконів вуглевидобувних підприємств Донецького басейну. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2021. № 1 (2). С. 52-63.

ТЕХНОЛОГІЯ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ТА ФОТОЗНІМКІВ: ДОДАТКОВІ СВІДОЦТВА НА КОРИСТЬ ВУЛКАНІЧНОЇ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ КРАТЕРА ВРЕДЕФОРТ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Представлені результати додаткових досліджень рекогносцирувального характеру в межах крупного кратера Вредефорт в ПАР. Обстежена структура розміщена в межах гранітних вулканів з коренями на глибинах 470 км і 996 км. Відгуки на частотах породи з кратера фіксувались інструментальними вимірами до глибини 996 км, що свідчить на користь вулканічної, а не імпактної, моделі формування структури Вредефорт.

Ключові слова: кратер Вредефорт, вулкан, прямопошукові методи, золото, платина.

TECHNOLOGY OF SATELLITE IMAGES AND PHOTOGRAPHS FREQUENCY-RESONANCE PROCESSING: ADDITIONAL EVIDENCE IN FAVOR OF VOLCANIC MODEL OF VREDEFORT CRATER FORMATION

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences
Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine,

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences
Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The results of additional reconnaissance studies within the large Vredefort crater in South Africa are presented. The examined structure is located within granite volcanoes with roots at depths of 470 km and 996 km. Signals at rock frequencies from the upper part of crater were recorded by instrumental measurements to a depth of 996 km, which indicates in favor of a volcanic, rather than an impact, model of the Vredefort structure formation.

Key words: Vredefort crater, volcano, direct prospecting methods, gold, platinum.

Вступ. Частотно-резонансна технологія обробки супутникових знімків та фотознімків [2] неодноразово використовувалась для вивчення глибинної будови вулканічних комплексів різного типу та імпактних структур [4-6]. В тезах представлені результати додаткових досліджень з використанням мобільних прямопошукових методів в межах крупного кратера Вредефорт в ПАР.

Доцільність підготовки матеріалів обумовлена опублікованою роботою [7], в якій представлена математична модель крупної імпактної події в районі розташування кратера.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального та детального характеру проводяться з використанням мало-витратної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального електрорезонансного зондування (сканування) розрізу та методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків та локальних ділянок [2]. Окремі компоненти використовуваної технології розроблені на принципах «речовинної» парадигми геофізичних досліджень, сутність якої полягає в пошуку конкретної (шуканої в кожному окремому випадку) речовини. В основі розроблених методів лежать виявлені Миколою Тесла у 1899 р. стоячі електричні хвилі у глибинних горизонтах Землі. У модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків, а також вертикального зондування (сканування) розрізу використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних та магматичних порід [1], мінералів та хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань описані більш детально у [2-6].

Результати додаткових досліджень у районі кратера Вредефорт. У науковому повідомленні [8] обговорюються матеріали досліджень, проведених у районі розташування великої кільцевої структури Вредефорт (ПАР) та наводиться фотознімок виявленої там породи, яка могла бути сформована (або перетворена) під час великої імпактної події. У зв'язку з цим у цьому регіоні з використанням прямопошукових методів проведено додаткові дослідження рекогносцирувального характеру з метою вивчення глибинної будови.



Рис. 1. Фото зразка породи з кратера Вредефорт [8].

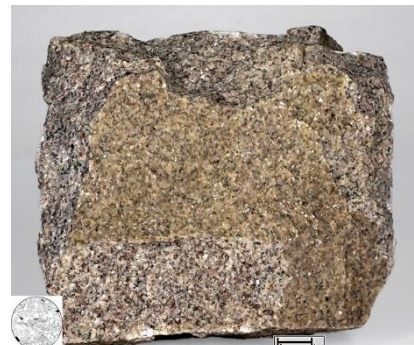


Рис. 2. Знімок зразка апліту [1].

При проведенні інструментальних вимірювань у районі розташування структури використовувалися зразок породи з кратера (рис. 1), супутниковий знімок кратера (рис. 3а) та аерознімки локальних ділянок проведення геофізичних робіт у межах кратера (рис. 3б, в) [9].

Зазначимо спочатку, що при проведенні рекогносцирувальних досліджень у районі розташування структури Вредефорт в 2020 р. [4] на цій території зафіксовано відгуки на частотах 1-ої (граніти), 2, 3, 5-ої груп магматичних порід. Інструментальними вимірами встановлено наявність гранітних вулканів з коренями на глибинах 470 км та 996 км. Верхній край гранітів визначено на глибині 16 м від поверхні. З поверхні зареєстровано відгуки на частотах золота.

Під час частотно-резонансної обробки супутникового знімка кратера (рис. 3а) зареєстровані сигнали від 1-ї (граніти), 2, 3 та 5-ї груп магматичних порід.

Відгуки від гранітів та зразка породи (рис. 1) спільно фіксувалися з нижньої частини розрізу на глибинах 50, 99, 218, 480, 995 та 996 км, а на поверхні 997 км сигнали були відсутні. На цих же глибинах зареєстровані також сигнали тільки від зразка породи (рис. 1).

При обробці аерознімка локальної ділянки на рис. 3в зареєстровані сигнали від 1 (граніти), 2, 3 та 5-ої груп магматичних порід. Фіксацією відгуків на різних глибинах корінь гранітного вулкана зафіксовано на глибині 996 км. Відгуки від зразка породи отримані на глибині 995 км, на поверхні 997 км сигнали вже були відсутні.

На цій локальній ділянці з поверхні зареєстровані сигнали на частотах платини, золота та ртуті, від срібла відгуки не отримані.

На другій локальній ділянці (рис. 3б) також зареєстровані сигнали від 1, 2, 3 і 5-ої груп магматичних порід, корінь гранітного вулкана визначено на глибині 996 км, а відгуки від зразка породи (рис. 1) отримані з нижньої частини розрізу на глибинах 50, 99, 218, 480, 995 км.

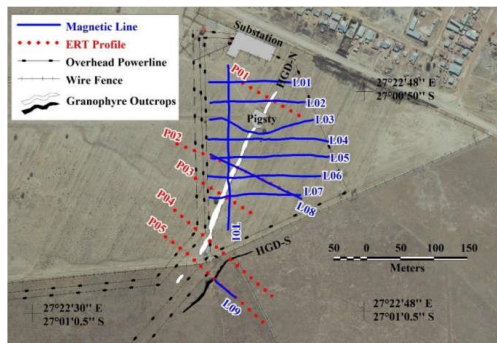
З поверхні на ділянці зафіксовано відгуки від платини, золота та ртуті. При скануванні розрізу з поверхні (0 м), крок 1 м, відгуки на частотах золота зареєстровані з інтервалу 1750-1840 м (глибше сканування не проводилося).

На глибині 1745 м відгуки від золота із верхньої частини розрізу не отримано, а від платини зафіксовано. Сигнали від платини отримані також з верхньої частини розрізу на поверхнях 700 м, 245 м, 200 м і 100 м. При скануванні розрізу з поверхні (0 м), крок 1 см, відгуки від платини отримані з інтервалу 12-17.60 м (сканування проведено тільки до 20 м).

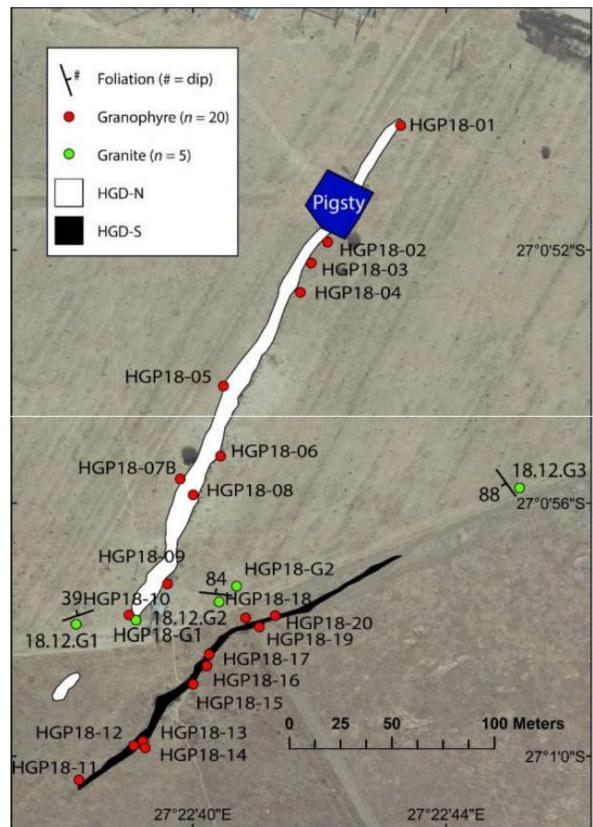
При зіставленні зразка породи (рис. 1) з окремими зразками із використовуваної під час проведення вимірювань колекції гранітів [1] встановлено його подібність лише з одним зразком – аплітом (рис. 2).



а)



б)



в)

Рис. 3. Супутниковий знімок території розташування кратера Вредефорт (а) та аерознімки з його локальних ділянок (б, в) [9].

Заключення. Отримані результати показують, що структура Вредефорт розташована в контурах гранітного вулкана (старого і молодого) з коренями на глибинах 470 км і 996 км. Інструментальними вимірами підтверджено перспективність гранітних вулканічних комплексів на виявлення покладів золота, платини та інших рудних корисних копалин.

Зазначимо також, що на ділянках розташування 28 кільцевих структур в північній і південній Америці, Європі, Азії, Африці та Австралії частотно-резонансною обробкою знімків встановлено наявність вулканічних комплексів, заповнених сіллю (один), осадовими породами 1-6 груп (один), гранітами (чотири), базальтами (п'ять), ультрамафічними породами (дванадцять) і кімберлітами (п'ять). В цілому, виявлено вулкани шести типів із встановлених численними експериментальними дослідженнями 10 типів.

В межах всіх 4-х виявлених гранітних вулканів з коренями на глибині 996 км зареєстровані відгуки на частотах золота графіту, ртуті та коесіту. На площі розташування одного гранітного вулкана зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу та метаноокислюючих бактерій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Электронный петрографический справочник-определитель магматических, метаморфических и осадочных горных пород» для оперативного использования при создании Госгеолкарт1000/3 и 200/2 для территории Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2015. <http://rockref.vsegei.ru/petro/>
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62, Часть V. Геоінформатика. 2021. № 3-4. С. 51-88.
4. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Янушкевич К.П. Апробация методов частотно-резонансной обработки спутниковых и фотоснимков на геологической структуре «Кратер Чиксулуб». Геоінформатика. 2020. № 2. С. 39-49.
5. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Янушкевич К.П. Особенности глубинного строения площадей расположения кольцевых и импактных структур по результатам частотно-резонансной обработки спутниковых снимков. Геоінформатика. 2021. № 1-2. С. 43-63.
6. Якимчук М.А., Корчагин І.М. Особливості глибинної будови території Гренландії в районі розташування структури Maniitsoq. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2021. № 4. С. 61—69. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.04.061>.
7. Allen, N. H., Nakajima, M., Wunnemann, K., Helhoski, S., & Trail, D. (2022). A revision of the formation conditions of the Vredefort crater. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007186. <https://doi.org/10.1029/2022JE007186>
8. Kornei, K. (2021), Ejecta discovered near site of ancient meteorite impact, *Eos*, 102, <https://doi.org/10.1029/2021EO161880>. Published on 17 August 2021. <https://eos.org/articles/ejecta-discovered-near-site-of-ancient-meteorite-impac>
9. Martin D. Clark, Elizaveta Kovaleva, Matthew S. Huber, Francois Fourie and Chris Harris. Post-Impact Faulting of the Holfontein Granophyre Dike of the Vredefort Impact Structure, South Africa, Inferred from Remote Sensing, Geophysics, and Geochemistry. *Geosciences* 2021, 11, 96. <https://doi.org/10.3390/geosciences11020096>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ ПОШУКІВ МЕТАЛІВ ТА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В МОРСЬКИХ АКВАТОРІЯХ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Наведено матеріали експериментальних досліджень з використанням прямопошукових методів на локальних ділянках в Тихому океані та Чорному морі. Отримані результати свідчать про можливість застосування частотно-резонансних методів обробки супутникових знімків для оперативного виявлення та локалізації ділянок скупчення мінералів та хімічних елементів (у тому числі і рідкісноземельних) у різних районах Світового океану.

Ключові слова: Тихий океан, Чорне море, прямопошукові методи, РЗЕ, мінерали.

PROSPECTS OF USING TECHNOLOGY OF SATELLITE IMAGES FREQUENCY-RESONANCE PROCESSING FOR THE METALS AND CHEMICAL ELEMENTS SEARCHING IN MARINE WATERS

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences
Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences
Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The materials of experimental studies using direct-prospecting methods on local areas in Pacific Ocean and Black Sea are given. The obtained results indicate the possibility of using frequency-resonance methods of satellite images processing for the prompt detection and localization of areas with accumulation of ore minerals and chemical elements (including rare earths) in various region of the World Ocean.

Key words: Pacific Ocean, Black Sea, direct search methods, REE, minerals.

Вступ. Частотно-резонансна технологія обробки супутникових знімків та фотознімків [1] активно застосовується для вирішення різноманітних геологічних задач, у тому числі й для вивчення глибинної будови структур Землі і пошуків корисних копалин [3]. В тезах представлені результати досліджень, проведених з метою оцінки можливості використання мобільних методів для пошуків мінералів та хімічних елементів в морських акваторіях.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1-3].

Апробація технології на глибоководній ділянці Тихого океану. У 2018 р. на різних сайтах Інтернету з'явилась інформація про виявлення японськими фахівцями великих скупчень рідкісноземельних елементів та ітрію в глибоководних відкладах мулу на дні Тихого океану в міжнародних водах, а також в економічній зоні Японії. У детальній формі матеріали досліджень в міжнародних водах представлені у доповіді [6]. Карта-схема розташування ділянки досліджень із цієї доповіді представлена на рис. 1.

З метою вивчення можливості застосування методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків для пошуків і локалізації ділянок скупчення рудних мінералів і хімічних елементів на ділянці в Тихому океані були проведені експериментальні дослідження демонстраційного характеру.

На початковому етапі досліджень при обробці знімка виявлені відгуки (сигнали) на резонансних частотах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 груп осадових порід, а також 6 (габро та базальти) та 7 (ультрамафічні) магматичних груп. Зареєстровані також сигнали на частотах нафти (інтенсивний), конденсату, газу, бурштину (інтенсивний), кисню, водню, вуглецю, води глибинної, золота (шар), алмазів (шар). Однак обробка супутникового знімка з метою визначення глибин залягання у розрізі виявлених порід та мінералів не проводилася.



Рис. 1. Карта-схема розташування виявленої японськими фахівцями ділянки великого скупчення рідкісноземельних елементів на дні Тихого океану у міжнародних водах. Білим прямокутником позначено ділянку обстеження, в якій виконано підрахунок ресурсів РЗЕ. Координати ділянки наведені у [6].

Відклади мулу, в яких виявлені рідкісноземельні елементи (РЗЕ) та ітрій, залягають на цій ділянці на глибині 6000 м і глибше. У зв'язку з цим, для відліку було прийнято поверхню (глибину) 6500 м. На цій глибині фіксувалися відгуки на резонансних частотах всіх хімічних елементів, присутніх у розрізі вище 6500 м. Результати проведених експериментів дозволяють зробити висновок, що у верхній частині розрізу на ділянці обстеження у Тихому океані присутні водень, дейтерій, гелій, літій, берилій, бор, вуглець, азот, кисень, фтор, неон, кремній, фосфор, сірка, хлор, аргон, калій, кальцій, **скандій**, титан, ванадій, хром, кобальт, нікель, мідь, цинк, галій, германій, миш'як, селен, бром, криптон, рубідій, стронцій, **ітрій**, цирконій, ніобій, технецій, рутеній, паладій, срібло, кадмій, індій, олово, сурма, телур, цезій, барій, **лантан**, **церій**, **празеодим**, **неодим**, **прометій**, **самарій**, **європій**, **гадоліній**, **тербій**, **диспрозій**, **гольмій**, **ербій**, **тулій**, **ітербій**, **лютецій**, гафній, тантал, вольфрам, реній, іридій, талій, свинець, вісмут, полоній, аstat, радон, францій, радій, актиній, торій. Хімічні елементи, що входять до групи рідкісноземельних, позначені жирним шрифтом.

Ділянка буріння свердловини у Чорному морі. На початку квітня 2019 р. в межах блоку Сілістар (1-14 Хан Кубрат) на шельфі Болгарії почалося буріння свердловини [5]. У травні 2015 р. було проведено частотно-резонансну обробку супутникового знімка блоку в рекогносцирувальному масштабі 1:350 000 з метою оцінки перспектив виявлення в його межах скупчень ВВ. В результаті, в межах обстеженої площі виявлено чотири аномальні зони типу «нафта+газ» [1].

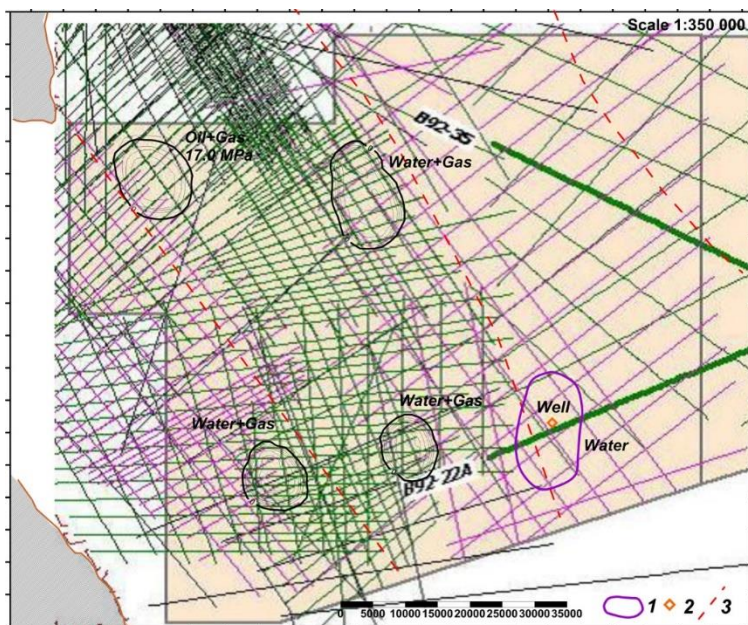


Рис. 2. Аномальні зони типу «нафта та газ», «вода та газ» та «вода» в межах пошукового блоку SILISTAR (1-14 Хан Кубрат) на карті розташування сейсмічних профілів. 1 – контур структури із водою; 2 – місце розташування свердловини; 3 – зони порушень за результатами обробки супутникового знімка. (Результати додаткової обробки у квітні 2019 р).

За результатами додаткового обстеження на ділянці буріння встановлено наявність структури, заповненої водою. Сигнали на частотах нафти, газу та конденсату не зафіксовані. На рис. 2 результати частотно-резонансної обробки

супутникового знімка показані на карті-схемі сейсмічних профілів [4]. Сейсмічний профіль у районі буріння свідчить, що свердловина розташована на структурному піднятті, виділеному сейсмічними дослідженнями.

Під час частотно-резонансної обробки знімка ділянки зі свердловиною більш детального характеру на обстеженій ділянці відгуки на резонансних частотах ВВ не зафіксовані! У розрізі виявлено лише 9 групу осадових порід (мергелі). Відгуки на частотах мергелів зафіксовані в інтервалі 1328-217000 км.

Для оцінки товщини відкладів над мергелями використовувалися резонансні частоти мулу. Скануванням розрізу з глибини 1328 м з кроком 1 см вгору відгуки на резонансних частотах мулу простежені до 1303 м.

Результати додаткових досліджень дозволили зробити висновок, що ймовірність отримання комерційних припливів ВВ у свердловині після завершення її буріння близька до нуля. Структурне підняття, встановлене сейсмічними роботами на ділянці [4], сформувалося вулканічною спорудою.

І ще на одну обставину звернемо увагу. У процесі проведення частотно-резонансної обробки супутникового знімку ділянки буріння проводилося також визначення глибини моря (товщини водяного шару) у точці буріння. За однією з методик, що використовуються, результати оцінки істотно відрізнялися від значень, наведених в інформаційних документах, а також на карті Google Maps.

Такі похибки в результатах обробки можуть бути обумовлені присутністю у воді якихось додаткових газів та (або) флюїдів. У зв'язку з цим у районі буріння проведено додаткові експерименти з метою виявлення у воді сірководню.

З використанням резонансних частот зразків сірководню аномальні сигнали (відгуки) на цих частотах отримані в інтервалі глибин 700-1303 м. Зазначимо при цьому, що сканування розрізу проводилося з кроком 10 см і 5 см знизу вгору.

Інтерес може також становити і наступне. Так як вулкани є вертикальними каналами міграції флюїдів, мінеральної речовини та хімічних елементів, на ділянці буріння свердловини було проведено додаткові дослідження з метою визначення наявності (або відсутності) різних хімічних елементів у верхній частині розрізу. Для відліку було прийнято поверхню (глибину) 1400 м. На цій глибині фіксувалися відгуки на резонансних частотах хімічних елементів, присутніх вище 1400 м. Результати досліджень показують, що у верхній частині розрізу на ділянці буріння є водень, дейтерій, гелій, літій, берилій, азот, кисень, фтор, неон, натрій, алюміній, фосфор, сірка, хлор, аргон, кобальт, нікель, германій, миш'як, селен, бром, криптон, рубідій, стронцій, **ітрій, самарій, європій, гадоліній, тербій, диспрозій, гольмій, ербій, тулій, лютецій**, гафній, тантал, вольфрам, реній, осмій, іридій, платина, золото, ртуть, талій.

Заключення.

Результати проведених експериментальних досліджень на вивченій ділянці в Тихому океані та в Чорному морі дозволяють зробити висновок про можливість застосування частотно-резонансної технології обробки супутникових знімків та фотознімків для оперативного виявлення та локалізації ділянок скопчення мінералів та хімічних елементів (у тому числі і рідкісноземельних) у різних районах Світового океану.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Самсонов А.И., Божежа Д.Н. О целесообразности применения мобильных прямопоисковых технологий при выборе мест заложения скважин на нефть и газ. Геоінформатика. 2018. № 1. С. 5-23.
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62, Часть V. Геоінформатика. 2021. № 3-4. С. 51-88.
4. Permits for prospecting and exploration of oil and gas in Bulgaria offshore – Western Black Sea region. <http://www.kemkik.hu/hu/letoltes/35057/4f620> or <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=TeresSilistar.pdf>
5. Shell starts exploratory drilling for oil and gas off Bulgarian coast. <https://www.reuters.com/article/us-shell-bulgaria/shell-starts-exploratory-drilling-for-oil-and-gas-off-bulgarian-coast-idUSKCN1R70WH>
6. Yutaro Takaya at al. The tremendous potential of deepsea mud as a source of rare-earth elements. Scientific reports | (2018) 8:5763 | DOI:10.1038/s41598-018-23948-5

УДК 550.3

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СЕЙСМОТЕКТОНІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ НА ДИНАМІКУ ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕМІСІЇ**

В.В. Ігнатишин

кандидат фізико-математичних наук

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

Кафедра географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II,
м. Берегове, площа Кошута, 6, 90202

Т.Й. Іжак

кандидат географічних наук, PhD

Кафедра географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II, м.
Берегове, площа Кошута, 6, 90202

М.Б. Ігнатишин

провідний інженер

А.В. Ігнатишин

інженер II категорії

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

В роботі представлено результати комплексних геофізичних спостережень в Закарпатті в 2020 році, вказано на зв'язок сучасних горизонтальних рухів кори та місцевої сейсмічності та відгук на процеси в регіоні електромагнітної емісії в діапазоні 2-50 кГц.

Ключові слова : землетруси, сейсмотектонічні процеси, геофізичні поля, сучасні горизонтальні рухи кори, електромагнітна емісія.

**METHODS OF RESEARCHING THE INFLUENCE OF SEISMOTECTONIC
PROCESSES ON THE DYNAMICS OF GEOPHYSICAL FIELDS
ACCORDING TO THE RESULTS OF ELECTROMAGNETIC EMISSION
OBSERVATIONS**

V. Ignatyshyn

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,

Institute of Geophysics by S.I. Subbotin name of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Department of Seismicity of Carpathian region, 27 Yaroslavenka Street, Lviv, 79011;
associate professor of the Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher
Education, 6 Kossuth Square, Berehove, 90202

T. Izhak

Candidate of Geographical Sciences, PhD, associate professor,

Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education
6 Kossuth Square, Berehove, 90202;

M. Ignatyshyn

leading engineer

A. Ignatyshyn

category II engineer

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

The paper presents the results of comprehensive geophysical observations in Transcarpathia in 2020, indicates the connection between modern horizontal movements of the crust and local seismicity, and the response to processes in the region of electromagnetic emission in the range of 2-50 kHz.

Keywords: earthquakes, seismotectonic processes, geophysical fields, modern horizontal movements of the crust, electromagnetic emission.

Актуальність дослідження варіацій електромагнітної емісії очевидна, оскільки проведені комплексні спостереження геофізичних полів в Закарпатському внутрішньому прогині в попередні періоди відмітили взаємозв'язок їх із протікаючими сейсмотектонічними процесами. Сейсмологічні спостереження в регіоні вказують на підвищення сейсмічної активності, реєструючи періодичні прояви відчутних місцевих землетрусів. Землетруси в регіоні можуть негативно вплинути на екологічний стан регіону, поряд з гідрологічними факторами, які періодично про себе нагадують. Відомо, що сейсмотектонічні процеси викликають зміни фізичних властивостей порід, яке викликає аномальні варіації відповідних геофізичних полів. Дослідження зв'язків геофізичних полів проводилося через вивчення магнітного поля Землі, радіоактивного фону середовища та електромагнітної емісії. Дослідження електромагнітної емісії в регіоні, сейсмічності регіону та геодинамічного стану регіону дозволить зрозуміти хід підготовки та прояву місцевої сейсмічності для вирішення екологічних проблем регіону з геофізичної точки зору. Для вирішення поставлених задач використано результати спостереження електромагнітної емісії на режимних геофізичних станціях, сейсмічного стану регіону, сучасних рухів кори на пунктах деформометричних спостережень Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України. Результати досліджень сейсмотектонічних процесів в сейсмогенеруючих регіонах важливі як для наукових так і навчальних цілей, оскільки результати комплексних геофізичних спостережень використовуються при викладанні навчальних предметів природничих спеціальностей. Запропоновано при вивченні геофізичних процесів застосовувати динамічні характеристики геофізичних полів: прискорення сучасних горизонтальних рухів кори в зоні Оашського глибинного розлому, просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності, частотний розподіл електромагнітної емісії. Вивченню геофізичних процесів як в регіоні так і в теоретичному плані присвячено багато наукових досліджень,

які представлені публікаціями матеріалів конференцій та фахових наукових журналів. Робота присвячена комплексному геофізичному дослідженню в регіоні за 2020 рік. Дослідження напружено-деформованого стану техногенно зміненого масиву гірських порід доцільно проводити методами механіки суцільного середовища, які базуються як на аналітичних та чисельних рішеннях, так і на даних натурних і лабораторних експериментів, [1]. Проведено визначення поля напружень Солотвинської западини (СЗ), яка є частиною Закарпатського прогину, застосовано кінематичний метод для опрацювання тектонічних дзеркал з бороздами ковзання [2]. За результатами комплексних геофізичних спостережень в Закарпатському внутрішньому прогині отримано важливі висновки: метеорологічний стан впливає на протікання сеймотектонічних процесів в регіоні [3]. В травні 2020 року зареєстровано 20 місцевих землетрусів на досліджуваній території. Відмічено стиснення порід величиною: -124 нстр, виміряно електромагнітну емісію на Режимній Геофізичній станції «Тросник», побудовано комплексний графік варіацій спостережуваних геофізичних полів(рисунок 1,а).

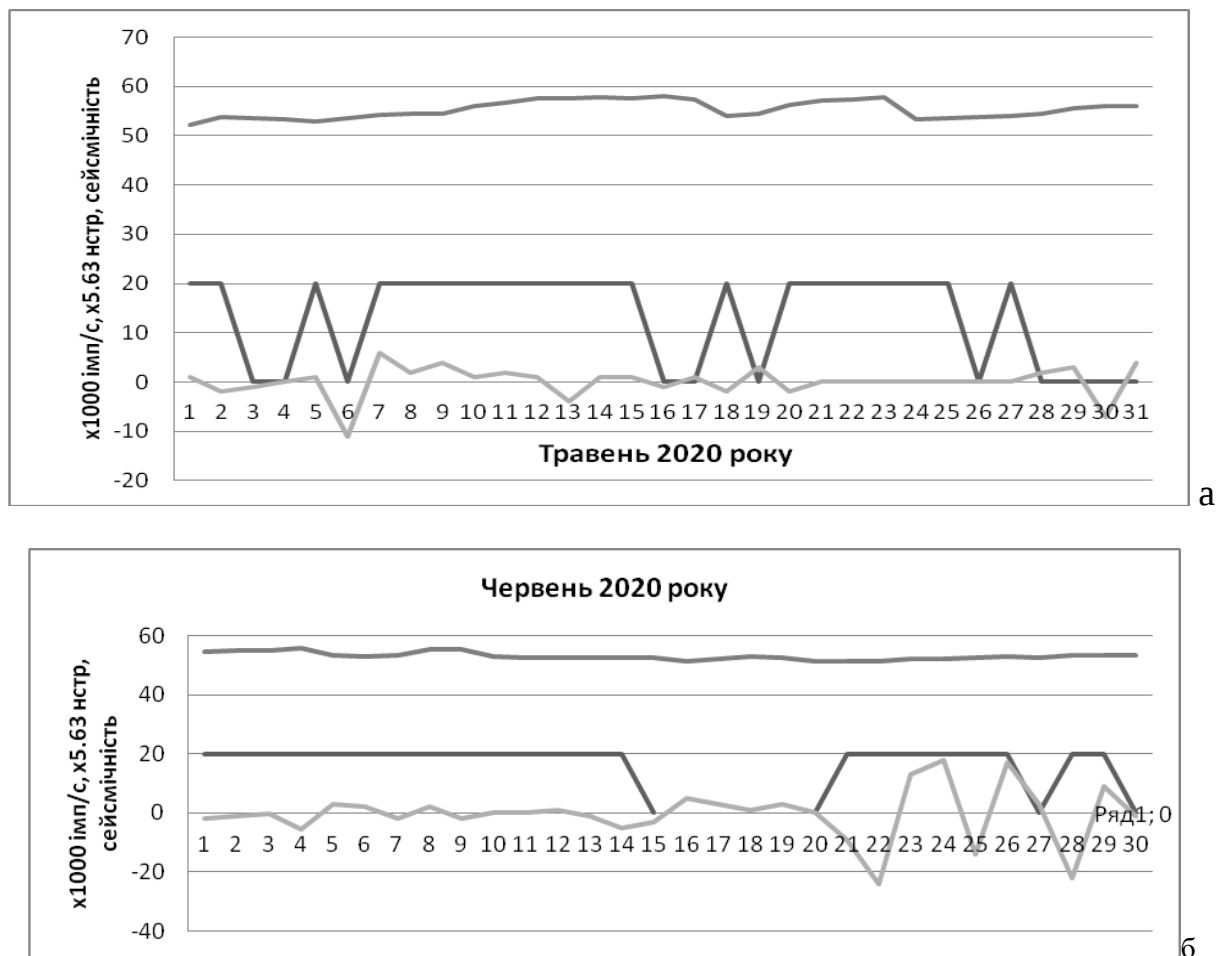


Рисунок 1. а) Електромагнітна емісія(крива сірого кольору), сейсмічність регіону(крива чорного кольору), динаміка рухів кори(крива світло-сірого

кольору) за травень 2020 року; б)- Сейсмічність регіону(крива чорного кольору), рухи кори(крива світло-сірого кольору), електромагнітна емісія(крива сірого кольору) за червень 2020 року. Закарпатський внутрішній прогин.

Сейсмічність в травні пов'язана із динамікою руху кори –стиснення порід передувало прояву місцевої сейсмічності протягом всього місяця. На фоні стабільних рухів кори та підвищеної сейсмічності реєструють підвищення електромагнітної емісії. Спостерігається перетворення механічної енергії георухів, що супроводжувалося варіаціями електромагнітної емісії-індикатором напружено-деформованого стану порід. В червні зареєстровано 25 місцевих землетрусів, відмічено стиснення порід величиною: -1050 нстр. Електромагнітна емісія представлена варіаціями з середньомісячною величиною: -53058 імн/с(рисунок 1, б). Перша половина місяця-сейсмічна активізація, період інтенсивних рухів кори, період активної реакції електромагнітної емісії на рухи кори, викликані сейсмічними подіями. Третя декада місяця-сейсмічність, що супроводжується більш інтенсивними рухами кори, що перевищували в декілька разів фон. Відмічено кореляцію рухів кори та сейсмічності регіону. Електромагнітна емісія інтенсифікувалася в періоди сейсмічної активізації. Рухи кори відмічені на деформометричній станції супроводжувалися підвищеними амплітудами електромагнітної емісії за досліджуваний період. В липні 2020 року відбулися 51 місцевих землетрусів, рухи кори-розширення порід величиною: $+500$ нстр. Виміряні величини електромагнітної емісії за липень 2020 року, розраховано середньомісячну величину: 53675 імн/с(рисунок 2, а). Сейсмічність регіону зв'язана з динамікою рухів кори –стиснення порід та прояв місцевої сейсмічності. Електромагнітна емісія зростає протягом інтервалу часу коли сейсмічність регіону активна. Електромагнітна емісія спадала в період сейсмотектонічного затишшя. В серпні в зоні Оашського глибинного розлому зареєстровано розширення порід величиною: $+416$ нстр, відбулося 6 місцевих землетрусів. Середньомісячна величина електромагнітної емісії становить: 54260 імн/с (рисунок 2, б). Сейсмічність регіону зв'язана із інтенсивними рухами кори. Рухи кори корелюються із знакозмінним характером варіацій електромагнітної емісії. Спостерігають зв'язок сейсмічної активності регіону із електромагнітною емісією в першій половині місяця.

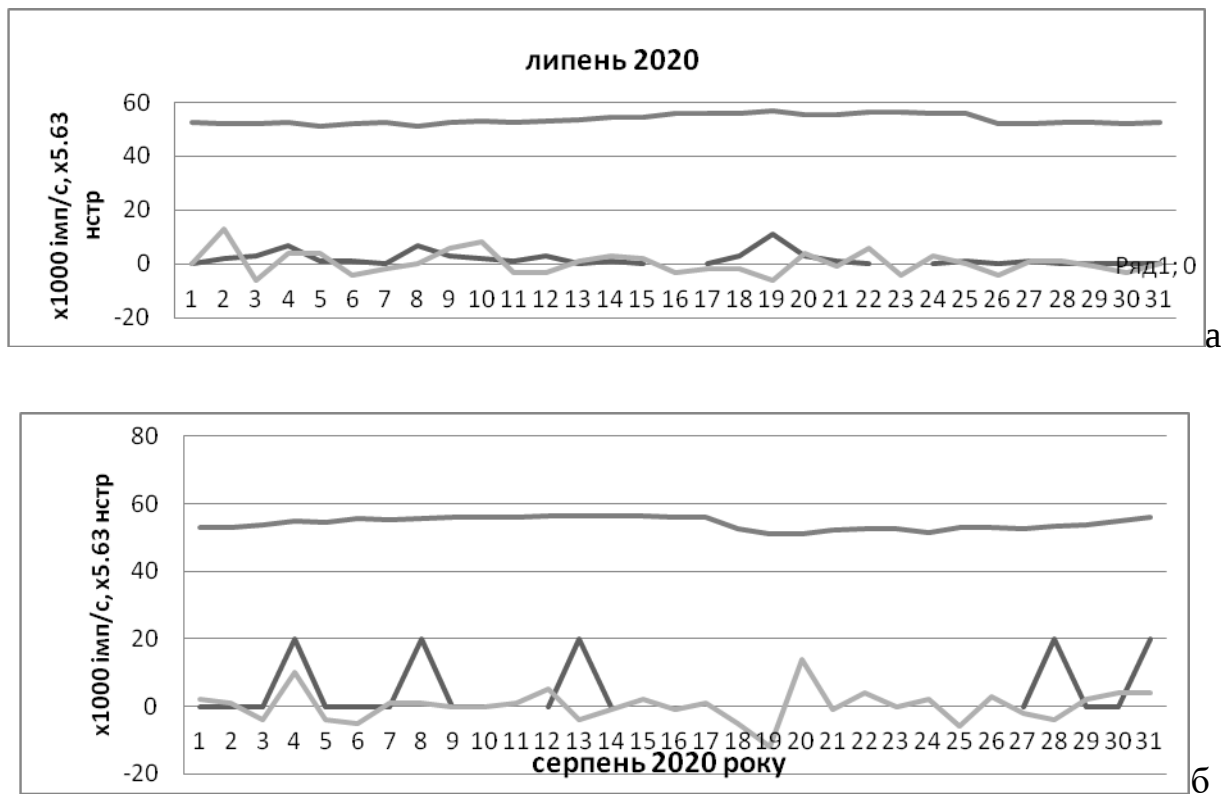


Рисунок 2.а)- Електромагнітна емісія (крива сірого кольору), рухи кори(крива світло-сірого кольору), сейсмічність регіону(крива чорного кольору) за липень 2020 року; б)- Електромагнітна емісія (крива сірого кольору), сейсмічність регіону(крива чорного кольору), рухи кори(крива світло-сірого кольору) за серпень 2020 року. Закарпатська область.

Представлено варіації геофізичних полів за 2020 рік в місячному діапазоні(рисунок 3).

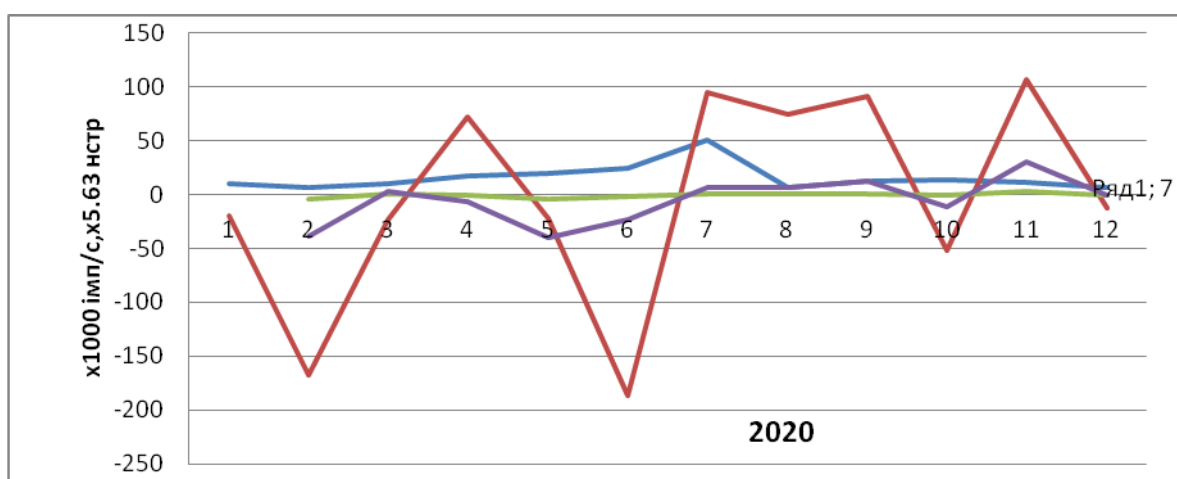


Рисунок 3. Сейсмічність регіону(крива синього кольору), рухи кори(крива червоного кольору), динаміки електромагнітної емісії(крива фіолетового кольору) за 2020 рік. Закарпатський внутрішній прогин.

Рухи земної кори та електромагнітна емісія зв'язані: сейсмічна активізація супроводжується реєстрацією електромагнітної емісії, сейсмічність регіону зростає і досягає максимуму в липні 2020 року в інтервалі розширення порід, що супроводжується підвищенням електромагнітної емісії.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Шевчук, О. Іванік, М. Лавренюк, М. Савельєв. Розробка алгоритмів та програмних компонент моделювання напружено-деформованого стану гірського масиву при розробці вугільних пластів. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 1(76)/2017. С.85-92.
2. Малицький Д., Муровська А., Гінтов О., Гнип А., Обідіна О., Мичак С., Грицай О., Павлова А. Механізми вогнищ землетрусів та поле напружень Солотвинської западини Закарпаття. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 2(77)/2017. С.43-51.
3. Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В. Метеорологічний аспект сейсмотектонічного стану Закарпатського внутрішнього прогину в 2016 році. *Magyar Tudomány Journal* (Budapest, Hungary). EMKE Bulding, Budapest, 2017. С.9-16. ISSN 1748-7110.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПУЛЬСУЮЧОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ПОШУКУ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ

І. М. Скопиченко

кандидат геол.-мін. наук

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку
інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна, i.skorychenko@gmail.com

С.М. Кузнєцов

Державне підприємство Науково-дослідний центр проблем надрокористування «Георесурс»
НАН України, м. Київ, Україна

Метод пульсуючого електромагнітного зондування (ПЕМЗ) відноситься до електричних методів пошуку корисних копалин і може бути використаний при дослідженні геоелектричного розрізу літосфери, безпосередньому пошуку родовищ корисних копалин, моніторингу напруженого стану навколишнього середовища. При вивченні покладів нафти і газу використовується для визначення колекторів у розрізі та вирізняється достовірністю отриманих результатів.

Електророзвідувальні роботи зазвичай проводять за системою профілів з певним кроком. Визначається аномалія на поверхні Землі, відповідна (за відомими геолого-геофізичними даними) об'єкту пошуку. При методі пульсуючого електромагнітного зондування проводяться також профільні роботи, що дають можливість розрахувати і побудувати повні геоелектричні розрізи по профілях з визначенням усіх неоднорідностей геологічного середовища.

Представлений метод спрямований на вирішення задачі скорочення часу та вартості геологорозвідувальних робіт при підвищенні інформативності даних, отриманих у результаті дослідження електромагнітних параметрів середовища.

Ключові слова: метод пульсуючого електромагнітного зондування, електророзвідувальні роботи.

USING THE PULSED ELECTROMAGNETIC SOUNDING METHOD TO SEARCH FOR OIL AND GAS FIELDS

I. M. Skorychenko

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

S. M. Kuznetsov

State Enterprise Research Center for Subsoil Use Problems "Georesurs" of the National Academy
of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The method of pulsating electromagnetic sounding (PEMS) refers to electrical methods of prospecting for minerals and can be used in the study of the geoelectric section of the lithosphere, direct search for mineral deposits, monitoring the stress state of the environment. In the study of oil and gas deposits, it is used to determine the reservoirs in the section and is distinguished by the reliability of the results obtained.

Electrical exploration work is usually carried out according to a system of profiles with a certain step. An anomaly on the Earth's surface is determined, corresponding (according to known geological and geophysical data) to the search object. In the method of pulsating electromagnetic sounding, profile work is also carried out, which makes it possible to calculate and build complete geoelectric sections along profiles with the definition of all inhomogeneities of the geological environment.

The presented method is aimed at solving the problem of reducing the time and cost of exploration work while increasing the information content of the data obtained as a result of studying the electromagnetic parameters of the medium.

Key words: method of pulsating electromagnetic sounding, electrical exploration.

Метод пульсуючого електромагнітного зондування (ПЕМЗ) відноситься до електричних методів пошуку корисних копалин і може бути використаний при вивченні геоелектричного розрізу літосфери, прямого пошуку родовищ корисних копалин, моніторингу напруженого стану середовища. При дослідженні нафтогазових покладів використовується визначення колекторів в розрізі. Метод вирізняється високою достовірністю отриманих результатів.

Метод пульсуючого електромагнітного зондування дозволяє досліджувати вторинне поле перехідного процесу, яке залежить від активної провідності середовища, ефекту індукційно-наведеної поляризації, величини магнітної сприйнятливості, частоти збудливого поля. При використанні постійної приймально-передавальної системи одні й самі інтервали досліджень збуджуються близькими спектрами електромагнітних хвиль. При цьому при збудженні досліджуваного електромагнітного поля середовища зі збільшенням глибини введення електричного струму Землю відбувається загасання високочастотних електромагнітних хвиль. Контрастність у відмінностях електрофізичних властивостей різних об'єктів і порід, що вміщують, може змінюватися на різних глибинних зрізах. В основі обробки матеріалів пульсуючого електромагнітного зондування використаний закон збереження енергії (енергія первинного збуджуючого поля та енергія вторинного збуджуваного поля є рівними) та гіпотеза про те, що вторинне поле становлення поширюється серед з постійної швидкістю. Величина вертикальної швидкості була визначена емпірично як за результатами інтерпретації параметричних зондувань свердловин, так і математично (рівняння Фінчука). При обробці результатів використовують криві становлення $dV(t)/A$ перехідного процесу, параметри установок, координати центрів точок спостереження. Математичне забезпечення методу представлено у збірнику «Екологія та природокористування» [1, 2, 4].

Електророзвідувальні роботи зазвичай проводяться за системою профілів з певним кроком. Визначається аномалія на поверхні Землі, що відповідає (за відомими геолого-геофізичними даними) об'єктом пошуку. Також проводяться профільні роботи, що дозволяють розраховувати і побудувати повні

геоелектричні розрізи по профілях з визначенням усіх неоднорідностей геологічного середовища.

У досліджуваному середовищі збуджують електромагнітне поле шляхом введення електромагнітного імпульсу в Землю з наступним виміром сигналу вторинного електромагнітного поля. Вимірювання проводять багаторазово в одній точці в один і той же час доби парне число разів кількістю не менше 60. В результаті будують геоелектричний розріз середовища, в якому замість лінійних координат кроку профілю використовують тимчасові, причому інтерпретацію результатів здійснюють в режимі реального часу. Метод може бути використаний не тільки для пошуку нафтогазових покладів, але й для моніторингу напруженого стану середовища, яке фіксується отриманими часовими розрізами.

Особливістю методу є те, що вимірювання можуть проводитися не за профілем, а в одній точці багаторазово. Тим самим проводиться заміна лінійних координат - кроку по профілю, на часовий крок, що дозволяє отримати геоелектричний розріз, але в окремій точці спостереження. У обчисленнях крок за профілем вибирається не більше 20 м. При більшому інтервалі можливі лінійні спотворення.

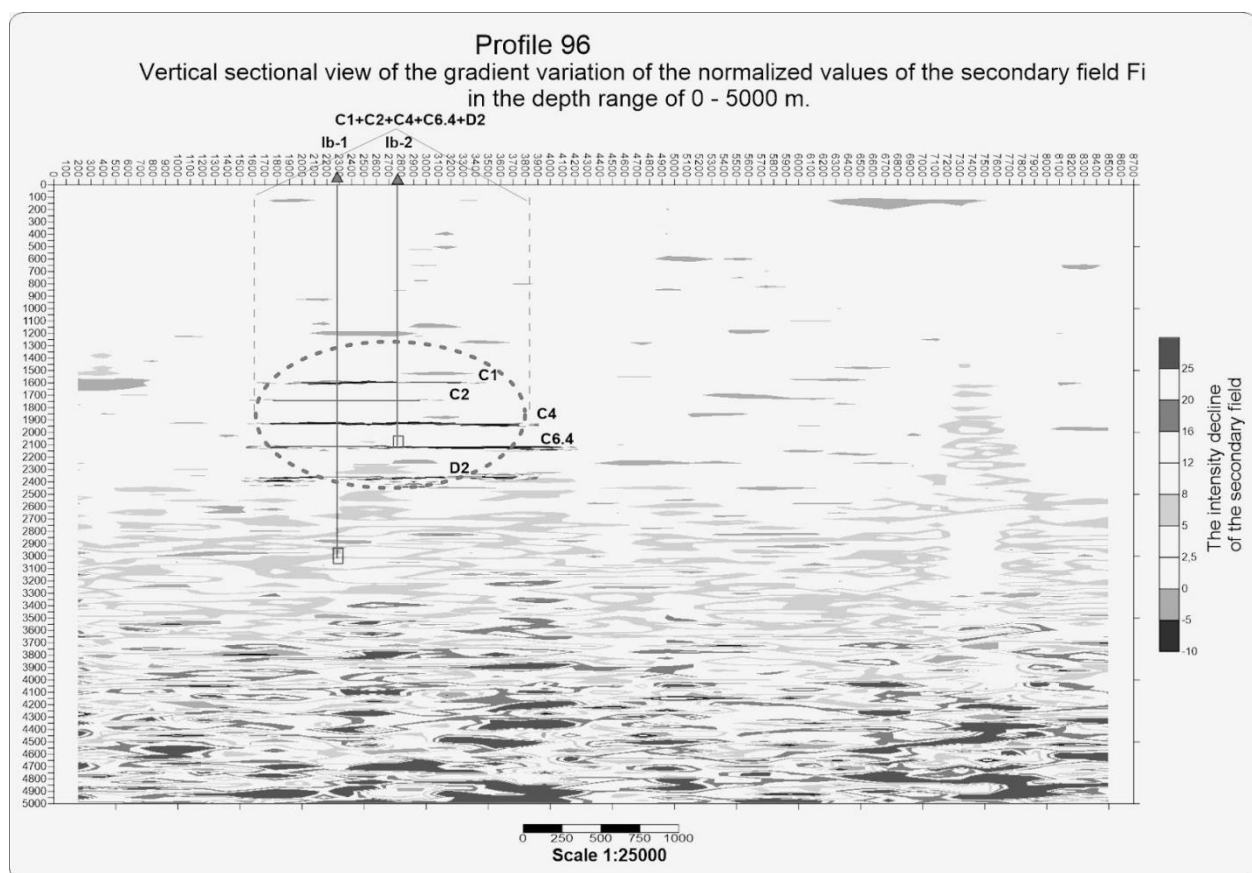


Рис. 1. Вертикальний розріз градієнта зміни напруженості вторинного поля F_1 в інтервалі глибин 0 - 5000 метрів за профілем 96 з використанням просторово-частотної фільтрації, Нігерія. Масштаб 1:25000

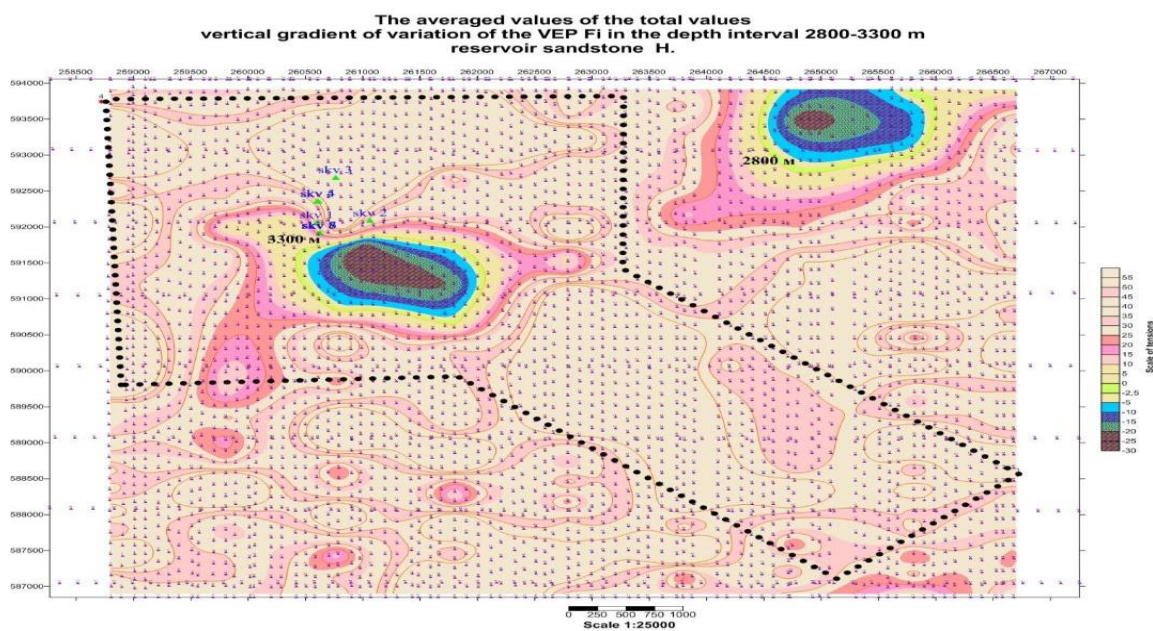


Рис. 2. Схема профілів на ділянці виконання робіт, Нігерія

Висновки.

Даний метод [3, 4] спрямований на вирішення задачі скорочення часу та вартості пошукових робіт з одночасним підвищенням інформативності даних, отриманих в результаті вивчення електромагнітних параметрів середовища, геоелектричного розрізу надр, моніторингу напруженого стану середовища та прямого пошуку родовищ корисних копалин. Отримані розрізи можуть передувати бурінню нафтогазових свердловин на родовищі, визначення конфігурації та розмірів пошукових об'єктів (рис.1, 2). Цей метод пройшов випробування при пошуках нафти та газу в Україні, Нігерії, Російській Федерації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Финчук В. В., Скопиченко И М. Метод точечного электромагнитного зондирования и его возможности // «Экология и природопользование», 2003. Вып. 6. – С. 169 – 172.
2. Финчук В.В., Скопиченко И М., Новиков А.В. Метод точечного электромагнитного зондирования. Теория и методы обработки // «Экология и природопользование», 2003. Вып. 6. – С. 173 –178.
3. Mykhailiuk S.F., Skopychenko I.M., Kuznetsov S.M. Device for measuring the natural and induced electromagnetic field of the Earth. Patent No139027 dated 10.12.2019 – 8 p. (in Ukrainian)
4. Skopychenko I., Mikhaylyuk S., Prosnyakov V. Using the method of pulsating electromagnetic sounding to determine disturbed zones in the lithosphere // Proceedings of the IX International Geomechanics conference 7-11. 09.2020. Varna, Bulgaria – P. 75 – 79.

ОСНОВНІ СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМКИ ПОШУКІВ ВУГЛЕВОДНІВ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

М.В. Харченко

кандидат геолого-мінералогічних наук

Державна комісія України по запасах корисних копалин,
01133, м. Київ, вул. Генерала Алмазова 18/7

С.Г. Вакарчук

кандидат геологічних наук

ТОВ «Ю. Бі. СейсмІк Юкрейн», 04053, м. Київ, Кудрявський Узвіз 7

А.М. Коваль

кандидат геологічних наук

НАК «Нафтогаз України», 01601, м. Київ, вул. Б. Хмельницького, 6

В сучасних умовах значно підвищується роль Західного нафтогазоносного регіону України. Ступінь освоєння різних частин регіону та їх перспективи дуже нерівномірні. До стратегічних напрямків подальших робіт можна віднести освоєння пасток вуглеводнів у юрських рифогенних утвореннях, мезозойських відкладах автохтону Карпат та девонських відкладах східного схилу Волино-Поділля.

Ключові слова: Західний регіон, вуглеводні, пастки

KEY STRATEGIC SEARCH DIRECTIONS FOR HYDROCARBONS IN WESTERN UKRAINE

M.V. Kharchenko

PhD, Geological and Mineralogical Sciences

State Commission of Ukraine on Mineral Reserves,
01133, Kyiv, Generala Almazova str. 18/7

S.G. Vakarchuk

PhD, Geological Sciences

U.B. SEISMIC UKRAINE LLC, 04053, Kyiv, Kudryavs'kiy Uzviz 7

A.M. Koval

PhD, Geological Sciences

NJSC Naftogaz of Ukraine, 01601, Kyiv, B. Khmelnytsky str. 6

Given the current situation, the role of the Western oil & gas region of Ukraine has prominently increased. The degree of development and potential varies across various parts of the region. Strategic directions of further explorations include hydrocarbon traps in Jurassic reef formations, Mesozoic deposits in the Carpathians autochthon, and Devonians deposits in the Eastern slope in Volyn-Podillia.

Key words: Western region, hydrocarbons, traps

Західний нафтогазоносний регіон – найстаріший в Україні. Незважаючи на десятиліття освоєння його нафтових та газових родовищ, регіон і сьогодні має певні перспективи на майбутнє. Особливо підвищується роль Західного регіону в сучасних умовах у зв'язку з агресією з боку Росії. Ступінь реалізації початкових ресурсів (відношення суми накопиченого видобутку та балансових запасів до початкових потенційних ресурсів) Західного регіону складає 39,6 відсотків [6], що свідчить про значний ще нереалізований потенціал.

З метою аналізу ступеня збалансованості освоєння вуглеводневих ресурсів Західного регіону в цілому та його окремих частин було використано метод графічного аналізу (діаграма Орлова [3]). Даний метод базується на трикутній діаграмі розподілу початкових сумарних ресурсів (за різними кодами класів від прогнозних ресурсів код класу 334 до накопиченого видобутку), яка характеризує ступінь збалансованості освоєння вуглеводневих ресурсів. Зазначена діаграма була адаптована до класифікації запасів/ресурсів вуглеводнів України [4, 5]. Проведений аналіз підкреслив незбалансований характер освоєння як загалом Західного регіону, так і Більче-Волицької зони, що характеризується значним відставанням підготовки перспективних об'єктів (наявний дефіцит запасів і ресурсів вуглеводнів кодів класів 332 та 333).

Освоєння вуглеводневих ресурсів Західного регіону вкрай нерівномірно. З одного боку це Бориславсько-Покутська та Більче-Волицькі зони Передкарпатського прогину, які характеризуються значним ступенем реалізації початкових ресурсів – біля 80 %, а з другого боку – всі інші нафтогазоносні області, які, по суті, ще на початковій стадії освоєння ресурсної бази вуглеводнів, де ступінь реалізації початкових ресурсів менше 10 %.

При подальшому освоєнні Бориславсько-Покутської та Більче-Волицької зон стратегічні завдання приблизно однакові – дорозвідка вже відкритих родовищ та підготовка нових об'єктів за результатами локального прогнозу нафтогазоносності. Проте тактичні задачі досить суттєво відрізняються внаслідок особливостей геологічної будови та нафтогазоносності цих зон, що необхідно враховувати при плануванні та проведенні геологорозвідувальних робіт.

Більче-Волицька зона – це автохтон з відносно невеликими глибинами (зазвичай до 1-2 км), простою тектонічною будовою, переважно газонасний, із значним впливом літологічного фактору на контроль газонасності.

Бориславсько-Покутська зона – це алохтон, дуже складної будови (декілька поверхів складок), глибини до 4 км і більше, нафтоносний, на контроль нафтогазоносності дуже великий вплив мають тектонічні порушення.

Найбільш цікавим в Західному нафтогазоносному регіоні наразі є Нафтогазоносний район Платформного автохтону Карпат. Його нафтоносність підтверджена Лопушнянським нафтовим родовищем, запаси якого більше 15 млн т загальні і більше 4 млн т видобувні. Основні запаси нафти зосереджені в юрських та нижньокрейдяних відкладах [2]. З цим районом може бути пов'язано розвиток юрських біогермних споруд, які є продуктивним в багатьох регіонах світу. На сьогодні в цьому районі розташована низка підготовлених та виявлених структур із загальними ресурсами біля 115 млн. т нафти. Цілком доречним є об'єднання їх в одну ділянку (наприклад УРП) площею біля 1300 км². Враховуючи однотипність будови локальних об'єктів дана ділянка буде play в класичному її розумінні. Основними джерелами вуглеводнів для нафтогазоносного району Платформного автохтону Карпат прогноуються менілітові відклади зони Кросно та Бориславсько-Покутської зони [7]

В Складчастих Карпатах останнім часом підвищився інтерес до зони Кросно. Частково це пов'язано із відкриттям Лютнянського газового родовища, другого родовища в цій зоні (є ще Гринявське газове родовище, що знаходиться в консервації). Обидва родовища розташовані в протилежних частинах зони Кросно – Лютнянське на північному заході, Гринявське - на південному сході. Нафтогазовий потенціал зони Кросно оцінюється неоднозначно. Враховуючи неоднозначність ресурсної бази вуглеводнів, орографію даної зони та газову інфраструктуру її освоєння доречно проводити поступово від вже відкритих родовищ. В цьому розумінні проведення АТ «Укргазвидобування» геологорозвідувальних робіт на Жденієвській площі (сусідній із Лютнянським газовим родовищем) є цілком логічним.

В межах Волино-Поділля, на жаль, практично поза увагою її східна частина, на межі з Українським щитом. Тут спостерігається велике стратиграфічне неузгодження – виклинювання палеозойських відкладів під мезозойську поверхню. В численних картувальних свердловинах даної частини регіону наявні прямі ознаки нафтоносності у девонських відкладах. Якщо стратиграфічно екрановані пастки тут малоперспективні внаслідок активної тектоніки і значної стратиграфічної перерви, то перспективи нафтоносності можна пов'язувати з іншими типами пасток (наприклад, склепенові, тектонічно екрановані тощо).

Свого часу ДП «Науканафтогаз» пропонувало [1] проведення регіональних сейсмічних робіт для уточнення геологічної будови на межі Волино-Поділля і Українського щита та визначення нафтоперспективних ділянок. З метою уточнення геологічної будови кембрійських, силурійських, девонських і кам'яновугільних відкладів, комплексного прогнозу геологічного розрізу та

вивчення перспектив нафтогазоносності було рекомендовано сейсморозвідувальні роботи проводити у супроводі граві-, електро-, магніторозвідувальних робіт і геохімічних досліджень та параметричного буріння [1]. Проте, на жаль, дана програма не була реалізована.

Проведення геологорозвідувальних робіт на найбільш перспективних ділянках Західного нафтогазоносного регіону України дозволить приростити ресурсну базу вуглеводнів, що є основою для збільшення видобутку нафти і газу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вакарчук С. Г., Коваль А. М., Караваєва Ю. А. Основні напрямки проведення параметричного буріння у Волино-Подільській нафтогазоносній області // Буріння. – 2009. - №2 (квітень-червень). - С. 32-35
2. Державний баланс запасів корисних копалин України на 1 січня 2020 р. Нафта. Випуск 60. – Київ: ДНВП „Геоінформ України”, 2020. – 626 с.
3. Орлов В.П. Ресурсный потенциал и государственное регулирование недропользования / Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2006. – № 4. – с. 18-21.
4. Харченко Микола, Вакарчук Сергій, Пономаренко Леся. Стан освоєння ресурсної бази вуглеводнів нафтогазоносних регіонів України // Геологія і геохімія горючих копалин – 2017, № 1-2 (170-171) – С.176-177.
5. Харченко М. В., Вакарчук С.Г., Пономаренко Л. С. Методичні аспекти визначення стану освоєння ресурсної бази вуглеводнів // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали четвертої науково-практичної конференції (6–10 листопада 2017 р., м. Трускавець). Державна служба геології та надр України, Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – К.: ДКЗ, 2017. – С. 19-23
6. Щорічник „Підсумки геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в Україні”. – Київ: ДНВП „Геоінформ України”, 2021. – 124 с.
7. Radkovets N., Kotarba M., Koltun Y., Kowalski A., Kosakowski P. & Więclaw D. 2016: Origin and migration of oil from the Ukrainian Outer Carpathians to their Mesozoic basement: a case of Lopushna traps. Geol. Quarterly 60, 88–103.

РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНКИ БУРІННЯ ПОШУКОВОЇ СВЕРДЛОВИНИ НА ШЕЛЬФІ ЯПОНІЇ

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

Наведено результати обстеження ділянки буріння пошукової свердловин на шельфі Японії. Дослідження проведено з метою додаткової апробації прямопошукових методів та вдосконалення методичних прийомів їх застосування в геологорозвідувальному процесі на нафту, газ та водень. Інформативність матеріалів обстеження пошукової площі та локальної ділянки на шельфі Японії підтверджена результатами буріння сухої свердловини в її межах.
Ключові слова: нафта, газ, прямопошукові методи, шельф, свердловина.

RESULTS OF APPLICATION A TECHNOLOGY OF SATELLITE IMAGES FREQUENCY-RESONANCE PROCESSING FOR SURVEYING THE AREA OF AN EXPLORATION WELL DRILLING ON JAPAN OFFSHORE

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

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

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of survey of the exploratory wells drilling area on the shelf of Japan are given. The study was conducted with the aim of additional testing of direct-prospecting methods and improvement of techniques for their application in the geological prospecting process for oil, gas and hydrogen. The informativeness of the survey materials of the search area and the local site on the shelf of Japan is confirmed by the results of a dry well drilling within its limits.
Key words: oil, gas, direct search methods, shelf, well.

Вступ. Частотно-резонансна технологія обробки супутникових знімків та фотознімків [1] активно застосовується для вирішення різноманітних геологічних задач, у тому числі й для вивчення глибинної будови структурних комплексів Землі, пошуків горючих та рудних корисних копалин, а також води [2]. В тезах представлені результати обстеження з використанням мобільних прямопошукових методів пошукової площі та локальної ділянки буріння свердловини на вуглеводні на шельфі Японії.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1, 2].

Результати інструментальних вимірів. Інформація про заплановане буріння свердловини на шельфі на захід від Японії представлена на багатьох сайтах Інтернету, в тому числі і на [3]. Карта-схема розташування свердловини показана на рис. 1 [3], а супутниковий знімок цього району – на рис. 2. Ділянка частотно-резонансної обробки позначена на знімку прямокутним контуром.

Результати обробки 22 січня 2022 р. У процесі частотно-резонансної обробки фрагмента супутникового знімка у прямокутному контурі на рис. 2 з поверхні зареєстровані відгуки на частотах 10-ої групи осадових (кременистих) порід та мертвої води. Сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, фосфору, водню, живої води та солі натрій-хлористої не отримані!

При скануванні розрізу з поверхні, крок 10 см, верхня кромка крем'янистих порід зафіксована на глибині 441 м, а відгуки від крем'янистих порід простежені з кроком 1 м до 1 км (далі сканування не проводилося).

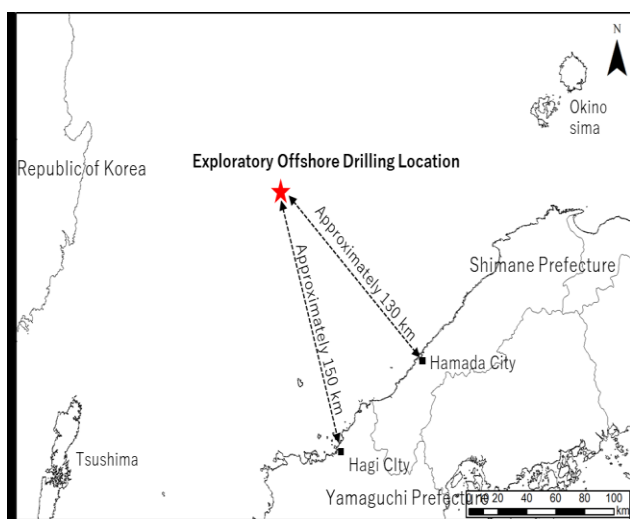


Рис. 1. Карта-схема розташування свердловини [3].

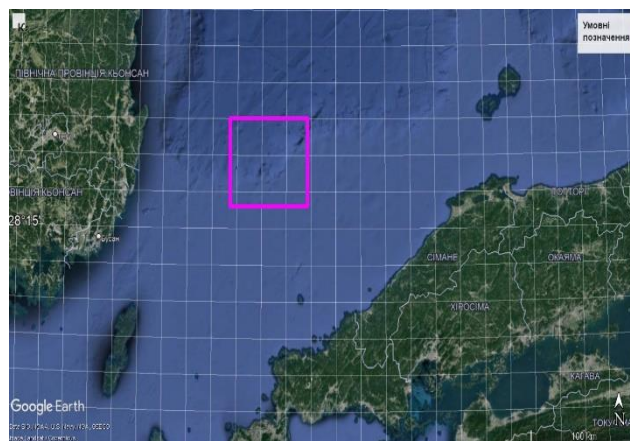


Рис. 2. Супутниковий знімок району розташування проектної свердловини. Ділянка частотно-резонансної обробки позначена прямокутним контуром.

Фіксацією відгуків на різних глибинах корінь вулкана крем'янистих порід визначено на глибині 723 км. З інтервалу 723-996 км отримані сигнали від гранітів (старих).

На поверхні 440 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від 1-ї (псефіти, конгломерати мономінеральні), 3-ї (алеврити, аргіліти, глини), 4-ї (аргіліти каолінітові), 5-ї (глини каолінітові) і 6-ї (осадово-вулканокластичні породи; туфобрекчії) груп осадових порід. Відгуки на частотах нафти були відсутні.

У зв'язку з відсутністю відгуків на частотах нафти, конденсату та газу подальша (детальна) обробка фрагмента супутникового знімка не проводилася.

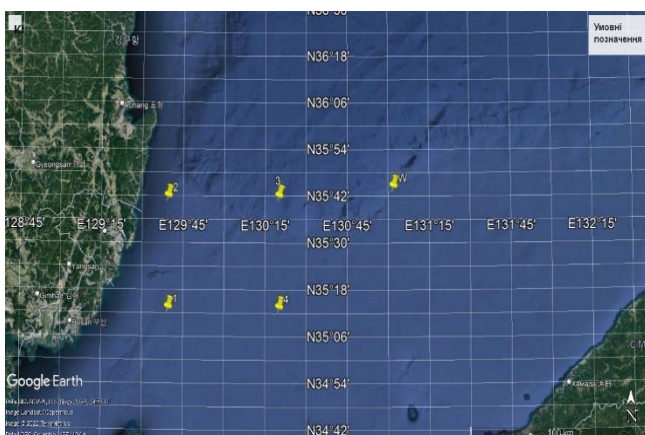
Висновки. Результати оперативно проведеної обробки фрагмента супутникового знімка в районі розташування проектної свердловини на шельфі Японії дозволяють зробити висновок, що ймовірність отримання припливів флюїдів у свердловинах на ділянці обстеження близька до нуля!

Зазначимо ще раз, що у вулканічних комплексах, заповнених крем'янистими породами, жодного разу не фіксувалися відгуки на частотах нафти, конденсату та газу! Корені практично всіх виявлених вулканів крем'янистих порід фіксується на глибині 723 км.

Експериментальні дослідження в різних регіонах показали, що крем'яні породи можуть бути дуже гарною покривкою для формування скупчень природного водню в колекторах розрізу.

Результати обробки 6 травня 2022 р. Наприкінці квітня 2022 р. з'явилася інформація [5], що бурова платформа HAKURYU 5 розташована в точці буріння. Координати точки буріння ($35^{\circ}43'01.2''\text{N}$, $131^{\circ}01'13.1''\text{E}$) визначені за положенням бурового судна.

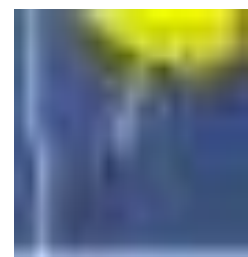
Положення платформи на супутниковому знімку показано на рис. 3а, а фрагменти локальних ділянок частотно-резонансної обробки на рис. 3б та в.



а)



б)



в)

Рис. 3. Супутниковий знімок району розташування проектної свердловини (а). Положення бурового судна позначено маркером із символом W. Прямокутник зліва (чотири маркери) –

ділянка частотно-резонансної обробки на шельфі Південної Кореї (а). Локальні ділянки частотно-резонансної обробки (б, в).

Знімок на рис. 3б. При частотно-резонансній обробці знімка **сигнали на частотах нафти, газоконденсату та газу не зафіксовані!**

Зареєстровані відгуки від 10-ої групи осадових (кременистих) порід. Корінь вулкана з крем'янистими породами визначено на глибині 723 км, а верхній край – на 630 м.

Знімок на рис. 3в. При частотно-резонансній обробці знімка **сигнали на частотах нафти, газоконденсату та газу не зафіксовані!**

Зареєстровані відгуки від 10-ої групи осадових (кременистих) порід. Корінь вулкана з крем'янистими породами визначено на глибині 723 км, а верхній край – на 627 м.

Висновки. Результати додаткової обробки локальних фрагментів супутникового знімка в точці розташування бурової платформи **NAKURYU 5** підтверджують висновки, отримані при проведенні рекогносцирувальних досліджень 22 січня 2022: **ймовірність отримання припливів флюїдів в пробуреній свердловині в точці з координатами 35°43'01.2"N, 131°01'13.1"E дорівнює нулю!**

Результати буріння свердловини. 28 серпня 2022 р. на інтернет-сайті виявлено інформацію про переміщення бурової платформи NAKURYU 5 в межах японського шельфу. Це означає, що бурові роботи корпорації Inpex на пошуковій свердловині завершені! Швидше за все, свердловина заглушена та зацементована!

На жаль, 28 серпня 2022 р. не було виявлено інформації про результати буріння на сайтах! Традиційно, у випадках виявлення скупчень вуглеводнів у пошукових свердловинах компанії повідомляють про це ще до завершення буріння! Це дозволило зробити висновок, що пробурена свердловина «суха»!

Отже, результати обстеження ділянки буріння прямопошуковими методами, оприлюднені у тезах, ще раз підтверджено бурінням!

Авторам виконаних робіт доводиться лише шкодувати, що фахівці (геологи та геофізики) не враховують результати застосування прямопошукових методів на ділянках буріння свердловин. А це призводить до того, що Компанії-оператори пошукових блоків та Інвестори зазнають величезних збитків!

Коротка офіційна інформація про завершення буріння з'явилася на сайті Компанії Inpex 2 вересня 2022 р. В інформаційному повідомленні Компанія заявляє [4]: «Хоча присутність природного газу та сирої нафти була виявлена в

більш глибокій частині свердловини, Inpex зараз оцінює об'єми вуглеводнів як недостатні для комерційної видобутку».

Заключення. Результати рекогносцирувальних досліджень на шельфі Японії свідчать також, що мобільні прямопошукові методи можуть використовуватися для оцінки перспектив нафтогазоносності великих пошукових блоків та локальних ділянок, вибору оптимальних місць (майданчиків) закладення пошукових свердловин, оцінки перспектив виявлення покладів нафти та газу у глибоких та глибинних горизонтах розрізу, пошуків та локалізації зон розташування глибинних каналів міграції хімічних елементів, флюїдів та мінеральної речовини у верхні горизонти розрізу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62, Часть V. Геоінформатика. 2021. № 3-4. С. 51-88.
3. INPEX to Commence Exploratory Offshore Drilling Offshore Shimane, Yamaguchi Prefectures in Japan. <https://www.inpex.co.jp/english/index.html>
4. Inpex completes exploratory drilling off Japan <https://www.naturalgasworld.com/inpex-completes-exploratory-drilling-off-japan-100613>
5. Offshore well in Japan: drilling to start imminently. <https://www.upstreamonline.com/exclusive/offshore-well-in-japan-drilling-to-start-imminently/2-1-1207247>

ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ В РАЙОНІ КУРОРТНОГО ЦЕНТРУ МИРГОРОД ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОПОШУКОВИХ МЕТОДІВ

М.А. Якимчук

доктор фізико-математичних наук

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

І.М. Корчагін

доктор фізико-математичних наук

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

Наведено результати експериментальних досліджень з використанням прямопошукової технології в районі курортного центру Миргород. Лікувальні заклади в Миргороді розташовані у межах вулканічної структури, заповненої вапняками, які зверху перекриті доломітами. Водонесний колектор з мінеральною водою «Миргородська» розміщений у вапняках, а поклади з водою «Лягідна» та «Старий Миргород» – у доломітах.

Ключові слова: Миргород, вулкан, прямопошукові методи, вапняки, мінеральна вода.

FEATURES OF THE DEEP STRUCTURE IN REGION OF MYRHOROD RESORT CENTER BASED ON THE RESULTS OF DIRECT-PROSPECTING METHODS APPLICATION

M.A. Yakymchuk

Doctor of physical and mathematical sciences

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

I.M. Korchagin

Doctor of physical and mathematical sciences

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine,

The results of experimental research using direct-prospecting technology in the area of the resort center of Myrhorod are presented. Medical facilities in Myrhorod are located within a volcanic structure filled with limestone, which is covered by dolomite on top. The aquifer with mineral water "Myrhorodska" is located in limestone, and the water deposits "Lahydna" and "Stariy Myrhorod" are located in dolomites.

Key words: Myrhorod, volcano, direct-prospecting methods, limestones, mineral water.

Вступ. В 2022 р. з використанням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків [1, 2] проведено обстеження численних локальних ділянок розташування водонесних джерел (у тому числі з цілющою водою) та кількох курортних центрів з мінеральною водою на території України. В тезах наведено матеріали

інструментальних вимірювань в районі курортного центру Миргород та в короткій формі описані результати обстеження ділянок з мінеральними водами різного типу.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1, 2].

У черговий раз акцентуємо увагу на відмінну особливість прямопошукових частотно-резонансних методів, що розробляються. На відміну від класичних геофізичних, використовуваних методи надають можливість у кожному конкретному випадку наповнювати розріз присутніми в ньому комплексами осадових, метаморфічних і магматичних порід, а також визначати в першому наближенні (і уточнювати на етапах деталізації) інтервали розрізу, перспективні на виявлення горючих і рудних корисних копалин, одразу, у процесі проведення вимірювань (реєстрації сигналів) розробленими апаратурно-вимірювальними пристроями (тобто без додаткових етапів моделювання та геологічної інтерпретації результатів інструментальних вимірювань). У цих тезах, а також в інших опублікованих матеріалах акцент робиться переважно на подання результатів вимірювань.

Курортний центр Миргород (Полтавська область). На рис. 1 представлені знімки різної величини з району розташування курорту Миргород.

У процесі частотно-резонансної обробки знімка з джерелом мінеральної води (рис. 1а) зареєстровані сигнали на частотах мертвої води, 7-ї (вапняки перекриті) та 8-ї (доломіти) груп осадових порід. Відгуки від ВВ, солі та магматичних порід не отримані.

Під час обробки знімка більшої площі (рис. 1б) також зареєстровані сигнали від мертвої води, вапняків та доломітів. Відгуки від доломітів були відсутні на глибині 50 км (перекривають вапняки), нижня кромка вапняків визначена на глибині 99 км, а з інтервалів 99-723 км та 723-996 км отримані відгуки від крем'янистих порід та гранітів (старих), відповідно. Верхня кромка вапняків визначена скануванням з кроком 10 см на глибині 150 м. На поверхні 148 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів і псамітів (друга група осадових порід), а також від мертвої води з доломітів.



а)



б)



в)

Рис. 1. Фотографії ділянок обстеження у курортному центрі Миргород.

Скануванням розрізу з поверхні крок 10 см, відгуки від мертвої води з доломітів отримані з інтервалу 60-(85-інтенсивний)-143 м, а сигнали від мертвої води з вапняків почали фіксуватися з 208 м при скануванні з 140 м, крок 10 см.

При скануванні з 650 м, крок 10 см, з 700 м крок 1 см, відгуки від мертвої води з вапняків зареєстровані з інтервалу 701.5-(715-дуже інтенсивний)-722.2 м.

На рис. 2 у пляшках показано три типи миргородської мінеральної води.

З використанням води з лінії розливу на заводі (рис. 2а) отримані відгуки на частотах мертвої води з вапняків та вуглекислого газу; відгуки від мертвої води з доломітів були відсутні. Сигнали на частотах цієї води отримані також на глибині 701.5 із нижньої частини розрізу, відгуки від верхньої частини не отримані.

З використанням води Лагідна (рис. 2б) для обробки знімка на рис. 49б отримані відгуки на частотах мертвої води з доломітів. При скануванні розрізу з 55 м, крок 1 см, відгуки на частотах води Лагідна та мертвої води отримані з інтервалу 74.40-(78-дуже інтенсивний) – 84 м.



а)



б)



в)

Рис. 2. Фотографії мінеральної води з курорту в Миргороді.

Під час обробки знімка на рис. 2в із використанням води «Старий Миргород» (рис. 50в) із поверхні зафіксовані сигнали на частотах мертвої води з доломітів. Відгуки від цієї води почали фіксуватися з 168 м при скануванні розрізу зі 140 м з кроком 5 см. А при скануванні зі 164 м з кроком 1 см відгуки від води «Старий Миргород» отримані з інтервалу 165.20-(168-інтенсивний)-181 м. Додатковим скануванням з 140 м, крок 5 см, нижня кромка доломітів визначена на глибині 203 м. На цій поверхні відгуки доломітів з нижньої частини розрізу не отримані.

Основні результати. Матеріали рекогносцирувального обстеження площ розташування деяких курортних центрів з мінеральною водою різного типу дозволяють сформулювати уявлення про особливості формування цілющих вод у вулканічних комплексах, заповнених осадовими та магматичними породами певного типу. Результати проведених інструментальних вимірів можуть бути охарактеризовані у наступній формі.

1. Відомий курортний центр у Миргороді розташований у межах вулкана, заповненого осадовими породами 7-ої групи (вапняки), які зверху перекриті доломітами. Інструментальні виміри показали, що колектор з мінеральною водою «Миргородська» розташований у вапняках, а поклади з водою «Легідна» та «Старий Миргород» – у доломітах.

2. Курортний центр у м. Трускавець розташований над базальтовим вулканом, в межах якого вимірами підтверджено міграцію водню в атмосферу. У верхній частині розрізу над базальтами можуть бути виявлені скупчення водню в колекторі потужністю 84 м, який перекритий породами гнейсової групи.

Зазначимо також, що на більшій території в районі м. Трускавець встановлено наявність вулканічних комплексів, заповнених 1-6 групами осадових порід, гранітами (молодими, старими та з інтервалу до 13 км), базальтами, кімберлітами та метаморфічними породами 12-ї, 13-ї, 14-ої груп. На площі обстеження з поверхні зафіксовано відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій метаноокислювальних, фосфору (червоного, коричневого, жовтого), горючих сланців, газогідратів, антрациту, азоту, кисню, вуглецю, водню, водневих бактерій, живої, та мертвої води, алмазів, графіту, золота, коєсита, глибинних базальтів.

3. Курорт Сатанів розташований в межах вулкана, заповненого осадовими породами 7-ої групи (вапняки), в якому на глибині 46 км існують умови для синтезу мертвої води.

4. Декілька джерел з мінеральною водою типу «Нарзан» у районі Ужгорода розташовані в межах вулкана, заповненого магматичними породами 7-ої групи (ультрамафічні), у яких також є калійно-магнієва сіль.

5. На ділянці з джерелом мінеральної води «Нарзан» визначено вулканічний комплекс, заповнений гранітами з інтервалу до 13 км, у якому на глибині 13 км існують умови для синтезу мертвої води, а на поверхні 11 км – для живої.

6. На локальній ділянці джерела з мертвою водою у м. Моршин визначено вулкан, заповнений осадовими породами 7-ої групи (вапняки).

7. Принципово важливим результатом проведених експериментальних робіт є те, що локальні ділянки розташування джерел із живою (цілющою) водою є перспективними (першочерговими) для пошуків природного водню!

Заключення. Матеріали експериментальних досліджень рекогносцирувального характеру на представницькій множині локальних ділянок і площ наочно і досить переконливо демонструють працездатність, інформативність і оперативність прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків при пошуках водоносних колекторів, інтегральної оцінки перспектив виявлення скупчень водню, нафти та газу на площах обстеження, а також в інтервалах розрізу локальних ділянок. Інструментальними вимірами у процесі проведення робіт можуть бути визначені глибини, на яких існують умови для синтезу нафти, конденсату, газу, а також живої та мертвої води.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.
2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62, Часть V. Геоінформатика. 2021. № 3-4. С. 51-88.

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH

ВПЛИВ ФАНЕРОЗОЙСЬКИХ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ПАЛЕОТЕТИСІ НА ФОРМУВАННЯ ДОНБАСУ

К.А. Безручко

доктор геологічних наук,

Л.І. Пимоненко

доктор геологічних наук,

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

Проведено аналіз літолого-стратиграфічних умов формування основних геологічних структур південної частини Східно - Європейської платформи (СЄП) - Добруджа, Кавказ, Крим, Донбас. Співставлення основних етапів розвитку, геодинамічних процесів та механізму утворення основних структур СЄП (Добруджа, Крим, Кавказ, Донбас) у фанерозої засвідчило загальні закономірності формування і розвитку цих структур.

Ключові слова: Східно-Європейська платформа, геодинамічні умови, Донбас.

IMPACT OF PHANEROZOIC GEODYNAMIC PROCESSES IN THE PALEOTHETIS ON THE FORMATION OF DONBAS

K.A. Bezruchko

Doctor of Geological Sciences

L.I. Pymonenko

Doctor of Geological Sciences

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

An analysis of the lithological and stratigraphic conditions in the formation of the main geological structures in the southern part of the Eastern European Platform (EEP) – Dobruja, Caucasus, Crimea, Donbas was carried out. Comparing the main stages of development, geodynamic processes and the mechanism in the formation of the main structures of the SEP (Dobrudzha, Crimea, the Caucasus, Donbas) in the Phanerozoic proved the general patterns of the formation and development of these structures.

Key words: East European Platform, geodynamic conditions, Donbas.

Літолого-фаціальні умови осадконакопичення та тектонічні особливості різних структур південної частини СЄП описані досить детально. Але, незважаючи на значні, за обсягом, геологічні дослідження цього регіону, чітка кореляція тектонічних рухів в його межах практично відсутня. Дискутуються питання спільності геодинамічних процесів і часу їх протікання при формуванні окремих структур, наприклад про можливий зв'язок тектоніки Донбасу з геодинамікою Середземноморського регіону.

На нашу думку, натеper найбільш аргументованою є модель формування цього регіону, яка базується на мобілістській концепції. Згідно з нею в палеозої-

мезозої південна околиця СЄП була континентальним схилом океану Тетіс, що був розбитим довгоживучими субмеридіональними розломами на окремі блоки. За рахунок переміщень по розломах сформувалися басейни, в яких відбувалося накопичення морських, прибережних, лагунно-континентальних відкладів. Конвергентні процеси, які відбувалися у Тетісі, зумовили нерівномірний у просторі та часі тиск на блоки фундаменту, що зумовило особливості структур південної околиці. Аналіз літолого-тектонічних даних дозволив встановити взаємозв'язок між формуванням структур регіону, що проявляється під час найбільш потужних тектонічних фаз:

- Бретонська (D_3 / C_1) – підсув Мізійської плити під південно-західну частину СЄП привів до того, що при підйомі південної частини зони Мечин, накопичені в ній відклади були виведені на поверхню, одночасно, в розташованій північно-східніше частині регіону, збільшується швидкість накопичення осадових відкладів – свити "карапеліт";

- Судетська фаза (C_1/C_2) – підйом та розмив відкладів Мізійського горсту (складчастість (Мечинський антиклинорій) → закладення прогину в підзоні Тулчі → зміна умов осадконакопичення (морські умови змінилися континентальними) в Переддобруджинському прогині;

- Донецька (J_1/J_2) – підйом та розмив відкладів в зоні Мечін → складчастість в підзоні Тулчі → закладення Переддобруджинського прогину.

Цей взаємозв'язок свідчить про єдиний механізм формування прогинів. Такий механізм є характерним для задугових крайових басейнів, що утворюються на активних околицях плит літосфери внаслідок субдукції. Теоретично цей процес супроводжується магматичними явищами кислого складу на півдні та середнього на півночі, що цілком узгоджується з наявними даними. Встановлені загальні риси свідчать про формування тектоніки регіону в результаті періодичної дії стискуючих зусиль, спрямованих з південного заходу на північний схід.

За аналогією з Добруджею виділені наступні тектонічні цикли формування Кримського півострова:

- Таврійський прогин – накопичення відкладів ($P_2?+T_{2+3}+J_1$) → початок підйому (T_3 / J_1) → складчастість (J_1 / J_2);

- Юрський прогин – накопичення відкладів (J_{2+3}) → початок підйому (J_3) → складчастість (J_3 (тітон));

- Крейдяний прогин – накопичення відкладів (J_3 (тітон) + K_{1+2}) → початок підйому (K_2) → складчастість (K_1 / P).

За характером осадконакопичення, у формуванні Донбасу можна виділити такий самий тектонічний цикл, як і для Добруджи та Криму – палеозойський басейн – накопичення відкладів ($D+Z+P_1$) → початок підйому (C_3 / P_1) → складчастість (P_1 / P_2), що свідчить про єдність зовнішніх глобальних сил тих, що зумовили їх.

На підставах літолого-стратиграфічних і тектонічних умов Добруджи та Кримського півострова встановлені наступні загальні закономірності цих структур:

- Осадкові відклади в палеозойських прогинах зім'яті в круті ізоклінальні (часто перевернені) складки північно-західного простягання; у мезозойських – складки простіші і більші, але простягання їх зберігається (виняток становлять складки на південному березі Криму), що свідчить про збереження напрямку і характеру діючих сил;

- В підґрунті накопичених відкладів знаходяться конгломерати, гравеліти, грубозернисті аркози, магматичні породи, вище – вапняки, що характеризує загальну для цих регіонів закономірність осадконакопичення; наявність грубозернистих порід свідчить про швидке – "провальне" занурення;

- Складчасті процеси, переважно, супроводжувалися магматичними явищами;

- Закладання кожного наступного прогину відбувається в ту саму тектонічну фазу, що і складчастість попереднього; прогини є субпаралельними, мають північно-західне простягання, осі молодших зміщені до північного сходу (убік протилежний до напрямку діючих сил);

- Подібні тектонічні цикли, що містять наступні етапи: накопичення осадів → підйом → складчастість (табл.).

Співставлення часу формування прогинів в Добруджі та Криму свідчить про одночасність основних мезозойських регіональних етапів. Отже, аналогічно, можна зробити висновок, що виділені в Добруджі палеозойські етапи також притаманні для інших структур, що розташовувалися на південній околиці СЄП у фанерозої (табл.).

За умовами осадконакопичення, у формуванні Донбасу можна виділити такий самий тектонічний цикл, як і для Добруджи та Криму – палеозойський басейн – накопичення осадів ($D+C+P_1$) → інверсія тектонічного режиму (C_3 / P_1) складчастість (заальська фаза) → закладання мезозойського прогину (пфальцська фаза). Донбас має таку саму будову: за геофізичними даними вісь рифейського грабену зміщена на південний захід від осі палеозойського, мезозойського – до північного сходу (мезозойський прогин). Осі прогинів є субпаралельними.

Основні фази складчастості структур на півдні ССП

Тектонічні фази	Добруджа	Крим	Кавказ
Судетська (C ₁ / C ₂)	Зона Мечин - утворення крутих складок північно- західного простягання, вулканізм	Відмості відсутні	Великий Кавказ - складчастість, шар'яж з зсувною складовою, вулканізм; Сванетський антиклінорій - утворення крутих складок субширотного простягання
Заальська (P ₁ / P ₂)	Карапелітовий прогин - утворення крутих складок північно-західного простягання, вулканізм	Альмінське вікно - утворення крутих складок північно- західного простягання	Передкавказзя - інтенсивна складчастість, Дагестан - утворення складок субширотного простягання; зміна азимутів простя- гання зміщувачів розривних порушень (96° на 139°)
Пфальцька (P ₂ / T ₁)	Закладення тріасового прогину, активізація рухів за субмеридіональними розломами, вулканізм	Відклади нижнього тріасу відсутні	Інверсія у Східному Передкавказзі (Вал Карпінського), інтенсивна складчастість
Давньокімерійська (T ₃ / I ₁)	Складчастість в Налбандському грабені, вулканізм	Тектонічне неузгодження	Підйом та денудація доюрських відкладів
Донецька (I ₁ / I ₂)	Тулчінський прогин - складчастість, вулканізм	Таврійський прогин - складчастість (на заході - північно- західне простягання, на півдні - північно- східне), вулканізм	Із заходу на схід зменшення потужності (від 1000 м до 100 м) та типу відкладів
Новокімерійська (I ₃ / K ₁)	Переддобруджин- ський прогин - утворення складок північно-західного простягання	Юрський прогин – утворення складок північно-східного простягання, вулканізм, зсувні переміщення	Західне Передкавказзя - складчастість; Дагестан - складчастість (адигейська фаза)
Ларамійська (K ₂ / P)	Бабадагська мульда - складчастість	Крейдовий прогин - утворення складок північно-західного простягання	Адигейський виступ - незначна складчастість, інверсія

Висновки: Зіставлення головних етапів розвитку, геодинамічних процесів та механізму утворення основних структур СЄП (Добруджа, Крим, Кавказ, Донбас) у фанерозої засвідчило загальні закономірності формування і розвитку цих структур. Однаковий механізм і час формування зазначених структур, аналогічний тип складчастості та її параметри характеризують глобальність геодинамічних процесів, що відбувалися у Тетисі в часи фанерозою.

Характерною рисою будови розглянутих структур є зміщення вісі молодих басейнів до північного сходу. Утворення таких структур можливе тільки в результаті періодичної дії горизонтальних стискуючих зусиль зі значною зсувною складовою.

Встановленим закономірностям формування структур відповідає відомий механізм утворення задугових окраїнних басейнів, що утворюються на активних околицях плит літосфери внаслідок субдукції. Періодичний підсув океанічної плити привів до перебудови структурних планів та зміни температурних умов досліджуваних регіонів. Це вплинуло на особливості просторового розміщення нафтогазоперспективних ділянок. Отримані дані дозволять розширити площі та оптимізувати процес пошуків таких ділянок.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНОЇ ГАЗОНОСНОСТІ ВУГЛЕНОСНОЇ ТОВЩІ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ

І.В. Бучинська¹, М.М.Матрофайло², А.В. Побережський², О.О. Ступка¹

¹кандидат геологічних наук, ²кандидат геолого-мінералогічних наук

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,

79060, м. Львів, вул. Наукова 3а

Формування природної газонасності вугленосних товщ у вуглепородних масивах зумовлено певними особливостями будови. За формою знаходження газів виділяються колектори двох типів – колектори сорбованих газів та колектори вільних і розчинених газів. Вугілля, вугільні пропластки і вугільні включення та вуглисті породи з відносно високим вмістом (понад 30%) розсіяної вуглистої речовини за своєю природою є одночасно як генераторами, так і акумуляторами газів.

Ключові слова: вугільні гази, метан, органічна речовина, вугілля, пісковик, колектор.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE NATURAL GAS CAPACITY OF THE COAL-BEARING LAYER OF THE LVIV-VOLYN COAL BASIN

I.V. Buchynska¹, M.M. Matrofailo, A.V. Poberezhsky², O.O. Stupka¹

*¹Candidate of Geology Sciences (PhD), ²Candidate of Geology and Mineralogy
Sciences (PhD)*

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals NAS of Ukraine,

79060, 3 a, Naukova st., Lviv

The formation of natural gas capacity of coal-bearing strata in coal-bearing massifs is determined by certain features of the structure. There are two types of collectors based on the form of gases: collectors of sorbed gases and collectors of free and dissolved gases. Coal, coal seams and coal inclusions and carbonaceous rocks with a relatively high content (more than 30%) of dispersed carbonaceous matter by their nature are both generators and accumulators of gases.

Key words: coal gases, methane, organic matter, coal, sandstone, collector.

Основні гази, що формують газонасність вугільних басейнів – метан (CH₄), вуглекислий газ (CO₂), азот (N₂), важкі вуглеводні (етан C₂H₆, пропан – C₃H₈, бутан – C₄H₁₀, пентан – C₅H₁₂). Також у газових пробах вугільних пластів рідко і в незначних кількостях від десятих-сотих долей до одного відсотка присутні водень (H₂), оксид вуглецю (CO), сірководень (H₂S), гелій (He). Сірчаний газ (SO₂) і рідкісні гази (Ne, Ar, Kr, Xe) зустрічаються спорадично. Основними газами вугленосної товщі ЛВБ є метан, азот і вуглекислий газ, а всі інші – це незначні за кількістю домішки. Вміст метану у газовій суміші коливається від 0 до 100 % і закономірно зростає із глибиною [4, 7].

За формою знаходження газів виділяються колектори двох типів – колектори сорбованих газів та колектори вільних і розчинених газів. Вугільні гази акумулюються органічною речовиною вугілля і вуглевмісних порід.

Вугілля – природний сорбент, який характеризується високою сорбційною здатністю [13]. Поняття сорбції об'єднує декілька її видів – адсорбцію, абсорбцію та хемосорбцію. Газоємність вугілля контролюється законами сорбції. Сорбційність газів зростає в ряді He , H_2 , N_2 , Ar , CH_4 , CO_2 та важкі вуглеводні.

Особливої уваги заслуговує виявлення зв'язків природної метаноносності вугільних пластів з речовинним складом і метаморфізмом вугілля. Переважна частина метану (70–95 %) знаходиться в сорбованому стані, тобто та кількість метану, яку може утримувати вугілля на поверхні ультра- і мікропор. Дослідженнями пористості встановлено, що основний об'єм газів зумовлений молекулярними порами розміром декілька ангстрем, тобто рівними розмірами молекул газів (метану, діоксиду вуглецю, азоту, водню, високомолекулярних вуглеводнів) [4]. Мікроструктура вугілля формується властивостями окремих мікрокомпонентів та визначається певною густиною і наявністю великої кількості ультра- і мікропор [6]. Структуру “губчастої маси” під час процесу метаморфізму набувають вітриніти, а інколи і мікриніти (група інертинітів). На покращення колекторських властивостей впливає мікротріщинуватість мікрокомпонентів вугілля, посилюючи їхню адсорбційну здатність [2, 14]. Максимальною сорбційною ємністю характеризується вугілля, складене не менше, ніж на 75 % з вітриніту і семивітриніту. Ліптинітове і сапропелітове вугілля, залежно від кількості у ньому вітринітової або мікринітової основної маси, також може бути добрим сорбентом газів.

Основними чинниками, які визначають газоємність органічної речовини, що входить до складу вугільних пластів та вмісних порід, є тиск газу (при збільшенні тиску зростає сорбція та компресія вільної фази); температура, при зростанні якої сорбція знижується; волога (також знижує сорбцію); петрографічний склад вугілля [5]. Склад і об'єм газів, що містяться у викопному вугіллі, залежить як від його петрографічного складу, так і від ступеня метаморфізму. Метан у вільному стані у вугільних пластах і в породах займає поровий простір (гранулярний і тріщинуватий). Кількість його залежить від пористості, пластового тиску і температури.

Пористість вугілля змінюється, як по площі басейну, так і з глибиною. Найбільша вона на Волинському родовищі – 5,1–12,5 %, менша – на Забузькому – 4,6–10,7 % і найменша – на Межирічанському – 4,0–8,5 %. Водночас аналіз даних свідчить, що зі збільшенням ступеня вуглефікації пористість вугілля зменшується [9, 12]. Загалом поняття колекторські властивості вугілля включає

склад його мікрокомпонентів, наявність ультрапор, ендегенних і екзогенних тріщин.

Багатьма дослідниками встановлена закономірність збільшення сорбційної властивості вугілля з ростом ступеня метаморфізму вугілля. Це зумовлено загальним ростом у вугіллі внутрішньої поверхні молекулярних пор, доступних для метану та інших газів при збільшенні ступеня регіонального метаморфізму [4]. Початковий етап метаморфізму вугілля (марки Б, Д) відзначається інтенсивним утворенням вуглекислого газу та менш значною генерацією метану. Середня стадія метаморфізму (формування вугілля марок Г, ПС) характеризується значним виділенням метану та максимальною генерацією важких вуглеводнів. Етап, пов'язаний з формуванням високометаморфізованого вугілля, характеризується активною генерацією метану і, можливо, водню при повній відсутності важких вуглеводневих газів. На заключній стадії метаморфізму вугілля (антрацити і вище) у складі генерованих газів переважають водень і вуглекислий газ при підпорядкованій ролі метану.

Метанові гази знаходяться також у вуглевмісних проникних породах у вільному і сорбованому стані та у пластових і порових водах у водорозчинному стані. Пісковики – теригенні утворення, газ в яких переважно знаходиться у вільному стані, заповнює пори і тріщини та підлягає законам газової термодинаміки. Слід зазначити, що деяка незначна кількість газу може бути пов'язана з наявністю в породах розсіяної органіки. Але в цілому сорбційна здатність порід незначна.

Фазовий стан газів у вугленосній товщі залежить від літологічних особливостей і колекторських властивостей порід, геологічних, гідрогеологічних та термобаричних умов. За формою знаходження газів на вугільних родовищах виділяються колектори двох типів – колектори сорбованих газів та колектори вільних і розчинених газів [4].

Пісковики вугільних товщ можна віднести до колекторів порового і порово-тріщинного типу. Вважають що на формування ємнісних властивостей пісковиків впливає ряд геологічних факторів: умови утворення, що визначаються за генетичними типами пісковиків, сучасна глибина залягання, палеоглибина та тектонічний тиск [5].

Зміна фаціальних умов осадів при безперервному їхньому зануренні сприяли нагромадженню вуглекислого газу, азоту і аргону древньої атмосфери, а також продуктів окиснення древніх зон активного водообміну. Деяка частина газів могла надходити в відклади вугільних родовищ з древніх магматичних джерел, глибинних розломів [11].

Сорбовані гази можуть генеруватися як концентрованою, так і розсіяною органічною речовиною. На склад і кількість захороненої в осадових породах ОР впливають фаціальні умови нагромадження, які пов'язані з палеоландшафтами областей седиментації, що в свою чергу, визначається динамікою тектонічних рухів [10]. В континентальних вугленосних формаціях гумідної зони [1] захороняються різні за складом і формою нагромадження ОР – від суттєво гумусового в концентрованій формі (болотні фації) до гумусового і сапропелевого в розсіяній формі у відкладах центральних частин крупних прісноводних водоймищ. Наявність вуглефікованого детриту, розсіяної чи концентрованої органічної речовини в породах певних фаціальних відмін може слугувати однією з ознак процесів літогенезу. В основній кількості літогенетичних типів порід вугленосної формації ЛВБ збереженість рослинних залишків погана, недостатня для встановлення родової приналежності.

Умовна границя між концентрованою формою знаходження (пласти, прошарки, лінзи вугілля) (КОР) і розсіяною вуглефікованою органічною речовиною (РОР) проводиться по вмісту органічної речовини в породі, що складає 20 % [8]. Для концентрованих форм: більше 50 % ОР – вугілля, 50–20 % ОР – вуглисті і горючі сланці. Для розсіяної органіки: 20–10 % – вуглисті гірські породи, менше 10 % – гірські породи. У кам'яновугільних відкладах крім концентрованої органіки є досить багато РОР. Вона спостерігається у всіх літологічних типах порід басейну – від вапняків і до грубозернистих гравелітових пісковиків, де заповнює пори і простір між зернами. Тільки в конгломератах і гравелітах обвуглених рослинних залишків не виявлено. В цілому, за даними [3], розсіяна органіка міститься більше ніж у 80 % порід вугленосної формації.

Вугілля, вугільні пропластки і вугільні включення та вуглисті породи з відносно високим вмістом (понад 30%) розсіяної вуглистої речовини за своєю природою є одночасно як генераторами, так і акумуляторами газів. Близькість компонентного та ізотопного складу вуглеводневих газів пластів вугілля та вуглевмісних порід дозволяє говорити про їх генетичну спорідненість.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас литогенетических типов отложений среднего карбона Донецкого бассейна / Л. Н. Ботвинкина, Ю. А. Жемчужников, П. П. Тимофеев [и др.], – М.: Изд-во АН СССР. – 1956. – 368 с.
2. Бартошинская Е. С., Бык С. И. Взаимосвязь механического состояния вещества угольного пласта и его газонасыщенности // Проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых // Тез. докл. Респуб. конф. – Львов, 1989. – С. 20.

3. Бик С. І. Розподіл концентрованої органічної речовини в кам'яновугільних відкладах Львівсько-Волинського басейну / С. І. Бик., К. М. Мартюк // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1992. – № 3 (80). – С. 62–67.
4. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: в 3 т. / [за заг. ред. А. И. Кравцова]. – М.: Недра, 1980. – Т. 3: Генезис и закономерности распределения природных газов угольных бассейнов и месторождений СССР. – 218 с.
5. Забигаило В. Е., Широков А. З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – К.: Наукова думка, 1972. – 172 с.
6. Касаточкин В. И. Рентгенографические и электронно-микроскопические исследования каменных углей на разных стадиях метаморфизма // Второе угольное совещание при лаборатории угля. – М.–Л., Изд-во АН СССР, 1955. – С. 84–85.
7. Кравцов А. И. О составе и происхождении газов угольных месторождений / А. И. Кравцов, В. А. Соколов, М. М. Элинсон // Труды Московского геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе. – 1956. – Т. 28. – С. 7–14.
8. Майборода А. А. Газогенерирующее рассеяное органическое вещество и его распределение в угленосных формациях Донбасса / А. А. Майборода, В. А. Анциферов // Наук. праці УкрНДМІ НАН України. – 2007. – № 1. – С. 21–38.
9. Матрофайло М., Бучинська І., Побережський А. Розподіл і походження вуглеводневих газів у вугленосних відкладах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2017. – № 3–4 (172–173). – С. 87–105.
10. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. / Ю. А. Жемчужников, В. С. Яблоков, Боголюбова Л. И. [и др.]. – М.: Изд-во АН СССР, 1959 – Ч. 1 – 332 с; 1960. – Ч. 2. – 347 с.
11. Угленородный массив Донбасса как гетерогенная среда / А. Ф. Булат, Е. Л. Звягильский, В. В. Лукинов и др. – Киев: Наук. думка, 2008. – 411 с.
12. Федущак М. Ю., Кушнірук В. О., Бартошинська Є. С. Атлас мікроструктур вугілля Львівсько-Волинського басейну. – К.: Наук. думка, 1974. – 103 с.
13. Эттингер И. Л. Газоёмкость ископаемых углей / И. Л. Эттингер // – М.: Недра, 1966. – 223 с.
14. Явний П. М., Яринич О. О Зв'язок залишкової газонасиченості вугілля з його мікрокомпонентним складом // Геотехническая механика: Межвед. Сб. Науч. Трудов/ Ин-т геотехнической механики НАН Украины. –Днепропетровск, 2006. – Вып. 67. – С. 293–297.

КОРЕЛЯЦІЯ ВЕРХНЬОКРЕЙДОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНОЇ ОКРАЇНИ ДОНБАСУ З МІЖНАРОДНОЮ СТРАТИГРАФІЧНОЮ ШКАЛОЮ ЗА ФОРАМІНІФЕРАМИ

О.Д. Веклич

кандидат геологічних наук

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

Здійснено кореляцію верхньокрейдових відкладів Північної окраїни Донбасу. Скорельовано зональну шкалу за бентосними форамініферами даного регіону з Міжнародною стратиграфічною шкалою. Встановлено спільні види форамініфер двох шкал.

Ключові слова: кореляція, форамініфери, верхня крейда, ярус, зона, Північна окраїна Донбасу.

CORRELATION OF THE UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF THE NORTHERN OUTSKIRTS OF DONBAS WITH THE INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC SCALE BY FORAMINIFERS

O.D. Veklych

candidate of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

Correlation of the Upper Cretaceous deposits of the Northern outskirts of Donbas was carried out. The zonal scale by benthic foraminifers of this region is correlated with the International Stratigraphic Scale. Shared species of foraminifers of two scales have been established.

Key words: correlation, foraminifers, Upper Cretaceous, stage, zone, Northern outskirts of Donbas.

Питання кореляції верхньокрейдових розрізів на основі поширення форамініфер є актуальним з часу застосування цієї групи викопних решток у стратиграфії. На території Північно-Західних окраїн Донбасу форамініфери почали вивчати з 30-х років минулого століття. В довоєнні роки ХХ ст. мікропалеонтологічні роботи проводились М.Д. Метальниковим (1934), Б.М. Келлером (1935), пізніше О.К. Каптаренко-Черноусовою (1948, 1958), О.Р. Конопліною (1951, 1952). Практично в кожній стратиграфічній роботі по форамініферах, питання побудови зональної схеми за цією групою фауни, прямо, або опосередковано порушується дослідниками і дотепер. Це праці В.Ф. Горбенка (1956, 1959, 1960, 1965 (разом з М.Я. Бланком), 1966 (разом з М.Я. Бланком, Ж. І. Доліною), 1974, 1989), О.С. Липник (1958, 1960 (разом з Т.О. Ткаченко), 1961, 1962 і 1964 (разом з М.Я. Бланком), 1966 (разом з Б.М. Косенко), 1975, 1980, 1981а, б (разом з С.А. Люльєвою), «Стратиграфія УРСР. Т. 8. Крейда» (1971), «Стратиграфические схемы фанерозоя Украины» (1993), «Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України» (2013, за співавторства О.Д. Веклич), О.Д. Веклич (2014, 2018, 2021). Бентосні та

планктонні форамініфери використовуються для створення зональних шкал і кореляції морських відкладів

О.Д. Веклич вперше для верхньокрейдових відкладів Північної окраїни Донбасу розробила зональну схему за бентосними форамініферами (17 зон і 18 підзон) [1], яка є суттєвим доповненням чинної стратиграфічної схеми 2013 р. [2]. Виділення зон автором проводилось комплексно – за найбільш типовими і найпоширенішими видами форамініфер, границі зон були уточнені за появою/розквітом виду, зникненням деяких характерних видів.

Метою нашої роботи є проведення зіставлення верхньокрейдових форамініфер даного регіону з зональними маркерами і видами Бореальної провінції Міжнародної стратиграфічної шкали (МСШ) J.G Ogg, G. Ogg, F.M. Gradstein 2008 р. [3], оскільки в ній наведені стратиграфічні рівні поширення бентосних і планктонних видів, а також зазначена зональна шкала за планктонними форамініферами, натомість зональної шкали за бентосними форамініферами для верхньокрейдових відкладів як в МСШ [3], так і в МСШ Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. 2020 р. [4] досі не існує. Автор вважає за доцільне проводити порівняння вікового поширення видів форамініфер з МСШ 2008 р. [3] з урахуванням нових даних МСШ 2020 р. [4].

Сеноманський ярус. В сеноманських відкладах Північної окраїни Донбасу виділено дві зони форамініфер (знизу вгору): *Gavelinella senomanica* в нижньому-середньому (частково) під'ярусах і *Lingulogavelinella globosa* – верхи середнього-верхнього під'ярусу [1].

Спільними видами форамініфер сеноманських зон досліджуваного регіону і МСШ [3] є: *Gavelinella senomanica*, який існує з початку раннього сеноману; зональні маркери Бореальної провінції починають свій розвиток з раннього сеноману – *Lingulogavelinella formosa* та *L. globosa* – у пізньому сеномані.

Туронський ярус. У туронських відкладах Північної окраїни Донбасу виділено три форамініферові зони: в нижньому під'ярусі турону – *Gavelinella papa*, в середньому-верхньому – *Gavelinella ammonoides* і *Gavelinella moniliformis* s. 1. [1].

Автором виявлено спільні види форамініфер для обох стратиграфічних шкал – МСШ [3] та зональної шкали за бентосними форамініферами верхньокрейдових відкладів Північної окраїни Донбасу [1]. Ними є в МСШ [3] зональні маркери Бореальної провінції: *Globorotalites? michelinianus* – з середнього турону, *Stensioeina granulata granulata* – з пізнього турону. Серед бентосних видів відмічаємо появу *Globorotalites hangensis* з верхів раннього турону; *Gavelinella thalmanni*, *Reussella kelleri* починають своє існування в пізньому туроні, планктонний вид *Heterohelix globulosa* починає своє існування з пізнього сеноману і продовжує свій розвиток в туроні – маастрихті.

Коньяцький ярус. У коньяцьких відкладах Північної окраїни Донбасу виділено дві форамініферові зони: в нижньому під'ярусі коньяку – *Gavelinella kelleri*, в середньому і верхньому під'ярусах коньяку – *Gavelinella costulata* [1].

За МСШ [3] в коньяцькому ярусі продовжують існувати зональні маркери Бореальної провінції: *Globorotalites? michelinianus* (відомий з середнього

турону), *Stensioeina granulata granulata* (з пізнього турону), а також в ранньому коньяку з'являється *S. exsculpta exsculpta*. З середнього коньяку починає своє існування *Loxostomum (Bolivinella) eleyi*. Продовжує своє існування планктонний вид *Heterohelix globulosa*. Ці види були визначені в коньяцьких відкладах досліджених розрізів Північної окраїни Донбасу і є спільними з МСШ [3].

Сантонський ярус. В сантонських відкладах Північної окраїни Донбасу виділено дві зони форамініфер: нижня – *Gavelinella infrasantonica* і верхня – *Gavelinella stelligera* [1].

За МСШ [3] відклади сантонського ярусу поділені на три під'яруси. Згідно чинних стратиграфічних схем України [2] сантонські відклади мають двочленний поділ. При зіставленні визначених у розрізах сантонських видів форамініфер з сантонськими зональними маркерами Бореальної провінції МСШ [3] виявлені спільні форми – *Globorotalites? michelinianus*, *Stensioeina exsculpta exsculpta*, *Neoflabellina suturalis suturalis* і бентосні види *Gavelinella thalmanni*, *Reussella kelleri*, *Loxostomum (Bolivinella) eleyi*, а також планктонні – *Heterohelix globulosa* (в зоні *Gavelinella infrasantonica*), *H. reussi* (в зоні *Gavelinella stelligera*).

Кампанський ярус. В кампанських відкладах Північної окраїни Донбасу виділено п'ять зон (знизу вгору): дві у нижньому під'ярусі кампану – *Gavelinella clementiana clementiana* і *Cibicidoides temirensis*; у середньому – *Brotzenella monterelensis*; дві у верхньому під'ярусі кампану – *Globorotalites emdyensis* і *Angulogavelinella gracilis* [1].

За МСШ [3] бентосні форамініфери Бореальної провінції в ранньому кампані представлені зональними маркерами: *Globorotalites? michelinianus*, *Stensioeina exsculpta exsculpta*, *Bolivinoides strigillatus*, *Gavelinella (Pseudogavelanella) clementiana*, *Stensioeina pommerana* та видом *Gavelinella stelligera*. На початку та в середині раннього кампану починають існування зональний маркер *Neoflabellina rugosa* і види *Osangularia cordieriana*, *Bolivinoides decoratus decoratus*, а закінчує існування в середині раннього кампану зональний маркер *Bolivinoides strigillatus*. Спільними видами для обох шкал є *Bolivinoides strigillatus*, *Gavelinella clementiana clementiana* і *Bolivinoides decoratus decoratus*. Продовжує своє існування планктонний вид *Heterohelix globulosa* (в зоні *Gavelinella clementiana clementiana*).

За МСШ [3] в середньому під'ярусі кампанського ярусу продовжують своє існування бентосні форамініфери Бореальної провінції, які представлені зональними маркерами – *Globorotalites? michelinianus*, *Stensioeina exsculpta exsculpta*, *S. pommerana*, *Gavelinella (Pseudogavelanella) clementiana*, *Neoflabellina rugosa* та видами *Loxostomum (Bolvinitella) eleyi*, *Bolivinoides decoratus decoratus*, *Osangularia cordieriana*, також в середньому кампані починає існування *Gavelinella (Brotzenella) monterelensis*. В кінці середнього кампану зональні маркери – *Gavelinella (Pseudogavelinella) clementiana* і *Globorotalites? michelinianus* закінчують свій розвиток. Стратиграфічне поширення перерахованих видів однакове для обох стратиграфічних шкал, що

дозволяє корелювати розрізи нижньої частини (середній кампан) сидорівської світи Північної окраїни Донбасу [1] зі стратонами МСШ [3].

За МСШ [3] у пізньому кампані продовжують своє існування бентосні форамініфери Бореальної провінції: зональні маркери *Stensioeina pommerana*, *Bolivinoides laevigatus* і вид *Gavelinella (Brotzenella) monterelensis*. В кінці пізнього кампану закінчує свій розвиток зональний маркер *Neoflabellina rugosa*, а на межі кампану-маастрихту починають своє існування два зональні маркери – *Neoflabellina reticulata* і *Osangularia navarroana*. Продовжує своє існування з середнього кампану планктонний вид *Globotruncana ventricosa* (в зоні *Angulogavelinella gracilis*). Спільні види присутні у відкладах розрізів Північної окраїни Донбасу і МСШ [3] вказують на пізньокампанський вік порід.

Маастрихтський ярус. У маастрихтських відкладах Північної окраїни Донбасу виділено три зони (знизу вгору): дві у нижньому маастрихті – *Neoflabellina reticulata* і *Brotzenella complanata*; у верхньому маастрихті – *Hanzawaia ekblomi* [1].

Автором були зіставлені встановлені маастрихтські форамініфери даного регіону з зональними маркерами та стратиграфічними рівнями поширення форамініфер Бореальної провінції МСШ [3]. В ранньому маастрихті продовжують свій розвиток бентосні форамініфери: зональні маркери – *Stensioeina pommerana*, *Neoflabellina reticulata*, *Osangularia navarroana* і види *Bolivinoides decoratus decoratus*, *Pseudovigerina cristata*, також починає своє існування *Bolivinoides draco draco*. Види *Bolivinoides decoratus decoratus*, *Globotruncana ventricosa* закінчують своє існування у ранньому маастрихті, а *Bolivinoides draco draco*, *B. peterssoni*, *Pseudovigerina cristata* – у пізньому маастрихті. Продовжує своє існування планктонний вид *Heterohelix globulosa*. Всі вони є спільними видами маастрихтських комплексів Північної окраїни Донбасу [1] і МСШ [3].

Висновки. При зіставленні верхньокрейдових форамініфер, які були встановлені у розрізах верхньої крейди Північної окраїни Донбасу, з зональними маркерами і видами Бореальної провінції Міжнародної стратиграфічної шкали J.G Ogg, G. Ogg, F.M. Gradstein 2008 р., а також стратиграфічними рівнями поширення бентосних і планктонних форамініфер, нами визначено багато спільних видів форамініфер, які мають однаковий віковий діапазон. Отже, біозональна шкала за бентосними форамініферами розроблена О.Д. Веклич для верхньокрейдових відкладів даного регіону має надійне обґрунтування, яке підтверджене Міжнародною стратиграфічною шкалою 2008 р., оскільки має спільні форамініфери двох шкал.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми ДР № 0122U001604 (КПКВК 6541030).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Веклич О. Д. Біостратиграфія верхньокрейдових відкладів Північної окраїни Донбасу за форамініферами: дис... канд. геол. наук. Спеціальність: 04.00.09. – Київ. 2021. – 206 с. (з додатками) [http://igs-nas.org.ua/images/PDF/specradi/26.162.01/veklych/diser_veklych.pdf].

2. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України. Гол. ред. П.Ф. Гожик. – Київ. ІГН НАН України. Логос, 2013. – 637 с.
3. Ogg J.G., Ogg G., Gradstein F.M. The Concise Geologic Time Scale. Cambridge University Press. Cambridge, 2008. – 177 pp.
4. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. Geologic Time Scale 2020. Volume 2. Elsevier, 2020. – P. 1034-1086.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF FORMATION OF THE LIGNITE'S DEPOSITS FROM THE TRANSCARPATHIAN COAL AREA

N.V. Vergelska

doctor of Geological Sciences

D.M. Holovchenko

State Institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure
Development National Academy of Sciences of Ukraine»,
34b Ak. Vernadskogo bul., Kiev 01601, Ukraine, vnata09@meta.ua

The generation of the Transcarpathian coal formation is associated with the final stages of Alpine tectogenesis, which led up to the rise of the intra-Carpathian territory and the block-folding-superviolation dislocations of the Mesozoic and Paleogene complexes.

Key words: brown coal, lignite, Transcarpathian coal area

ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ БУРОГО ВУГІЛЛЯ (ЛІГНІТІВ) ЗАКАРПАТСЬКОЇ ВУГЛЕНОСНОЇ ПЛОЩІ

Н.В. Вергельська

доктор геологічних наук

Д.М. Головченко

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

Геологічні умови формування Закарпатської вугільної формації пов'язані з завершальними етапами альпійського тектогенезу, що призвів до підняття внутрішньокарпатської території та блоково-складчастих дислокацій мезозойського і палеогенового комплексів.

Ключові слова: буре вугілля, лігніт, Закарпатська вугленосна площа.

Transcarpathian deflection adjacent to the Pannonian massif in the south-west and bordered by folded structures of the Inner Carpathians. In the north-east, the deflection is separated from the Folded Carpathians by the Transcarpathian (Peripennine) deep fault, in the south-west of the Pannonian Basin it is separated by the Prypannon deep fault. The generation of the Carpathian coal formation is associated with the final stages of Alpine tectogenesis, which led up to the rise of the intra-Carpathian territory and the block-folding-superviolation dislocations of the Mesozoic and Paleogene complexes. Within the boundaries of deflection of the incision is represented by the Alpine structural-formational complexes. The upper structural floor of which is composed by Neogene molas, which inconsistently overlaps the fold-block Mesozoic-Paleogene foundation. The maximum depth of a Neogene case is 3.0-3.5 km. On most of the deflection under the Neogene surface Paleogene sediments, Upper

Cretaceous terygenic layers, terygenic-carbonate rocks of Jura, limestone and dolomite Trias, and in the basin of river Uzh – metamorphic rocks Paleozoic are various.

Coal thickness of deflection accumulated during volcanic and post-volcanic activity, which began in the late Sarmatia and ended in the late Pliocene. Complex geodynamic conditions, demonstrations of volcanism and climate features did not conducive to the accumulation and conservation of plant material in the large volumes. Coal deposits of Transcarpathia are represented mainly by thin layers and coal lenses, often clogged with volcanogenic material.

At the beginning of the Miocene, as a result of the Sava phase, the process of the earth's crust along the suture zones of the Transcarpathian and Prypannon deep faults was sharply activated, to which volcanic activity was restricted. Basic and acidic magmatism in effusive and intrusive forms appeared during including by Badenium to Levantine.

Two stages of Transcarpathian Neogenic Volcanism - Early-Originated with Two Phases and Late-Originated are specificate by A. Ya. Radziwill with co-authors. The first phase came in itself in Velvet-early Torton, the second - in late Torton-early Sarmatia. The lateral stage occurs in the middle of Sarmatia-Pliocene. The peak of volcanic activity was observed in the Levantine age.

Coal-bearing layer is represented by rewinding of mergels, tuffs, tufts and clays with layers, layers and separate lenses of brown coal. The width of layer varies from 100 m or more in the central part of the area to almost complete thinning in the south direction. Five or six coal layers of complex and simple structure have been identified, their occurrence is close to horizontal, the capacity does not exceed 3.0 m. The depth of coal layers varies from 120 to 350 m. The characteristic feature is the presence in the base of formation by the most coal layers of tufogenic rocks.

The coal deposits are composed of matte, semi-matte and semi-glossy humus coal of dark brown, black color, sometimes light brown (ris. 1a, b). Coal deposits of Transcarpathian area are enriched with liquid and scattered elements up to 29%.



Ris. 1. Brown coal and lignite of the Ilnytsky deposit

Transcarpathian coal-bearing formation of Miocene-Pliocene age includes more than 20 deposits and coal deposits. The largest deposits are Behanske, Ilnytske (ris. 2), Gorbske, Berezhynske.



Ris. 2. Ilnytsi quarry

Although Transcarpathian coal is of low quality (lignite) and a limited area, it is, nevertheless, of special importance for assumptions about the influence of Neogene volcanism, which is reflected in the qualitative characteristics of the gases studied in it (Tabl. 1).

Table 1.

Gas in coal deposits of Ilnytskyi quarry (Transcarpathia)

Gaz	vol. %
H ₂	$0,8 \cdot 10^{-3} - 0,9 \cdot 10^{-3}$
CH ₄	$0,4 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3}$
C ₂ H ₂	$0 - 0,1 \cdot 10^{-3}$
C ₂ H ₆	$0,1 \cdot 10^{-2} - 0,5 \cdot 10^{-2}$
C ₂ H ₄	-
C ₃ H ₈	$0,1 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-3}$
C ₄ H ₁₀	$0,1 \cdot 10^{-3} - 0,3 \cdot 10^{-3}$
C ₅ H ₁₂	$0 - 0,1 \cdot 10^{-3}$
C ₆ H ₁₄	$1,0 \cdot 10^{-2} - 1,2 \cdot 10^{-2}$
CO ₂	0,55638 – 5,2046
N ₂	92,4527 – 99,0177
O ₂	0,4227 – 2,3391

The processes of peat accumulation and coal formation coal-bearing formations of Transcarpathia were significantly influenced by volcanic and post-volcanic processes.

ГЕОЛОГІЧНА ТА ГЕОТЕКТОНІЧНА ЄДНІСТЬ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ І ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

М.В. Жикаляк

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія» Держгеонадр України,
84511, м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, Донецької обл.

В.В. Лукінов

доктор геолого-мінералогічних наук

Інститут геотехнічної механіки НАН України,
49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2а.

О.Г. Цьоха

Державне геофізичне підприємство «Укргеофізика» Держгеонадр України,
03057, м. Київ, вул. Є. Мірошніченко, 10.

На основі середньомасштабного картування домезозойської поверхні Донбасу і південно-східної частини ДДЗ, використання результатів сейсмостратиграфічних і гравіметричних робіт, аналізу наукових досліджень, публікацій та інноваційних гіпотез обґрунтована геологічна і геотектонічна єдність Донбасу і ДДЗ. Уточнені особливості геологічної будови прибортових та центральної їх частини і вперше виділені та закартовані 16 альпійських підкидів і скидів північно-східного простягання, у т.ч. 5 підкидів у ДДЗ і 4 – у Донбасі та по 4 скиди к ДДЗ і Донбасі.

Ключові слова: Дніпровсько-Донецька западина, Донбас, прогин, геотектонічний розвиток.

GEOLOGICAL AND GEOTECTONIC UNITY OF THE DONTSK BASIN AND THE DNIPROV-DNETSK FALLS

M.V. Zhikalyak

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

State Regional Geological Enterprise «Donetsk Geology» of the State Geological Survey of
Ukraine, 84511, Bakhmut, str. O. Sibirtseva, 17, Donetsk region.

V.V. Lukinov

doctor of geological and mineralogical sciences

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

O.H. Tsokha

State Geophysical Enterprise «Ukrgeofizika» State Geonadre of Ukraine,
03057, Kyiv, str. E. Miroshnychenko, 10.

On the basis of medium-scale mapping of the pre-Mesozoic surface of Donbas and the southeastern part of the DDZ, the use of the results of seismostratigraphic and gravimetric works, the analysis of scientific research, publications and innovative hypotheses, the geological and geotectonic unity of Donbas and the DDZ is substantiated. The features of the geological structure of the fringes and their central part were specified, and 16 alpine uplifts and downlifts of the northeastern trend were identified and mapped for the first time, including 5 drops in DDZ and 4 - in Donbass and 4 drops each to DDZ and Donbass.

Key words: Dnieper-Donetsk depression, Donbas, depression, geotectonic development.

Вступ. Донецька складчаста споруда виникла в кінці нижньої пермі та на протязі верхньої пермі в процесі заальсько-пфальського тектогенезу єдиного Доно-Дніпровського (Дніпровсько-Донецького) прогину на південному обрамленні Східно-Європейської платформи. При цьому Доно-Дніпровський прогин, імовірно, був закладений у середньо-пізньопротерозойську епоху між двома припіднятими мегаблоками Східно-Європейської платформи – Українським і Воронежським кристалічними масивами.

У захід-північно-західному напрямку від р. Дон до Білоруського масиву він включає Донецький басейн (Донбас), Дніпровсько-Донецьку западину (ДДЗ) і Припятьський прогин [1, 4].

Сучасна тектонічна структура Донецького басейну традиційно розчленовується на три частини (регіональні тектонічні елементи): Донецька складчаста споруда, Південно-Донбаська складчасто-блокова монокліналь (Піденний та Західний Донбас) і Старобільсько-Міллерівська монокліналь (Північний Донбас), а Дніпровсько-Донецької западини – на північно-західну, центральну та південно-східну частини. Кожна з них характеризується загальnobасейновим розподілом потужностей верхнопалеозойських відкладів, циклічністю будови літолого-фаціальних комплексів (формацій), катагенезу порід і метаморфізму вугілля, нафто-газоносності, особливостями тектонічної будови і різноманітними типами складчастості, які формувалися в умовах внутрішньо басейнових герцинських переміщень і кімерійсько-альпійських горизонтально-діагональних деформацій.

З точки зору ієрархічного поділу тектонічних структур Донбасу і ДДЗ відзначені регіональні елементи тектоніки представляють собою геологічні (геотектонічні) тіла – комплекси верхнопалеозойських, мезозойських і кайнозойських осадових утворень, які об'єднуються особливостями історіко-генетичного процесу формування осадового чохла всього Доно-Дніпровського прогину. Однак залишається основне питання: що служило причиною тектонічних рухів даних геологічних тіл у земній корі, які в свою чергу, обумовили деформацію шарів і товщ та виникнення складок і розломів?

У наукових дослідженнях минулих років основна роль у структуроутворюючих процесах відводилась герцинському (верейському) орогенезу або герцинським як основним тектонічним рухам та ускладнюючому мезозойському тектогенезу. Розглянемо особливості будови та тектонічного районування Донбасу і ДДЗ як з точки зору усталених поглядів, так із застосуванням принципів неомобіліської гіпотези [2].

Виклад основних результатів. Найбільша кількість тектонічних досліджень Донецького басейну Дніпровсько-Донецької западини на протязі останніх 50-70 років головним чином, була пов'язана із роширенням меж басейнів та пошуком нових вугленосних і нафтогазоносних площ і ділянок. За результатами значних обсягів геологорозвідувальних робіт, буріння глибоких свердловин і проведення комплексних геофізичних досліджень появився новий фактичний матеріал, який дозволив не тільки суттєво реформувати традиційні погляди на природу Донбасу і ДДЗ, але й сприяв появі нових оригінальних гіпотез їх утворення, особливостей взаємовідносин геологічних формацій, механізму складчастості, магматизму та сольового діапїризму, катагенезу порід і метаморфізму вугілля та тектонічного районування.

Сукупність даних надглибокого буріння із застосуванням сейсморозвідки та магніторозвідки на континентальних окраїнах дозволяють припустити, що утворення Дніпровсько-Донецького прогину формувалося в умовах континентального рифтоутворення на місці середньо-верхньопротерозойського синклінорію з відносно тонкою континентальною корою між Курсько-Воронезьким і Дніпровсько-Таганрогським архейськими антикліноріями глибокометаморфізованих гнейсів і кристалічних сланців та проникненням у зонах обширного апоспредінгового розтягу базальтової магми та інтрузій гранітів і гранодіоритів. При цьому покрови базальтової магми обумовили формування у межах Прото-Доно-Дніпровського синклінорію грабенів, а гранітоїдні інтрузії – горстів. Завершився передрифтовий розвиток синклінорію деструкцією континентальної кори та верхньомантійними діапїрами середньо-пізньопротерозойського комплексу лужних і сублужних магматичних порід.

Після масштабного підняття докембрійських протогеосінклінальних мегаструктур і глибокого денудаційного руйнування Курсько-Воронезького та Дніпровсько-Таганрогського антикліноріїв у пізньому протерозої та ранньому палеозої в середньому та верхньому девоні завершується формування Доно-Дніпровського рифту, а з турне-візейського віку нижнього кебону розпочинається розвиток Доно-Дніпровського прогину з масштабним пульсаційним опусканням рифтового фундаменту на протязі усього карбону і нижньої пермі [4.6]. При цьому максимальна глибина занурення прогину

характерна для його південно-східної частини де часті коливальні рухи обумовили безперервне дрібно циклічне накопичення відкладів загальною потужністю до 12-15 км з урахуванням сейсмостратиграфічних даних по профілю «Добре» [5]. У північно-західній центральній частині Доно-Дніпровського прогину загальний масштаб занурення та циклічних тектонічних коливань був значно меншим, що обумовило формування осадової товщі верхнього палеозою до 8-10 км у вузький найбільш занурений частині, так званому Дніпровському грабені [4, 6]. Однак в цілому для Доно-Дніпровського прогину характерні великі розміри, проста форма, специфічний режим осадко накопичення і тектогенезу, що дозволяє розглядати його як особливу геотектонічну область земної кори.

Зміна тектонічного режиму в кінці палеозою в результаті проявлення зпарованих заальської та пфальської фаз потужної герцинської складчастості призвело до формування лінійних антикліналей та симетричних синкліналей і піднять загально-басейнового простягання з південного сходу на північний захід. В.С. Попов, який ввів поняття про палеозойський Доно-Дніпровський прогин як самостійну геоструктурну одиницю з єдиним режимом тектонічних рухів і спільністю процесів вуглеутворення, виділяв чотири басейнові та дві перехідні структурно-формаційні зони [4]:

- центральну (серединну) великих складок;
- північну дрібних складок із системами регіональних продольних насувів;
- південну дрібних складок, ускладнених скидами і флексурами;
- північну, перехідну платформенну зону (Старобільсько-Міллерівська монокліналь);
- південно-західну перехідну платформенну зону (Павлоградсько-Петропавлівська монокліналь).

Концептуальне питання переходу Донецької складчастої споруди в Дніпровсько-Донецьку западину більшістю вітчизняних дослідників розглядалося як поступовий перехід із зміною лінійної складчатості Донбасу симетричними підняттями та куполовидними платформенними структурами ДДЗ або наявністю між субгеосиклінальним Донбасом і платформенною Дніпровсько-Донецькою западиною Переддонецького прогину із вузькою зоною поперечних розломів [3, 4, 6].

Центральна вісьова антиклінальна складчастість Донбасу на території України простежується системою антикліналей та лінійних піднять від м. Новошахтінськ у Ростовській області Російської Федерації до с. Мечебилово у Харківській області України (південно-східна частина ДДЗ), ядро яких складають кам'яновугільні відклади. У ДДЗ центральна осьова складчаста зона

представлена принасувними антиклінальними виступами або антиклінальними та купольними підняттями, ядро яких складають відклади нижньоассельського під'ярусу (картамиська світа) нижньої пермі. У межах Донбасу і південно-східної частини ДДЗ центральна вісьова антиклінальна зона з півночі – північного сходу обмежена Осьовим (Головним) насувом, а з півдня – південного заходу – рудоконтралючим Південним насувом.

Північна лінійна антиклінальна зона дрібних складок представлена чисельними згрупованими у вузьку (3-10 км) смугу дрібними, переважно кулісовидними складками з прирозломними дислокаціями, які у поєднанні з автономною дрібною складчастістю надають їй вид найбільш дислокованої та напруженої тектонічної структури Донбасу [6]. Зафіксовані тут розривні дислокації тріасових і верхньокрейдових відкладів свідчать про прояв кімерійської та альпійської активізації субширотного та північно-східного простягання. На північно-західних окраїнах Донбасу та в бортовій частині ДДЗ широко розвинутий ланцюжок затиснутих Сіверськодонецьким і Кременським насувами та Красноріцьким скидом дрібних зсувно-підкідних складок з кулісовидним зчленуванням між собою.

Південна зона дрібних складок є одним із найбільш припіднятих елементів Донецької складчастої споруди із стратиграфічною амплітудою відкладів світ C_{1-2}^4 - C_2^1 біля 11 км по відношенню до глибини їх залягання у Кальміус-Торецькій котловині [5, 6]. У Західному напрямі Південна антикліналь переходить у широку Зуївську антикліналь з крутими крилами та вузьку затиснуту Мушкетовським і Авдіївським насувами, Очеритинську антикліналь і закінчується Покровсько-Удачнинською міжнасувною зоною на Покровській монокліналі. До аналогу південної антиклінальної зони в ДДЗ можна віднести ланцюжок прирозломних і відокремлених купольних піднять на південному борту западини.

Північно-східним платформенним схилом Донбасу і ДДЗ традиційно вважається Старобільсько-Міллерівська монокліналь. Однак за достовірними геолого-геофізичними даними, отриманими на початку ХХІ століття, до даної платформенної монокліналі необхідно відносити тільки територію від Новоайдарського і Білопільського у ДДЗ скидів, а не всю територію на північний схід від Сіверськодонецького насуву. Тому зону між Сіверськодонецьким і Красноріцьким та Тростянецьким скидами доцільно віднести до бортової частини (борту) Донбасу і ДДЗ, а смужку між Красноріцьким і Тростянецьким скидами та Білобільським і Новоайдарським скидами – вважати перехідною зоною між Доно- Дніпровським прогином (Донбасом і ДДЗ) та Східно-Європейською платформою.

До структурних елементів південно-західної платформенної зони відносяться Придніпровський структурно-моноклінальний блок (прибортова зона ДДЗ), Павлоградсько-Петропавлівська дрібно блокова зона (Західний Донбас) і Вовчансько-Кальміуська зона складчасто-блокових дислокацій (Південний Донбас). Усі структурні елементи характеризуються загальним пологим падінням та дуговидним простяганням порід і тільки у Південному Донбасі та в межах розділяючої Західний і Південний Донбас Покровської монокліналі кути падіння порід збільшуються до 10° - 12° .

Тектонічна межа між ДДЗ та Донбасом є поступовою ступенеподібною в залежності від особливостей будови північної, центральної та південної структурно-формаційних зон. Від східного кордону України північною межею Донбасу переважна більшість дослідників вважає Сіверськодонецький насув до виділеного в роботах ДРГП «Донецькгеологія» останніх років Добропільського підкиду, далі вздовж нього до осьової зони Донбасу і через Троїцьке та Мечебилівське підняття до Балаклійського підкиду і вздовж нього до підосви карбону. Межу між південно-східною і центральною частинами ДДЗ з урахуванням особливостей їх геолого-тектонічної будови доцільно проводити по Полтавському підкиду, а між центральною та північно-західною – по Миргородському підкиду.

Центрально-осьова та прибортові зони Донбасу і ДДЗ відзначаються максимальною тектонічною активністю на протязі заальсько-пфальського і древньокімерійського тектогенезу і підвищеною – на ділянках перетину альпійських підкидів і скидів північно-східного простягання.

Основним недоліком вивчення Дніпровсько-Донецької западини на протязі останніх 40-50 років є катастрофічне відставання від геофізичних досліджень геологічного та геотектонічного картування докрейдової та домезозойської поверхні з використанням біостратиграфічної та зонально-кореляційної стратиграфічних схеми і легенди.

Відхід з 1980 років від зонального та кореляційного методів стратиграфічного розчленування кам'яновугільних відкладів Дніпровсько-Донецької западини призвів до неможливості достовірного співставлення одновікових стратиграфічних горизонтів карбону по простягання у межах центральної та прибортових зон, що обумовило виділення у кам'яновугільних розрізах місцевих світ за літолого-фаціальним, а не традиційним зонально-кореляційним методом. У результаті до цього часу так і не створена достовірна геологічна основа масштабу 1:200 000 докрейдових і домезозойських відкладів, яка б відображала елементи та особливості проявлення кіммерійського і альпійського тектогенезу в процесі платформеного етапу розвитку ДДЗ.

Виявлені в останні роки інноваційні особливості будови домезозойської та докайнозойської поверхні Донбасу і південно-східної частини ДДЗ підтверджують вплив на платформенний розвиток Доно- Дніпровського прогину на протязі мезозою прилеглих з півдня і південного сходу територій геосинклінальних областей Кавказько-Іранського колізійного поясу, які в свою чергу, виникли у результаті насування на південне обрамлення Східно-Європейської континентальної платформи Аравійської та Індійської океанічних плит [2, 5].

Прояви на докайнозойській поверхні Донбасу і південно-східної частини ДДЗ новокемірійського тектогенезу та альпійської активізації окремих зон є беззаперечним аргументом значного горизонтального стискання Східно-Європейської континентальної платформи з півдня і південного сходу за рахунок деформацій та кінетичних переміщень величезної маси гірських порід (субплит і мега-блоків) у Ірансько-Кавказькому колізійному поясі [2]. Відповідно, згідно неомобіліської гіпотези, епохи переважаючого стискання співпадають з фазами великих тектонічних деформацій на окраїнах континентів і в міжконтинентальних прогинах, яким, по суті, є Доно-Дніпровський прогин (Донбас і ДДЗ). Крім того, неомобіліська гіпотеза, яка базується на основних принципах тектоніки плит у межах континентів, вдало асимілює основні положення фіксизму стосовно глибинної диференціації мантії Землі з підняттям розігрітих і більш легких складових у літосферу, а також найбільш ґрунтовно пояснює кінетику як горизонтальних, так і вертикальних тектонічних рухів у Донбасі та ДДЗ у процесі кіммерійського та альпійського тектогенезу. Це дозволить більш комплексно обґрунтовувати особливості нафтогазоносності та рудогенезу і вертикальну та латеральну зональність ендегенних процесів.

Донецький басейн і Дніпровсько-Донецька западина характеризуються розвитком різноманітних форм геологічних структур як плікативних, так і розривних, головним чином, продольних насувів і скидів з проявом поперечних субмеридіональних структур і скидів як місцевих, більш молодих мезозойських деформацій [3, 5]. У роботах минулих років вказується також, що на завершальному етапі кіммерійського тектогенезу сформувалося кулісовидне зчленування продольних насувів і більш пізніх підкидів як особлива система розривних порушень в центральній антиклінальній зоні Донбасу і ДДЗ [1, 3, 6]. Насуви, на думку більшості дослідників, утворилися в умовах регіонального, зонального або локального стиснення та нерозривно пов'язані зі складчастістю [3, 6]. При цьому насуви, які сформувалися в процесі герцинського тектогенезу характеризуються загально басейновим простяганням у північно-західному

напрямку, а древньо- і новокімерійські насуви переважно простягаються у субширотному напрямку.

Формування діпарових куполів і соляних штоків, на нашу думку розпочалося в процесі древньокімерійської тектоно-магматичної активізації, яка супроводжувалася проникненням в осадову товщу в зонах глибинних розломів інтрузій андезит-трахіандизитового магматичного комплексу. В подальшому їх розвиток здійснювався у відповідності з проявами новокімерійської та альпійської фаз складчастості. За результатами комплексного аналізу геолого-геофізичних матеріалів у процесі побудови геологічних карт масштабу 1:200000 Юзівської площі виявлені локальні ділянки з прогнозованими соляними діпірами (не еродованими куполами): Балаклійським, Воронцівським, Протопопівським, Бахтинським, Радківським, Заводським і Східно-Святогірським.

Тектонічна активність в новокімерійську та альпійської фаз складчастості в результаті інтенсивних горизонтальних рухів в Кавказько-Іранському колізійному поясі та закриття окраїнного юрського басейну Східно-Європейської платформи – континенту призвели в Дніпровському грабені (ДДЗ) і Донецькій складчастій споруді до утворення зон стиснення та розтягу, сформованих у процесі герцинського та древньокімерійського орогенезу структур і блоків. В умовах горизонтального стиснення виникали поперечні з північно-східним простяганням правозсувні підкиди, а в умовах розтягу – скиди, які супроводжувалися активізацією соляного діпіризму та рудогенезу.

В результаті комплексного аналізу геолого-геофізичних матеріалів на домезозойській та докайнозойській поверхні ДДЗ і української частини Донбасу з північного заходу на південний схід послідовно виділені:

- *ДДЗ*: Ніжинський, Конотопський, Миргородський і Полтавський підкиди, Богодухівський, Харківський і Голубівський скиди та Балаклійський підкид;
- *Перехідна зона між Донбасом і ДДЗ*: Петрівський та Самарсько-Оскільський скиди;
- *Донбас*: Добропільський підкид, Ямпільський скид, Бахмутський, Дебальцевський та Іловайський підкиди і Яланчикський та Нагольчанський скиди.

Висновки. На основі погоризонтного картування домезозойської поверхні Донбасу і південно-східної частини ДДЗ з використанням результатів гравіметричних і сейсмостратиграфічних досліджень всього Доно-Дніпровського прогину доведена геологічна та геотектонічна єдність Донецького басейну і Дніпровсько-Донецької западини.

Розглянуто зародження Прото-Доно-Дніпровського прогину в ранньому протерозої на місці мегасинклінорію з тонкою континентальною корою та обширним апоспрединовим розтягом базальтової та гранітоїдної магми, дорифтовим підняттям і глибоким денудаційним руйнуванням докембрійських протогеосінклінальних Дніпровсько-Таганрогського і Курсько-Воронезького антикліноріїв у пізньому протерозої та ранньому палеозої, формуванням рифту в середньому девоні та розвитком, починаючи з турне-візейського віку, єдиного Доно-Дніпровського прогину з масштабним пульсаційним опусканням рифтового фундаменту протягом усього карбону та нижньої пермі. Відзначена геологічна доцільність модернізації стратиграфічної схеми та легенди кам'яновугільних відкладів Дніпровсько-Донецької западини на основі біостратиграфічної та зонально-кореляційної методики і рекомендовано до переліку обов'язкових у комплекті Держгеолкарти-200 по ДДЗ включити геологічну карту мезозойських відкладів масштабу 1:200 000 та додаткову – геологічну карту докрейдової поверхні.

На основі неомобіліської гіпотези розвитку Донбасу і ДДЗ у палеозої та мезозої як єдиного внутрішньо-континентального прогину з урахуванням гравіметричних і сейсмостратиграфічних даних та аналізу геодинамічних елементів докайнозойської поверхні в якості прояву альпійського тектогенезу виділено 9 підкидів і 8 скидів північно-східного простягання, а в південно-східній частині ДДЗ прогнозується 7 нових діапирових куполів.

Виявлені особливості геотектонічної будови Донбасу і ДДЗ дозволять більш комплексно обґрунтувати закономірності локалізації вуглеводнів, рудних і нерудних корисних копалин, мінеральних та термальних підземних вод і суттєво підвищать достовірність зонального та локального прогнозу нових покладів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геологическое строение Припятско-Днепровского прогиба. Объяснительная записка к геологической карте доверхнепермских обложений Припятско-Днепровского прогиба масштаба 1:500 000. УкрНИГРИ Мингео УССР. – Львов, 1977.
2. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы/Отв.ред. Академик Ю.Г. Леонов. – М. :Наука, 2004 -340 с.
3. Особливості геологічної будови і перспективи нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів Дніпровсько-Донецької западини: Монографія/В.М. Бенько, Б.И. Маєвський, А.А. Лагутін, В.Р. Хомин; за ред. Маєвського Б.И. – Івано-Франківськ і ІФНТУНГ, 2013 – 208 с.
4. Попов В.С. Тектоника Донбасса. – В кн.: Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. I. – Госгеолтехиздат, 1963 – с. 103-152.

5. Стовба С.Н., Стифенсон Р.А. Сравнительный анализ строения и истории формирования юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины и Донецкого складчатого сооружения// Геофиз. Журн. – Е. 22, №4, 2000 – с. 37-61.
6. Структурная геология Донецкого угольного бассейна. / Ред. Н.И. Погребнов, И.А. Очеретенко, В.В. Трощенко//Мингео СССР, ВНИГРИуголь. – М.: Недра, 1985 – 149 с.

**ПРОСТОРОВЕ ПОШИРЕННЯ ТА УМОВИ ЗАЛЯГАННЯ
СЕРЕДНЬОЕОЦЕНОВИХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ФЛЮВІАЛЬНИХ
ВІДКЛАДІВ У МЕЖАХ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКУ
УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

Ю.В. Крошко

кандидат геологічних наук

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

На підставі даних виробничих звітів з геологічного картування окремих Аркушів території масштабу 1:50000 створена схема просторового поширення середньоеоценових континентальних флювіальних відкладів. Наведено дані щодо морфологічної будови річкових палеодолин. Досліджено умови залягання середньоеоценових континентальних флювіальних відкладів серед стратифікованих утворень у межах різних ділянок палеодолин, що відкриваються у Дніпровсько-Донецьку западину.

Ключові слова: Український щит, Інгульський мегаблок, середньоеоценові відклади, річкові палеодолини.

**SPATIAL DISTRIBUTION AND DEPOSITIONAL CONDITIONS OF
MIDDLE EOCENE CONTINENTAL FLUVIAL DEPOSITS WITHIN THE
INGUL MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD**

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

On the basis of these experimental data from the geological mapping of the four leaves of the territory at a scale of 1:50000, a scheme of the spacious expansion of the Middle Eocene continental fluvial deposits was created. Data on the morphological and morphological life of the river paleovalleys have been given. It has been traced to the formation of the mid-ocene continental fluvial deposits of the middle stratified concentrations near the boundaries of different paleovalleys, which are found near the Dniprovsko-Donetsk depression.

Key words: Ukrainian shield, Ingul megablock, Middle Eocene deposits, river paleovalleys.

Вступ

Середньоеоценові континентальні флювіальні утворення широко поширені в межах Інгульського мегаблоку Українського щита та містять значний спектр корисних копалин (вторинні каоліни, буре вугілля, розсипи ільменіту, циркону, золота, прояви урану та ін.). Геолого-тектонічна будова та розвиток території обумовили поширення континентальних флювіальних відкладів, їх приуроченість до ерозійно-тектонічних, фаціальний і літофаціальний склад, корисні копалини. Строкатий петрофонд порід кристалічного фундаменту, зміна палеогеографічних умов розвитку території у після середньоеоценовий час та

частковий розмив флювіальних континентальних відкладів середнього еоцену спричинили різні варіанти їх положення серед підстилаючих і перекриваючих стратифікованих осадових утворень. У зв'язку з цим актуальним є питання умов залягання досліджуваних відкладів у межах різних ділянок палеодолин.

Методи та попередні дослідження.

В основу дослідження покладено виробничі звіти з геологічної зйомки території масштабу 1: 50 000 і 1: 200 000 в тому числі й опис свердловин, а також матеріали власного дисертаційного дослідження. Також автором було проаналізовано та узагальнено опубліковані матеріали попередніх дослідників з питань залягання та можливих умов формування відкладів, що досліджувались.

Виклад результатів дослідження.

Інгульський мегаблок охоплює територію, розташовану між Голованівською шовною зоною та Ядлово-Трахтемирівською зоною розламів – на заході та Інгулецько-Криворізькою шовною міжблоковою зоною – на сході. На півночі та півдні межами мегаблоку є схили щита. Характеризується двоповерховою структурою.

Залягають середньоеоценові континентальні флювіальні утворення середнього еоцену на розмитій поверхні кристалічних порід, їх корі вивітрювання та більш давніх осадових утвореннях у межах Бандурської, Братської, Валявської, Гурівської, Зелено-Табурищенської, Звенигородської, Катеринопільської, Кіровоградсько-Знам'янської, Кіровоградсько-Новомиргородської, Кіровоградсько-Смілянської, Лебедин-Балакліївської, Ново-Празької, Обознівської, Олександрівсько-Рижанівської, Ольшанської, Ротмістровської, Сердюківської, Созонівської, Ташликської, Тясминської, Хмарівської, Христофорівської, Шестаковської, Червоноярської, Юрківської та ін. ерозійно-тектонічних депресій (рис. 1). Встановлені відклади середнього еоцену також у межах Бовтиської астроблеми [1,2].

У сучасному рельєфі середньопалеогенові долини, зазвичай, не виражені. У плані долини мають лінійно-видовжену форму та звивисті абриси. Орієнтування долин різноманітне – одні долини відкривається в Дніпровсько-Донецьку западину, інші – в Причорноморську западину.

Частина середньоеоценової гідросітки загалом успадковувала ерозійно-тектонічні депресії більш ранніх етапів розвитку Українського щита (Лебедин-Балакліївська, Рижанівська, Канів-Звенигородська та ін.), інші закладались річками середнього еоцену в тектонічно ослаблених зонах та розламах [3].

Довжина окремих річкових палеодолин перевищує 150 км, ширина – 18,0 км.

Залягають континентальні флювіальні відклади майже горизонтально або зі слабким ухилом від верхів'я до гирла долини та від їх схилів до центральних частин [4].

У більшості випадків відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту, на апт-нижньоальбських, нижньопалеогенових відкладах, зрідка на породах кристалічного фундаменту і перекриті фауністично охарактеризованими відкладами київської світи, а за їх відсутності – утвореннями харківської серії, а зрідка неогеновими і четвертинними відкладами (рис. 1 – 10).

Глибина врізу річкових долин у породи субстрату, як правило, 40 – 60 м. Глибина палеодолин, що розкриваються в Причорноморську западину більша, аніж таких, що розкриваються в Дніпровсько-Донецьку западину. Іноді в осьових частинах депресій наявна значна кількість перезаглиблень ерозійно-тектонічного походження. Для палеодолин характерна асиметрія схилів. Ширина долини зазвичай, поступово збільшується до гирла, але у межах палеодолин спостерігаються ділянки звуження і розширення. Звуження ширини палеодолин обумовлене, як правило наявністю в їх межах більш стійких до вивітрювання і водної ерозії порід. У межах звужених ділянок берега річок стають крутішими. Звужені ділянки зазвичай незначні за довжиною. Значне розширення палеодолин обумовлене злиттям декількох притоків, або ж значною міграцією русла за латераллю у пухкому субстраті елювію чи більш давніх осадових утворень. Подекуди значне розширення обумовлене розташуванням певного відрізка палеодолини у межах низовинного рельєфу корінних порід. Іноколи русло долини роздвоюється і обтікає ерозійно-денудаційні останці, які складені більш міцними породами.

На певному відрізку палеодолин, що відкриваються в Дніпровсько-Донецьку западину, їх напрямок різко змінюється на субмеридіональний, який обумовлений, вочевидь, напрямком контакту між породами основного складу Новомиргородського масиву і гранітами-рапаківі Корсунь-Новомиргородського плутону.

Наявність флексуроподібних форм палеодолин на певному їх відрізку, обумовлене наявністю тектонічно послаблених зон субширотного напрямку та зоною контакту між породами Корсунь-Новомиргородського плутону і гранітами кіровоградського типу, які простягаються у субмеридіональному напрямку. Іноколи, на окремих ділянках, положення палеодолин просторово співпадає з зоною тектонічного розламу (наприклад, частина Зелено-Табурищенської палеодолини) і долина різко розширюється в межах інтенсивно

катаклазованого і вивітреного субстрату. Подекуди розширені ділянки утворені ерозійною діяльністю численних різносторонніх притоків.

Поверхня днища палеодолин нерівна, з западинами і підвищеннями, ухил днища палеодолин різний на різних ділянках з загальною тенденцією ухилу у бік кінцевого морського басейну стоку [5,6].

Середньоеоценові долини зі стоком у Причорноморську западину мають менше поширення, оскільки були знищені процесами рельєфоутворення більш молодих етапів геоморфогенезу та в похованому рельєфі не збереглися. Для збережених долин характерна значна розгалуженість за рахунок значної кількості бокових притоків різної довжини, а також усі інші морфологічні риси долин зі стоком у Дніпровсько-Донецьку западину.

Середньоеоценовий вік континентальних флювіальних утворень встановлений на основі їх положення в геологічному розрізі та на підставі даних спорово-пилкового аналізу. (Г. М. Студинська, А. К. Коломойцева, Р. Н. Ротман) За їх даними в спектрах спорово-пилкового комплексу переважає пилок давніх тропічних та субтропічних рослин.

Утворилися середньоеоценові континентальні флювіальні відклади за руслових, заплавних, болотно-заплавних, делювіально-алювіальних, пролювіально-алювіальних фаціальних умов.

Фаціальні типи середньоеоценових континентальних флювіальних відкладів встановлювалися за набором основних типів порід, їх кількісним співвідношенням, потужністю, характером переходів одних порід в інші, особливостями речовинного і гранулометричного складу, текстурними особливостями, забарвленням, наявністю фітоорганічних залишків.

Зміна гранулометричного складу піщаного матеріалу від грубозернистих відмін у підосви до дрібнозернистих відмін у покрівлі та наявність прошарків грубозернистих пісків та каолінітових глин у різних частинах розрізу свідчить на різну, змінну у часі динаміку руслових потоків.

Літологічний склад відкладів є строкатим (вторинні каоліни, глини, різнозерністі піски, подекуди з гравієм і галькою, буре вугілля), невитриманим за простяганням і значною мірою визначається складом кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту та більш давніх осадових утворень в межах яких закладені річкові палеодолини. Усі породи перешаровуються між собою, або утворюють прошарки, лінзи одне в одному, часто виклинюються. Загальна потужність континентальних утворень коливається від 0,2 м на схилах депресій до 37 м у центральних їх частинах. У межах Бовтиської улоговини в розрізі озерного комплексу середнього еоцену, окрім вуглистих пісків та глин, вторинних каолінів, зустрічаються своєрідні глини та алевроліти, які залягають у нижній

частині розрізу, пов'язані між собою поступовими переходами і за простяганням заміщуються вуглистими пісками та глинами [7].

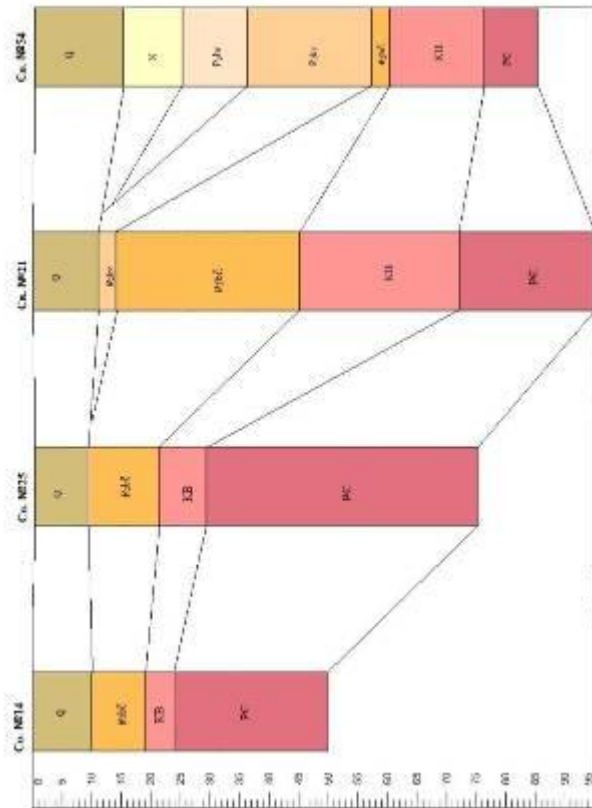


Рис. 2. Ділянка середньоеценової палеодоліни в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і перекриваються відкладами кийської світи та четвертинної системи. Ділянка № 1, див рис. 1

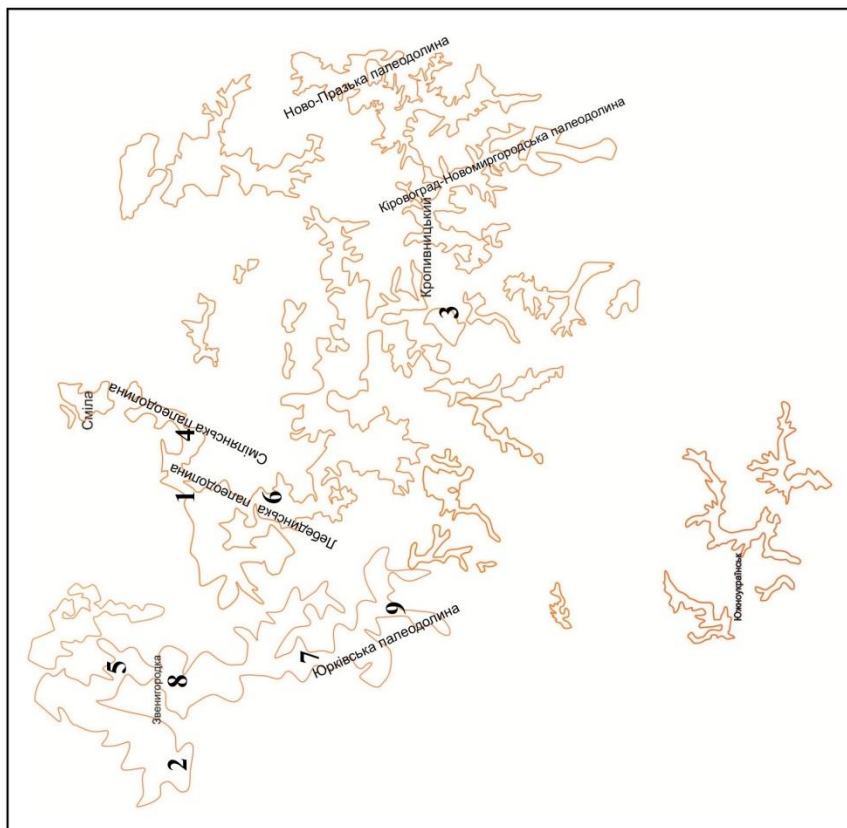


Рис. 1. Схема розміщення ділянок, у межах розвитку середньоеценових палеодолін з різними умовами залягання континентальних флювіальних відкладів

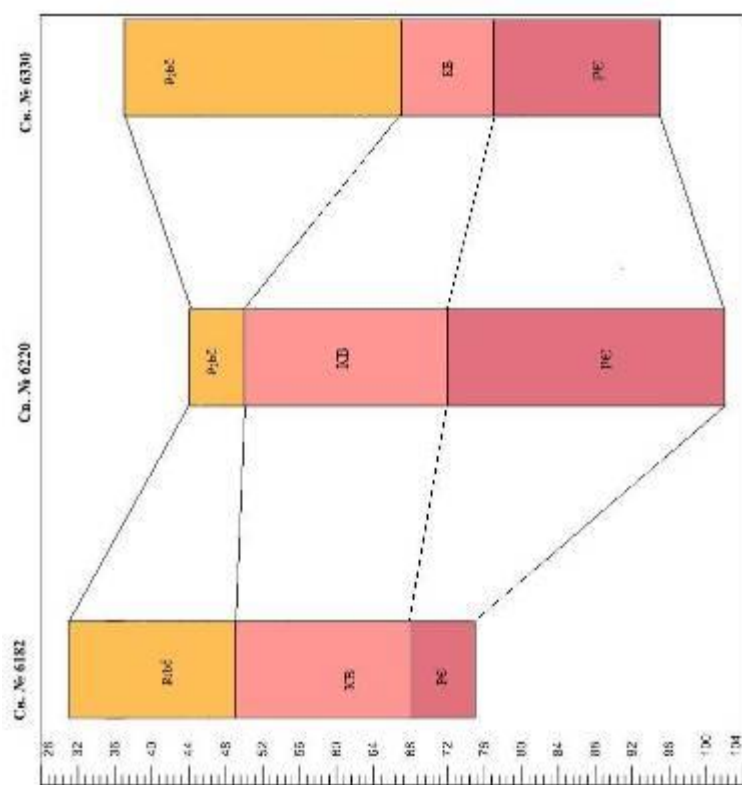


Рис. 4. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту. Ділянка № 3, див рис. 1

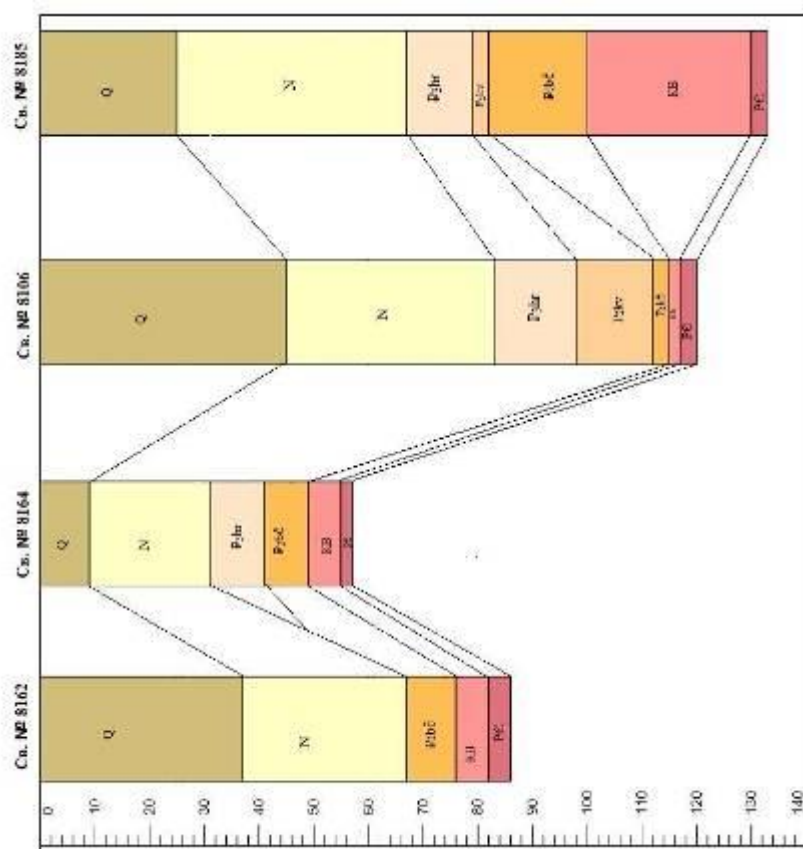


Рис. 3. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і перекриваються відкладами кийської, харківської світи та утвореннями неогену. Ділянка № 2, див рис. 1

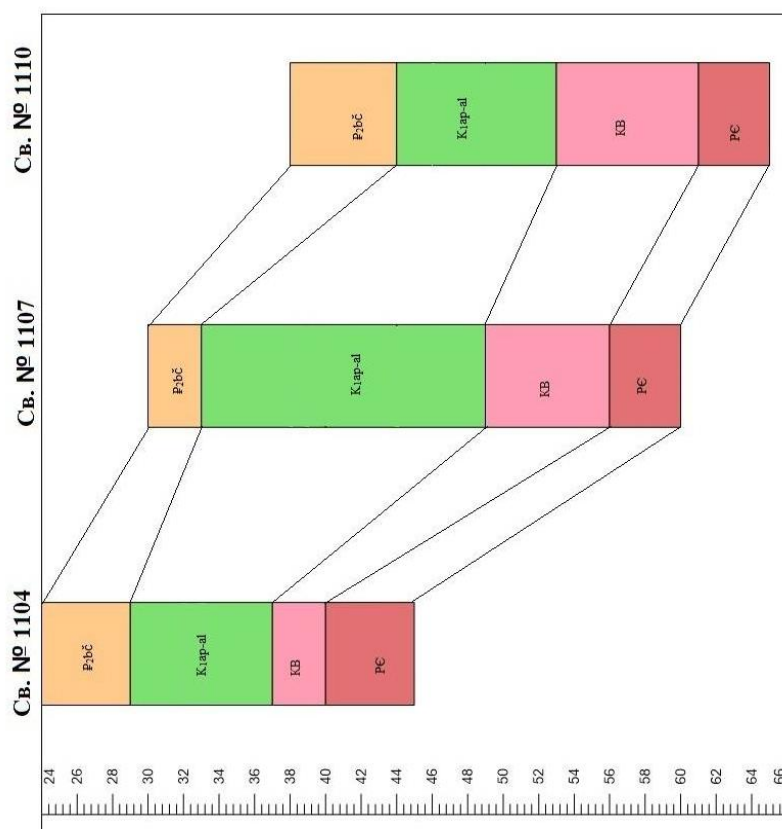


Рис. 5. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на континентальних відкладах апту-нижнього альбу. Ділянка № 4, див рис. 1

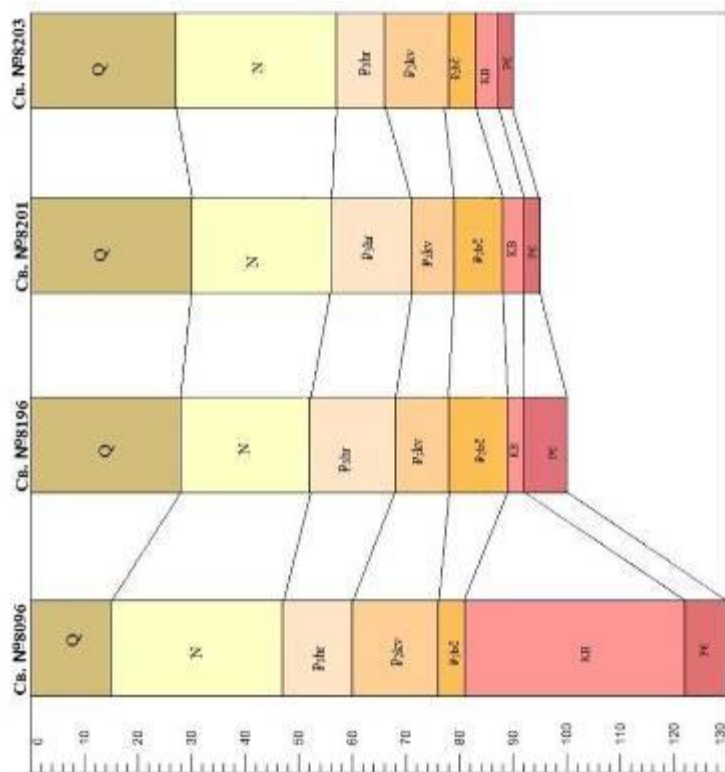


Рис. 6. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і перекриваються утвореннями кийської світи. Ділянка № 5, див рис. 1

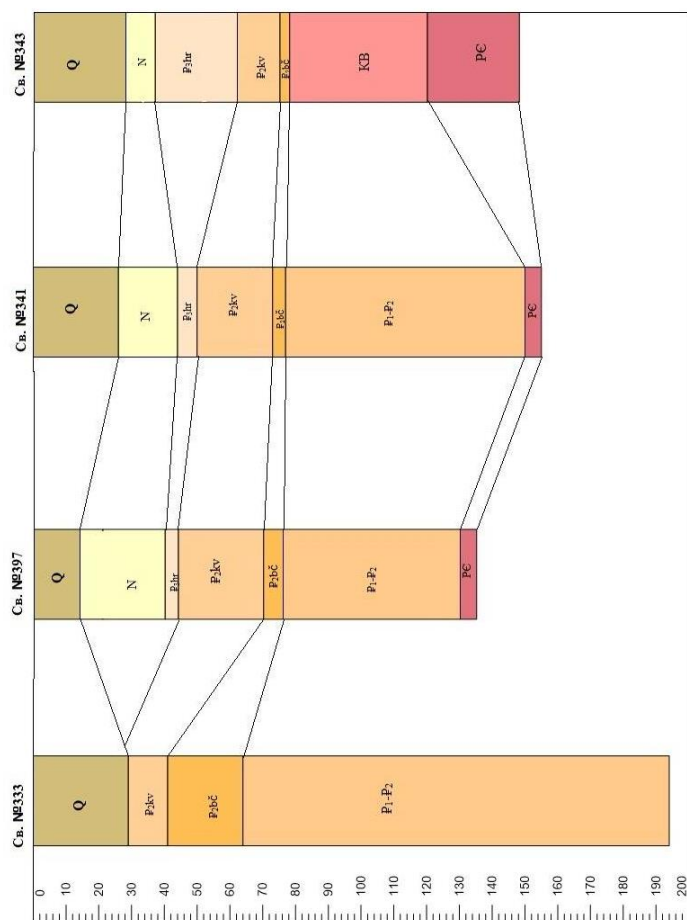


Рис. 7. Ділянка середньооеценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на морських утвореннях нижнього-середнього палеогену та корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і перекриваються відкладами кийської світи. Ділянка № 6, див рис. 1

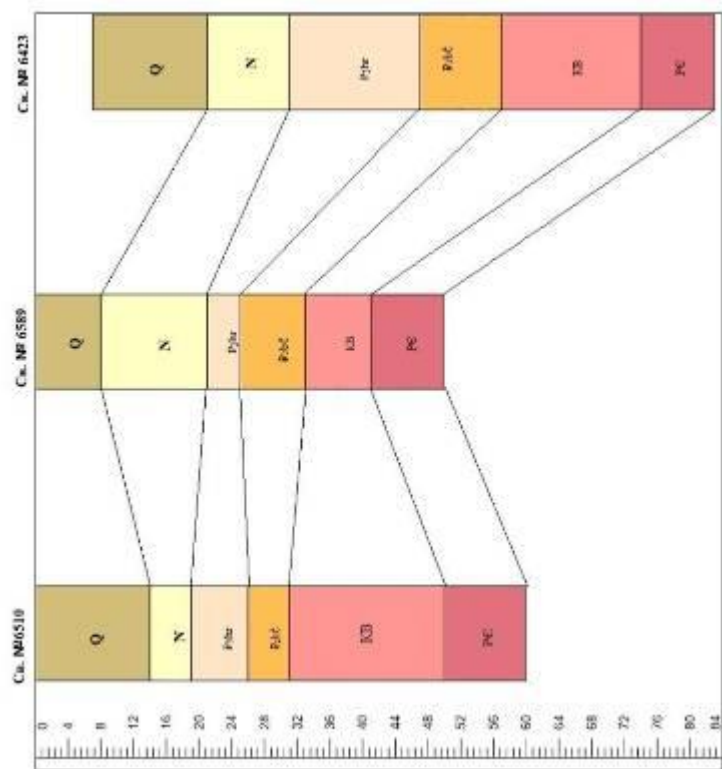


Рис. 8. Ділянка середньооеценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту і перекриваються відкладами харківської світи. Ділянка № 7, див рис. 1

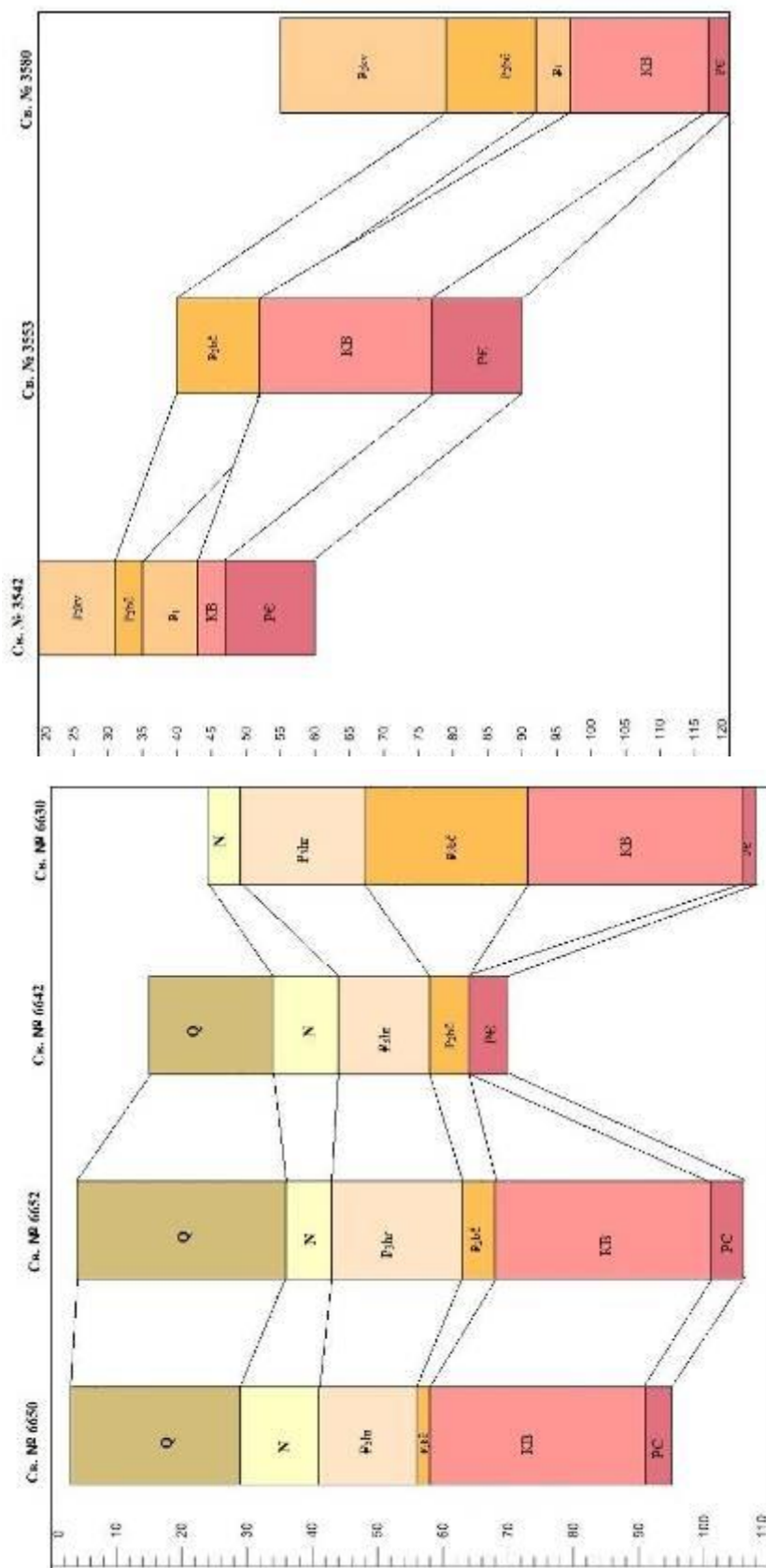


Рис. 9. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на кристалічних породах фундаменту (останець) їх корі вивітрювання і перекриваються утвореннями харківської світи. Ділянка № 8, див рис. 1

Рис. 10. Ділянка середньоеоценової палеодолини в межах якої континентальні відклади середнього еоцену залягають на морських утвореннях нижнього палеогену та корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту. Ділянка № 9, див рис. 1

Середньоеоценові флювіальні континентальні відклади мають ритмічну будову. Як правило, виокремлюють два елементарних ритми, кожен з яких починається псамітовими, (рідкісно псефіто-псамітовими) і завершується дрібнопсамітовими чи алевроито-пелітовими утвореннями часто зі значною кількістю рослинних залишків.

З континентальними флювіальними відкладами середнього еоцену пов'язані родовища та рудопрояви вторинних каолінів, каолінових глин, бурого вугілля, ільменіту, циркону, золота, рідкісноземельна та уранова мінералізація. Корисні копалини характеризуються просторово-парагенетичним зв'язком з певним петрофондом порід кристалічного фундаменту, їх мінерагенією та кораами вивітрювання за ними; з певними літофаціями, підфаціями. Частина проявів і рудопоявів корисних копалин пов'язана з процесами діагенезу та інфільтраційного епігенезу (буре вугілля, уран, рідкісноземельна та сульфідна мінералізація тощо).

У різних частинах депресій розрізи середньоеоценових відкладів не схожі між собою, відрізняються умовами залягання, літологічним складом, потужністю, повнотою горизонтів, що їх складають [8].

Аналіз матеріалів виробничих звітів з геологічної зйомки території масштабу 1: 50 000 і 1: 200 000, опису свердловин дозволили створити схему поширення континентальних флювіальних утворень в межах Інгульського мегаблоку та дослідити положення досліджуваних відкладів серед стратифікованих утворень [9, 10]. Результати дослідження представлені на рисунках 1-10.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити, що флювіальні континентальні відклади середнього еоцену сформувалися головню за рахунок розмиву і перевідкладення кори вивітрювання порід кристалічного фундаменту та часткового чи повного розмиву флювіальних континентальних утворень аптунижнього альбу (середньоеоценові флювіальні водотоки частково або повністю успадковували апт-нижньоальбські річкові палеодолини). Зокрема, у верхів'ях палеодолин, що відкриваються у Дніпровсько-Донецьку западину, флювіальні континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту та морських утвореннях нижнього палеогену та перекриваються утвореннями морських фацій середнього та верхнього палеогену, неогену. У межах середньої частини палеодолин флювіальні континентальні відклади середнього еоцену залягають на кристалічних породах фундаменту, їх корі вивітрювання і перекриваються відкладами київської, харківської світи та четвертинної системи. У нижній частині палеодолин континентальні відклади середнього еоцену залягають на корі вивітрювання

кристалічних порід фундаменту, континентальних відкладах апту-нижнього альбу і перекриваються утвореннями київської світи.

Дані щодо поширення та умови залягання середньоеоценових континентальних флювіальних відкладів серед стратифікованих утворень на різних ділянках палеодолин у межах Інгульського мегаблоку Українського щита є основою для відтворення історії розвитку території, палеогеографічних обставин та прогнозу корисних копалин у межах досліджуваних флювіальних континентальних утворень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Брянский В.П. Геологическая карта масштаба 1:50000 территории листов М-36-103-В (ю.п.), 114-Г, 115-А, В. [производственный отчет] / В.П. Брянский. – Киев, 1976. – 210 с
2. Брянский В.П. Отчет о геологической съемке масштаба 1:50000 территории листов М-36-102-А, В, Г и М-36-114-А, Б за 1976-80гг. [производственный отчет] / В.П. Брянский. – Черкассы, 1980. – 288 с.
3. Веклич М.Ф. Палеогеоморфология области Украинского щита (мезозой, кайнозой) / М.Ф.Веклич. – К. : Наук. думка, 1966. – 120 с.
4. Злобенко В.Г. Геологическая карта масштаба 1:50000 (Центральная часть УЩ). Листы М-36-113-А (ю.п.), В. М-36-124-А, Б. М-36-125-А. (Отчет геологосъемочной партии №13 Южно-Украинской геологической экспедиции за 1962-1966 гг.). [производственный отчет] / В.Г. Злобенко, В.П. Брянский. – Киев, 1966. – 296 с.
5. Ковальчук М.С. Апт-нижньоальбські та еоценові річкові долини центральної частини Українського щита / М.С. Ковальчук., Ю.В. Крошко // Вісник львівського ун-ту. Серія геологічна, 2015. – вип. 29. – С. 67–76.
6. Ковальчук М.С. Апт-нижнеальбские и эоценовые речные долины центральной части Украинского щита. / М.С. Ковальчук, Ю.В. Крошко // Modern Science – scientific journal – Praha. – Czech Republic, Nemoros, 2015 – №4. – С. 174 – 182.
7. Крошко Ю.В. Континентальний літогенез крейда-палеогенових осадових утворень центральної частини Українського щита: дис.канд.геол.наук:04.00.21 [Текст]/ Ю.В. Крошко. – К.: 2017. – 255 с.
8. Литолого-фаціальні, палеогеографічні карти і карти закономірностей розміщення корисних копалин території України. – Київ: Госгеолслужба України, 2001. 150 с.
9. Металічні і неметалічні корисні копалини України : у 2 т. / [Д.С. Гурський, К.Ю. Єсипчук, В.І. Калінін та ін.]. – К. – Львів : Центр Європи, 2005-2006. – Т. 1: Металічні корисні копалини. – 2005. 785 с.
10. Тектонічна карта України (комплект карт і пояснювальна записка) масштабу 1:1000000 / голов. ред. С.С. Круглов, Д.С. Гурський. – Київ : УкрДГРІ, 2007.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ МАГНІТНИХ ТА ГРАВІТАЦІЙНИХ АНОМАЛІЙ НАД ТІЛАМИ РУДНИХ ГАБРОЇДІВ КОРОСТЕНСЬКОГО ТА КОРСУНЬ- НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНІВ

Т.Л. Міхєєва, Г.М. Дрогицька, О.П. Лапіна

к.фіз.-мат.н., к.геол.-мін.н., к.фіз.-мат.н

Інститут геофізики НАН України, Київ, пр. Палладіна 32

Розглядаються методика та результати інтерпретації магнітних та гравітаційних аномалій над тілами рудних габброїдів Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів. На прикладі трьох об'єктів, збагачених фосфатно-титановою рудною мінералізацією побудовано моделі магнітоактивних та гравітаційних джерел, наведено їх геологічне тлумачення. Сформовано ряд висновків щодо зональної структури габброїдів, особливостей їх намагніченості, структури аномалій та їх можливих джерел.

Ключові слова: інтерпретація, магнітна та гравітаційна аномалія, габроїди, обернена задача

INTERPRETATION OF MAGNETIC AND GRAVITATIONAL ANOMALIES OVER BODIES OF GABBROIDS OF THE KOROSTENSKY AND KORSUN- NOVOMYRKHOROD PLUTONS

T.L. Mikheeva, Drohytska G.M, Lapina O.P.

Ph.D. in Physics and Mathematics, Ph.D. in Geol.-Min.Sc., Ph.D. in Physics and Mathematics

Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

The method and results of the interpretation of magnetic and gravity anomalies above the bodies of ore gabbroids of the Korostensky and Korsun-Novomyrhorod plutons are considered. On the example of three objects enriched with phosphate-titanium ore mineralization, models of magnetoactive and gravity sources were built, and their geological interpretation was given. A number of conclusions regarding the zonal structure of gabbroids, the features of their magnetization, the structure of anomalies and their possible sources have been formed.

Key words: interpretation, magnetic and gravity anomaly, gabbroids, inverse problem

У межах Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів та виявлено ряд корінних родовищ апатит-ільменітових та ільменіт-титаномагнітових руд, які просторово та генетично пов'язані з тілами габроїдів [3,4]. Останнім часом – у зв'язку із виснаженням запасів розсіпних та залишкових родовищ ільменіту – посилився інтерес до промислової розробки корінних титаноносних покладів [1,2]. На особливу увагу заслуговують питання кількісної інтерпретації гравітаційних і магнітних аномалій над тілами рудних габроїдів. Інтерпретація магнітних аномалій над тілами та масивами габроїдів представляє складне завдання. Над такими об'єктами спостерігаються складно побудовані аномалії,

яким властиві різко диференційований характер, багатокомпонентний склад, присутність обурень позитивного і негативного знака, мінливість намагніченості в різних ділянках тіл габроїдів. особливостей розподілу рудної мінералізації, інформативності магнітних аномалій у пошуках титанових покладів.

Розглядається завдання інтерпретації магнітних аномалій над Стремигородським та Кропивенським тілами рудних габроїдів, які належать до класу малих інтрузій, що впроваджувалися на заключних етапах становлення Коростенського плутону [4]. Оскільки ці об'єкти збагачені густовкрапленим орудненням ільменіту і апатиту, вони вивчені пошуково-розвідувальним бурінням, під час якого проведено численні вимірювання магнітних властивостей керн свердловин. Особливістю тіл габроїдів є різко виражена неоднорідність їх намагніченості. Для кількісної інтерпретації виявився вдалим вибір відповідної якісної структури моделі - виділення у складі тіл габроїдів блоків з більш- менш однотипним - у тому числі і за геологічною природою - характером намагніченості.

У ході інтерпретації гравітаційних та магнітних аномалій Стремигородської та Кропивенської ділянок використовувалися алгоритми автоматизованого підбору [5].

Стремигородська ділянка. Розташована у південній частині Чеповичського масиву габро-анортоситів (Коростенський плутон). Тіло габроїдів містить апатит-ільменітове оруднення. У плані – на рівні ерозійного зрізу – тіло має форму овалу діаметром близько 900м. На глибину воно простежене свердловинами до 1400 м. Тіло габроїдів характеризує чітко виражену концентрично-зональну будову: від периферії до центру і від глибинних горизонтів до поверхні збільшується меланократовість порід - лейкократові габроїди послідовно змінюються мезократовими (олівін-піроксенові габро, трактоліти) і далі меланократовими (меланотрактоліти, плагіоклазові перидотити). С Над тілом габроїдів спостерігаються контрастні аномалії магнітного поля. Серед навколишніх габро-анортоситів його виділяє група аномалій, яка замкнена в межах овальної (близької до ізометричної) області; в першу чергу тут привертають увагу інтенсивний максимум (до 15000 нТл) і пов'язаний з ним мінімум поля (до 9000 нТл) У структурі аномалій чітко проявляються елементи центрально-симетричної (кільцевої) зональності.

Особливості процесу побудови моделей. Для побудови моделей було обрано профіль 15, який відображає найбільш суттєві особливості поведінки магнітних аномалій, які обумовлені великими сегментами тіла габроїдів і найменш спотворений впливом локальних неоднорідностей. За даними буріння відомо, що джерела належать одному і тому ж тілу габроїдів і представляють

складно побудований ансамбль аномалій. Для мінімізації автоматизованого підбору магнітоактивних джерел було сформовано початкове наближення у вигляді апроксимуючої конструкції, складеної з набору сегментів, що відрізняються намагніченістю [5]. Для зменшення неоднозначності завдання автоматизованого підбору ставилося в квазілінійній постановці: при розв'язку задачі закріплювалося – за даними буріння та щільності – положення зовнішнього контуру тіла; у процесі розрахунків визначалися значення компонентів намагніченості сегментів і становище їх внутрішніх границь. Характер розташування сегментів та напрями векторів намагніченості в них підкреслює концентрично-зональну будову тіла рудних габроїдів, всередині об'єкта присутні елементи розшарування.

Кропивенська ділянка. Розташована в межах Володарськ-Волинського масиву габро-анортозитів (Коростенський плутон). Об'єктом вивчення було тіло габроїдів, збагачене мінералізацією ільменіту та апатиту. Геологічна будова та фізичні властивості порід ділянки вивчені при бурінні свердловин глибиною 100-300 м. У плані тіло має овальну форму, поперечний переріз (на рівні ерозійного зрізу) близько 1200 м. Падіння контактів полого, центроклінальне; у вертикальних перерізах форма тіла близька до чашоподібної; глибина занурення підосви до 0,3 км. Тіло габроїдів має зональну будову. Схематично цю зональність можна охарактеризувати так: у поверхні ерозійного зрізу переважають найбільш меланократові різниці - періодити і габро-періодити, по латералі і на глибину вони переходять у меланократові габро і далі в мезо- і лейкократове. Такий характер зональності ускладнюється за рахунок перешаровування мелано-мезо- та лейкократових різниць та їх асиметричного розташування у плані – періодити та габро-періодити тяжіють до південно-західного сегменту тіла, а лейкократові габро- до його північно-західного та північно-східному краям. Контакти тіла габроїдів з анортозитами, що вміщують - різкі, інтрузивні. Орудіння вкраплене, представлене ільменітом, титаномагнетитом та апатитом. Найбільш збагачена рудною мінералізацією центральна частина тіла. [2,3]. Як з'ясувалося в ході аналізу регіональних карт магнітного поля, є підстави вважати, що Кропивенське тіло габроїдів розташоване у вузлі перетину ослаблених зон. Підвищеною магнітною сприйнятливістю та залишковою намагніченістю мають меланократові габроїди (періодити, габро-періодити).

Корсунь-Новомиргородський плутон. Городищенський габро-анортозитовий район. За сейсмічними даними [6] визначені межі поширення інтрузивного комплексу, а гравітаційне моделювання дозволило оконтурити в розрізі інтрузивний масив порід основного складу. Масив представлений

гранітами рапаківі потужністю 4-5 км. Породи основного складу мають форму перевернутого конуса максимальною потужністю 5 км. Городищенський габро-анортозитовий масив має конусоподібну форму у широтному перерізі. Підібрана модель в результаті розв'язання оберненої задачі з використанням стержневої апроксимаційної конструкції відповідає моделі, котра залягає на глибині 4.5 км. На схід потужність основних порід зменшується. Встановлено, що розрізнені тіла основних порід у районі Городищенського масиву за щільнісними та геологічними параметрами єдині по глибині. Результати розв'язання задачі підтверджують, що граніти рапаківі повторюють форму основних порід Моделі, отримані за геофізичними даними, важливі для вивчення внутрішньої структури інтрузиву та мають практичне значення, що підтверджує, що дані площі розповсюдження основних порід залишаються перспективними для пошуків титанових руд.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Галецький Л., Ремезова О., Шевцов О. «Метал форум Україна-2007» // Геолог України.- 2007.-№3.-С.7-12.
- 2.Галецький Л., Ремезова О. Титанові руди України//Геолог України. 2007.-№3.-С.51-61.
- 3.Егоров В.М., Швайбаров С.К., Егорова Т.П. Загорько А.Н.Гравитационное моделирование рудных габброидов Коростенского плутона//Геофиз.журн.- 1989.-т.11, №6.-С.74-81.
- 4.Кривдик С.Г., Дубина О.В., Гуравський Т.В. Деякі мінералогічні та петрологічні особливості рудоносних (фосфор, титан) габроїдів анортозит-рапаківігранітних плутонів Українського щита/ /Мінералогічний журн.-2008.-30, №4.-С.41-57.
- 5.Зейгельман М.С., Михеева Т.Л., Панченко Н.В. О природе магнитных аномалий над телами рудных габброидов Коростенского плутона (Украинский щит) // Геофиз. журн. – 2011.-№1. – С. 114-127.
- 6.Старостенко В.И.,Казанский В.И.Попов Н.И., Дрогичкая Г.М.,Заяц В.Б. Трипольский А.А., Чичеров М.В. Сейсмогеологическая модель Кировоградского поли метального рудного района (Украинский щит) //Геофиз.журнал. 2013. 35, №2. С.3-17.

**ПЕРІОДИЧНІСТЬ ПРОЦЕСІВ СКРЕМЕНІННЯ ОСАДКІВ
ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ СХІДНОГО ТА ЗАХІДНОГО СХИЛІВ
УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ЯК СВІДЧЕННЯ МІГРАЦІЇ БЕРЕГОВОЇ ЛІНІЇ
АЛЬБ-СЕНОМАНСЬКОГО МОРСЬКОГО БАСЕЙНУ**

Ю.А. Тимченко

кандидат геологічних наук

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

Показано, що ритмічне чергування міцних скременілих прошарків у товщах глауконіт-кварцових пісковиків пізнього альбу - сеноману, простежені у відслоненнях західного та східного схилів УЩ, є результатом періодичного утворення зон скременіння на геохімічному бар'єрі на контакті морських і метеорних вод у прибережних седиментаційних обстановках й можуть служити свідченням етапів регіональної міграції берегової лінії акваторій Тетісу.

Ключові слова: скременіння, берегова зона, альб, сеноман, Тетіс

**PERIODICITY OF SEDIMENT SILICIFICATION IN THE COASTAL ZONE
OF THE UKRAINIAN SHIELD EASTERN AND WESTERN SLOPES AS
EVIDENCE OF SHORELINE MIGRATION OF THE ALBIAN-
CENOMANIAN SEA BASIN**

Yu.A. Tymchenko

Candidate of Geological Sciences

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine

It is shown that the rhythmic alternation of strong silicified layers in the late Albian - Cenomanian glauconite-quartz sandstones, traced in the outcrops of the Ukrainian shield's Western and Eastern slopes, is the result of the periodic formation of a silicification zones on a geochemical barrier at the contact of marine and meteoric waters in the coastal sedimentary conditions and so it can be an evidence of regional Tethys shoreline migration.

Key words: silicification, coastal zone, Albian, Cenomanian, Tethys

Відклади крейдової системи широко розповсюджені на території України. Починаючи з кінця ранньої крейди осадконакопичення на більшій частині Східноєвропейської платформи (СЄП) відбувалося в межах обширного епіконтинентального моря, що належало до північних акваторій океану Тетіс. Під час найбільших трансгресій, фактично, тільки на припіднятих територіях, таких як Український щит (УЩ), панували умови суходолу, які слугували джерелом знесення теригенного матеріалу для навколишніх осадових басейнів.

Численними дослідженнями [3, 4, 7] встановлено, що крейдовий час характеризувався розвитком кількох потужних трансгресій, одна з яких розпочалася наприкінці альбу й тривала протягом усього сеноману аж до досягнення наприкінці його найбільшого розвитку. Вказують [7], що ця трансгресія виявила себе у накопиченні потужних товщ морських осадків різного фаціального походження як у Карпатському регіоні, так і в Криму, які на території СЄП формувалися в седиментаційних умовах внутрішнього шельфу.

Стратиграфічні дослідження [7] вказують на поступальний розвиток трансгресії впродовж пізнього альбу — сеноману в межах СЄП: про тенденцію до розростання басейну свідчить загальний характер вертикальної зміни відкладів від теригенних мілководних до карбонатних і мулисто-алевритистих. Однією з актуальних проблем видається пошук стратиграфічних критеріїв для визначення менш глобальних, локальних осциляцій рівня моря та відповідної міграції берегової лінії на тлі регіональної трансгресійної тенденції. На нашу думку, пошук седиментаційних ознак флуктуацій положення берегової лінії варто зосередити на шельфовій зоні, обстановки осадконакопичення в межах якої найбільш вразливі до зміни як морських, так і континентальних умов.

Нами був обстежений не описаний раніше в геологічній літературі розріз відкладів крейдової системи, що відслонюється в ярах лівобережжя р. Калюс у с. Браїлівка (південний захід Хмельницької обл.). За стратиграфічними й літологічними ознаками, формування відкладів відбувалося в умовах мілководного моря.

Відклади крейдової системи залягають тут на розмитій поверхні венду [1]. Базальний горизонт представлений опокоподібними дрібнозернистими глауконіт-кварцовими пісковиками кремово-жовтуватого-сірого з включенням добре обкатаного гравійного матеріалу, великою кількістю ходів мулоїдів і слідів закопування, відбитками двостулкових молюсків. Вище лежить товша потужністю до 6-7 м пісковиків слабозцементованих глауконіт-кварцових зелено-сірих, скременілих, зі скупченнями кременевих губок, рештками деревини поганої збереженості, численними слідами риючих організмів, підкреслених темно-зеленим глауконітом, що утворюють характерний візерунчастий малюнок. Перекривається монотонним шаром темно-зеленого з буруватим відтінком дрібнозернистого кварц-глауконітового піску з тонкими проверстками озалізнення та невеликими лімонітовими конкреціями.

Згідно з [1], нижня частина розрізу крейди представлена глауконіт-кварцовими пісками, гезами та спонголітами й у межах Ушицької структурно-фаціальної зони віднесена до незвиської й пилицчанської світ об'єднаних ($K_{1-2}nz+pl$); залягає на базальних верствах козлівської (K_1kz) або незвиської

(K_{1nz}) світи з галькою і гравієм, а перекривається трансгресивно кварц-глауконітовими пісками сеноману.

Мікроскопічні дослідження зразків слабозцементованого глауконіт-кварцового пісковика, взятих з різних рівнів товщі, показало, що у їхньому складі присутні погано збережені фрагменти спікул кремневих губок, деякі з них заміщені ланцюжками глобулей аморфного опалу.

У розрізі слабозцементованих пісковиків у всіх обстежених ярах нами було простежено три проявлені міцні прошарки (іноді чітко виділяються два), які в нижній частині ярів утворюють уступи; саме до них приурочені знахідки скупчень скелетів кремневих губок, частково скременілі рештки деревини, скременілі ходи риючих організмів. Така неоднорідність цементації, проявлена у вертикальному чергуванні слабозцементованих і більш щільних, місцями до міцнозцементованих, пісковиків, свідчить про періодичне повторення на тлі цілком одноманітних умов осадконакопичення процесу, що призводив до скременіння осадку на стадії первинних діагенетичних перетворень.

За літературними даними, в іншому розрізі верхньокрейдових відкладів західного схилу УЩ з відслонення поблизу сс. Китайгород і Станіславчик (р. Тарнава, Вінницька обл.), наведеному О.А. Шевчук [8], у товщі пісковиків тієї ж пилипчанської світи (K_{2pl}) так само простежуються три шари спонголітів, а четвертий, у базальній частині відкладів ярусу, віднесений до верхнього альбу [8, С. 48].

Пізньюальбсько-сеноманські зеленувато-сірі слабозцементовані пісковики місцезнаходжень західного схилу УЩ за зовнішнім виглядом і літологічними ознаками дуже подібні на дрібнозернисті глауконіт-кварцові піски з включеннями пісковиків Середнього Придніпров'я, що відслонюються в ярах у районі Канівських дислокацій та віднесені до нижньої частини бурімської світи мікроскопічних досліджень [5], у районі Канівських дислокацій пізньюальбсько-ранньосеноманські пісковики представлені гезо-спонголітами. Нашими дослідженнями (на прикладі яру Холодний) [6] було виявлено, що альб-сеноманські породи у ярах Канівського Придніпров'я формувалися в умовах літоралі й субліторалі, в найбільш мілководній частині північної окраїни океану Тетіс, та характеризувалися близькістю області знесення теригенного матеріалу, а саме УЩ.

У товщі порід бурімської світи в ярах Пекарський, Холодний, Мар'їн та Меланчин потік М.Д. Крочак і О.С. Огієнком було виділено і скорельовано три подібні за будовою ритмічні пачки потужністю 1-4 м, складені повторюваним чергуванням прошарків глауконіт-кварцових пісків зі слабозцементованими

пісковиками та міцнозцементованих пісковиків і спонголітів. Ознакою ритмів є перешаровування горизонтів пісків з міцними кременистими включеннями неправильної форми та округлими карбонатними стяжіннями діагенетичного походження, перекритих маркуючим горизонтом безкарбонатних грубозернистих пісків потужністю до 20 см, що містять зуби акул, уламки кісток і хребців риб, детрит черепашок моллюсків, рештки скременілої деревини, дрібні фосфоритові конкреції [5].

На нашу думку, така ритмічність подібних за літологічною будовою одновікових товщ, сформованих у акваторіях океану Тетіс західного та східного схилів УЩ, є проявом регіональних особливостей седиментації в морському басейні пізнього альбу — раннього сеноману. Особливу цікавість викликають зони підвищеної кременевої цементації в глауконіт-кварцових пісковиках, оскільки зони скременіння в умовах мілководного шельфу виникають на стадіях раннього діагенезу цілком закономірно. У названих місцезнаходженнях такі зони простежуються принаймні тричі.

Рядом авторів було встановлено [9], що зони скременіння первинно карбонатного осадку, суттєво збагаченого біогенним опалом, джерелом якого у глауконіт-кварцових пісковиках названих місцезнаходжень пізньоальб-сеноманського віку є, переважно, спікули кременевих губок, виникають у прибережних седиментаційних обстановках, де змішуються води з різними фізико-хімічними властивостями — морські та метеорні (інфільтраційні, атмосферного походження) під час відступання берегової лінії. В таких умовах утворюється геохімічний бар'єр, де розчинення біогенного аморфного опалу призводить до утворення вод, різко пересичених SiO_2 і недонасичених CO_2 і, як наслідок, формування зон скременіння. А оскільки витримані за протяжністю міцні скременілі шари ритмічно повторюються в розрізах пізнього альбу — сеноману, можна зробити висновок про повторюваність, певну стадійність відповідних умов седиментації, яка фіксує в розрізі етапи періодичної регресійно-трансгресійної міграції берегової лінії. Причому ці зміни рівня моря носили регіональний характер, що позначилося на формуванні осадків як західного, так і східного схилів УЩ — суходолу в пізньоальб-сеноманську епоху.

На нашу думку, для комплексного розуміння складних динамічних процесів, що відбувалися в береговій системі “океан — суходіл” у геологічному минулому, доцільно вивчати відклади, сформовані в цій перехідній зоні взаємодії середовищ з різними фізико-хімічними параметрами, із застосуванням методів палеоокеанографії як складової більш широкого наукового напрямку — “геологічна океанографія”.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, аркуші М-35-XXVIII (Бар), М-35-XXXIV (Могилів-Подільський) (в межах України). Пояснювальна записка / Укладачі П.Ф. Брацлавський, О.М. Шевченко та ін. К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба. УкрДГРІ, 2007. — 206 с.
2. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральнотериторіальна серія. Аркуш М-36-XX (Корсунь-Шевченківський) / Циба, М.М., Санкіна, Г.А. та ін.; ред.: В.Ю. Зосимович, А.С. Войновський, І.В. Саніна. Київ: Державна служба геології та надр України, Державне підприємство “Українська геологічна компанія”, 2012. — 191 с.
3. Иванников А. В. Геологическая история Украины в меловое время. Киев, 2005. — 46 с.
4. Иванников А. В., Пермяков В. В. Стратиграфия и геологическое картирование мезозойских отложений Донбасса и Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1967. — 88 с.
5. Крочак, М., Огієнко, О., Тимченко, Ю. Склад, будова та генезис бурімської світи (верхній альб - нижній сеноман) району Канівських дислокацій // Вісник Київського університету. Геологія. — 2016. — Вип. 4(75). — С. 6 - 11.
6. Мєнасова А., Тимченко Ю. Палеогеографічні аспекти формування порід бурімської світи в межах Канівського Придніпров'я. // Вісник Київського університету. Геологія. — 2018. — Вип. 3(82). — С. 16 - 22.
7. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у 2-х томах. Т 1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Гол. редактор П.Ф. Гожик. К.: ІГН НАН України. Логос, 2013. — 637 с.
8. Шевчук О.А. Мікрофосилії та біостратиграфія середньої юри — крейди України. Дис. ... д-ра геол. наук (палеонтологія і стратиграфія). Т. 1. К., Інститут геол. наук НАН України, 2019. — 400 с.
9. Knauth L. P. A model for the origin of chert in limestone // Geology. — 1979. — Vol. 7, No 6. — P. 274 - 277.

БАЗАЛЬТОВИЙ БРУК М. ЛЬВІВ: ІСТОРІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНИХ, ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ, ТЕХНІЧНИХ Й ЕСТЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Я.М. Тузяк

кандидат геологічних наук

Львівський національний університет імені Івана Франка,
75005, м. Львів, вул. Грушевського, 4

У статті розглянуто історію видобутку базальту й оцінку його екологічних, фізико-хімічних, технічних й естетичних властивостей та значення для брукування вулиць урбанізованого простору з метою створення комфортного середовища проживання.

Ключові слова: базальт, брук, урбанізований простір, Львів.

BASALT COBBLESTONE OF LVIV CITY: HISTORY OF USE AND ASSESSMENT OF ITS ECOLOGICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL, TECHNICAL AND AESTHETIC PROPERTIES

Ya.M. Tuzyak

PhD of Geological Sciences

Ivan Franko National University of Lviv

The article considers the history of basalt mining and the assessment of its environmental, physical and chemical, technical and aesthetic properties and the importance of urbanized space for paving streets in order to create a comfortable habitat.

Key words: basalt, cobblestone, urbanized space, Lviv.

Рим називають містом травертину (вапнякового туфу), Єреван – вулканічного туфу, Санкт-Петербург – пудостського каменю, а Львів – це місто пісковика, вапняку і базальту. Цей природний камінь століттями видобували у каменоломнях Львівщини, Рівненщини, Тернопільщини – знаменитих не лише на теренах Заходу України, але й Європи та Азії. Сьогодні більшість родовищ або вичерпані або на межі вичерпання. Це кар'єри у Полянні, Демні, Добрянках (околиці Миколаєва), Пронятині, Тереховлі, Івановій Долині.

Високоякісна чорна базальтова бруківка вулиць Львова, площ, пішохідних доріжок, тротуарів та елементів міського ландшафтного дизайну – найбільш екологічно-чисте та радіаційно-безпечне тверде дорожнє покриття. На неї мало хто звертає увагу, але вона була, є та буде неодмінним атрибутом міського ландшафту центральної частини міста Львова. З'явився чорний брук на вулицях міста Лева наприкінці XIX – на початку XX ст. і походить з Яново-Долинського

родовища Волинських стовпчастих базальтів, нею заміщено ліву частину центральних вулиць міста.

Коротка історична довідка. Історія дослідження базальтових покладів на Поліссі сягає глибокої давнини. Є згадки про те, що ці поклади відомі людям ще з 1835 р. Відомий дослідник, перший директор Національного геологічного музею України, професор Київського університету, академік П. Тутковський вважав, що перші каменярні в Берестовці було закладено в 1858 р. У геологічній літературі XIX ст. поклади базальту над Горинню часто називали «Берестовецьким феноменом», тобто унікальним явищем природи. Рівненський базальт досліджували А. К. Тишецький (1862), В. І. Блюмель (1876), О. П. Карпінський (1917–1936), В. І. Вернадський (1919–1921), П. А. Тутковський (1912), Є. К. Лазаренко (1951–1963) та ін.

У 20–30-х роках XX ст. Рівненські базальти були у центрі уваги багатьох польських геологів таких як Чеслав Кузняр, М. Каменський, Ю. Токарський, С. Малковський та ін. У геологічних часописах Польщі того періоду висвітлено різні аспекти вивчення базальтів.

Результати геологічних досліджень базальтів Полісся викладені у монографіях і науково-довідкових виданнях.

Історія експлуатації базальтів. У праці П. Кононця [2] зазначено: “З давніх давен тут видобували базальт. У міжвоєнний період тут працювало найбільше підприємство Волинського воєводства і найбільший у тодішній Польщі базальтовий кар’єр. Залізничним сполученням Янова Долина–Костопіль щодня постачали продукцію до станції в Костополі, а далі – до Європи. Вулиці й площі Праги, Парижа, Варшави, Брюсселя, Кракова, Відня, Люксембурга, Лондона вимощено Рівненським базальтом”.

Волинський камінь почав завойовувати європейський ринок. Польща відмовилася від поставок базальту зі Швеції і мала великі прибутки від власних копалин площею 250 гектарів. Як зазначали, це було одне з найбільших родовищ, яке не мало аналогів в Європі. За місцевими переказами базальти Івано-Долинського родовища почали використовувати у будівництві ще з 1635 р. [2].

Подивитися на унікальне робітниче містечко Янова Долина і перейняти досвід приїжджали цілі делегації, про нього писала центральна польська преса. На міжвоєнній Рівненщині воно було взірцем організації праці, побуту і відпочинку в східній Європі. “Газета Польська” називала Янову Долину матір’ю польських автострад.

Оцінка екологічних властивостей базальту та його значення для брукування вулиць урбанізованого простору з метою створення комфортного середовища проживання. З огляду на високий ступінь твердості

базальт легко обробляється і піддається поліруванню. В період обмежених технічних засобів базальт був ідеальним каменем, який розколювався на куби чи паралелепіпеди з використанням підручних засобів. Стійкий в умовах впливу зовнішніх чинників середовища. Належить до антикорозійного покриття, яке є стійким до впливу хімічних речовин (кислот, лугів та інших агресивних середовищ), до різних механічних пошкоджень (стирання) та впливу атмосферних явищ, або перепадів температур, володіє хорошими показниками теплоізоляції і звукопоглинання. Матеріал міцний, має високий ступінь експлуатації. Враховуючи те, що в процесі обробки базальт розплавляють під впливом температури до $+1280^{\circ}\text{C}$, цей камінь також вирізняється високими показниками вогнестійкості. Також базальт є екологічно безпечним матеріалом (табл. 4): він не накопичує радіоактивних речовин та вирізняється високою діелектричною проникністю. Якщо цей камінь був використаний для внутрішнього облицювання приміщень, то його дуже легко очистити у процесі експлуатації. Також легкою буде й обробка поверхні каменю – шліфування, полірування та порізка. Базальт міцний і характеризується тривалим терміном експлуатації, тому стійкість до руйнування – це один з показників використання для вуличного покриття. Наглядним прикладом є базальтова бруківка м. Львова, яка використовується понад 150 років і вимощує вулиці, які піддавалися і піддаються високій транспортній експлуатації [3].

На сучасному етапі з базальту виготовляють такі елементи, як колони, сходинок, вуличні скульптури, мости і фонтани, цей камінь використовується для облицювання фасадів та мощення садових доріжок.

Внаслідок прояву у м. Львів процесів суфозії (фізичне (механічне) руйнування гірських порід із вимиванням фільтраційними водними потоками часток мінеральної речовини різних розмірів і формуванням «механічного (фізичного) стоку») із утворенням провалля, що зумовлено особливостями геолого-геоморфологічної будови території, покриття вулиць базальтовим бруком є оптимальним варіантом. Оскільки провалля, які формуються внаслідок вимивання, впливають на естетичний вигляд вулиць, знижують рух транспорту, перешкоджають громадському пересуванню. У такому випадку це легко усунути при брукованому покритті, ніж при асфальто-бетонному. В місцях, які зазнали прояву процесів суфозії (наявність провалля) достатньо перестелити бруківку, а ніж ремонтувати цілу вулицю, так як фрагментарні ремонти асфальто-бетону зумовлюють втрату естетичного вигляду. Також брукована поверхня сприяє швидкій заміні чи ремонту (у разі прориву) теплових мереж (комунікацій), що дає можливість швидкого реагування і багаторазового використання бруківки.

Особливості асфальто-бетонного покриття. Нагрівається у літній період до прояву плавлення, виділення додаткового тепла і, відповідно, підвищення температури повітря. Замерзає узимку із утворенням крижаної кірки (гололедиця). Утворення шкідливих випарів із неприємним запахом. Низький коефіцієнт стійкості до хімічних речовин, експлуатації (швидке руйнування), виключення повторного покриття (одноразове).

Порівняння брукуваного й асфальто-бетонного покриття наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Переваги використання брукуваного покриття проти асфальто-бетонного

№ з/п	Особливості	Брукуване покриття	Асфальто-бетонне покриття
1.	Використання	Багаторазове	Одноразове
2.	Термічний опір	Не нагрівається	Нагрівається
3.	Запах	Не виділяє	Виділяє
4.	Стійкість до впливу навколишнього середовища	Не руйнується, стійке	Руйнується, плавиться, не стійке
5.	Вологопоглинання	Не поглинає	Поглинає
6.	Вогнестійкість	Стійке	Не стійке
7.	Екологічне значення	Екологічно безпечний	Екологічно небезпечний

Фізико-механічні властивості і хімічний склад базальту

Базальти родовища характеризуються такими фізико-механічними показниками якості і хімічним складом (табл. 2, 3):

Таблиця 2

Хімічний склад базальтів за [1]

Найменування компонентів	Технічні вимоги				Вміст компонентів, %			
	за ТУ У 023.022-96 для штапельних волокон		за ТУ У 023.019-95 для неперервних волокон		по родовищу		у контурі підрахунку запасів петругійної сировини	
	від	до	від	до	від	до	від	до
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	43,0	51,0	47,5	55,0	45,97	53,0	45,97	51,1
Al ₂ O ₃	10,0	17,0	14,0	20,0	10,95	15,54	10,95	14,75
Fe ₂ O ₃ +FeO	10,0	18,0	7,0	13,5	12,73	15,39	13,5	15,39
TiO ₂	0,2	3,0	0,2	2,0	2,26	3,09	2,45	3,09
CaO	8,0	13,0	7,0	11,0	5,94	11,1	8,27	9,99
MgO	4,0	15,0	3,0	8,5	3,1	8,29	4,0	6,75
SO ₃	не більше 0,1		не більше 0,2		0,01	0,97	0,01	0,97
K ₂ O+Na ₂ O	2,0	5,0	2,5	7,5	2,0	3,77	2,06	3,47
MnO	не більше 0,4		не більше 0,25		0,02	0,69	0,04	0,43
в. п. п.	не більше 5,0		не більше 5,0		0,1	3,36	0,15	3,36

Таблиця 3

Характеристика технічних властивостей базальтів (Івано-Долинське родовище, Костопільський район, Рівненська область) за [1]

№ з/п	Назва технічних властивостей	Одиниці виміру
1.	Загальні запаси	Понад 10 млн м ³
2.	Різновиди сировини	Скелі (моноліти) 95 %, стовпи 5 %
3.	Форма поперечного перерізу стовпів	Від 4- до 7-гранних
4.	Товщина	0,6–1,2 м (переважають стовпи товщиною 0,8–1 м)
5.	Висота	3–22 м
6.	Дійсна густина	2,3–2,96 г/см ³
7.	Середня густина	2840–2939 кг/м ³
8.	Пористість (загальна)	0,71–2,51 %
9.	Коефіцієнт зменшення міцності при насиченні водою	0,9–0,97
10.	Водопоглинання	0,18–0,84 %
11.	Об’ємна питома вага	кг/м ³
12.	Щільність (BSEN 1936)	кг/м ³
13.	Межа міцності на стискання:	
14.	у повітряно-сухому стані	2582–4183 кгс/см ²
15.	у водонасиченому стані	2327–4049 кгс/см ²
16.	Марка породи за міцністю у водонасиченому стані	1400 (за ТУ У 21-10-69-89 «Камінь будовий. Технічні умови»)
17.	Теплопровідність	0,032–0,048 Вт/(м ² *К)
18.	Радіоактивність	низька природна 250,0–370,0 Бк/к., що належить до І класу будівельних матеріалів і підходить для всіх видів будівництва без обмежень
19.	Супутні корисні копалини, мінерали	Гірський кришталь, малахіт, лазурит, яшма та ін.

Таблиця 4

Екологічні і біологічні властивості базальтів

№ з/п	Найменування властивості	Характеристика
1.	Незаймистість	Належить до негорючого класу будматеріалів, екологічно безпечний і вогнетривкий (максимально безпечний при пожежах та спалахах), витримує температури понад 840 градусів без плавлення.
2.	Високі показники звуко- і теплоізоляції	Поглинає шум (від 43 дБ до 60 дБ) і мінімізує тепловтрату, підтримує комфортну температуру (взимку тепло, влітку прохолодно) – 0,039 Вт/ м ² *К. Для порівняння теплоізоляція асфальтобетону – 1,05 Вт/м ² *К.
3.	Паропроникність	Аналогічна паропроникності повітря, тобто ідеальна для житлових приміщень.
4.	Вологопоглинання	При 90% вологості поглинає 0,004% вологи від обсягу матеріалу
5.	Сорбційна вологість	Менше 0,5%
6.	Високі щільність і опір	Зберігають свої первинні властивості – стійкі до тертя, руйнування, просідання, розчинення (понад сотні років).

Висновки. За оцінкою екологічних, фізико-хімічних, технічних, естетичних, властивостей базальтовий брук є ідеальним покриттям для урбанізованих систем і цінною історичною пам'яткою. За свою понад столітню історію, чорна базальтова бруківка пережила не одне переукладення, рух важкої військової техніки у роки першої та другої світових воєн, інтенсивний рух сучасного транспорту, про який перші ініціатори брукування та укладачі бруківки не могли навіть здогадуватися, але не зважаючи на це, на відміну від штучних аналогів та менш стійких природних різновидів – не змінює своїх фізико-механічних та естетичних характеристик, є загальновизнаним, найбільш екологічним твердим і надійним дорожнім покриттям.

В багатьох історичних містах країн Європи бруковані вулиці мають статус історичної пам'ятки, зокрема у Варшаві, 60 вимощених вулиць занесені до реєстру пам'яток, що дає покриттю цих вулиць додаткову охорону й підкреслює їхню цінність.

Слід зазначити, що центральна історична частина Львова перебуває під охороною держави та ЮНЕСКО, головною метою яких є збереження автентичних історичних й архітектурних пам'яток міста, до яких також належить і брукове покриття.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності Івано-Долинського родовища базальтів в Костопільському районі Рівненської 2019743996 (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності) області. Рівне, 2020. – 273 с
2. Кононець П. Туристичні маршрути Костопільщини // Історія музейництва, пам'яткоохоронної справи, краєзнавства і туризму в Острозі та на Волині. 2011. – С. 349–356.
3. Тузяк Я. Декоративний камінь як окрема категорія геотуристичних об'єктів: наукові підходи, прикладні засоби оцінки кам'яних ресурсів і їх родовищ для визначення статусу Глобального (Світового) надбання – світова і вітчизняна практика. Екологічні науки. 2021. № 3 (36). – С. 21–33. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.4>

ВПЛИВ ТЕКТОНІЧНОГО ЧИННИКА НА ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

О. Тяпкін,

доктор геологічних наук

П. Пігулевський,

доктор геологічних наук

С. Яремій

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Тектонічний чинник, і в першу чергу особливості розломно-блокової будови, створює певні обмеження при перетворенні природи та зміні господарського використання природних ресурсів. Існують численні приклади успішного використання цього чинника в оцінці змін функціонування різномасштабних геосистем за умов інтенсивної господарської діяльності.

Ключові слова: геолого-геофізичні індикатори розломів, системи розломів земної кори, тектонічні рухи, екологічний стан регіону, еко тектонічні карти.

The tectonic factor, and primarily the features of fault-block structure, creates certain restrictions in nature transformation and the change in economic use of natural resources. There are numerous examples of the successful use of this factor in estimation of changes in the functioning of geosystems of different scales under conditions of intensive economic activity.

Key words: geological-geophysical indicators of faults, fault systems of Earth's crust, tectonic movements, ecological situation in the region, ecotectonic maps.

Вступ. Для України зараз актуальною проблемою є розробка стратегії сталого розвитку техногенно-навантажених регіонів з метою збалансування природокористування та можливостей довкілля [3]. У рамках цієї проблеми одним з найважливіших завдань є розробка раціональних напрямів використання природних ресурсів, що забезпечують найбільший економічний ефект і соціальні блага для населення вказаних регіонів та збереження якості довкілля.

Ресурсний потенціал природних об'єктів змінюється у просторі та часі під впливом різних природних та техногенних факторів. Природні умови території (її ландшафтні особливості, геолого-гідрологічне будова, гідрографічна мережа, типи ґрунтів і рослинності) прямо чи опосередковано визначаються особливостями тектонічного будови. І тектонічний фактор створює певні обмеження при перетворенні природи та зміні господарського використання природних ресурсів [7]. Будь-яка надмірна зміна господарського використання цих ресурсів (транспортні магістралі та вузли, гірничі відводи, промислові підприємства та інші будівельні об'єкти) без урахування особливостей тектонічної будови може призвести до порушення екологічного стану

природного середовища на конкретній території. Основне завдання даної роботи полягає в уточненні місця тектонічного чинника у визначенні оціночних параметрів ресурсного потенціалу та виборі його раціонального використання.

Геодинаміка та розломи земної кори. У геологічному вимірі часу тектонічні рухи проявляються з періодичністю різного порядку. У наших дослідженнях найбільший інтерес мають сучасні тектонічні рухи. Їх прояви різноманітні за своїм типом, кінематичними формами, механізмом впливу; їх інтенсивність і спрямованість може змінюватися за дуже короткі проміжки часу. Ці рухи призводять до змін у динаміці напруженого стану земної кори, вертикальних та горизонтальних переміщень неоморфоструктур, змін форм рельєфу, сучасних рельєфоутворюючих процесів, ландшафтів, сучасного осадконакопичення, геохімічних процесів, геофізичних аномалій, коливань рівнів вод суші та океанів, переміщенням деяких видів корисних копалин і багатьом іншим. Але тектонічні рухи, як і більшість інших геологічних процесів, через повільну течію і величезну тривалість не завжди доступні безпосередньому вивченню. Про них можливо судити лише за результатами дослідження форм, що є кінцевим продуктом тектонічних рухів, і проявам останніх, що зафіксовані у розломно-блоковій будові земної кори.

Розломи є одним з основних факторів, що визначають екологічний стан будь-якого регіону. Дійсно, населені пункти і великі промислові виробництва тяжіють до річок, мережа яких повністю визначається системами розломів, сліди найбільших з них на поверхні Землі мають ширину від кількох кілометрів до кількох десятків кілометрів. Уздовж останніх також розташовуються родовища рудних корисних копалин на кристалічних щитах (масивах) і локальні структури в осадовому чохлах нафтогазоносних районів, які є пастками для вуглеводнів, що зумовлює розвиток відповідно гірничо- і нафтогазодобувної промисловості. До тектонічних розломів – як тривимірних геологічних тіл, що мають свою структуру та характеризується комплексом геолого-геофізичних, геоморфологічних та інших ознак – приурочені прояви майже всіх сучасних процесів в земних надрах. Розломи є джерелами закономірно розташованих локальних полів напруги і деформації, які визначають підвищену тріщинуватість і водопроникність, потенційні зони яроутворення, зсувів та інших екзогенних геологічних процесів, а також підвищену швидкість сучасних вертикальних і горизонтальних переміщень земної кори різного масштабного рівня. Розломи також є провідниками пружних хвиль (природного та техногенного походження), електромагнітних та магнітних варіацій (збурень); шляхами міграції природних та техногенних хімічних елементів та сполук; потенційними геопатогенними зонами (за рахунок емоцій газів, у тому числі – радіоактивних, власних і наведених аномалій фізичних полів) [5].

Системи розломів – як основа екотектонічних карт. Однією з основ всебічного вивчення стану та використання земельно-ресурсного потенціалу є тектонічна карта, що несе інформацію про системи розломів, які відновлено за комплексом геолого-геофізичних, геоморфологічних та аерокосмічних даних. Методика побудови таких карт ґрунтується на ротаційній гіпотезі, що базується на уявленнях про планетарні причини структуроутворення в земній корі та єдиних планетарних закономірностях розміщення тектонічних структур [4].

Зараз вже існує позитивний досвід побудови комплекту різномасштабних екотектонічних карт (системи вкладених телескопічних «врізань») стосовно умов індустріального південного сходу України [5]. При відновленні систем розломів застосовується стандартна методика, докладно описана в [4]. Відмінним є лише підхід до визначення ширини (горизонтальної потужності) розломів. Справа в тому, що в геологорозвідувальному процесі тектонічний контроль родовищ корисних копалин зумовлює наступну тезу. Концентрація корисних копалин є «виключенням» із загального «фоновому правила» (розсіяного стану), як і розлом – «виключенням» зі стабільного непорушеного стану земних надр. У світлі цього напрошується така паралель – чим контрастніше проявляється розлом, тим більше він «цікавий» у геологорозвідці. Тому в останній за ширину розлому приймається ділянка найбільшої концентрації (щільності) його індикаторів. А при вирішенні геоекологічних завдань всі розломи (з урахуванням їх різноманітного і різноспрямованого впливу на довкілля) мають однаково високий інтерес. Тому тут основна увага приділяється простеженню осьових ліній розломів, а не картування їх меж. Положення останніх може бути визначене тільки стосовно вирішення конкретної задачі (наприклад, картування ділянок активізації сучасних екзогенних геологічних процесів, визначення площ поширення техногенного забруднення та ін.).

У [5,8] показано, що за допомогою різномасштабних карт щільності геолого-геофізичних індикаторів розломів усіх систем можна охарактеризувати фоновий стан геологічного середовища по відношенню до найбільш інтенсивних та небезпечним природно-техногенним процесам у надрах Землі та на її поверхні. Цієї інформації достатньо для оцінки наявності активізації конкретних розломів або їх фрагментів в новітній час, визначення природної схильності окремих ділянок до прояву різних сучасних геодинамічних процесів і пов'язаної з ними деградації земель при вирішенні питань використання останніх для конкретних господарських цілей.

Тектонічні аспекти оцінки та прогнозу використання ресурсного потенціалу природних об'єктів. Обов'язковою умовою сталого соціо-еколого-економічного розвитку регіонів і держави загалом є збереження екосистем, які приймають участь суспільно-корисному виробництві, у стані саморегуляції.

Методологія оцінки ресурсного потенціалу природного об'єкта, по суті, повинна зводитися до вибору найбільш оптимального варіанта його використання у різних господарських напрямках, при яких найбільш повно задовольняються потреби суспільства. Кількісна ж оцінка екологічної ефективності використання ресурсного потенціалу земельного (грунтового) потенціалу ґрунтується на комплексному критерію, зміст якого становить економія живого та уречевленої в засоби виробництва праці, збільшення виходу продукції, поліпшення її якості та приріст чистого доходу. Існують численні приклади останніх років використання тектонічного чинника при оцінці змін функціонування компонентів різномасштабних геосистем в умовах інтенсивної господарської діяльності [1,2,6,9-11]. При цьому особливу увагу в умовах техногенно навантажених регіонів України необхідно приділити тому, що з тектонічними розломами часто пов'язане радіоактивне забруднення. Тому однією з основ довгострокового регіонального прогнозу розвитку радіаційної обстановки є інформація про тектонічний будову регіонів [5,9,12,13].

Висновки. Особливості тектонічної будови (і, зокрема, системи розломів) є одним з основних факторів, що визначають екологічний стан будь-якого техногенно навантаженого регіону. Тому однією з основ всебічного вивчення стану ресурсного потенціалу природних об'єктів є тектонічна карта. І без використання в повному обсязі інформації про особливості тектонічної будови неможливо прогнозувати використання потенціалу природних ресурсів з найбільшою економічною і соціальною вигодою за умови сталого розвитку території.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурлакова А.О., Тяпкін О.К., Пігулевський П.Г., 2020. До питання використання тектонічної інформації для прогнозування стану навколишнього середовища. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: Матеріали III Міжнародн. наук.-практ. конф. Херсон, «ОЛДІ-ПЛЮС». С.95-98.
2. Тяпкин О.К., Бурлакова А.О., Соломашко Е.С., Анисимова Л.Б., Романенко И.И., 2019. К вопросу геолого-геофизического изучения влияния тектонического фактора на геоэкологическую ситуацию промышленного Приднепровья. Инновационные технологии в науці та освіті. Європейський досвід: Матеріали III Міжнародної конференції. Дніпро-Амстердам. С.369-373.
3. Шапар А.Г., Ємець М.А., Копач П.І., Тяпкін О.К., Хазан В.Б., 2004. Стратегія і тактика сталого розвитку. Дніпропетровськ, «Моноліт». 320 с.
4. Тяпкін К.Ф., Тяпкін О.К., Якимчук М.А. 2000. Основи геофізики. Київ, «Карбон Лтд». 248 с.
5. Тяпкин О.К., 2006. Геофизические методы решения геоэкологических задач. Днепропетровск, Монолит. 296 с.
6. Тяпкін О., Бурлакова А., 2019. До питання впливу особливостей тектонічної будови на стан ресурсів гідросфери. Екологічний стан водних ресурсів України та перспективи забезпечення населення питною водою: Матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро, ДРІДУ НАДУ. С.48-51.

7. Тяпкин О.К., Кушинов Н.В., Лозовой А.Л., 1997. Геотектонические аспекты в исследовании земельно-ресурсного потенциала. Современные проблемы охраны земель: Труды Межгосударств. науч. конф. Киев. Ч.3. С.216-217.
8. Тяпкин О.К., Пигулевский П.И., 2000. К созданию тектонической основы для решения задач природопользования, экологии и техногенной безопасности. Науковий вісник Національної гірничої академії України, №4. С.67-68.
9. Pihulevskyi P., Tiapkin O., Anisimova L., 2018. Prediction of the azimuths of dangerous emissions of radioactive wastes stores. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of XII International Scientific Conference. Kyiv, Ukraine.
10. Pihulevskyi P., Tiapkin O., Anisimova L., Kalinichenko O., Panteleeva N., 2021. Geophysical and tectonic modernization of geoecological monitoring system of territories near nuclear fuel cycle objects of Ukrainian Southeast. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of XV International Scientific Conference. Kyiv, Ukraine. Paper Mon-21-028.
11. Tiapkin O.K., Pihulevskyi P.H., Dovbnich M.M., 2017. Taking into account of influence of Earth crust faults in solving geological and geoecological tasks by geophysical methods. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. №6. P.15-22.
12. Tyapkin O.K., Shapar A.G., Yemets N.A., Bilashenko O.G., 2009. Increase of Efficiency of Soil Remediation from Radioactive Pollution. 71st European Association of Geoscientists and Engineers Conference and Exhibition 2009: Balancing Global Resources. Incorporating SPE EUROPEC 2009. Amsterdam, The Netherlands. Paper R009. P.1655-1659.
13. Tyapkin O.K., Troyan J.G., Bugrova H.L., 1999. Influence of Precambrian Bedrock Faults on Radioactive Pollution of an Environment – Case Histories. EAGE 61st Conference and Technical Exhibition. Helsinki, Finland. V.1. Paper 4-21.

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

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

УДК (543:556.5:628.542):(504:614.7)](477)

ГІДРОХІМІЯ ФІЛЬТРАТУ ОБ'ЄКТІВ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У КОНТЕКСТІ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЇ ДОВКІЛЛЯ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

О.Т. Азімов

доктор геологічних наук

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

І.В. Кураєва

доктор геологічних наук

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, 03680,
м. Київ, пр-т Академіка Палладіна, 34

С.П. Кармазиненко

кандидат географічних наук

Інститут географії НАН України, 01030, м. Київ, вул. Володимирська, 44

Викладено результати досліджень гідрохімічних особливостей проби фільтрату з Київського полігона № 5 захоронення твердих побутових відходів. Пробі притаманні високі показники сухого залишку, загальної лужності, вмісту хлоридів, нітратів, сполук магнію.

Ключові слова: побутові відходи, фільтрат, гідрохімічний аналіз, екологічні проблеми.

HYDROCHEMISTRY OF LEACHATE FOR THE OBJECTS OF MUNICIPAL WASTE DISPOSALS IN THE CONTEXT OF ASSESSING ENVIRONMENTAL ECOLOGY AND LIFE SAFETY

O.T. Azimov¹

Doctor of Geological Sciences

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

I.V. Kuraeva

Doctor of Geological Sciences

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

S.P. Karmazinenko

Candidate of Geographical Sciences

Institute of Geography, NAS of Ukraine

The results of hydrochemical research of leachate sample from the Kyiv's Landfill No 5 for the municipal solid waste disposal are highlighted. The sample has high dry residue, total alkalinity, chlorides contents, nitrates, magnesium compounds.

Key words: municipal waste, leachate, hydrochemical analysis, ecological problems.

Дослідження еколого-геохімічного стану об'єктів довкілля територій, що перебувають під впливом різноманітних викидів, пов'язаних з твердими

побутовими відходами (ТПВ), у даний час є дуже **актуальним**. Це аргументується тим, що наслідки впливу полігонів і сміттєзвалищ захоронення ТПВ на навколишнє природне середовище і на здоров'я населення, що живе поблизу цих територій, викликають серйозні побоювання [1–3]. Отже, існують соціальні та екологічні ризики, пов'язані з функціонуванням об'єктів локалізації відходів.

У **геоекологічному контексті** найбільшого забруднення зазнають підземні та поверхневі води, ґрунти і поверхневі відклади, рослинність [4]. Особливу небезпеку у цьому процесі становить **фільтрат**, який являє собою складну за хімічним складом рідину з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу. Він утворюється із стічних вод, що виникають в результаті інфільтрації атмосферних опадів у “тіло” власне звалища сміття, а потім концентруються в його основі. При цьому проходячи через товщу відходів, фільтрат збагачується різноманітними токсичними речовинами, що входять до їх складу, або ж насичується продуктами їх розкладання. У межах сміттєзвалищ, закладених без дотримання правил охорони довкілля (наприклад таких, що не мають протифільтраційних екранів, системи відведення і очищення фільтрату тощо), фільтрат зазвичай вільно стікає по рельєфу в напрямку понижених ділянок, і, як наслідок, потрапляє у ґрунт і підстилаючи його осадові утворення, поверхневі води гідрографічної мережі, донні відклади, ґрунтові й підземні води.

Зазначене характерне й для **полігона захоронення ТПВ № 5**, що розміщений приблизно в 11 км на південь від житлово-промислової забудови південної частини м. Києва. За 36 років експлуатації потужностей його вже недостатньо. В його “тілі” під дією опадів накопичився фільтрат. Ще з 2006 р. йдеться мова про повне закриття полігона № 5 через його критичний екологічний стан, насамперед пов'язаний з витіканням фільтрату в землю та забруднення ним довкілля, передусім підземних вод.

Вивчаючи основні геохімічні показники екосистем району полігона № 5, у ході **польових досліджень** з його основного ставка-фільтратонакопичувача для подальшого гідрогеохімічного аналізу 16.11.2018 р. було взято **зразок фільтрату** об'ємом 1,5 л [4, 5]. Цю пробу відібрано відповідно до вимог [6]. Вона мала чорний колір, надзвичайно сильний неприємний запах органічної речовини, що розкладається. Під час **лабораторних досліджень** використано **фізико-хімічні методи** аналізів. Зокрема, застосовано високочутливий метод ICP-MS (*мас-спектрометрія з індукційно зв'язаною плазмою*).

Результати аналізу наведено в таблиці 1. Вони засвідчують, що пробі фільтрату притаманні високі показники сухого залишку, загальної лужності, вмісту хлоридів, нітратів, сполук магнію. Так, вміст хлоридів перевищує

гранично допустимі концентрації (ГДК) для поверхневих вод, відповідно до [7], більш ніж у 17 разів, нітратів – більш ніж у 3 рази, сполуки Mg^{2+} – майже у 2 рази, сухого залишку – більше ніж у 21 раз. І це зрозуміло. Адже фільтрат значною мірою являє собою стічні води з великим вмістом органічних забруднювачів. Останні, скоріш за все, належать до гумінових та інших органічних кислот. Тому для отримання більш коректних показників хімічного складу таких типів води у подальшому необхідна попередня їх очистка за спеціальною технологією. Також доцільно було б дослідити фільтрат полігона за такими хімічними елементами як Mn, Ni, Ti, V, Cu, Zn, оскільки у сухому залишку зразків поверхневої води із ставка на його території зафіксовано значні відхилення їх вмісту від норми [4].

Таблиця 1

Результати хімічного аналізу зразка фільтрату

Гідрогеохімічний показник	Одиниці вимірювання	Вміст	ГДК, мг/дм ³
Mg^{2+}	мг/дм ³	152	80
Cl^-	мг/дм ³	4260	250
SO_4^{2-}	мг/дм ³	480	500
NO_3^-	мг/дм ³	155	45
Сухий залишок	г/л	21,12	1,0
Твердість	мг-екв/дм ³	12,5	7
Лужність загальна	мг-екв/дм ³	235	-

Примітка: **жирним шрифтом** указані значення, що перевищують ГДК [7].

Висновок. Отже, результатами гідрогеохімічних досліджень підтверджено надзвичайно високу токсичність фільтрату, що утворюється на сміттєвих майданчиках полігона № 5. Відтак необхідно регулярно здійснювати відповідний аналіз рідини, яка залишається внаслідок переробки (очищення) фільтрату обладнанням «ROCHEM» і надходить після цього до поверхневих вод довкілля, зокрема, й за межі полігона. Відповідні знання зможуть зменшити соціоекологічні та соціоекономічні ризики в разі виникнення небезпеки викидів токсикантів до гідрологічних екосистем району.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mor S., Ravindra K., Dahiya R.P., Chandra A. (2006). Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. *Environ. Monit. Assess.*, 118, 435-456. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1505-7>

2. Делеган-Кокайко С.В., Слабкий Г.О., Лук'янова В.В., Анпілова Є.С. [Вплив сміттєзвалищ на показники захворюваності сільського населення та поширеності серед нього хвороб](https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.2.43-52). *Екологічна безпека та природокористування*. 2020. Вип. 2 (34). С. 43–52. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.2.43-52>
3. Ojekunle O.Z., Rasaki A., Taiwo A.M. et al. (2022, August). Health risk assessment of heavy metals in drinking water leaching through improperly managed dumpsite waste in Kurata, Ijoko, Sango area of Ogun State, Nigeria. *Groundwater for Sust. Dev.*, **18** (7): 100792. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100792>
4. Азімов О.Т., Кураєва І.В., Трофимчук О.М. та ін. Забруднення ґрунтів та інших об'єктів довкілля важкими металами в районах полігонів захоронення твердих побутових відходів. *Геоінформатика*. 2020. № 1 (73). С. 82–98. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2020_1_9
5. Azimov O.T., Dorofey Ye.M., Trofymchuk O.M. et al. (2019). Monitoring and assessment of impact of municipal solid waste landfills on the surface water quality in the adjacent ponds. *Proc. 13th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (12-15 November, Kyiv, Ukraine)*, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903228>
6. Вода. Общие требования к отбору проб: Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51592-2000 (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 21 апреля 2000 г. № 117-ст.). [Дата введения 1 июля 2001 г.]. Москва: Изд-во Госстандарт, 2000. 12 с.
7. Никитин Д.П., Новиков Ю.В., Рощин А.В. и др. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога; под ред. Д.П. Никитина, А.И. Заиченко [2-е изд., перераб. и доп.]. Москва: Медицина, 1990. 512 с.

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ПІДТОКІВ НА ФОРМУВАННЯ ОСАДКІВ ЗБАГАЧЕНИХ ОРГАНІКОЮ У ПЕРЕДДОБРУДЖСЬКОМУ ПРОГІНІ

**Н.В. Вергельська¹, Р. Наков², Т.С. Куковська³, О.О. Паришев³,
А.О. Нікітіна³, І.М. Шураєв³, С.М. Озірська¹**

¹Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ

²Геологічний інститут Болгарської Академії наук, м. Софія

³Державна наукова установа «Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення НАН України», м. Київ

Сучасна газова міграція територіально збігається із розривними порушеннями у осадовому чохлі та відкладами горючих копалин у попередні епохи осадконакопичення. Вертикальна і латеральна міграція вуглеводнів були основними факторами формування осадків збагачених органікою.

Ключові слова: сучасна газова міграція, осадки збагачені органікою, розривні порушення.

THE INFLUENCE OF MODERN UNDERFLOWS ON THE FORMATION OF SEDIMENTS ENRICHED IN ORGANICS IN THE FORE-DOBRUDGE TROUGH

**N.V. Vergelska¹, R. Nakov², T.S. Kukovska³, O.O. Parishev³,
A.O. Nikitina³, I.M. Shuraev³, S.M. Ozirska¹**

¹State Institution "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv

²Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

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

Modern gas migration territorially coincides with discontinuous disturbances in the sedimentary cover and deposits of combustible fossils in previous epochs of sedimentary accumulation. Vertical and lateral migration of hydrocarbons were the main factors in the formation of sediments enriched with organic matter.

Key words: modern gas migration, sediments enriched in organic matter, discontinuous faults.

Проблема зміни клімату в останні роки – актуальна. Негативний вплив на довкілля, переважно пов'язують із техногенною складовою, зокрема, із вмістом газів у повітрі які потрапляють у атмосферу як при розробці родовищ корисних

копалин, не зважаючи на сучасну газову міграцію. На сучасну газову міграцію значний вплив має тектонічна будова регіону, оскільки основними шляхами руху газів є розривні порушення літосфери які формуються в межах окремих регіонів і мають свої особливості. Варто також враховувати і виверження вулканів, коли на денну поверхню виноситься значна кількість пару та газів.

Складна тектонічна будова вказує на багатофазні зміни в крайових прогинах Добруджі, які поховані під осадовим покривом чи розкриті у відслоненнях. Геодинаміка регіону визначала етапність його формування, що супроводжувалися трансформаціями платформ та тектоно-магматичними процесами, а також формуванням осадових комплексів із вугільними, вуглистими пластами та нафтогазовими колекторами.

Процеси накопичення, збереження, перерозподілу та сучасної міграції газів у крайових прогинах Добруджі, швидше за все, пов'язані із впливом воднево-вуглеводневих флюїдів, котрі мають глибинне походження. Глибинне походження вуглеводнів підтверджується дослідженнями П.М. Кропоткіна [6], А.М. Дмитрієвського [4], Б.М. Валяєва [2], О.Ю. Лукіна [7], А.Я. Радзівілла [8] та дослідженнями авторів, які ґрунтуються на нерівномірному поширенні скупчень вуглеводнів у земній корі та зв'язку їх формуванням і локалізацією в межах розривних порушень. А.М. Дмитрієвський та Б.М. Валяєв вказують, що формування скупчень вуглеводнів та накопичення осадків, збагачених органічною речовиною, можливе лише в зонах впливу глибинної дегазації, в тому числі й вуглеводневої [2]. Нові матеріали геологічних аспектів нафтогазонакопичення на дні Світового океану підтверджують концепцію про глибинну природу вуглеводнів в місцях їх інтенсивних розвантажень (зокрема, грязьові вулкани) і в скупченнях газогідратів [2, 4]. Зважаючи на дослідження перерозподілу органічної речовини, проведені у попередніх роботах [3, 4, 5], визначено територіальну успадкованість на різновікових рівнях із вмістом вугільних та сланцевих верств, які простежуються і у сучасних торф'яно-болотних комплексах.

Авторами проаналізовано та узагальнено опубліковані та фондові матеріали попередніх досліджень з питань геодинаміки, формування нафтових, вугільних та сланцевих покладів у Чорноморському регіоні. Проведено польові роботи з відбором проб в межах Південного схилу Добруджі (Болгарія) та Переддобрудзького прогину (Україна). Лабораторні дослідження якісного газового складу проб проведено в ДП «Укрнаукагеоцентр» м. Полтава.

Сучасна газова міграція територіально збігається із розривними порушеннями у осадовому чохлі та відкладами горючих копалин в попередні епохи осадконакопичення. Мезо-кайнозой вважають найголовнішим періодом

Землі в історії нафтогазонакопичення та пов'язують з ним нафтогазоносність басейнів Лавразії, Гондвани, нафтових поясів Тетісу, басейнів Північної Америки, Євразії й арктичних морів. З планетарних позицій регіон досліджень доцільно віднести до складу Середземноморсько-Аравійського міжконтинентального ареалу нафтогазоносних басейнів (Південно-Європейський, Афро-Аравійський тощо), які сформувались у зоні сполучення континентів Європи і Азії. Серед усіх міжконтинентальних ареалів нафтогазоносних басейнів він вважається найперспективнішим за покладами газу [1].

Загальна потужність осадового чохла крайових прогинів Добруджі сягає 8000 м. Осадкові товщі складені відкладами венду, палеозою та тріасу, на яких з розмивом залягають породи юри і крейди. Останні перекриваються відкладами мезо-кайнозою: палеогену, неогену й антропогену. Палеозойські відклади утворюють такі формації: 1) теригенно-карбонатну (вапняки, доломіт, мергелі, аргіліти) нижнього силуру; 2) туфогенно-карбонатно-теригенну (темнокольорові аргіліти, алевроліти, мергелі, туфоалевроліти і туфоаргіліліти) верхнього силуру-нижнього девону; 3) теригенно-сульфатно-карбонатну (вапняки, доломіт, ангідрити, рідше аргіліти) [5].

За характером просторового розподілу вуглеводнів і літолого-фаціальними особливостями порід зазначених прогинів та нафтогазоносних зон у стратиграфічному розрізі мезо-кайнозою Скіфської плити виділено чотири нафтогазоносні комплекси [6, 10]: нижньокрейдний, верхньокрейдно-еоценовий, олігоцен-нижньоміоценовий (майкопський) і середньоміоценово-антропогенний (неогеновий), які корелюються із вуглистими та вугільними відкладами даного регіону. Крім цього, виділяється тріас-юрський перспективний комплекс, який є нафтогазоносним на суміжних територіях (Західне Передкавказзя). В межах Скіфської плити він складений моласовою, флішодною, осадово-вулканогенною, карбонатною та іншими формаціями, які ще недостатньо вивчені. Основними нафтогазоносними товщами на суходолі Причорноморсько-Кримської провінції України вважаються наступні: нижньокрейдна, майкопська, сілурійсько-кам'яновугільна (Західне Причорномор'я); в акваторії – середньоміоценово-пліоценова, нижньокрейдна, палеоцен-еоценова, майкопська.

Для девонських відкладів Переддобрудзького прогину характерно, що нафтогазопрояви розташовуються поблизу поверхонь та є перерви в осадконакопиченні. Це пояснюється тим, що у карбонатних відкладах перерви викликають значне розущільнення порід і створюють ослаблені зони, які є як колекторами, так і ділянками придатними для активного руху флюїдів. В цих

зонах, зазвичай, карбонатні породи набувають колекторських властивостей, при цьому спостерігаються палеокарст, кавернозність, підвищена пористість, тріщинуватість в над- і підперервних товщах. Зважаючи на тектонічну активність регіону, найбільш сприятливими умовами для формування та збереження покладів вуглеводнів є ділянки, де встановлено максимум трансгресії і розвиток органогенних вапняків, що добре відображено у розрізах біля с. Тюленево в Болгарії. В той же час поблизу с. Камен-Бряг, маючи близький за показниками розріз вапняків, нафтогазове родовище – не виявлене.

Відклади нижнього карбону Переддобрудзького прогину це, переважно, морські теригенно-карбонатні товщі порід із вмістом органічної речовини різного ступеню перетвореності. Наявність високоємних колекторів, які поглинають буровий розчин та прояви газу при випробуваннях, присутності нафтоїдів у піднятому керні дозволяють зробити висновок про можливі процеси міграції флюїдів вгору по розрізу та на поверхню.

Однак, невелика мережа розбурювання території Білоліського блоку не дає можливості побудувати детальну карту нафтоносності регіону, хоча були встановлені промислові притоки і прояви нафти на ряді його структур, що характерне для розрізу поблизу с. Тюленево (Болгарія).

Висновок. Міграція флюїдів із вмістом вуглеводневих газів досліджено у сучасних осадах. Зважаючи на проведені узагальнення попередніх досліджень, можемо розглядати перервно-неперервний підтік флюїдів у розрізі Добруджі, які проявляються у вигляді вугільних та вуглистих порід на різних горизонтах та у сучасних осадах. Процеси формування вуглистих порід розглядати як успадковані у межах Переддобруджинських прогинів України та Болгарії, що пов'язані із підтоком флюїдів у зонах тектонічних порушень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белонин М.Д. Азово-Черноморский регион как элемент планетарного субширотного пояса межконтинентальных ареалов нефтегазоносных бассейнов: материалы междунар. конф. (Крым, Гурзуф, 5-8 сентября. 2000 г.). Симферополь, 2000. С. 18-19.
2. Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (признание и развитие идей П.Н. Кропоткина). В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. 2012. С. 20–42.
3. Вергельская Н.В., Кичка А.А. 2017. Геодинамические аспекты распределения органического вещества и углеводородов в Преддобруджинском передовом прогибе, Украина. VI International scientific and technical conference "Geology and hydrocarbon potential of the Balkan-Black Sea region", Bulgaria. Varna. С. 97–105.
4. Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Углеводородная дегазация через дно океана: локализованные проявления, масштабы, значимость. В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. 2012. С. 7 - 36.

5. Евдошук Н.И., Рослый И.С., Скребец М.О. Бирифтинг Придобруджинско-Днестровской зоны и перспективы нефтегазоносности Северочерноморского (Одесского) авлакогена. *Тектоніка і стратиграфія*. 2014. № 41. С. 5-15.
6. Кропоткин П.Н. Дегазация Земли и происхождение углеводородов. *Бюлл. МОИП*. 1985. Т. 60. Вып. 6. С. 3 -18.
7. Лукин А.Е. Система «Суперплюмы – глубокозалегающие сегменты нефтегазоносных бассейнов» - неисчерпающийся источник углеводородов. *Геол. журнал*. 2015. № 2. С. 7 - 20.
8. Радзивилл А.Я., Радзивил В.Я., Токовенко В.С. Тектоно-магматические структуры неогена (Региональная геотектоника Украины). К.: Наук. думка. 1986. 160 с.

ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД У ПРОГНОЗУВАННІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

**А.В. Ковальчук¹, магістр., А.В. Ковальчук¹, магістр.,
А.С. Д'яченко² магістр., Н.О. Д'яченко¹ к.геол.н., доцент**

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2

²Національний технічний університет «КПІ ім. І. Сікорського»,
03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37-А, корп. № 35

За допомогою спеціалізованого економетричного пакету EVIEWS в роботі виконано кількісне прогнозування утворення та поводження з відходами на період 2021-2023 років на підґрунті обробки статистичних даних по Харківській області за минули періоди. Досліджені лінійні зв'язки між змінними (утворення та накопичення відходів I-III класу), проведено регресійний аналіз вхідних показників, оцінені їх кореляційні взаємовідносини.

Ключові слова: EVIEWS, відходи, регресія.

ECONOMETRIC APPROACH IN FORECASTING WASTE MANAGEMENT

**A.V. Kovalchuk¹, Master, A.V. Kovalchuk¹, Master,
A.S. D'yachenko² Master, N.O. Diachenko¹ Ph.D. in Geology, Associate Professor**

¹The State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,
03035, Kyiv, st. Metropolitan Vasyl Lypkivskyi, 35, bldg. 2

²National Technical University of Ukraine «I. Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,
03056, Kyiv, Peremohy Ave., 37-A, bldg. 35

With the help of the specialized econometric package EVIEWS, quantitative forecasting of waste generation and management for the period 2021-2023 was performed on the basis of processing statistical data for the Kharkiv region for the past periods. Linear relationships between variables (formation and accumulation of class I-III waste) were investigated, regression analysis of input indicators was carried out, and their correlation relationships were evaluated.

Keywords: EVIEWS, waste, regression.

Екологічні дослідження, займають особливе місце серед сучасних наук, але системний аналіз та математичне моделювання в них застосовують рідше ніж потребує сучасність. Сьогодні особлива увага прикута до вирішення проблем з прогнозування впливових факторів або рівнів екологічної небезпеки, які загрожують людству та довкіллю. Не менш цікавим є й застосування прогнозних розрахунків екологічного навантаження в оцінках відшкодування екологічного податку.

З цього приводу, найважливішим є математичне моделювання – дослідження об'єктів на підґрунті використання різноманітних символів для опису властивостей або характеристик об'єктів та процесів. Прийнята нами

стратегія наукового пошуку використовує математичний апарат та математичні концепції.

Метою проведених досліджень є прогнозування загальних обсягів: накопичених, видалених, утилізованих відходів I-III класу на наступні періоди за допомогою спеціалізованого економетричного пакету EVIEWS.

Основні показники для моделювання – статистичні дані утворення та поводження з відходами за період 1995-2020 років (табл.1) у Харківській області [1]. Для зручності розрахунку: Y1 - Утворено, X1 - Утилізовано, X2 - Спалено, X3 - Видалено у спеціально відведених місцях чи об'єкти, X4 - Загальний обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях. Оскільки саме пакет Eviews [2] дозволяє працювати з тимчасовими типами даних (річні) - це найкращий вибір для вирішення поставленого завдання та досягнення мети дослідження.

Сутність коректного проведення регресійного аналізу - необхідність дослідити наявність можливих лінійних зв'язків між змінними, що вивчаються (Y1, X1, X2, X3, X4), — в першу чергу між тими, які в подальшому пояснюватимуть поведінку цікавої залежної змінної. Тіснота лінійних зв'язків між змінними вимірюється за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона (R).

Таблиця 1

Утворення та поводження з відходами (1995-2020), тис. т.

Year	Y1	X1	X2	X3	X4
1995	319,5	131,5	0	2,8	185,2
1996	202,4	71,9	0	1,1	129,4
1997	96,5	85,1	0	1,2	10,2
1998	171	90,9	0	11,1	69
1999	243,6	8,1	0	0,3	235,2
2000	261,2	123,6	0	3,7	133,9
2001	148,3	15,3	0	3,7	129,3
2002	27,7	18,4	0	5	4,3
2003	21,8	12,6	0	5,2	4
2004	19,7	15,3	0	0,7	3,7
2005	66,4	9,7	0,1	0,2	56,4
2006	81,1	8,2	0,1	5,4	67,4
2007	91,3	7,8	0,1	4,2	79,2
2008	83,2	7,9	0,04	3,3	71,96
2009	75,6	5,6	0,04	3,7	66,26
2010	153,7	29,8	0,1	4,9	118,9
2011	149,1	23,2	0,04	5,7	120,16
2012	124	18,8	0,04	4,4	100,76
2013	120	14,5	0,04	3,9	101,56
2014	124,8	7,7	0,1	4	113
2015	74,5	9,1	0,2	1,2	64
2016	61,5	6,8	0,1	1,2	53,4
2017	52,4	6,5	0,1	1,8	44
2018	60,4	9	0,1	1,4	49,9
2019	49,5	6,2	0,04	1	42,26
2020	31,8	5,2	0,04	0,4	26,16

Графічна оцінка вхідних даних (рис. 1) та їх кореляційні взаємовідносини (кореляційна матриця - табл. 2.) свідчать про те, що на Y1 більше всього впливають показники X4 та X1.

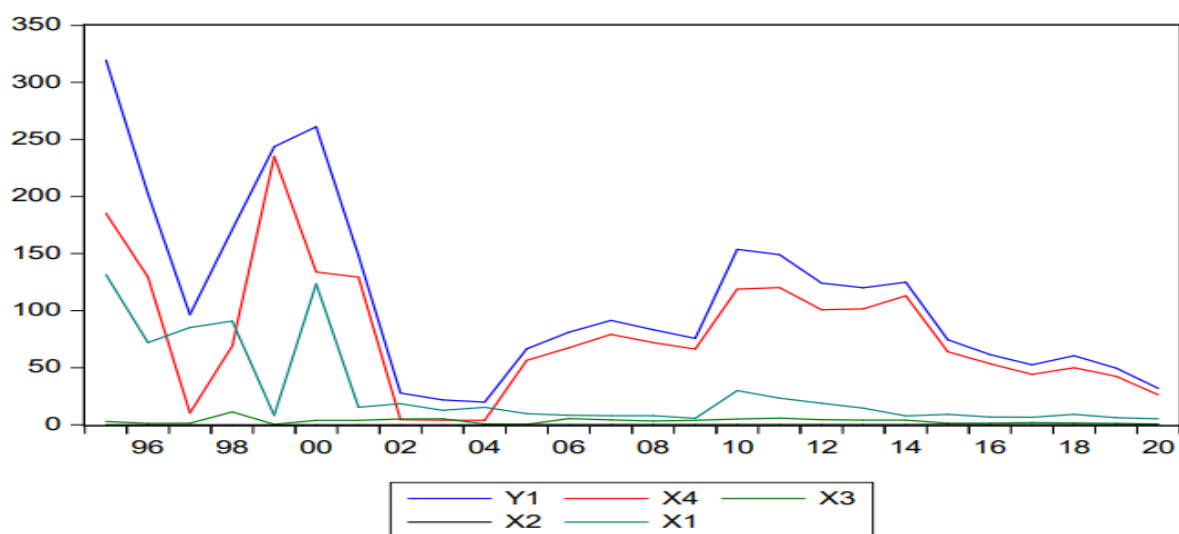


Рисунок 1. Графічна оцінка вхідних даних

Таблиця 2

Кореляційна матриця

	Y1	X4	X3	X2	X1
Y1	1.000000	0.882893	0.164822	-0.336304	0.725600
X4	0.882893	1.000000	0.030060	-0.139020	0.318789
X3	0.164822	0.030060	1.000000	-0.179512	0.229589
X2	-0.336304	-0.139020	-0.179512	1.000000	-0.472905
X1	0.725600	0.318789	0.229589	-0.472905	1.000000

Саме тому, прогнозування значення Y1 на наступні роки зроблено за двома незалежними змінними X4 та X1 за формулою множинної регресії методом найменших квадратів: $y_1 = c(1) + c(2) \cdot x_1 + c(3) \cdot x_4$.

Результат - модель множинної регресії з коефіцієнтами C(1), C(2) та C(3) (рис. 2), де: Mean, Median, Maximum, Minimum – середнє, медіанне, максимальне та мінімальне значення відповідно, Std Error - стандартна помилка, т-статистика (обраховується поділом коефіцієнту на стандартну помилку) та Prob – вірогідність прийняття нульової гіпотези.

Так як вірогідність дуже мала, то використовується альтернативна гіпотеза, яка говорить про нерівності коефіцієнтів нулю і його статистичної значущості. R-squared – р-квадрат – це коефіцієнт детермінації, який на 99,9% пояснює зміну Y в залежності від незалежних змінних. Таке значення R-squared є дуже добрим.

Dependent Variable: Y1 Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps) Date: 11/15/22 Time: 23:01 Sample: 1995 2020 Included observations: 26 Y1=C(1)+C(2)*X1+C(3)*X4				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	2.914346	0.860981	3.384913	0.0026
C(2)	1.015063	0.013715	74.01343	0.0000
C(3)	0.997946	0.009191	108.5812	0.0000
R-squared	0.999078	Mean dependent var	111.9615	
Adjusted R-squared	0.998998	S.D. dependent var	77.25854	
S.E. of regression	2.445687	Akaike info criterion	4.734696	
Sum squared resid	137.5718	Schwarz criterion	4.879861	
Log likelihood	-58.55105	Hannan-Quinn criter.	4.776498	
F-statistic	12462.37	Durbin-Watson stat	1.843732	
Prob(F-statistic)	0.000000			

СХ адекватності моделі

$R^2 = 0,999;$
$\sum e^2 = 137,5718;$
$DW = 1,843732$

Рисунок 2. Статистика множинної регресії та СХ адекватності моделі

Побудована модель задовільна за статистикою Дарбіна-Уотсона (показник DW), що свідчить про те, що похибки такої моделі не є високорельованими. Також ми маємо задовільний коефіцієнт детермінації.

Результат статистичних характеристик оцінок прогнозу і їх якості в графічному вигляді (рис. 3) дозволив визначити значення середньої абсолютної похибки (MAPE), середньоквадратичної помилки прогнозу (MSE) та коефіцієнту невідповідності Тейла (Theil). Значення MAPE свідчать про дуже якісну модель, яка не потребує покращення.

За умови, що у дослідженні потрібно обрахувати значення змінних до 2023 року, то необхідно спрогнозувати 3 значення. Проте, для цього, спочатку потрібно спрогнозувати значення незалежних змінних також на 3 кроки, на основі яких вже будемо прогноз цільової змінної. Спочатку прогнозуємо X4 та на прикладі аналізу обраного підходу надалі прогнозуємо X1 та Y1.

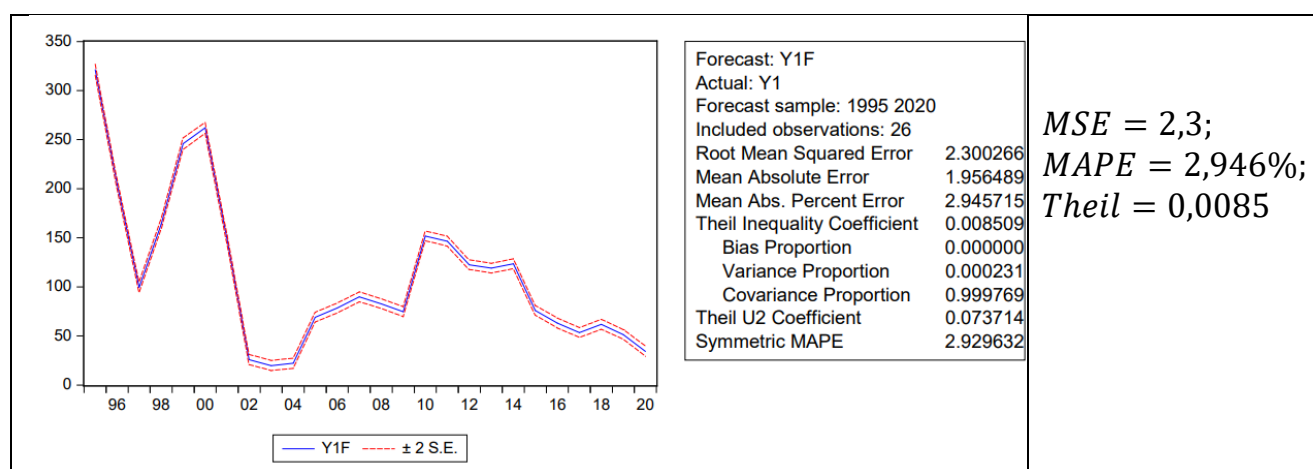


Рисунок 3. Характеристики однокрокового прогнозування

Для прогнозування змінної X_4 обчислена автокореляційна функція (АКФ) (рис.4) - тест на серію корельованих залишків Бройша-Годфрі, який дозволяє нам перевірити гіпотезу про те, що інші моделі описуються моделлю авторегресії. Представлені значення (рис. 4), свідчать, що порядок авторегресії не перевищує 8. Тому аналіз авторегресії з покроковим підвищенням порядку може бути від першого (з лагом 1) до можливо максимального восьмого.

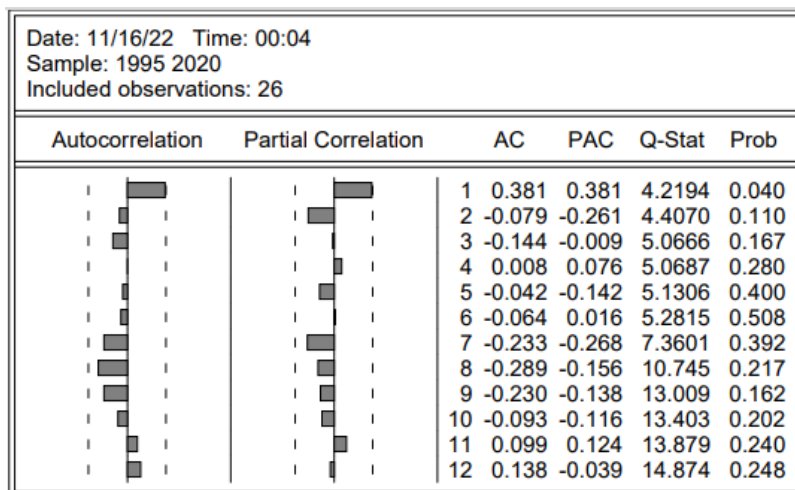


Рисунок 4. Автокорелограма АКФ та часткової АКФ

Результат розрахованої авторегресії першого порядку з лагом 1, 2, 5, 7, 8; тобто модель восьмого порядку, що обчислена за формулою ($X_4 = C(1) + C(2) \cdot X_4(-1) + C(3) \cdot X_4(-2) + C(4) \cdot X_4(-5) + C(5) \cdot X_4(-7) + C(6) \cdot X_4(-8)$) та CX адекватності моделі наведено на рис.5. Модель досить задовільна за статистикою Дарбіна-Уотсона. Коефіцієнт детермінації має досить гарне значення. Середня абсолютна похибка однокрокового прогнозу є також задовільною.

Dependent Variable: X4 Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps) Date: 11/16/22 Time: 00:08 Sample (adjusted): 2003 2020 Included observations: 18 after adjustments X4=C(1)+C(2)*X4(-1)+C(3)*X4(-2)+C(4)*X4(-5)+C(5)*X4(-7)+C(6)*X4(-8)				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	87.61643	23.57612	3.716320	0.0029
C(2)	0.548495	0.170414	3.218605	0.0074
C(3)	-0.184827	0.140030	-1.319918	0.2115
C(4)	-0.253056	0.101354	-2.496744	0.0281
C(5)	-0.038086	0.083644	-0.455340	0.6570
C(6)	-0.223071	0.090328	-2.469567	0.0295
R-squared	0.810872	Mean dependent var	65.72333	
Adjusted R-squared	0.732069	S.D. dependent var	35.56116	
S.E. of regression	18.40719	Akaike info criterion	8.924561	
Sum squared resid	4065.896	Schwarz criterion	9.221352	
Log likelihood	-74.32105	Hannan-Quinn criter.	8.965485	
F-statistic	10.28983	Durbin-Watson stat	1.921089	
Prob(F-statistic)	0.000515			

CX адекватності моделі

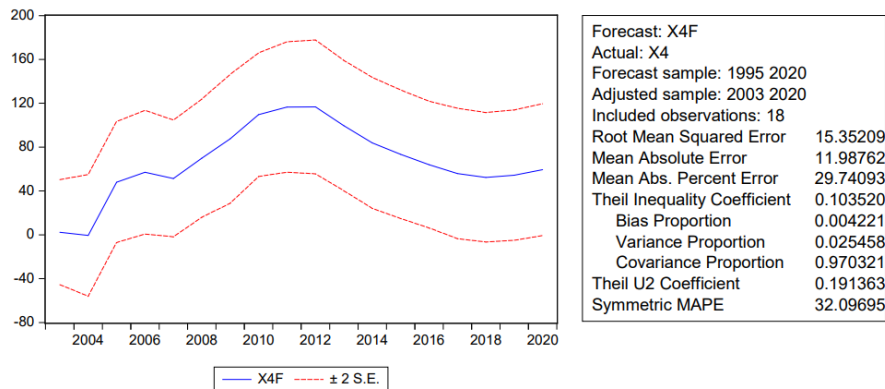
$$R^2 = 0,8109;$$

$$\sum e^2 = 4065,896;$$

$$DW = 1,921$$

Рисунок 5. Статистика множинної регресії та CX адекватності моделі

Характеристики отриманої моделі демонструють, що остання побудована майже ідеально (рис. 6). Отримана модель повинна давати дуже добрі результати, в чому ми переконалися при порівнянні тестової та прогнозованої вибірок, при порівнянні її з вхідними даними.



$MSE = 15,352;$
 $MAPE = 29,74\%;$
 $Theil = 0,10352$

Рисунок 6. Характеристики однокрокового прогнозування X4.

Застосування отриманих коефіцієнтів для обрахунку X4 на наступні 4 кроки, та аналогічні дії для прогнозування змінних X1 та Y1 дали результати очікуваних кількісних характеристик досліджуваних складових утворення та поведження з відходами на період 2021-2023 років (табл.3).

Таблиця 3
 Результати прогнозування складових утворення та поведження з відходами на період 2021-2023 рр.

Year	Y1	X1	X2	X3	X4
2021	60,58698	10,58693			35,68954
2022	64,98375	11,89375			46,34096
2023	95,10239	18,57834			69,4985

Висновки. За допомогою економетричного пакету EVIEWS в роботі виконано кількісне прогнозування утворення та поведження з відходами на період 2021-2023 років на підґрунті обробки статистичних даних за минули періоди. Досліджені лінійні зв'язки між змінними (утворення та накопичення відходів I-III класу), проведено регресійний аналіз вхідних показників, оцінені їх кореляційні взаємовідносини.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основні показники утворення та поведження з відходами. Головне управління статистики у Харківській області. Режим доступу: <http://kh.ukrstat.gov.ua/index.php/dynamika-osnovnykh-pokaznykiv-utvorennia-ta-povodzhennia-z-vidkhodamy> (дата звернення 18.09.22).
2. EViews Training Basic Forecasting. Режим доступу: <https://slideplayer.com/slide/17526831/> (дата звернення 18.09.22).

ВІДНОВЛЕННЯ БАСЕЙНОВОГО СТАТУСУ р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ- ЗАПОРУКА ВИРІШЕННЯ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ДОНБАСУ

М.В. Жикаляк

доктор економічних наук, кандидат геологічних наук

М.Є. Маринченко

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія» Держгеонадр
України, 84511, м. Бахмут, вул. О. Сибірцева, 17, Донецької області.

На підставі комплексного аналізу фізико-географічних, геологічних, геоморфологічних, гідрогелогічних, інженерно-геологічних і гідрологічних даних доведено необґрунтоване упереджене пониження басейнового статусу р. Сіверський Донець до суббасейну р. Дон. З'ясовані основні гідрологічні та гідрогеологічні відмінності басейну р. Дон і басейну р. Сіверський Донець. Обґрунтовано відновлення басейнового статусу р. Сіверський Донець і виділено 17 суббасейнів, у т.ч. 7 на лівому схилі та 10-на правому схилі р. Сіверський Донець, що матиме практичне природоохоронне значення.

Ключові слова: Річковий басейн, Сіверський Донець геоморфологічні, гідрогеологічні, гідрогелогічні відмінності.

RESTORING OF THE BASIN STATUS OF SIVERSKY DONETS- ZAPURUKA, SOLUTION OF THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF DONBAS

M.V. Zhikalyak

Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences

M.E. Marinchenko

State Regional Geological Enterprise "Donetsk Geology" of the State Geological Survey of
Ukraine, 84511, Bakhmut, str. O. Sibirtseva, 17, Donetsk region.

On the basis of a comprehensive analysis of physical-geographical, geological, geomorphological, hydrogeological, engineering-geological and hydrological data, an unjustified biased lowering of the basin status of the Siverskyi Donets River to the sub-basin of the Don River was proved. The main hydrological and hydrogeological differences of the Don river basin and the Siverskyi Donets river basin have been clarified. The restoration of the basin status of the Siverskyi Donets River has been substantiated and 17 sub-basins have been identified, including 7 on the left slope and 10 on the right slope of the Siverskyi Donets river, which has a great environmental significance.

Key words: River basin, Siverskyi Donets, geomorphological, hydrogeological, hydrogeological differences.

Вступ. Багаторічна зміна гідрологічного режиму поверхневих вод і еколого-гідрогеологічних умов підземних вод передбачають необхідність розроблення програмних заходів з визначенням масивів поверхневих і підземних

вод у межах комплексно обґрунтованих річкових басейнів і суббасейнів. У свою чергу басейни поверхневих і підземних вод стають основною одиницею інтегрованого управління водними ресурсами держави.

Гідрологічна мережа території України, включаючи Крим, згідно з Національним атласом України складається з 9-ти річкових басейнів [4]. Однак на південному сході України в ньому на карті гідрографічних мереж неправильно визначена східна межа басейну річок Приазов'я, а історично закріплений басейновий статус р. Сіверський Донець віднесено до суббасейну р. Дон без урахування ландшафтного і фізико-географічного районування та геоморфологічних, полеогідрогеологічних, геологічних, гідрогеологічних інженерно-геологічних, гідроморфологічних і гідрологічних даних [1,4].

Суббасейновий статус р. Сіверський Донець був закріплений у Водному кодексі згідно з Законом України від 04.10.2016 № 1641-VIII і став основою для розробки й реалізації планів управління річковими басейнами у відповідності до вимог Директиви 2000/60 Європейського Союзу. В процесі підготовки й прийняття даних нормативно-правових актів не були враховані особливості та відмінності формування масивів поверхневих і підземних вод на лівобережжі та правобережжі р. Сіверський Донець, а також їх кількісні й якісні характеристики у південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини, північно-західних окраїнах Донбасу, відкритій і закритій Донецькій складчастій області та південному схилі Східно-Європейської платформи [5,].

Суббасейновий статус р. Сіверський Донець не дозволяє комплексно оцінити екологічний стан, різноманітні природні й техногенні умови, гідродинамічні та гідрохімічні характеристики поверхневих і підземних вод у долинах притоків (фактичних суббасейнів) на лівобережжі та правобережжі головної річки Донецького краю [6].

Проблему вивчення та моделювання затоплення вугільних шахт і підняття шахтних вод до історичного рівня підземних вод достовірно також можна вирішувати тільки в межах основних притоків р. Сіверський Донець як фактичних суббасейнів, а не в цілому по Сіверськодонецькому річковому басейні (зараз суббасейну).

Виклад основного матеріалу. За даними палеогеографічних досліджень минулих років Північно-Донбаська палеоріка (Палео-Донець або Пра-Донець) є найбільшою викопною річкою Донбасу, руслова долина якої достовірно виділена в процесі комплексних літолого-фаціальних досліджень тріасових, неогенових і четвертинних відкладів як невід'ємна привододільна складова мегабасейну Палео-Дніпра у межах південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) і Донецького басейну [1,5]. Більш того, Донецький

вугільний басейн (Донбас) з ініціативи вченого-слобожанина Є.П. Ковалевського у 1829 році отримав свою офіційну назву за назвою р. Сіверський Донець, а не р. Дон, оскільки р. Сіверський Донець приймає у своє лоно-русло усі притоки із басейнової водозбірної площі, промиває й збагачує тріщинно-карстові підземні води на лівобережжі та суттєво покращує водний баланс напівзакритого і відкритого Донбасу [6].

В.І. Гарецьким доведена спорідненість у палеографічному розвитку Палео-Дону (міоцен) і Пра-Дону (пізній плейстоцен) з формування Палео-Доном і Пра-Доном єдиного з Пра-Маничем Донського басейну і єдиної великої дельти Пра-Дону, яка була розташована набагато східніше від долини та дельти р. Пра-Донець [1,6]. Однак після останнього зледеніння, яке відбулося менше 10 тисяч років тому, був сформований (утворився) Північно-Сальський мореновий вал. Тому русло р. Дон різко повернулося в західному напрямку і заняло долину р. Сіверський Донець нижче устя р. Манич. У цей же час Таганрогська затока доходила до широти нинішнього міста Ростов-на-Дону, в зв'язку з чим тут відсутні тераси р. Дон, а широко представлені тільки тераси р. Сіверський Донець. Крім того, навколо Таганрогської затоки також сформований басейн річок Приазов'я, у зв'язку з чим висновок, що в Азовське море впадає тільки р. Дон не можна вважати обґрунтованим. До цього часу в північній частині Азово-Батайської долини збереглися русла і ярики р. Сіверський Донець під назвою Сухий Донець та Мертвий Донець, а північна частина Азово-Донецької великої дельти без всяких сумнівів є дельтою р. Сіверський Донець [1,6].

Таким чином на території південно-східної частини України та в межах прикордонних областей Російської Федерації басейн р. Сіверський Донець за всіма ознаками і чинниками є самостійним річковим басейном як підземних, так і поверхневих вод.

Сіверськодонецький басейн поверхневих і підземних вод з урахуванням гідрологічних, геоморфологічних, фізико-географічних і геолого-гідрогеологічних даних та особливостей будови представлений суббасейнами лівого схилу і суббасейнами правого схилу:

1. *Суббасейни лівого схилу:* Вовчанський (sd1), Бурлукський (sd2), Північно-Балаклійський (sd3), Оскільський (sd4), Красноріцький (sd5), Айдарський (sd6) і Деркульський (sd7).

2. *Суббасейни правого схилу:* Харківський (sd8), Південно-Балаклійський (sd9), Берекський (sd10), Сухо Торецький (sd11), Торецький (sd12), Бахмутський (sd13), Лисичанський (sd14), Луганський (sd15), Великокам'янський (sd16) і Кундрюченський (sd17).

Водоносні горизонти і комплекси виділяються в алювіальних, четвертинних, неогенових, палеогенових, крейдових, юрських, тріасових,

нижньопермських і кам'яновугільних відкладах, які розділяються системою водотривів. У відповідності до особливостей геологічної будови даних суббасейнів та закономірностей розповсюдження водоносних горизонтів і комплексів виділяються масиви підземних вод.

Стосовно поверхневих вод суббасейновий статус р. Сіверський Донець призвів до того, що в якості масивів виділяється не річкова система 7 притоків на лівобережжі та 10 на правобережжі, а 10-кілометрові інтервали русла р. Сіверський Донець, що не відповідає задекларованим Директивою Європейського Союзу інтегральним принципом районування та управління водними ресурсами держави, а також затвердженому Національному плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року, спрямованого, перш за все, на забезпечення сталого управління водними ресурсами України за басейновим принципом. Тому достовірна інформація щодо кількісного та якісного стану поверхневих вод у 17 притоках р. Сіверський Донець практично відсутня, оскільки оцінка стану даних водотоків крім р. Оскіл у зв'язку із наявністю Оскільського резервно-регулюючого водосховища, систематично не проводиться.

На відмінну від поверхневих вод масиви підземних вод у згрупованих за відкритістю або закритістю гідрогеологічних районів і областей у загальних рисах можна охарактеризувати навіть зараз.

Гідрогеологічний район північно-східного (лівого) схилу р. Сіверський Донець у межах площі розвитку верхньо-крейдової товщі та алювіальних пісків представлений прісними гідрокарбонатними, рідше сульфатно-гідрокарбонатними водами з мінералізацією від 0,2- 0,8г/дм³ до 1,2-1,5г/дм³ із підвищеною мінералізацією від 2-2,5г/дм³ до 3,5-5г/дм³ у зонах вторинного сульфатно-кальцієвого і хлорно-сульфатного засолення на вододілах.

Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн у межах водозбірної площі р. Сіверський донець сформований головним чином тріщинуватою зоною верхньої крейди, а в межах антиклінальних і купольних структур водоносними комплексами верхнього і нижнього тріасу та нижньої пермі й верхнього карбону. Представлений прісними (до 1,5г/дм³) і слабо солонуватими (1,5-3г/дм³) підземними водами із прямопропорційним збільшенням мінералізації з глибини більше 800м. Зокрема, підземні води підсольового водонасосного комплексу світ С₃²-С₃³ верхнього карбону та картамиської світи нижньої пермі південно-східної частини ДДЗ представлені хлор-кальцієвими розсолами (150-280 г/дм³) із підвищеним вмістом бромів та йоду [5,].

Північно-західний гідрогеологічний район сформований завдяки синклінальному заляганням водозбагачених виходами на докайнозойську

поверхню верхньопалеозойських порід на антиклінальних підняттях і діапірових куполах, що обумовило формування локальних (малих) артезіанських басейнів із своїми областями живлення, транзиту та розвантаження підземних вод. Встановлений тісний взаємозв'язок умов формування підземних вод та їх хімічного складу з геолого-структурними, тектонічними і гідродинамічними чинниками, у зв'язку з чим тут переважають підземні води сульфатного, сульфатно-хлоридного та хлоридного складу з мінералізацією від 2-10 г/дм³ до 50-312 г/дм³ [3,6].

Бахмутсько-Торецький гідрогеологічний район характеризується складними умовами формування хімічного складу підземних вод від прісних і слабо солонуватих (0,4-1,9 г/дм³) сульфатно-гідрокарбонатних натрієво-кальцієвих до хлоридно-сульфатних і кальцієво-натрієвих вод з мінералізацією 2,0-7,5 г/дм³. Глибина залягання покрівлі водоносних горизонтів і комплексів не перевищує 46-95м [3, 5].

Центрально-Донбаський водоносний район приурочений до відкритої частини Донецької складчастої споруди з безпосереднім виходом на денну поверхню кам'яновугільних порід. Підземні води представлені тріщинним і тріщинно-поровим типами, які у приповерхневій зоні, потужністю від 45-70м до 150-200м, утворюють єдиний водоносний горизонт. Хімічний склад підземних вод відповідає загальній фізико-географічній зональності: у північно-західній частині переважають прісні гідрокарбонатно-кальцієві води, а на сході-гідрокарбонатно сульфатно-натрієві з мінералізацією до 3-5г/дм³ [2,6].

Сухоторецький, Лисичанський і Луганський суббасейни характеризуються розвитком перекриваючих відкладів тріасу, верхньої крейди, палеогену і неогену. Водоносні комплекси представлені сульфатно-гідрокарбонатно (гідрокарбонатно-сульфатно) кальцієвими підземними водами із середньою мінералізацією від 1,1,5 г/дм³ до 3,5 г/дм³ (на вододільних ділянках і в зонах техногенного забруднення до 20 г/дм³).

Великокам'янський та Кудряченський суббасейни характеризуються переважно сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієво-натрієвими, підземними водами з мінералізацією від 1,2 г/дм³ до 3,5 г/дм³. Найбільш високомінералізовані шахтні води (від 5-10 г/дм³ до 25-35 г/дм³) формуються на верхніх горизонтах вугільних шахт, які видобувають високосірчане вугілля [2,6].

Основним критерієм захищеності водоносних горизонтів і масивів підземних вод є розвиток потужних (до 20-30м) і витриманих верств водотривких порід кайнозою та антропогену, однак наявність сотень випадків наближених до денної поверхні гірничих виробок, а також виходів на докайнозойську поверхню пластів пісковиків карбону та розривних порушень

обумовлюють просторовий зв'язок підземних і поверхневих вод і збільшують рівень екологічної небезпеки у відкритих та напівзакритих гідрологічних районах Донбасу [2,6]. Тому відновлення басейнового статусу р. Сіверський Донець стосується як екологічної, так і національної безпеки України.

Екологічна безпеки гарантуватиметься за результатами наукового обґрунтованих і збалансованих гідрогеологічних і гідрологічних моделей окремих вугільних шахт та гірничо-промислових районів в цілому, а національна безпека – завдяки унеможливленню обґрунтування територій басейну р. Сіверський Донець як особливої «російської» території басейну р. Дон, що широко використовувалося з 2014 року та проявилось 24 лютого 2024 року у вигляді збройної агресії Російської Федерації проти України.

Висновки. Аналіз геолого-тектонічних, геоморфологічних, гідрогеологічних, фізико-хімічних і гідродинамічних особливостей Сіверськодонецького річкового басейну та палеогідрологічних і гідрологічних відмінностей рік Сіверський Донець та Дону дозволив обґрунтувати самостійними басейновий статус р. Сіверський Донець як на території південно-східних регіонів України, так і в межах прикордонних областей Російської Федерації. При цьому в межах Сіверськодонецького річкового басейну на території України виділено, обґрунтовано та коротко охарактеризовано 17 водних суббасейнів, у тому числі ,7 на лівому схилі та 10 на правому схилі р. Сіверський Донець.

Збалансоване та рівноважне моделювання сценаріїв некерованого затоплення вугільних шахт і організація регіонального та зонального моніторингу підземних і поверхневих вод на території Харківської, Донецької та Луганської областей, завдяки відновленню басейнового статусу р. Сіверський Донець, стануть більш інформативними та більш достовірними.

На підставі викладеного, рекомендувати інституту геологічних наук НАН України внести відповідні зміни в карту гідрографічної мережі Національного атласу України та ініціювати внесення змін про відновлення басейнового статусу р. Сіверський Донець у Водний кодекс у редакції Закону України від 04.10.2016 № 1641-VIII.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гарецький Г.И. Палеопотамологические эскизы Палео-Дона и Пра-Дона. – Минск: Наука и техника. – 1982. – 248с.
2. Звіт про результати вивчення екологічної ситуації на території Донецької та Луганської областей/Бондар О.І., Уліцький О.А., Єрмаков В.М. – Київ: вид-во Планета. – 2018. – 72с.
3. Малые артезианские бассейны Донбасса/Бут Ю.С., Решетов И.К., Дробнохот Н.И. и др. – Київ: Наукова думка. – 1987. – 200с.
4. Національний атлас України/НАН України//Редакційна колегія: Ю.Є. Патон, А.П. Шпак, Л.Г. Руденко (головний редактор). – Київ: ДНВП «Картографія». – 2009. – 440с.

5. Сухно И.Г. О динамике подземных вод в связи с тектоникой юго-восточной части Днепровского артезианского бассейна///Материалы Харьковского отд. Географ.об-ва Украины. – 1973. – Вып.12. – С.18-25.
6. Zhykalyak M.V. Feature of formation of groundwater masses of the Siverskiy Donets river basin/monograph: Energy – and resource – saving technologies of developing the raw – material base of mining regions. – Petrosani.Romania: Universitas Publishing.2021. – С. 328-343.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ВОДИ ОДНОГО З ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ ВОЛИНСЬКО-ПОДІЛЬСЬКОГО АРТЕЗІАНСЬКОГО БАСЕЙНУ (РАЙОН М. БУСЬК)

Г.О. Занкович¹, О.М. Кохан¹, С.Б. Базіляй², О.П. Вовк³

*кандидат геологічних наук, кандидат геологічних наук, гідрогеолог, кандидат
геологічних наук*

¹Інститут геології і геохімії горючих корисних копалин НАН України, 79060, м. Львів, вул.
Наукова 3а

²Товариство з обмеженою відповідальністю науково-виробниче технічне підприємство
Геологічні Технології, 79013, м. Львів, вул. Нечуя-Левицького 1

³Волинський національний університет імені Лесі Українки, 43025, м.Луцьк, вул. Потапова 9

Схарактеризовано хімічний склад води одного з водоносних горизонтів Волинсько-Подільського артезіанського басейну в мергельно-крейдових відкладах сенону-турону (район м. Буськ). Колектори водоносного горизонту – тріщинуваті крейдоподібні вапняки і мергелі. Вода гідрокарбонатно кальцієва, нейтральна, жорстка з мінералізацією 705,0 мг/дм³. Через органолептичні показники і високий вміст заліза (2,4 мг/дм³) непридатна як питна вода.
Ключові слова: хімічний склад, вода, верхня крейда, Волино-Поділля.

CHEMICAL COMPOSITION OF THE WATER OF THE AQUIFER IN THE SEDIMENTS OF THE UPPER DIVISION OF THE CRETACEOUS SYSTEM (OF THE BUSK)

H.O. Zankovych¹, O.M. Kokhan¹, S.B. Baziliai², O.P. Vovk³

*candidate of geological sciences, candidate of geological sciences, hydrogeologist,
candidate of geological sciences*

¹Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, 79060,
Lviv, st. Naukova 3a

²Limited liability company research and production technical enterprise Geological Technologies,
79013, Lviv, st. Nechuya-Levytskoho 1

³Lesya Ukrainka Volyn National University, 43025, Lutsk, st. Potapova 9

The chemical composition of the water of one of the aquifers of the Volyn-Podilskyi artesian basin in marl-chalk sediments of Senon-Turonian (Busk district) was characterized. Collectors of the aquifer are cracked chalky limestones and marls. Hydrocarbonate calcium water, neutral, hard with mineralization of 705,0 mg/dm³. Due to organoleptic indicators and high iron content (2,4 mg/dm³), it is unsuitable as drinking water.

Key words: chemical composition, water, Upper Cretaceous, Volyn-Podillia.

До першорядної проблеми сьогодення, не менш вагової, ніж забезпечення України паливно-енергетичною сировиною, належить виявлення і збільшення водних ресурсів, насамперед прісної води, як визначальної умови життя й здоров'я людини та збереження довкілля. Ця проблема заторкує і Західний регіон

держави, зокрема район м. Буськ, незважаючи на розташування міста в басейні річки Західний Буг та його лівого допливу – р. Полтви.

Досліджений водоносний горизонт належить до Волинсько-Подільського артезіанського басейну і приурочений до мергельно-крейдових відкладів сенон-турону верхньої крейди. Орографічно район відносять до Волинсько-Подільської височини у межах рік Західний Буг, Полтва, Солотвина і Рокитна.

Водоносний горизонт має повсюдне поширення з глибиною залягання від 15 до 100 м. Водовмісні породи – тріщинуваті крейдоподібні вапняки і мергелі верхньої крейди. Їхні колекторські властивості залежать від інтенсивності прояву тріщинуватості. Тріщинуватість мергельно-крейдової товщі розвинена дуже нерівномірно, як у вертикальному розрізі, так і за простяганням. Тріщинуватість порід зумовлена тектонічними процесами і звітрюванням мергельно-крейдової товщі [2].

Спостерігається характерна зональність і у вертикальному розрізі тріщинуватої зони. Це:

1. Верхня частина розрізу – це *підзона замулювання і цементації звітрених мергельно-крейдових порід* (водотрив). Товщина підзони замулювання становить в середньому 10 м.

2. Внизу, мергельно-вапнякова товща переходить у *підзону максимального розвитку відкритої тріщинуватості*. Ця підзона сягає глибин до ~ 75 м. Найбільша тріщинуватість трапляється вздовж річкових долин та глибоких балок, сприятливих для формування та промивання тріщин.

3. *Підзона згасаючої тріщинуватості*, нижче якої тріщини поступово зникають і мергельна товщина стає масивною, щільною, слабо проникною, водотривкою. Знаходиться на глибинах 75–90 м [2].

Нагромадження значних запасів підземних вод приурочене до тріщинуватої зони мергельно-крейдових відкладів сенон-турону верхньої крейди. Коефіцієнти фільтрації водовмісних порід змінюються залежно від інтенсивності тріщинуватості. Інфільтраційне живлення водоносного горизонту у верхньокрейдових відкладах відбувається переважно в областях найвищого їхнього залягання – у східній і південно-східній частинах Волинсько-Подільського артезіанського басейну, де абсолютні відмітки п'єзометричних рівнів досягають 300–360 м. Звідси вони спадають у напрямку до рік Західний Буг, Стир та Дністер, де підземні води горизонту розвантажуються [2].

Зауважимо, що в основному на всій території Волинсько-Подільського артезіанського басейну (Волинська, Львівська, Тернопільська області) підземну прісну гідрокарбонатно-кальцієву воду доброї питної якості з мергельно-крейдової товщі верхньокрейдового горизонту використовують для

централізованого господарсько-питного водопостачання, зокрема смт. Олесько, райцентру – м. Буська та обласного центр – м. Львова [2].

В цьому контексті важливо було виконати аналізи води даного горизонту. Сverdловина, в якій відібрано проби, знаходиться у м. Буськ (вул. Львівська). Її глибина (35 м) відповідає глибинам підзони максимального розвитку відкритої тріщинуватості. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Вода за хімічним складом гідрокарбонатна кальцієва з мінералізацією 705,0 мг/дм³, нейтральна, жорстка. За мінералізацією належить до прісних вод з підвищеною мінералізацією [3].

Таблиця 1

Хімічний склад води (м. Буськ)

№	Показники якості води	Одиниці виміру	Виміряні величини	Нормативи для питної води [1]
Органолептичні показники				
1	Запах	бали	1	≤3
2	Забарвленість	градуси	25	≤35
3	Каламутність	градуси	0	≤3,5
4	Осад		Присутній осад бурого кольору	відсутній
5	Зміни при стоянні		Присутній осад бурого кольору	відсутні
Фізико-хімічні показники				
6	Водневий показник	pH	6,8	6,5-8,5
7	Загальна жорсткість	ммоль/ дм ³	9,4	≤10
8	Карбонатна жорсткість	ммоль/ дм ³	5,4	не нормується
9	Загальна лужність	ммоль/ дм ³	5,4	не нормується
10	Залізо загальне	мг/дм ³	2,4	≤1
11	Сульфати	мг/дм ³	14,4	≤500
12	Сухий залишок	мг/дм ³	540,3	≤1500
13	Хлориди	мг/дм ³	170,2	≤350
14	Натрій+Калій	мг/дм ³	18,4	не нормується
15	Амоній	мг/дм ³	2,5	≤2,6
16	Кальцій	мг/дм ³	148,3	не нормується
17	Магній	мг/дм ³	24,3	не нормується
18	Гідрокарбонати	мг/дм ³	329,4	не нормується
19	Карбонати	мг/дм ³	0,00	не нормується
20	Нітри	мг/дм ³	<0,003	≤3,3

Серед досліджених показників якості води органолептичні показники та

показник заліза перевищують допустимі норми. Залізо разом із іншими хімічними елементами по мікро- і макротріщинах вимивається з мергельно-крейдових відкладів, збагачуючи водоносний горизонт. Отже, через деякі органолептичні показники і високий вміст заліза вода непридатна для пиття.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСанПіН "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"(ДСанПіН 2.2.4-171-10) // Наказ МОЗ України №400 від 12.05.2010 р.
2. Полонський Б., Фролов М., Шеремета А. та ін. Звіт про результати дослідних гідрогеологічних робіт з оцінки запасів мінеральних лікувально-столових вод Олеського родовища Львівської області для забезпечення їх промислового розливу (підрахунок запасів станом на 01.10.2006 р.) // ДГП "Укргеокаптажмінвод". Львів – 2006.
3. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Підручник. — К.: Ніка-Центр, 2012. — 312 с.

СОРБЦІЯ УРАНУ(VI) КИСНЕВМІСНИМИ МІНЕРАЛАМИ

С.О. Кобець

кандидат хімічних наук

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
03142, м. Київ, бульв. Акад. Вернадського, 42

Вивчено сорбцію урану(VI) на поверхні синтезованого аморфного ($S_{\text{пит.}} = 120 \text{ м}^2/\text{г}$ по Ar) і природного кремнезему – SiO_2 , синтезованого і природного гібситу, а також на залізовмісних синтезованих мінералах: феригеля – $\text{Fe}(\text{OH})_3$, гетитів – α та γ -форми $\text{FeO}(\text{OH})$.

Ключові слова: сорбція, уран, гетит.

SORPTION OF URANIUM(VI) BY OXYGEN-CONTAINING MINERALS

S.O. Kobets

Candidate of Chemical Sciences

Institute of colloid chemistry and water chemistry named after A.V. Dumansky National Academy
of Sciences of Ukraine, 03142, Kyiv, blvd. Acad. Vernadskyi, 42

The sorption of uranium(VI) on the surface of synthesized amorphous ($S_{\text{pyt.}} = 120 \text{ m}^2/\text{g}$ by Ar) and natural silica - SiO_2 was studied, synthesized and natural gibbsite, as well as on iron-containing synthesized minerals: ferrigel - $\text{Fe}(\text{OH})_3$, goethites - α was studied.

Key words: sorption, uranium, goethite.

Ядерна енергетика займає головне місце в енергетичному балансі України і є перспективною завдяки наявності значних запасів високоякісних уранових руд. Однак однією з найважливіших екологічних проблем підприємств ядерно-паливного циклу залишається проблема безпеки атомної енергетики, негативним наслідком розвитку якої є забруднення навколишнього середовища природними й техногенними радіонуклідами, що становлять підвищену небезпеку для здоров'я людини при виникненні аварійних ситуацій. Це зокрема стосується й регіонів, де розміщені гірничозбагачувальні комбінати, шахтні води яких і прилеглі території забруднені природними радіонуклідами. Серед них одним із найбільш небезпечних є уран(VI) із-за хімічної та радіаційної токсичності. Його висока здатність до утворення розчинних комплексних сполук з багатьма аніонами природного та техногенного походження, у т.ч. з типовими для природних вод карбонат-іонами [1], зумовлює активну міграцію сполук урану(VI) у довкіллі. Зниженню їх рухливості сприяють процеси сорбції на мінеральних і органічних компонентах ґрунтів. Разом з тим слід відмітити, що міграція радіонуклідів, зокрема урану(VI), визначається не окремими

компонентами ґрунтів, а має місце їх комплексна дія. Наприклад, на поверхні природних алюмосилікатів, вміст котрих у ґрунтах досить високий, можуть сорбуватися гумусові речовини, осаджуватися оксиди алюмінію, заліза тощо [2], які утворюються в результаті руйнування мінералів, тим самим змінюючи сорбційні властивості глинистих мінералів, і при сорбції радіонуклідів їм може відводитися тільки пасивна роль матриці. Тому для захисту довкілля вкрай важливою є інформація про утворення розчинних та фіксованих форм їх знаходження в об'єктах навколишнього середовища під дією різних природних факторів і, як наслідок, шляхи та особливості розповсюдження радіонуклідів. Це дозволяє оцінити радіаційну ситуацію і вжити заходів щодо реабілітації вже забруднених територій.

З погляду можливої локалізації забруднювальної речовини природними мінералами цікаво було дослідити вплив їх природи та структури на сорбційну здатність по відношенню до забруднюючого компоненту, зокрема щодо урану. Тому в даній роботі вивчено сорбцію урану(VI) синтезованими та природними кисневмісними мінералами кремнію, заліза та алюмінію на прикладі кремнезему – SiO_2 , гіббситу, а також феригеля – $\text{Fe}(\text{OH})_3$, гетитів – α та γ -форми $\text{FeO}(\text{OH})$. На основі їх рентгенографічного дослідження на дифрактометрі ДРОН-2.0 (30кВ, 20мА із фільтрованим CoK_α -випромінюванням у кроковому режимі 2θ) зроблено висновок, що синтезовані продукти є монофазними, тоді як аналогічні їм природні мінерали містять різні домішки.

Для оцінки порівняльної сорбційної здатності досліджених мінералів по відношенню до урану(VI) наведено ступінь зв'язування радіонукліду зразками в області значень рН, що відповідають максимальній сорбції (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна оцінка сорбційної здатності синтезованих і природних мінералів щодо урану(VI) ($C_{\text{U(VI)}} = 10^{-4}$ М, $I(\text{NaClO}_4) = 0,01$, $\text{pH}_0 = 5,0$)

Мінерали	α^* , %
Природні	
Гетит, $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$	24,4
Гібсит, $\text{Al}(\text{OH})_3$	17,1
Кварц, SiO_2	7,2
Синтезовані	
Феригель $\text{Fe}(\text{OH})_3$	98,0
Гетит, $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$	97,6
Лепідокрокит, $\gamma\text{-FeO}(\text{OH})$	95,2
Гібсит, $\text{Al}(\text{OH})_3$	8,8
Аморфний кремнезем, SiO_2	96,4

* α – ступінь зв'язування урану(VI) дослідженими мінералами, %

Аналіз сорбційної ефективності досліджених мінералів показав, що ступінь зв'язування урану(VI) синтезованими мінералами набагато вищий, ніж аналогічними природними зразками і перевищує 95 %. Серед природних мінералів найліпшими сорбційними властивостями щодо урану(VI) мають залізовмісні мінерали, представлені гетитом (сорбція обумовлена феринольними функціональними групами). На другому місці знаходиться гібсит (за рахунок алюмінільних груп), а на останньому місці – кварц (за участю силанільних груп). Для синтезованих мінералів: феригеля, гетиту, лепідокрокиту та аморфного кремнезему ступінь зв'язування урану(VI) приблизно однаковий й достатньо високий (в кілька разів вищий, ніж для природних), тоді як для гібситу він більш як на порядок нижчий. Отримані дані дозволяють оцінити роль феринільних, алюмінільних і силанільних груп не тільки для досліджених мінералів, а також й для глинистих компонентів ґрунтів – алюмосилікатів (монтморилонітів, гідролітів, каолініту та ін.).

Відмінність у зв'язуванні урану(VI) для природних і синтезованих мінералів можна пояснити тим, що мінерали, отримані в процесі синтезу, мають більш розвинену поверхню і, як наслідок, велику кількість поверхневих амфотерних груп, відповідальних за сорбцію. Природні ж мінерали, що утворюються в товщі ґрунту під дією його тиску, мають щільнішу структуру і меншу площу бокової поверхні, у зв'язку з чим їх сорбційна ємність менша, ніж у синтезованих. Вища сорбція урану(VI) на природному гібситі обумовлена, швидше за все, домішками анатазу і гематиту.

Отже, проведені дослідження сорбції урану(VI) кисневмісними мінералами дають підставу дійти висновків про внесок останніх у міграцію його сполук в природних екосистемах. На прикладі залізовмісних мінералів різної структури показана їх висока сорбційна здатність щодо урану(VI), а відповідно, високу фіксацію компонентами ґрунтів, муловими осадами водоймищ. Внесок алюмовмісних мінералів у зв'язуванні урану(VI) порівняно із залізовмісними незначний, що сприяє його перенесенню водними потоками. Малу значущість в іммобілізації сполук урану(VI) в довкіллі також відмічено кремневмісним мінералом – кварцем.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Grenthe I. Chemical thermodynamics of uranium. Paris: OECD publications, 2003. – 715 p.
2. Keith-Roach M.J. The speciation, stability, solubility and biodegradation of organic co-contaminant radionuclide complexes: A review // Sci. Total Environment. – 2008. – V. 396. N 1. – P. 1–11.

УДК 349.6:[504.61:355.01](477.61)

ОСНОВНІ ЕКОЛОГО-ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНОМУ РЕГІОНІ

Н.В. Міхалкова

Український науково-дослідний інститут природних газів
61010, м. Харків, Гімназійна наб., 20

А.В. Кононенко

кандидат геологічних наук

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

У статті наведено основні випадки перемежовування екологічних проблем з правовими в техногенно-навантаженому регіоні. Наведено приклади підприємств Лисичансько-Рубіжанської промислової агломерації. Розглянуто вплив військових дій на погіршення екологічної ситуації на техногенних об'єктах.

Ключові слова: екологічні проблеми, промисловість, забруднення, правові проблеми, військові дії.

THE MAIN ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE TECHNOGENICALLY LOADED REGION

N.V. Mikhalkova

Ukrainian Research Institute of Natural Gases

A.V. Kononenko

PhD (Geology)

V. N. Karazin Kharkiv National University

The article presents the main cases of interspersing environmental problems with legal ones in the technogenically loaded region. Examples of enterprises of the Lysychansk-Rubizhne industrial agglomeration are given. The influence of military operations on the deterioration of the ecological situation at man-made objects is considered.

Key words: environmental problems, industry, pollution, legal problems, military actions.

Для техногенно-навантажених регіонів України одними із типових і нагальних питань, що потребують вирішення, є екологічні проблеми. У більшості випадків, чим старіший регіон, тим більші масштаби наслідків. Лисичансько-Рубіжанська промислова агломерація розташована саме у старопромисловому регіоні. Тому на території агломерації десятиліттями «накопичувались» екологічні проблеми: від неефективного управління та поводження з відходами до ризиків, пов'язаних з закриттям шахт.

Високий рівень розвитку промисловості в межах Лисичансько-Рубіжанської агломерації в ХХ ст. створив великий масив роботи над усуненням негативних наслідків виробництва в сучасному ХХІ ст. Екологічні проблеми, створені внаслідок техногенної діяльності, існують поряд з правовими проблемами, при

чому останні можуть мати різний характер. Важливо зазначити, що в поточному році екологічну ситуацію погіршують військові дії. Хоча територія агломерації вже зазнавала руйнувань від російської агресії в 2014 р., наслідки повномасштабного вторгнення вже на сьогодні є масштабнішими [2].

Розглянемо кілька прикладів поєднання екологічних та правових проблем в межах агломерації.

1) Підприємства, що працюють з недотриманням норм природоохоронного законодавства та низькими темпами впровадження новітніх технологій. Недостатня ефективність роботи пилогазоочисного обладнання, скиди неочищених стоків з промислових об'єктів, накопичення відходів, неналежний стан інфраструктури водовідведення та очисних споруд – в цілому використання недосконалих технологій в промисловості зумовлюють значне забруднення навколишнього природного середовища (НПС) [6]. До того ж, промислові підприємства Лисичансько-Рубіжанської агломерації створили настільки велику кількість небезпечних техногенних об'єктів (териконів, відстійників, накопичувачів тощо), що ореоли забруднення від цих об'єктів, ймовірно, накладаються один на інший.

Однак, разом з екологічними проблемами для НПС підприємства створюють правові проблеми для себе – відповідальність за екологічні наслідки. Першопричиною цього є незадовільний контроль за дотриманням природоохоронного законодавства та незабезпечення невідворотності відповідальності за його порушення [6].

Введений в дію з 1 січня 2020 року Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» зобов'язав Кабінет Міністрів України розробити та затвердити Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища. Одним із завдань створеного плану є посилення відповідальності за шкоду, заподіяну довкіллю, відповідно до міжнародних зобов'язань України [3]. Тобто, працюючі підприємства, що порушують норми природоохоронного законодавства, можуть і повинні бути притягнуті до відповідальності. Це дає великий поштовх до покращення екологічної ситуації на територіях, підпорядкованих таким підприємствам.

2) Ліквідовані підприємства, на територіях яких залишились техногенні об'єкти, що становлять небезпеку для НПС. Припустимо, що на працюючих підприємствах врегулювання екологічних наслідків є досить реальним завданням в найближчі роки, тоді як з ліквідованими підприємствами ситуація складна.

Як приклад, після ліквідації в 2011-2013 рр. Лисичанського содового заводу без «господаря» залишився накопичувач рідких відходів. Він являє собою комплекс гідротехнічних споруд загальною площею 177,6 га, що складаються з чотирьох відсіків, два з яких більше 80 років експлуатувалися без захисту ґрунтів і ґрунтових вод від забруднення промисловими стоками [7]. Дані резервуари заповнені розчином хлоридів кальцію і натрію та лугами [4]. Враховуючи вік експлуатації накопичувача, очевидним є факт багаторічного техногенного пресингу прилеглих територій. Ґрунти, підземні та поверхневі води і на сьогодні піддаються забрудненню з боку промайданчика заводу та накопичувача. Та якщо велике техногенне навантаження на НПС відбувається тільки через втрату гідроізоляваності резервуарів, то масштаби більших руйнувань можуть бути катастрофічними.

До того ж, через близькість розташування накопичувача відходів содового виробництва до р. Сіверський Донець, необхідним є його ліквідація. І це є, ймовірно, єдиним заходом для запобігання ризику масштабного забруднення в разі руйнування накопичувача. Дані ризики зростають з тривалістю військових дій. Зрозуміло, що займатись ліквідацією накопичувача можна тільки після звільнення території агломерації від російської окупації. Відкритим залишається правове питання – яким чином може проходити ліквідація покинутого техногенного об'єкту, коли відповідальне підприємство вже давно не існує.

3) Підприємства, власниками яких є російські компанії. Прикладом цього може слугувати Лисичанський нафтопереробний завод (ПрАТ «ЛИНІК»), власником якого є російська нафтогазова компанія «Роснафта». Підприємство не працює з 2012 року, перебуває в консервації.

Промайданчик заводу займає велику територію, де розташоване розгалужене товарно-сировинне господарство із 187 резервуарами загальною ємністю 1,3 млн. кубометрів [1]. Нажаль, резервуари потерпають від військових дій: ще в 2014 році внаслідок обстрілу на території заводу вирували пожежі. В поточному році були зафіксовані влучання російських снарядів в резервуари [2]. Таким чином, військові дії створюють екологічні наслідки тривалого характеру – нафтопродукти належать до особливо небезпечних речовин для НПС. При пожежі, наприклад, ємності з нафтошламом, нафтопродукти розповсюджуються на прилеглі території, забруднюючи їх.

Разом з тим, ЛІНІК є другим за потужністю нафтопереробним заводом України. Враховуючи ситуацію з енергетикою в поточному році, за потреби країни завод підлягає відновленню в разі невеликих масштабів пошкоджень. При цьому з правової точки зору передбачається відсутність проблем, не зважаючи на факт власності. Це стало можливим завдяки прийнятому в 2022 р. Закону

України «Про основні засади примусового вилучення в Україні об'єктів права власності Російської Федерації та її резидентів» [5].

Проаналізувавши вищенаведене, можна зробити висновок: вирішення правових проблем призводить до пришвидшення рішень щодо усунення екологічних проблем, які стосуються безпосередньо конкретного підприємства. На території Лисичансько-Рубіжанської промислової агломерації, враховуючи спад промислового виробництва, залишається багато проблем різного характеру. Однак, беручи до уваги Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» можна стверджувати, що в певній мірі екологічні проблеми будуть вирішуватись.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лисичанський НПЗ. Ліга. Режим доступу: https://file.liga.net/companies/lisichanskii_npz.
2. Міхалкова Н.В., Кононенко А.В. Потенційні екологічні ризики на території Лисичансько-Рубіжанської промислової агломерації у зв'язку з військовими діями // Геологічна будова та корисні копалини України: Збірник тез всеукраїнської наукової конференції. – Київ, 2022. – С. 97-100.
3. Національний План дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року : від 21 квітня 2021 р. № 443-р. Урядовий портал. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-dij-z-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443>.
4. Потенційно екологічно небезпечні об'єкти Луганщини в контрольованій Україною частині території. Урядовий Кур'єр. Режим доступу: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/potencijno-ekonebezpechni-obyekti-luganshini-v-kon/>.
5. Про основні засади примусового вилучення в Україні об'єктів права власності Російської Федерації та її резидентів : Закон України від 03.03.2022 р. № 2116-IX. Верховна Рада України. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2116-20#Text>
6. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/T192697?an=1>
7. Титаренко А.О; Яровий Є.В., Суворін О.В., Ожередова М.А., Зубцов Є.І. Методи утилізації шламів содового виробництва // Майбутній науковець – 2019 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю – Сєверодонецьк, 2019. – С. 25-27.

УДК 55.550.7

ФІТОПЛАНКТОН У РІЧКОВІЙ ЗАВИСІ ІНДУСТРІАЛЬНО НАВАНТАЖЕНИХ ДІЛЯНОК ДНІПРА

О.П. Ольштинська

доктор геологічних наук

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

Є.І. Наседкін

кандидат геологічних наук

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

Г.М. Іванова

кандидат геологічних наук

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

О.А. Мітрофанова

ДНУ «Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України», 03067, м. Київ, пров. Машинобудівний, 28

Представлені результати багаторічних щомісячних спостережень за особливостями розподілу скелетних останків та детриту фітопланктону в осадовій речовині техногенно навантаженої ділянки Дніпра в межах Запоріжжя, їх участі в процесах осадконакопичення.

Ключові слова: фітопланктон, річка Дніпро, осадконакопичення, седиментаційні стакани.

PHYTOPLANKTON IN THE RIVER SUSPENSION WITHIN INDUSTRIALLY LOADED SECTIONS OF THE DNIEPER RIVER

O.P. Olshtynska

Doctor of Geological Sciences

Ye.I. Nasedkin

PhD of Geology

G.M. Ivanova

PhD of Geology

Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

O.A. Mitrofanova

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

The results of long-term monthly observations of the distribution of skeletal remains and phytoplankton detritus in the sedimentary matter of the technogenically loaded section of the Dnieper in Zaporizhzhia city, and their participation in sedimentation processes are presented.

Key words: phytoplankton, Dnieper river, sedimentation, sediment glasses

Інститутом геологічних наук НАН України з 2015 р. по наш час проводиться моніторинг седиментаційних процесів у водному середовищі

Дніпра в межах міста Запоріжжя. Польові роботи включають багаторічні щомісячні спостереження за особливостями розподілу різноманітних компонентів осадової речовини, накопиченої у різні сезони року, за кількісними та якісними змінами в складі річкової заvisі та донних відкладів Дніпра, особливостями взаємодії з техногенно навантаженим середовищем та залежністю від впливу природних факторів.

Дослідження проводяться методами безперервного відбору натурної речовини з використанням седиментаційних пасток для відбору вертикальних потоків річкової заvisі.

За період 5-річних безперервних спостережень (часовий інтервал 2015-2019 рр.) було отримано зразки зваженої у водній товщі речовини, аналіз якої дозволяє визначити особливості розподілу різних компонентів осадової речовини, у т. ч. залишків мікроводоростей, а також залежність чисельності та різноманітності планктонних комплексів від низки природних факторів, особливості взаємодії їх з техногенно навантаженим середовищем.

Дослідження, зокрема, стосувались особливості перебігу сезонного розподілу фітопланктону в акваторії та його участі в процесах осадконакопичення для ділянок Дніпра, сезонні гідрологічні цикли яких, окрім природних факторів, формуються за рахунок техногенної складової. Одним з таких факторів являється зарегульованість акваторії внаслідок функціонування Дніпровської гідроелектростанції, що змінює обсяги надходження водних мас, температурний та гідродинамічний режим акваторії, а також суттєвий внесок техногенного матеріалу за рахунок функціонування потужного індустріального комплексу в місті. Найбільшим забруднювачем водних об'єктів в межах м. Запоріжжя вважається металургійна галузь, зокрема ВАТ “Запорізький металургійний комбінат “Запоріжсталь” та низка інших промислових підприємств.

Планктон, як відомо, являє собою найчисленнішу групу гідробіонтів, що мають суттєве екологічне та геологічне значення. Це одна з вагомих складових формування морських осадових товщ у геологічній історії Землі, а за перебігу сучасних біохімічних процесів в континентальних водоймах та закономірностях формування осадової речовини він є суттєвим фактором самоочищення річкових та морських акваторій. Зокрема фітопланктон, являючи собою основу харчування іхтіофауни, у ході фотосинтезу продукує органічну речовину і переводить з розчину ряд біогенних елементів у заvisь. Ці фактори в останні роки дозволили науковцям широко використовувати планктонні угруповання як індикатор для оцінки якості води.

Методи дослідження

Методика відбору завислої речовини побудована як на базі методичних рекомендацій, представлених в літературних джерелах, зокрема [1], так і на власному досвіді проведення аналогічних робіт в морських акваторіях [2].

Моніторингові спостереження дніпровської зависі проводились на території причалу Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України» (нижня течія Дніпра в межах міста). Вони включали безперервне накопичення завислої речовини розробленими в Інституті геологічних наук НАН України вертикальними седиментаційними стаканами із щомісячним відбором фактичного матеріалу для проведення подальших лабораторних досліджень (рис. 1).



Рисунок 1. «Гірлянда» седиментаційних стаканів для відбору проб осадової речовини

Для вивчення складу зависі, що проходила переданалітичні процеси сифонування та сушки, застосовувалися методи мінерального, гранулометричного та хімічного аналізів. Мінеральний, макро- і мікрокомпонентний, хімічний склад зразків осадової речовини визначався із застосуванням електронної мікроскопії, а також енерго- і воднодисперсійного аналізів в лабораторії Центру колективного користування науковим обладнанням ІГН НАН України.

Результати дослідження

Узагальнення отриманих даних за період досліджень дозволило виявити, що частка решток фітопланктону в основній фазі мінеральної компоненти займає за кількісними показниками третє місце після теригенної уламкової складової. Компоненти зависі, за внеском в мінеральну складову, можна представити таким чином: зерна кварцу, польових шпатів та їх уламки > змішаношаруваті утворення хлорит-іллїт-монтморилоніту > черепашки та детрит фітопланктону

> уламки зерен, складених оксидом заліза, сферули Fe_2O_3 та алюмосилікатні сферули.

При цьому в елементному складі мікрофіти представлені кремнієвими, та в меншій кількості карбонатними скелетами та їх детритом. А значна частка диспергованого детриту (розмірність перші мікрони та менше) входить в склад дрібноалевритових агрегатів, що також складаються зі змішаношаруватих утворень слюдистих мінералів, домішок органічної речовини та уламків зерен кварцу та польових шпатів.

Ідентифікація відібраних стулок діатомових свідчить про значне різноманіття їх видового складу в певні періоди, що визначається, вірогідно, низкою природних факторів. Це надходження фітопланктону в седиментаційні циліндри із товщі води природним осіданням, процесами реседиментації поверхневого шару донних осадків в періоди хвильової активності. На користь останнього свідчить присутність бентосних і епіфітних організмів в складі відібраних проб.

В цілому, вивчення речовини річкової завісі вказує на нерівномірний розподіл у водній товщі кількості стулок діатомей і неоднорідність їх складу в різні місяці і сезони. Найбільші показники видового різноманіття за період спостережень припадають на кінець літа, що, ймовірно, пов'язано з особливостями сезонного розвитку мікроводоростей. Обсяги не ідентифікованого детриту значно перевищують кількість цілих стулок, які можна оцінити за кількістю та видовим складом. Оцінка кількісного (не за видовим різноманіттям) розподілу панцирів, стулок та уламків, які можна ідентифікувати як залишки фітопланктону, засвідчила їх максимальний вміст в осінній період.

Спостереженнями встановлено, що у суспензії спостерігається значна видова різноманітність *Bacillariophyta* (цілі стулки кременескелетного фітопланктону, детрит). Спостерігається явне переважання бентосних форм над планктонними як за видовим розмаїттям, так і по загальній чисельності врахованих стулок. Зразки зимових сезонів, як правило, відрізняються поганою збереженістю стулок діатомей.

Аналіз розподілу двох основних екологічних груп *Bacillariophyta* – планктону та бентосу за сезонами проводили з урахуванням умов існування та періодів вегетації, впливу гідродинамічної активності та гідрологічного режиму на досліджуваній ділянці Дніпра, розподілу у водній товщі зваженої речовини. Висока видова різноманітність діатомей відповідає періоду кінець літа – початок осені, у зразках літніх сезонів як правило, переважають планктонні *Aulacoseira granulata* та *Actinocyclus* sp, серед бентосних видів - стулки *Amphora ovalis*.

Наявність взаємозв'язку між інтенсивністю надходження зваженої речовини в седиментаційні пастки і загальною кількістю бентосу в досліджених зразках, а також помітна залежність розподілу фітопланктону від сезону можуть свідчити про вплив гідродинамічного, фенологічного та інших факторів на процес розвитку Bacillariophyta.

В екологічному плані цікавим фактом є збагачення панцирів та стулок відмерлого фітопланктону залізом, алюмінієм та манганом (рис. 2).

При цьому для певних місяців вміст заліза в складі скелетів діатомових навіть перевищує середній хімічний склад елементу у пробі завислої речовини.

При цьому для певних місяців вміст заліза в складі скелетів діатомових навіть перевищує середній хімічний склад елементу у пробі завислої речовини. Такі перепади можуть бути обумовлені, вірогідно, надходженням фітопланктону та його решток з водойм, де вміст розчинного заліза значно вищий, ніж в Дніпрі. Зокрема, це може бути річка Суха Московка, що дренує техногенно навантажені ділянки Запоріжжя в межах металургійних комбінатів (зокрема шламонакопичувач в балці Капустяній), і впадає в Дніпро на декілька кілометрів вище точки досліджень Стоки з заводів вільно потрапляють в річку, від чого вона за загальним вмістом солей відноситься до високо мінералізованих та непридатних до зрошення і риборозведення.

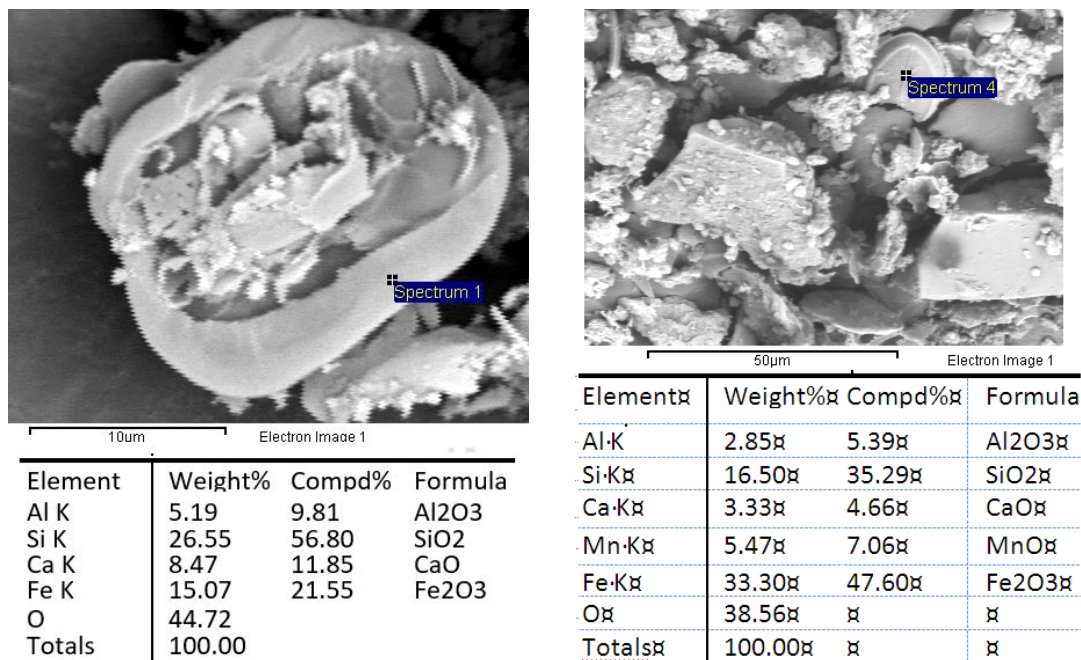


Рисунок 2. Хімічний склад скелетних решток фітопланктону у складі завислої речовини – середнє для частково зруйнованих та незруйнованих об'єктів.

Дата відбору проби 15 вересня – 15 жовтня 2015 року.

При цьому у водному середовищі тієї ділянки Дніпра, де проводиться моніторинг, за даними гідрохімічного контролю вод Запорізького регіонального управління водних ресурсів та запорізького КП «Водоканал», також спостерігаються усталені показники підвищених розчинних концентрації марганцю та заліза.

Вміст заліза у воді сягає в середньому, $0,25 \text{ г/м}^3$, перевищуючи рибогосподарські орієнтовно безпечні рівні впливу у 2,5 рази. [4]. Вміст мангану за показниками різних років коливався в межах $0,048 - 0,057 \text{ г/м}^3$ при нормативі рибогосподарського орієнтовно безпечного рівня впливу $0,01 \text{ г/м}^3$, що складає достатньо суттєве перевищення у 5-6 разів (рис. 3).

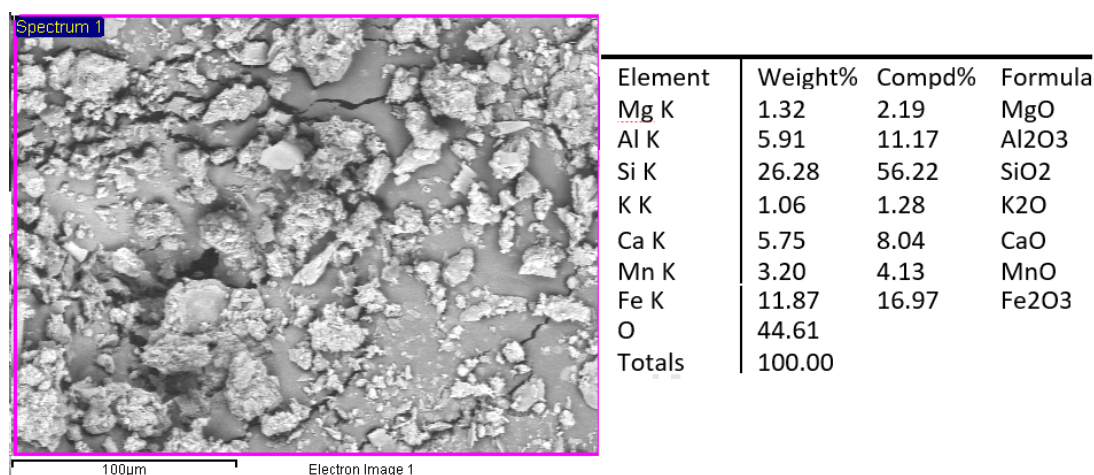


Рисунок 3. Середній елементний склад проби завислої речовини, відібраної в період 15 вересня – 15 жовтня 2015 року.

За літературними даними, розчинні форми цих елементів, включаючи колоїди та псевдоколоїди, за умов підвищеної концентрації та наднормативної мутності води можуть активно сорбуватись на твердих частинках різної мінеральної компоненти, що перебувають в водному середовищі. Показники мутності – вміст завислих речовин у воді – коливаються для різних часових періодів та ділянок Дніпра в районі Запоріжжя від $1,8$ до 5 г/м^3 в середньому перевищуючи 3 г/м^3 [3, 4].

Таким чином, детрит панцирів та стулок фітопланктону в районі досліджень, фактично, може виконувати функцію субстрата для сорбції з водного середовища розчинних форм низки мікроелементів та макрокомпонентів, зокрема заліза, мангану та алюмінію. Можливо, додаткове дослідження цих процесів дозволить визначити ще одну сторону екологічних функцій фітопланктону та його ролі у гідрохімічному балансі водойм, зокрема

виведені розчинених форм забруднювачів з водного шару в осадок, та фіксації їх в донних відкладах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мороз С.А., Митропольский А.Ю. Геохимический мониторинг Черного моря. Препринт. Киев: Ин-т геол. наук, 1990. 45 с.
2. Насєдкін Є.І., Митропольський О.Ю., Іванова Г.М. Моніторинг седиментаційних процесів у зоні взаємодії суходолу та моря. Севастополь: "ЕКОСІ-Гідрофізика", 2013, 295 с.
3. <http://www.irer.com.ua/stati-i-publikatsii/23-suchasnij-stan-vodnikh-resursiv-m-zaporizhzhya-osnovni-tendentsiji-zmin-problemi-i-shlyakhi-virishennya>
4. <https://www.zoda.gov.ua/news/46809/regionalna-dopovid-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovisha-u-zaporizkiy-oblasti-u-2018-rotsi.html>.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕХНОГЕННО НАГРУДЖЕНИХ РЕГІОНІВ ПІВДЕННО-СХОДУ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ РАДІОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

П. Пігулевський

доктор геологічних наук,

О. Тяпкін

доктор геологічних наук,

С. Яремій

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Показано, що в умовах можливого створення повного ядерного циклу України на базі місцевих родовищ уранових руд та ряду промислових об'єктів південного сходу України кожен техногенно навантажений регіон повинен мати свою стратегію сталого розвитку, яка узгоджена із загальнодержавними цілями та напрямками розвитку, але розроблена на базі свого природно-ресурсного потенціалу з урахуванням особливостей (і, насамперед, радіологічних) та стану довкілля.

Ключові слова: мінеральні ресурси, підприємства ядерного паливного циклу, радіологічне навантаження, розломи земної кори, сталий розвиток.

It is shown that under the conditions of possible creation of full nuclear cycle of Ukraine on the basis of local uranium ore deposits and a number of industrial facilities in Ukrainian Southeast, each technogenically loaded region should have its own sustainable development strategy, consistent with national goals and development directions, but developed on the basis of its natural resource potential, taking into account the characteristics (and, first of all, radiological) and the condition of environment. *Key words:* mineral resources, nuclear fuel cycle enterprises, radiological load, fault of Earth's crust, sustainable development.

1. Неприборкане прагнення суспільства до задоволення власних зростаючих потреб приходять у суперечність із можливостями природи до самовідновлення та сталого розвитку. Це стало підставою для прийняття в 1992 р. міжнародним співтовариством на форумі в Ріо-де-Жанейро відомого документа «Порядок денний на ХХІ століття», що визначає загальні принципи розвитку економіки при жорстких екологічних обмеженнях, що забезпечують функціонування природних систем у сталому режимі на невизначено довгий проміжок часу існування життя на Землі. У зазначеній постановці проблема сталого розвитку зводиться до вибору такого шляху розвитку цивілізації, який би задовольняв потреби суспільства за рахунок експлуатації природних ресурсів в обсягах, що забезпечують їх відтворення та виключають деградацію екосистем. У зв'язку з цим особливі вимоги мають бути пред'явлені до освоєння вичерпних природних ресурсів і, насамперед, мінеральних. Цей напрямок природокористування, враховуючи вичерпність ресурсу з високими сучасними

споживчими властивостями та масштабне пошкодження компонентів довкілля при застосуванні існуючих технологій його вилучення (видобування), вимагає першорядного обґрунтування та доказу можливості його «вписування» в рамки стратегії сталого розвитку [6]. Кожен регіон повинен мати свою стратегію сталого розвитку, узгоджену з загальнодержавними цілями та напрямками розвитку, але розроблену на базі свого природно-ресурсного потенціалу з урахуванням особливостей (і, насамперед, радіологічних), що склалися в господарському комплексі, та стану довкілля.

2. Гострота проблеми забезпеченості мінеральними ресурсами в умовах стратегії сталого розвитку в перспективі постійно зростатиме. Від рівня забезпеченості цими ресурсами тієї чи іншої держави залежатимуть темпи її просування до сталого розвитку. Особливу актуальність це має для України. Прийнято вважати, що Україна достатньою мірою забезпечена мінеральними ресурсами. Але це справедливо лише для їх обмеженого переліку: залізна і марганцева руди, вугілля, руди деяких рідкісноземельних металів. На основі цих родовищ розгорнуто потужну гірничодобувну промисловість, здатну задовольнити значний попит не тільки на дану сировину та її похідні, а й інші (зокрема, радіоактивні) види корисних копалин. Однак з низки причин (загальна глибока економічна криза в країні, слабка конкурентоспроможність продукції та її низька якість через домішки шкідливих компонентів, втрата ринків збуту в СНД та складність виходу на ринки Заходу) ці потужності використовуються далеко не в повному обсязі, а значна їх частина практично простоює або виводиться з обігу. Ще однією істотною причиною різкого спаду в гірничодобувній галузі України є несприятлива кон'юнктура на мінеральні ресурси на світовому ринку, обумовлена циклічним характером розвитку всієї світової економіки, що викликано дією об'єктивного закону, який описується так званими довгими хвилями (довгостроковими квазіциклічними коливаннями) економічної кон'юнктури [7]. Зазначені проблеми прямо чи опосередковано сприяють зростанню рівня різних забруднень всіх компонентів довкілля.

3. Виконання геосистемами більшості соціальних функцій пов'язано з різноманітним антропогенним впливом, істотну роль у якому можуть грати геофізичні чинники. Серед останніх особливо виділяється радіологічний фактор – радіоактивне забруднення, викликане неутилізованими відходами підприємств ядерного паливного циклу та наслідками аварій ядерних реакторів. Воно охоплює всі геосферні оболонки і може порушувати всі функції геосистем аж до їх повної відмови [3, 4, 11, 12]. Як відомо, радіація за самою своєю природою шкідлива для життя. При великих дозах радіація може руйнувати клітини, пошкоджувати тканини різних органів та стати причиною швидкої загибелі

організму в цілому. Малі ж дози опромінення можуть «запустити» не до кінця встановлений ланцюг подій, що призводить до раку або генетичних ушкоджень. За останні кілька десятиліть людина створила кілька сотень штучних радіонуклідів і навчилася використовувати енергію атома в різних цілях: в медицині і для створення атомної зброї, для виробництва енергії і виявлення пожеж, для виготовлення циферблатів годинників, що світяться, і пошуку корисних копалин. Індивідуальні дози, що отримуються різними людьми від штучних джерел радіації, сильно різняться. У більшості випадків ці дози дуже невеликі, але іноді опромінення за рахунок техногенних джерел виявляється у багато тисяч разів інтенсивніше, ніж за рахунок природних джерел. Радіоактивне забруднення має «уповільнено-прихований» характер: невеликі в хімічному відношенні концентрації деяких радіонуклідів перевищують їх гранично допустимі в радіаційному відношенні концентрації і, навіть після визначення та ліквідації джерел надходжень радіонуклідів у навколишнє середовище, ще дуже довго (періоди напіврозпаду деяких радіонуклідів мільйони і більше років) немає можливості повністю ліквідувати наслідки цього забруднення.

4. Радіологічне (як і інші види антропогенного) навантаження може бути описане рядом параметрів, які безпосередньо характеризують рівень радіоактивного забруднення окремих геосферних оболонок, та ступенем сукупного (інтегрального) радіаційного навантаження [4, 8, 10]. Відомі інтегральні оцінки індустриального, транспортного, аграрного, рекреаційного, урбаністичного навантажень [2]. Раніше була розроблена інтегральна оцінка геофізичного навантаження, складовою якої є радіологічні параметри [4]. Однак для конкретних територій (геосистем) в умовах потенційного інтенсивного радіоактивного забруднення може бути необхідним виділення інтегральної оцінки радіологічного навантаження із загального геофізичного.

5. Істотними факторами, що визначають екологічний стан території, є розломи земної кори [4]. Сучасна активізація розломів формує основні особливості геологічного середовища, що визначають його екологічні параметри. Тектонічний фактор лежить в основі встановлення територіальної відмінності в характері взаємозв'язку техногенної та природної складових природно-техногенних комплексів досліджуваних територій. Карти щільності індикаторів розломів різних рангів можуть бути основою характеристики стійкості навколишнього середовища по відношенню до найбільш інтенсивних природно-техногенних процесів. З тектонічними розломами часто пов'язане радіоактивне забруднення. До розломів, як правило, приурочені аномалії об'ємної активності радіоактивного газу – радону. Найбільші концентрації радіонуклідів у поверхневих і підземних водах притаманні блокам (масивам)

порід, обмеженим розломами певних напрямів простягання, до яких також «тяжіє» найбільша кількість радіоактивних аномалій у рослинності. (Джерелами радіоактивного забруднення рослин є кристалічні породи фундаменту, що виходять на денну поверхню в межах розломів.) Тому однією з основ довгострокового прогнозу змін радіаційного стану території є інформація про її тектонічну будову. Зазначена тектонічна інформація є основою дослідження різких порушень геологічного середовища, що потенційно призводять до аварійних ситуацій на підприємствах ядерного паливного циклу, та прогнозу поширення наслідків цих аварій (виявлення локальних потенційно небезпечних у радіологічному відношенні ділянок – шляхів перенесення і міграції рідких та газоподібних радіонуклідів, а також місць потенційного накопичення радіоактивних речовин в об'єктах літосфери, гідросфери, біосфери) [4, 9].

6. Разом із підготовкою до переходу до сталого розвитку однією з можливих реалій найближчого майбутнього є створення інфраструктури повного ядерного циклу України на базі законсервованих родовищ уранових руд та ряду промислових об'єктів, сконцентрованих на заході Промислового Придніпров'я (Кіровоградська і Дніпропетровська області) [3, 11]. Тут в основу технології прогнозу зміни радіологічного стану покладено уявлення про зміну сучасного стану розподілу радіонуклідів у всіх геосферних оболонках (обумовленого поєднанням природних та антропогенних факторів) під дією сукупності техногенних (переважно аварійних) та тектонічних факторів. У сучасних складних економічних умовах дуже складно визначити ймовірність аварійних ситуацій на конкретних радіаційно небезпечних об'єктах. У такій ситуації довгостроковий прогноз (сукупність відмов всіх підприємств ядерного паливного циклу), паритетно поєднаний з оцінкою сучасного радіологічного стану, не тільки є основою дієвої системи радіоекологічного моніторингу, а й дає додаткову інформацію для характеристики стійкості території в цілому та його окремих частин до радіологічного навантаження [1, 4, 5].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білашенко О.Г., Тяпкін О.К., 2010. Залучення комплексу геолого-геофізичних методів до системи комплексного екологічного моніторингу територій, прилеглих до сховищ радіоактивних відходів. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. №4. С.86-91.
2. Гродзинський М.Д., 1993. Основи ландшафтної екології. Київ, Либідь. 224 с.
3. Остапенко Н.С., Тяпкін О.К., Бондаренко Л.В., Кириченко В.А., 2011. До питання екологобезпечного функціонування підприємств ядерно-паливного циклу в Промисловому Придніпров'ї. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. №3. С.76-84.
4. Тяпкин О.К., 2006. Геофизические методы решения геоэкологических задач. Днепропетровск, Монолит. 296 с.

5. Тяпкін О.К., Білашенко О.Г., 2015. До питання комплексування геолого-геофізичних методів в екологічному моніторингу територій, прилеглих до сховищ промислових відходів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. Дніпропетровськ, ДВНЗ «НГУ». №47. С.19-26.
6. Шапар А.Г., Ємець М.А., Копач П.І., Тяпкін О.К., Хазан В.Б., 2004. Стратегія і тактика сталого розвитку. Дніпропетровськ, «Моноліт». 320 с.
7. Шапар А.Г., 2001. Проблемы исчерпаемости и освоения минеральных ресурсов. Освоение недр и экологические проблемы – взгляд в XXI век. Москва, Изд-во Академии горных наук. С.46-52.
8. Bilashenko O.H., Pihulevskyi P.H., Tiapkin O.K., 2012. Geometrical features of physical and geological models of uranium ore processing waste storages in Middle Prydniprovya. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. Dnipro, Ukraine. 1, pp. 9-15.
9. Pihulevskyi P., Tiapkin O., Anisimova L., 2018. Prediction of the azimuths of dangerous emissions of radioactive wastes stores. 12th International Scientific Conference. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. Kyiv, Ukraine.
10. Pihulevskyi P., Tiapkin O., Anisimova L., 2018. Features of radioactive waste stores in Central Ukraine. 12th International Scientific Conference. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. Kyiv, Ukraine.
11. Shapar A.G., Emets M.A., Tyapkin O.K., Skripnik O.A., 2007. Environmental problems of uranium ores extraction and primary processing regions in Ukraine. *Okologische und Technologische Aspekte der Lebensversorgung (Euro-Eco-2007)*: Proceeding of II International symposium. Hannover, Germany. P.48-49.
12. Tyapkin O.K., Shapar A.G., Yemets M.A., Bilashenko O.G., 2009. Increase of efficiency of soil remediation from radioactive pollution. *71st European Association of Geoscientists and Engineers Conference and Exhibition 2009: Balancing Global Resources. Incorporating SPE EUROPEC 2009*. Amsterdam, The Netherlands. 3, pp. 1655-1659.

Зміст

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

<i>Антіпович Я.В.</i> Порівняльний аналіз змін загальної пористості вугілля та пісковиків Донецького басейну	4
<i>Баранов В.А.</i> Актуальність пошуку критичної сировини	9
<i>Булат А.Ф., Лукінов В.В., Безручко К.А., Приходченко О.В.</i> Спосіб прогнозування надходження додаткових обсягів газу на газових родовищах	13
<i>Верховцев В.Г., Вергельська В.В.</i> Зміна хімічних показників шахтних вод Красноармійського району з глибиною	18
<i>Жикаляк М.В.</i> Поетапне знищення підприємств геологічної галузі як чинник деградації мінерально-сировинної бази України	22
<i>Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І.</i> Зв'язок між концентраціями германію і кобальту у вугільному пласті c_8^H поля шахти «Дніпровська»	29
<i>Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І.</i> Аналіз зв'язку германію і ванадію у вугільному пласті c_{10}^B поля шахти «Дніпровська»	35

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Азімов О.Т.</i> До питання експертної оцінки відносного рейтингу потенційно нафтогазоносних структур на підставі комплексу приповерхневих та дистанційних методів	42
<i>Ковальчук М.С., Вергельська Н.В., Сіра Н.В.</i> Сучасні підходи до дослідження та каталогізації породних відвалів видобувних підприємств України	49
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i> Технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків: додаткові свідчення на користь вулканічної моделі формування кратера Вредефорт	52
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i> Перспективи використання технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків для пошуків металів та хімічних елементів в морських акваторіях	57
<i>Ігнатишин В.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В.</i> Методика дослідження впливу сейсмотектонічних процесів на динаміку геофізичних полів за результатами спостережень електромагнітної емісії	62
<i>Скопиченко І.М., Кузнєцов С.М.</i> Використання методу пульсуючого електромагнітного зондування для пошуку нафтогазових родовищ вуглеводнів	68
<i>Харченко М.В., Вакарчук С.Г., Коваль А.М.</i> Основні стратегічні напрямки пошуків вуглеводнів в Західному регіоні України	72

<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i> Результати застосування технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків для обстеження ділянки буріння пошукової свердловини на шельфі Японії	76
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i> Особливості глибинної будови в районі курортного центру Миргород за результатами застосування прямопошукових методів	81

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

<i>Безручко К.А., Пимоненко Л.І.</i> Вплив фанерозойських геодинамічних процесів в Палеотетісі на формування Донбасу	87
<i>Бучинська І.В., Матрофайло М.М., Побережський А.В., Ступка О.О.</i> Особливості формування природної газоносності вугленосної товщі Львівсько-Волинського басейну	92
<i>Веклич О.Д.</i> Кореляція верхньокрейдових відкладів північної окраїни Донбасу з Міжнародною стратиграфічною шкалою за форамініферами	97
<i>Вергельська Н.В., Головченко Д.М.</i> Геологічні умови формування бурого вугілля (лігнітів) Закарпатської вугленосної площі	102
<i>Жикаляк М.В., Лукінов В.В., Цьоха О.Г.</i> Геологічна та геотектонічна єдність Донецького басейну і Дніпровсько-Донецької западини	105
<i>Крошко Ю.В.</i> Просторове поширення та умови залягання середньоеоценових континентальних флювіальних відкладів у межах Інгульського мегаблоку Українського щита	115
<i>Міхєєва Т.Л., Дрогицька Г.М., Лапіна О.П.</i> Інтерпретація магнітних та гравітаційних аномалій над тілами рудних габроїдів Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів	126
<i>Тимченко Ю.А.</i> Періодичність процесів скременіння осадків прибережної зони східного та західного схилів Українського щита як свідчення міграції берегової лінії альб-сеноманського морського басейну	130
<i>Тузяк Я.М.</i> Базальтовий брук м. Львів: історія використання та оцінка його екологічних, фізико-хімічних, технічних й естетичних властивостей	135
<i>Тяпкін О., Пігулевський П., Яремій С.</i> Вплив тектонічного чинника на використання ресурсних потенціалів природних об'єктів	141

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ

<i>Азімов О.Т., Кураєва І.В., Кармазиненко С.П.</i> Гідрохімія фільтрату об'єктів локалізації побутових відходів у контексті оцінювання екології довкілля та безпеки життєдіяльності	147
--	-----

<i>Вергельська Н.В., Наков Р., Куковська Т.С., Паришев О.О., Нікітіна А.О., Шураєв І.М., Озінська С.М.</i> Вплив сучасних підтоків на формування осадків збагачених органікою у Переддобруджському прогині	151
<i>Ковальчук А.В., Ковальчук А.В., Д'яченко А.С., Д'яченко Н.О.</i> Економетричний підхід у прогнозуванні поводження з відходами	156
<i>Жикаляк М.В., Маринченко М.Є.</i> Відновлення басейнового статусу р. Сіверський Донець - запорука вирішення основних екологічних проблем Донбасу	162
<i>Занкович Г.О., Кохан О.М., Базіляй С.Б., Вовк О.П.</i> Хімічний склад води одного з водоносних горизонтів Волинсько-Подільського артезіанського басейну(район м. Буськ)	169
<i>Кобець С.О.</i> Сорбція урану(VI) кисневмісними мінералами	173
<i>Міхалкова Н.В., Кононенко А.В.</i> Основні еколого-правові проблеми промислових підприємств в техногенно-навантаженому регіоні	176
<i>Ольштинська О.П., Насєдкін Є.І., Іванова Г.М., Мітрофанова О.А.</i> Фітопланктон у річковій зависі індустріально навантажених ділянок Дніпра	180
<i>Пігулевський П., Тяпкін О., Яремій С.</i> Особливості розробки стратегії сталого розвитку техногенно нагруджених регіонів Південно-сходу України з урахуванням радіологічного навантаження	187