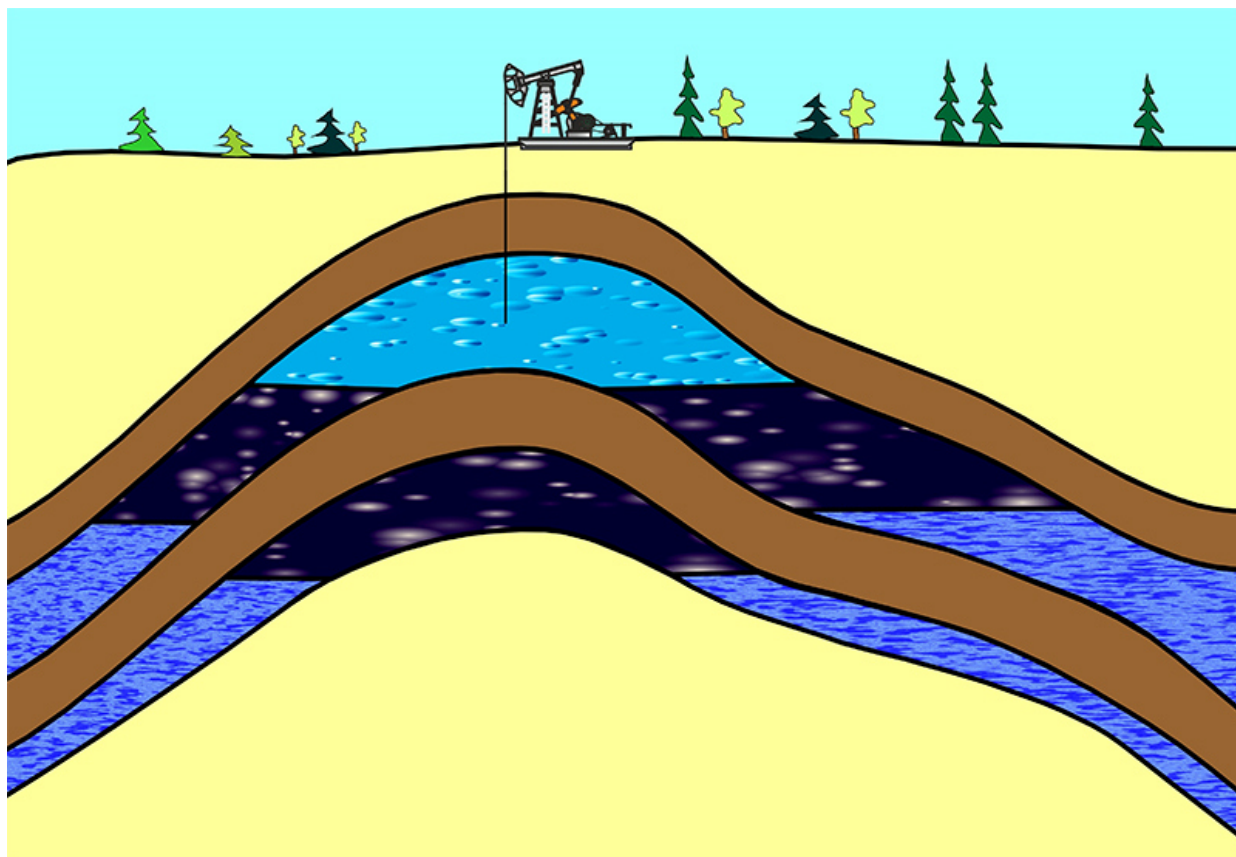


Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

24 квітня 2025 року, м. Харків, Україна



Електронний ресурс

Харків – 2025

УДК 55 (063)

Н 73

Реєстраційне посвідчення у ДНУ «Укр ІНТЕІ» МОН України
(№139 від 12 лютого 2024 року)

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням
Науково-методичної ради Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна (протокол №10 від 21 травня 2025 року)*

Організаційний комітет: проф. В.А. Пересадько (голова), доц. В.В. Сухов (заст. голови), проф. В.Г. Суярко (голова редколегії), проф. В.М. Загнітко, проф. О.В. Барташук, проф. А.Й. Лур'є, проф. А.В. Матвеев, проф. І.В. Удалов, проф. І.М. Фик, зав. лаб. О.В. Чуєнко (секретар).

Адреса редакційної колегії: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Свободи, 4, м. Харків, 61022, к. 1-34, e-mail: geology@karazin.ua

Н 73 Новітні проблеми геології : Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (24 квітня 2025 року, м. Харків, Україна) / гол. ред. колегії В. Г. Суярко [Електронний ресурс]. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 94 с.)
URI <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/21708>

У збірнику тез розглянуто сучасні дослідження у галузі Наук про Землю – геологія, геохімія, мінералогія, петрографія, стратиграфія, палеонтологія, геотектоніка, геофізика, інженерна геологія та гідрогеологія

Тексти представлено у авторській редакції. Автори несуть повну відповідальність за зміст доповідей, а також добір, точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей.

Публікації пройшли внутрішнє рецензування.

URI <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/21708>

© Харківський національний
університет імені В.Н. Каразіна, 2025

З М І С Т

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

<i>Шлапінський В.Є., Павлюк М.І., Лазарук Я.Г., Савчак О.З., М.М. Тернавський</i> ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА І ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ДІЛЯНКИ ОПОРЕЦЬ КРОСНЕНСЬКОГО ПОКРИВУ	6
<i>Бацевич Н.В., Наумко І.М., Серкіз Р.Я.</i> ВКЛЮЧЕННЯ У МІНЕРАЛАХ ТРАПОВОЇ ФОРМАЦІЇ ЗАХІДНОЇ ВОЛИНИ	9
<i>Суярко В.Г., Улицький О.А., Сердюкова О.О.</i> ЛІТІЙ – ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИДОБУВАННЯ В УКРАЇНІ	12
<i>Кураєва І.В., Азімов О.Т.</i> ГЕОХІМІЧНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННИХ ДІЙ (НА ПРИКЛАДІ М. ОХТИРКА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	15
<i>Петік В.О., Сухов В.В., Чуєнко О.В.</i> НОВІ ПІДХОДИ У ДОСЛІДЖЕННІ ДІЛЯНОК ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ЛЕГКИМИ НЕВОДНИМИ РІДИНАМИ (LNAPL)	18
<i>Сіренко О.А.</i> ПАЛІНОЛОГІЧНІ ДАНІ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ГРАНИЦІ, НИЖНІЙ – ВЕРХНІЙ ПЛОЦЕН У КАЙНОЗОЙСЬКОМУ РОЗРІЗІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ	21
<i>Шпильовий Л.В., Білецький В.С., Шпильовий К.Л.</i> МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД РУДИ МАЗУРІВСЬКОГО РОДОВИЩА РІДКІСНИХ МЕТАЛІВ ЯК ОСНОВА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗБАГАЧЕННЯ	23
<i>Яковенко М.Б., Хоха Ю.В.</i> ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ РУХОМИХ ФОРМ Li У ТОРФОВИЩАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	26
<i>Якушин Л.М., Нога В.О.</i> ПЕРМ-ТРИАСОВА ГРАНИЦЯ НА МІЖНАРОДНІЙ ГЕОХРОНОЛОГІЧНІЙ ШКАЛІ ТА СХЕМІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ (БІОСТРАТИГРАФІЧНИЙ АСПЕКТ)	29

ДОПОВІДІ

<i>Александрович В.А., Кобзар Ю.І., Гаврилюк О.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ УЩІЛЬНЕННЯ КРУПНОУЛАМКОВИХ ҐРУНТІВ	32
<i>Горайнов С.В., Тищенко І.І.</i> ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ СИЛ НА РОЗВИТОК ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	34
<i>Кононенко А.В., Удалов І.В.</i> ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ВОДОЗАБОРІ ТОВ «ПРИКОЛОТНЕ» (ХАРКІВСЬКА ОБЛАСТЬ)	36
<i>Космачова М.В.</i> ІСТОРИКО-ГОРНТЕХНІЧНІ ОБ'ЄКТИ ЯК КОМПОНЕНТИ ГЕОЛОГІЧНИХ ПАМ'ЯТОК ХАРКІВЩИНИ	38
<i>Лунячек А.Р., Клевцов О.О.</i> КІМБЕРЛІТОВІ ТРУБКИ ТА ТЕКТОНІЧНІ СТРУКТУРИ АФРИКИ	40
<i>Медвідь Г.Б., Гарасимчук В.Ю., Телегуз О.В.</i> ГІДРОГЕОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТОВИХ ВОД ПНІВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА (БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКИЙ НАФТОГАЗОНОСНИЙ РАЙОН)	44
<i>Прибилова В.М., Прибилов Д.М.</i> ПРОБЛЕМИ ГІГІЄНИЧНОЇ РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	47
<i>Прибилова В.М., Чуєнко О.В., Петік В.О.</i> ВАЖКІ МЕТАЛИ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ	52
<i>Самчук І.М.</i> ПОШУК ПАСТОК ВУГЛЕВОДНІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КАРТ ТОВЩИН З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	55
<i>Соколов В.А.</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ	58
<i>Тищенко І.І., Тищенко Л.Ю.</i> ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СВЕРДЛОВИНАХ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АВПТ	60
<i>Ткачов А.С.</i> ФАКТОРИ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБ'ЄМУ ПОРИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА	64

ДОПОВІДІ АСПІРАНТІВ

<i>Барабаш Д.В.</i> АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ ПОЗИЦІЇ ГОРИЗОНТУ ПІСКОВИКУ H_5Sh_{10} ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	67
<i>Бережний С.А.</i> МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ РОЗТАШУВАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ	69
<i>Владимиров Р.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТОЛОГІЇ СУБТИЛЬНИХ ПАСТОК ВУГЛЕВОДНІВ ...	70
<i>Дьомінов А.В.</i> АТТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ МЕЖИРІЧЧЯ ДНІПРА ТА ВОВЧОЇ (ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ТА ЗАПОРІЗЬКА ОБЛАСТІ)	75
<i>Єсінов А.М.</i> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИДОРОЖНІ ЛАНДШАФТИ ТА СТАН ҐРУНТІВ	76
<i>Жмиров Д.А.</i> АНАЛІЗ СТРАТИГРАФІЧНОЇ ПОЗИЦІЇ ГАЗОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ ПІСКОВИКУ $D_5^1SD_6$ ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	78
<i>Запаранюк А.І.</i> ЛАРАМІЙСЬКА СКЛАДЧАСТА ОБЛАСТЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ ТЕКТОНІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ЄВРОПИ	80
<i>Корхов О.О.</i> ВИВЧЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ, ТЕКТОНІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТА ГЕОХІМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ З МЕТОЮ ВСТАНОВЛЕННЯ НАЯВНОСТІ СКУПЧЕНЬ ПОТЕНЦІЙНИХ ВУГЛЕВОДНІВ	81
<i>Лещенко А.М.</i> ТИПІЗАЦІЯ ТРАНСФОРМНИХ РОЗЛОМІВ СПРЕДІНГОВИХ ХРЕБТІВ ...	85
<i>Нога В.О.</i> ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СТРАТИГРАФІЇ ТРИАСОВИХ ВІДКЛАДІВ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ (ДДЗ)	86
<i>Савченко О.С.</i> МЕТОДИКА ПОРІВНЯННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕМПЕРАТУР ТА ПАЛЕОТЕМПЕРАТУР ОСАДОВОГО РОЗРІЗУ	89
<i>Черніков Б.А.</i> ЯКІСТЬ ВОД ДЖЕРЕЛ м. ХАРКОВА	91

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА І ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ДІЛЯНКИ ОПОРЕЦЬ КРОСНЕНСЬКОГО ПОКРИВУ

В.Є. Шлапінський, с. н. с., к. геол. н.,
М.І. Павлюк, академік НАНУ, д. г.-м. н.,
Я.Г. Лазарук, г. н. с., д. геол. н., с. н. с.,
О.З. Савчак, п. н. с., к. геол. н., с. н. с.,
М.М. Тернавський, пров. інженер,
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України

Ділянка Опорець розташована у Стрийському районі Львівської області на границі із Закарпаттям. Її геологічна будова визначається за присутності трьох лусок карпатського простягання, складених на поверхні олігоценовими відкладами з малопроникними колекторами Такі ущільнені колектори можуть вміщувати значні поклади вуглеводнів.

Ключові слова: скиби, луски, вуглеводні, нафтогазопрояви, ущільнені колектори.

Пошукові роботи на вуглеводні в Кросненському покриві (зоні) проводили ще в австрійську, польську і радянську доби, проте особливих успіхів досягнуто не було, головне через недосконале відтворення геологічної будови ділянок, де проводилося буріння. У більшості випадків опошукувались неіснуючі антиклінальні складки. Так, Ф. П. Темнюк [5] у північно-західній частині Скибової зони виділяв в якості об'єктів для буріння Поташнянську, Багноватську та Козевську, в Розлуцькій зоні – Погарську, а у Сілезькій (Кросненській) – Опорецьку, Хутарську (Хітарську), Ропавську, Хашевську, Лімненську, Шум'яцьку та Вовченську. Першочерговими об'єктами для пошуків він вважав Опорецьку, Погарську, Ропавську і Поташнянську складки (серед 16 складок рекомендованих ним не тільки в північно-західній частині Кросненської і прилеглих частин Скибової і Дуклянської зон, а також і в інших ділянках Карпат).

Ні одна з цих чотирьох складок не є антикліналями. Для прикладу розглянемо геологічну будову Опорецької антикліналі в розумінні Ф. П. Темнюка, а також альтернативну за В. В. Глушком, В. В. Кузовенком, В. Є. Шлапінським (рис. 1) [1]. За Ф. П. Темнюком, Опорецька антиклінальна складка має сундучну будову, що вирізняє її з усіх вузьких антикліналей Сілезької (Кросненської) зони. Через це він вважав її першочерговим об'єктом для глибокого пошукового буріння. Він підкреслював, що його висновок ґрунтується на результатах буріння 12 структурно-пошукових свердловин глибиною 500-800 м [2], а також на природних нафтогазопроявах, які були зафіксовані під час проведення геолого-знімальних робіт в цьому районі [6]. У частині з них спостерігалися інтенсивні прояви газу і нафти. Оскільки розкриті

бурінням олігоцені відклади не виявили продуктивних покладів нафти та газу, тому він пропонував проектувати свердловини глибиною 3500-4000 м. Проведені пізніше геолого-пошукові роботи не підтвердили існування Ополицької сундучної антикліналі, проте виявили в цьому районі присутність аж трьох лусок Турківського субпокриву (Ропавської, Новоселицько-Брустуранської і Ялинкуватської [3].

На площі Ополиць в районі с. Лавочне віддавна були відомі прояви горючого газу. Майже в усіх свердловинах, пробурених на площі Ополиць, були зафіксовані сліди свіжої і окисненої нафти (кир) по тріщинах порід. Нафтові краплі особливо інтенсивно виділялись з керну у свердловині №12. Нафта зеленувата густа масляниста, майже прозора. В свердловині №17 з інтервалу 0-35 м спостерігали водо-нафтогазопрояви. Дебіт фонтануючої води біля 3 л/хв, газу 2 л/хв (2,88 м³/д), нафта у вигляді тонкої плівки на воді. Вода прісна з ледь помітним запахом сірководню. Газ горючий. Склад газу: метан – 94,75; етан – 0,3; вуглекислий газ – 1,0; азот – 3,95%. У свердловині №10 з глибини 90 м спостерігали інтенсивні водонафтогазопрояви. Початковий дебіт фонтануючої води становив біля 10 л/хв, газу – 7 л/хв (10,08 м³/д). На воді помітна тонка плівка нафти. Склад газу: метан – 93,83; етан – 0,68; пропан – 0,33; бутан+пентан – 0,29; вуглекислий газ – 0,25; азот – 5,12%. В керні цієї свердловини зафіксовані примазки нафти по тріщинах.

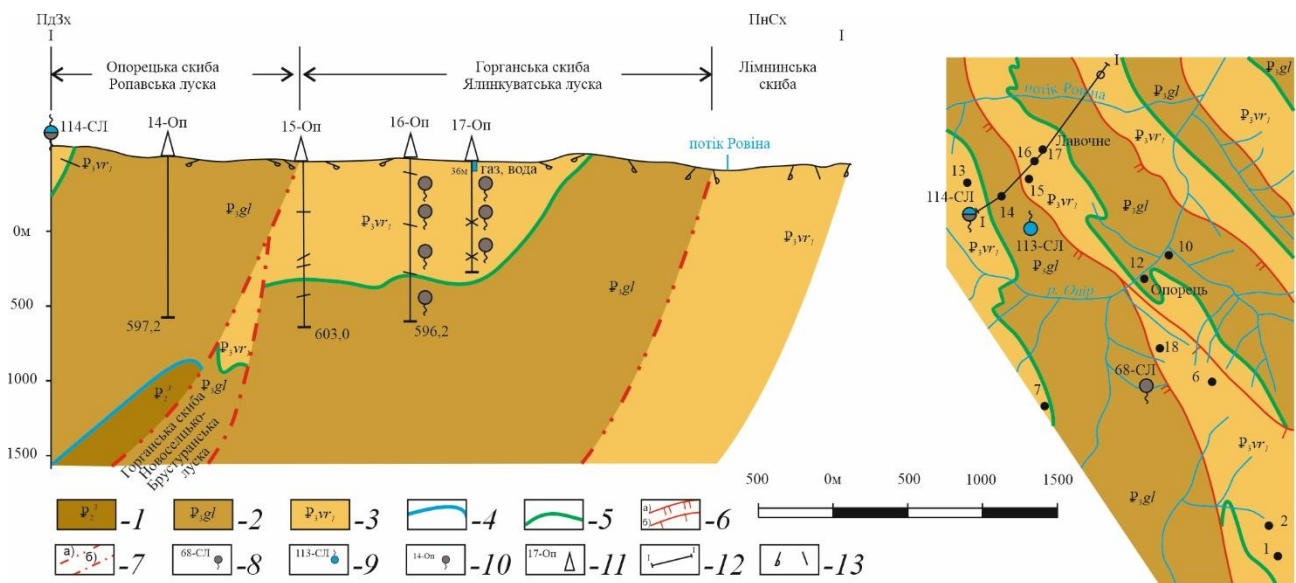


Рис. 1. Геологічна карта і розріз площі Ополиць.

1 – еоцен верхній, олігоцен; 2 – головецька світа, 3 – нижньовержовинська підсвіта; маркуючі горизонти: 4 – нижньокременевий, 5 – смугастих вапняків; насуви: 6 – на карті: а) скиб, б) лусок, 7 – на розрізі: а) скиб, б) лусок; номери відслонень площі Славсько-Лавочне: 8-68 – СЛ – нафтопрояви, 9-13 – СЛ – газопрояви; 10 – нафтопрояви в свердловинах; 11 – структурно-пошукові свердловин площі Ополиць: а) на карті, б) на розрізі, 12 – лінія розрізу; 13 – елементи залягання площі Климець

Важко визначити положення джерел вуглеводнів на цій ділянці, прояви яких відзначені на поверхні і в неглибоких свердловинах. У північно-західній

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року

частині Кросненського покриву зафіксовано чимало пунктів з природними поверхневими проявами та нафтогазопроявами в свердловинах. Зокрема, прояви вуглеводнів задокументовані в 31 свердловині з 32 на площі структурно-пошукового буріння Хащів-Лімна-Шумяч, в 5 із 6 свердловин площі Турка, в 5 з 8 свердловин площі Поташня та в 16 з 17 площі Бітля. Така тенденція щодо щільності нафтогазопровів характерна майже для всіх свердловин, пробурених у Кросненському покриві і лише в свердловинах 7-Лопушанка–Хащів, 2,3-Лютня та 1-Гринява були отримані стабільні промислові припливи вуглеводнів. В останньому випадку це було досягнуто завдяки тому, що свердловина пройшла близько 300 м по газонасиченому пласту, внаслідок чого відбулося його максимальне розкриття. Колекторські властивості пісковиків олігоцену Опорецької і Горганської скиб відзначаються низькими фізичними властивостями. Так, з 10 взірців відібраних зі свердловин площі Опорець, значення відкритої пористості коливались від 1,3 до 4%, що визначає їх як ущільнені колектори. З колекторів з погіршеними фізичними властивостями цілком можливо отримати стабільні промислові припливи газу. Такі мало проникні ущільнені колектори містять, переважно, малорухомий розсіяний газ, рух якого в пластових умовах в значній мірі підпорядкований не закону Дарсі, а силам міжмолекулярної взаємодії з їхньою матрицею. Це особливо проявляється у випадку звужених капілярів. При розкритті таких некондиційних колекторів свердловинами відбувається або повільний приплив розсіяного газу з дебітами, що не перевищують 0,5–2,0 тис. м³/добу тривалістю до 10 років, або інтенсивний приплив у декілька сотен тисяч кубічних метрів за добу (від декількох годин до 2-3 місяців), як це мало місце у свердловинах 1- і 2-Бориня. Ресурси газу у таких колекторах можуть бути величезними. Так ресурси газу щільних низько проникних пісковиків тільки трьох осадових басейнів епіплатформеного орогену Скелястих Гір – Юнкта, Пайсенс і Грін Рівер оцінені у 17 трлн. м³, що у 20 разів перевищують ресурси кондиційних колекторів цих же басейнів [4]. Низька якість таких колекторів компенсується їхнім широким розвитком по площі.

Список використаних джерел: 1. Геологічна карта Українських Карпат. Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька області України, 1: 100000. Зіст. Глушко В. В., Кузовенко В. В., Шлапінський В. Є. Ред. Ю. З. Крупський, Київ, Фонд ЗАО “Концерн Надра”, 2007, 228с. 2. Бикбулатов А. Г. Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на площади Опорец Дрогобычской и Закарпатской областей УССР в 1955г. Трест “Львовнефтегазразведка”, ЛГПК. – Львов, 1956. – 195с. Фонди ДП “Західукргеологія”. 3. Кузовенко В. В., Жигунова З. Ф., Петров В. Г. Отчет о результатах групповой комплексной геологической съемки масштаба 1:50000, проведенной на площади Климец Львовской и Закарпатской областей УССР в 1973-1976г.г. 4. Ресурсы нефти и газа и перспективы их освоения / Моделевский М. С., Гуревич Г. С., Хартицков Е. М. и др., Москва: Недра, 1983, 223 с. 5. Темнюк Ф. П. Первоочередные объекты поисков залежей нефти и газа в складчатой области Украинских Карпат. Перспективы нефтегазоносности и направление региональных и поисковых работ на нефть и газ в Украинских Карпатах. Львов: УкрНИГРИ, 1973, С.53-67. 6. Темнюк Ф. П., Федущак М. Ю. Отчет о геологических исследованиях, проведенных в 1952г. на участке Славсько-Лавочне (зона Кросно) Дрогобычской области УССР, Львов, 1953, 174с. Фонди ДП “Західукргеологія”.

ВКЛЮЧЕННЯ У МІНЕРАЛАХ ТРАПОВОЇ ФОРМАЦІЇ ЗАХІДНОЇ ВОЛИНИ

Н.В. Бацевич, к.геол.н., учений секретар,
І.М. Наумко, член-кор. НАН України, д.геол.н., професор,
відділ геохімії глибинних флюїдів,
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України;
Р.Я. Серкіз, наук. співроб.,
науково-технічний і навчальний центр низькотемпературних досліджень,
Львівський національний університет ім. І.Франка

Наведено результати дослідження розплавних, твердих, газово-рідких і рідинно-газових включень у мінералах трапової формації Західної Волині. Їхній аналіз свідчить, що середовище було флюїдонасиченим і збагаченим Fe^{2+} , Fe^{3+} , азотом, хлором, з оптимальними температурами мінералогенезу: 1200–1135 °С – на магматичному етапі і 50–370 °С – на завершальному постмагматичному етапі.

Ключові слова: включення у мінералах, флюїдний режим, трапова формація, Західна Волинь.

Флюїдні включення у мінералах парагенезів породно-рудних комплексів трапової формації є важливим показником флюїдного режиму мінералогенезу та оцінки перспектив рудоносності. Їхнє вивчення дасть змогу відтворити фізико-хімічну природу, просторово-часову послідовність прояву та мінливість параметричних характеристик мінералоутворювальних флюїдів [1].

Однаковою мірою важливими є комплексні прецизійні дослідження:

- включень розплавів, результати яких дають змогу схарактеризувати флюїдний режим магматичного мінералогенезу;
- включень флюїдів постмагматичного етапу, насамперед у прожилково-вкрапленій мінералізації як безпосередньому показнику процесів флюїдопереносу речовини і механізмів заліковування міграційних тріщин, що сформувалася, з одного боку, за умов абіогенного високотермобарного глибинного флюїду [2], з другого – за значного впливу речовини вмісних порід;
- твердих включень.

На магматичному етапі становлення трапової формації (за даними досліджень тонкорозкристалізованих включень розплаву у плагіоклазі [3]), доведено, що за природних умов розплав волинських базальтів повинен повністю розкристалізуватися і втратити здатність переміщатися за температури, вищої за 800–840 °С, але нижчої – від 950 °С. Кристалізація мікровкраплень плагіоклазу відбувалася за ще вищої температури – 1200–1135 °С.

На завершальному постмагматичному етапі гідротермально-матасоматичного перетворення вулканоміктових комплексів флюїдні включення зафіксовано у прожилково-вкрапленій мінералізації, яка представлена цеолітами (анальцимом, шабазитом, стилбітом), хлоритами, палагонітами, кальцитом, кварцом, халцедоном, агатом [4]. Придатними для термометричних досліджень виявилися анальцим, кварц, кальцит.

В результаті проведених термометричних досліджень газОВО-рідких і рідинно-газових включень постмагматичного етапу (класифікація за [5]) виявлено, що оптимальними параметрами формування парагенезів прожилково-вкрапленої мінералізації з анальцимом, кварцом і кальцитом слід вважати температурні інтервали: 325–190 °С для анальциму (за первинними включеннями), 370–90 °С для кварцу і 50–130 °С для кальциту (за первинними включеннями), що відповідає параметрам середньотемпературних гідротермальних процесів (мезотермальні процеси 200–300 °С) з переходом до низькотемпературних, з перевагою азоту у газовій складовій (за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу з визначення складу летких компонентів флюїдних включень у мінералах та вмисних породах, аналітик Богдан Сахно (мас-спектрометр-хронометр МСХ-3А)), а також хлору [6].

Тверді включення у кварці представлені магнетитом, одінітом, шамозитом (рис. 1), гетитом (рис. 2).

Аналіз отриманих даних дав змогу дійти висновку, що кварцоутворювальне середовище було флюїдонасиченим і збагаченим Fe^{2+} , Fe^{3+} .

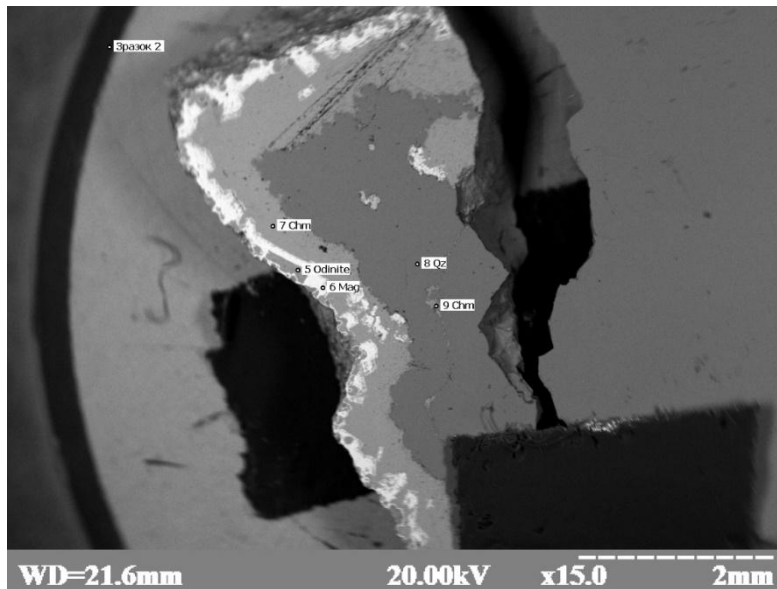


Рис. 1. Тверді включення у кварці: магнетит (Mag), одініт (Odinite), шабазит (Chm). Хімічний склад мінералів прожилкової мінералізації визначали з допомогою сканувальної електронної мікроскопії і рентгенівського мікроаналізу (растровий електронний мікроскоп-мікроаналізатор РЕММА-102-02) (аналітик Роман Серкіз).

Висновки. Кристалізація мікрОВкраплень плагіоклазу відбувалася за температури – 1200–1135 °С (магматичний етап). Оптимальні температури формування прожилково-вкрапленої мінералізації (гідротермально-матасоматичний етап) становлять 325–190 °С для анальциму (за первинними включеннями), 370–90 °С для кварцу і 50–130 °С – кальциту (за первинними включеннями), що відповідає параметрам середньотемпературних гідротермальних процесів (мезотермальні 200–300 °С).

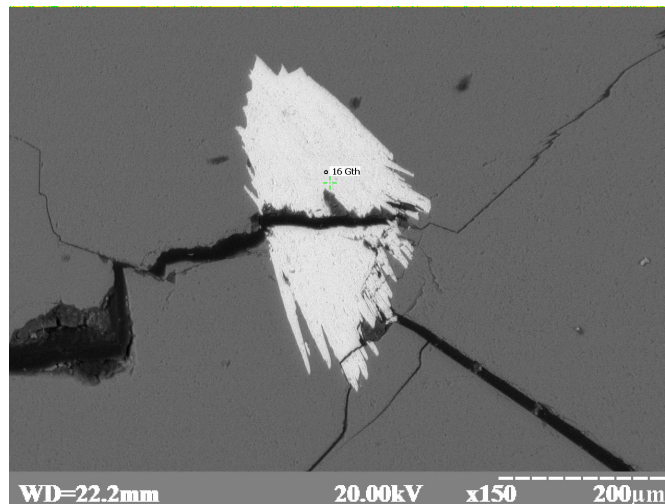


Рис. 2. Тверде включення у кварці, представлене гетитом (Gth).

Високий вміст азоту в леткій фазі, зокрема включень у цеолітах, можна пояснити особливостями структури цеолітів, а саме, наявністю порожнин і каналів, в яких містилася вода. За відповідних умов цеоліти можуть знову поглинати воду і переходити у «насичений» стан, залежно від вмісного середовища. В даному випадку на це, вірогідно, впливала атмосферна волога.

Можлива комбінація процесів флюїдно-магматичної взаємодії, гравітаційної диференціації і фракційна кристалізація, яку власне й фіксують флюїдні і тверді включення у мінералах трапової формації Західної Волині, в остаточному вигляді реалізується в утворенні горизонтів, лінз і гнізд окремих різновидів базальтових порід вихідної мафічної магми, зокрема у вигляді специфічних ін'єкцій гранофірів, із вмістом SiO_2 в межах від 63,72 до 77 мас. % за [6].

Список використаних джерел: 1. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів) : Автореф. дис. ... д-ра геол. наук / І. М. Наумко. – Львів, 2006. – 52 с. 2. Сворень Й. М. Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій – природний феномен літосфери Землі / Й. М. Сворень, І. М. Наумко // Доп. НАН України. – 2005. – № 2. – С. 109–113. 3. Vakumenko I. T. Melt inclusions in plagioclases of Volynian basalts / I. T. Vakumenko, Yu. I. Fedoryshyn // Mineralogical Museums. – Saint-Peterburg: Department of Mineralogy, SPbSU, 2005. – P. 215. 4. Наумко І. М. Умови формування прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах луччівської товщі трапової формації зони зчленування Волинського палеозойського підняття і Волино-Подільської монокліналі Західної Волині / І. М. Наумко, Ю. І. Федоришин, Н. В. Нестерович [і ін.] // Доп. НАН України. – 2013. – № 10. – С. 116–123. 5. Калюжний В. А. Методи вивчення багатофазових включень у мінералах / В. А. Калюжний. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. – 168 с. 6. Нестерович Н. В. Геохімія флюїдів середовища формування міденосних паратенезів у вулканітах трапової формації зони зчленування Волинського палеозойського підняття і Волино-Подільської монокліналі: Автореф. дис. ... канд. геол. наук (прирівнюється до доктора філософії) / Н. В. Нестерович. – Львів, 2014. – 20 с.

ЛІТІЙ – ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИДОБУВАННЯ В УКРАЇНІ

В.Г. Суярко, д. г.-м. н., професор,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
О.А. Улицький, д. г. н., професор,
Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України;
О.О. Сердюкова, ст. викладач,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Наведено особливості використання літію в різних галузях та проаналізовано можливості видобування в Україні цього рідкісного металу із різних джерел.

Ключові слова: літій, рідкісні елементи, пегматити, літієві мінерали, гідромінеральна сировина.

Проблема видобування рідкісних та розсіяних елементів в Україні завжди стояла перед українськими геологічною та гірничо-видобувальною галузями. Особливої гостроти вона набуває зараз, коли українська влада запропонувала уряду США розробляти такі родовища на території нашої держави. Зокрема, це стосується і літію, родовища якого є в наших надрах.

Літій (Li) – третій хімічний елемент 1 групи 2 періоду Періодичної системи, що за природою розповсюдження є рідкісним лужним металом з атомною масою 6,941. Атомний радіус елемента – 0,157 нм, а іонний – 0,68 нм. Температура плавлення літію – 180,5°C, а кипіння – 1340°C. Колір металу – сріблясто-білий. Через низький іонний потенціал (1,47), що обумовлений малим розміром іонного радіуса і зарядом іона, літій характеризується розчинністю. Через високу реакційну здатність елементарний літій не зустрічається в твердому вигляді а утворює близько 30 мінералів, серед яких – силікати, фосфати, фториди, та інші мінеральні сполуки [1]. Промислове значення мають лише декілька з них: сподумен – $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ (3,7 % Li), лепідоліт – $\text{K}_2(\text{Li}, \text{Al})_{5-6}\{\text{Si}_{6-7}\text{Al}_{2-1}\text{O}_{20}\}(\text{OH}, \text{F})_4$ (1,4–3,6 % Li), петаліт – $\text{Li}[\text{Al}\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (1,6–2,3 % Li), евкріптіт – $\text{LiAl}[\text{SiO}_4]$ (2,1–5,5 % Li), амблігоніт – $\text{LiAl}[\text{PO}_4][\text{F}, \text{OH}]$ (3,4–4,4 % Li), гекторід – $\text{Na}_{0,3}(\text{Mg}, \text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (0,5 % Li), джадаріт – $\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$ (7,3 % Li). Ці мінерали формують рудні заляжжі літію у гранітоїдах, пегматитах, грейзенізованих гранітах. Високі концентрації літію є характерними також для глауконіту, біотіту, турмаліну, флогопіту, берилу [2].

Близькість іонних радіусів Li^+ , Fe^{2+} та Mg^{2+} обумовлює входження літію до кристалічних ґраток магнезіально-залізистих силікатів – піроксенів і авмфіболітів, а також слюд.

Середній вміст літію у літосфері Землі складає від 3,2 до $6,5 \cdot 10^{-3}$ мас. %

Завдяки геохімічній рухливості літій у великих кількостях знаходиться у водних високомінералізованих лужних розчинах. Водна міграція елемента здійснюється у вигляді вільного катіону (Li^+) або комплексних сполук з різними

адендами – галогенами, водородом, органічними речовинами. Саме тому величезні його ресурси зосереджені у ропі солоних озер, морських лагун, пластових водах (розсолах) нафтогазових родовищ, а також у шахтних водах вугільних регіонів та стічних промислових водах деяких підприємств [3, 4, 5].

Літій є промислово цінним хімічним елементом, оскільки він все більше використовується у різних важливих галузях промисловості. За багатьма показниками цей лужний метал знаходиться на першому місці серед рідкісних елементів. Він відіграє ключову роль у виробництві літій-іонних батарей для електромобілей, ноутбуків, смартфонів і ліхтарів, систем збереження енергії та інших електронних приладів. Сполуки літію застосовуються для виробництва термостійкого і міцного скла та кераміки, у металургії для виготовлення спеціальних марок сталі, у медицині та виробництві різноманітних легких матеріалів з високою міцністю. Літій використовується у військових та космічних технологіях, літакобудуванні, ядерній енергетиці (виготовлення ядерних бомб) та у багатьох інших сучасних високотехнологічних процесах.

Таке широке застосування за останні десятиріччя призвело як до збільшення попиту на цей метал, так і до зростання його вартості на світовому ринку. Пік цін у 2022 році досяг 85 000 доларів США за 1 тону металу. А вже через 3 роки ціни різко впали через інтенсивне видобування літію в різних країнах світу. Станом на зараз 1 т чистого (99 %) металевого літію коштує вже 24 500 доларів США. Але надалі експерти прогнозують, в залежності від попиту, різкі коливання ціни на цей лужний метал.

Видобуток літію відбувається двома основними методами: 1) з твердих порід і мінералів (сподумену) та 2) з літійвміщуючих розсолів [3]. У першому випадку використовується іноваційна електролізна система для очищення Li_2SO_4 (Азія, Австралія, Африка, Бразилія, Північна Америка, Китай), а у другому – застосовуються новітні технології електродіалізу (MEGA) для вилучення комплексу $LiCl$ з хлоридних натрієвих розсолів (США, Канада, Китай, Чилі, Бразилія).

Серед європейських країн родовища літію є в Португалії, Іспанії, Австрії, Фінляндії, Швеції, Сербії, Чехії, Україні.

Зважаючи на те, що родовища літію у країнах Європи в основному літійевослюдистими, а в Україні – мономінеральні сподуленові або петалітові, останні можуть бути конкурентними на європейському ринку [6].

Проте Україна має відносно невеликі ресурси літійєвих руд, які за оцінкою Світового Банку складають близько 1 % від світових.

В надрах нашої країни відомо декілька родовищ та велика кількість рудопроявів літію. Вони пов'язані з гранітними пегматитами Приазовського блоку та центральної частини Українського кристалічного щита [1, 6].

У західному Приазов'ї розвідані родовища Шевченківське та Крута Балка (які знаходяться на окупованих росією територіях Донецької та Запорізької областей). У центральній частині УКЩ це, передусім родовища Полохівське, Станкуватське і «Надія» та рудопрояв Липнязький (Кіровоградська обл.).

Згідно з висновками Геологічної служби США у 2024 році Україна займає п'яте місце за запасами літію серед європейських країн. Деякі дослідники

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року вважають, що ресурси цього металу в наших надрах можуть перевищувати 33 млн т, а їхня вартість сягає 40 млрд дол. США. Запаси літію за оцінками українських геологів складають від 500 000 до 760 000 тон [7]. Проте ці цифри на думку деяких фахівців, є завищеними.

Оскільки видобування літію з твердих мінералів та порід є технологічно складним і дорогим, в Україні раціональним та економічно вигідним може бути вилучення його з гідромінеральної сировини. Такою сировиною є, перш за все води вугільних шахт та високомінералізовані хлоридні натрієві пластові води вуглеводневих родовищ, а також деякі води зон розломів, у яких концентрації літію досягають промислових значень – 12, 5–21,0 мг/дм³ [3, 4].

Технології використання природних водних розчинів в якості гідромінеральної сировини для вилучення з них не лише рідкісних та розсіяних елементів, а й важких металів, широко застосовується у різних країнах Європи, Америки, Азії. Тому нашим урядовим структурам слід зосередити свою увагу на вирішенні саме цієї важливої проблеми.

Список використаних джерел: 1. Мала гірнича енциклопедія: в 3х т. / ред. В. С. Білецький. Т. 2: Л–Р / В. С. Білецький та ін. – Донецьк: «Донбас», – 652 с. 2. Мінералого-петрографічний словник. – Книга 1: Мінералогічний словник / Укл.: Білецький В. С. Суярко, В. Г. Іценко, Л. В. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 444с. 3. Суярко В. Г. Нанотехнології в гірництві: вилучення металів з гідромінеральної сировини методами супермолекулярної хімії / В. Г. Суярко, В. С. Білецький // Геотехнології, 2020. – В.3. –С. 26–30. 4. Суярко В. Г. Геохімія рідкісних елементів у підземних водах гідротермальних систем Донбасу // Мінералогічний журнал НАН України, 2001, в. 23, N1. –С. 80–87. 5. L. Deng The migration and transformation behaviors of lithium with phase reconstruction of cookeite – type clay / L. Deng, X. Liu, Z. Zhao, X. Chen, J. Li, L. He, F. Sun // Separation and Purification Technology, v. 354, 2025. – P. 57 – 69. 6. Білоус О. І. Літієві пегматити України / О. І. Білоус, Б. І. Слободян, В. О. Парфенюк // Мінеральні ресурси України, 2024. – N2. –С. 3–9. 7. Natural resources: mining and processing of critical materials // Ukraine Recovery Conference, June, 21 – 22, 2023. – London, UK. – 59 p.

**ГЕОХІМІЧНИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННИХ ДІЙ
(НА ПРИКЛАДІ М. ОХТИРКА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

І.В. Кураєва, зав.відділу, д.геол.н., професор,
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України;

О.Т. Азімов, гол.н.с., д.геол.н., ст.н.с.,
ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України»

У ґрунтах м. Охтирка (Сумська обл.), забруднених внаслідок воєнних дій 2022 р., за результатами еколого-геохімічних досліджень встановлено, що валовий вміст важких металів (хрому, цинку, міді та свинцю) значно перевищує природний геохімічний фон і гранично допустимі концентрації.

***Ключові слова:** воєнні дії, техногенно забруднені ґрунти, важкі метали.*

Воєнна діяльність призводить до широкомасштабної та довготривалої деградації компонентів довкілля, зокрема й ґрунтів. Її наслідки проявляються у фізичній, хімічній та біологічній деградації ґрунтів, у яких акумулюються забруднюючі речовини, зокрема важкі метали (ВМ).

Подібні процеси притаманні й ґрунтам м. Охтирка, що у Сумській області, де наприкінці зими та навесні 2022 р. проходили активні бойові дії, спричинені воєнною агресією з боку РФ. Отож, геохімічний аспект дослідження поширених у місті ґрунтів є **актуальним**.

У геотектонічному плані **територія приурочена** до Північного борту Дніпровсько-Донецької западини. Лежить на лесовій рівнині з чорноземами типовими середньогумусними важкого механічного складу, на берегах невеликої р. Охтирка (рис. 1). Джерелами антропогенного забруднення міста до початку воєнних дій були підприємства нафтогазової галузі, легкої та харчової промисловості, місцева ТЕЦ.

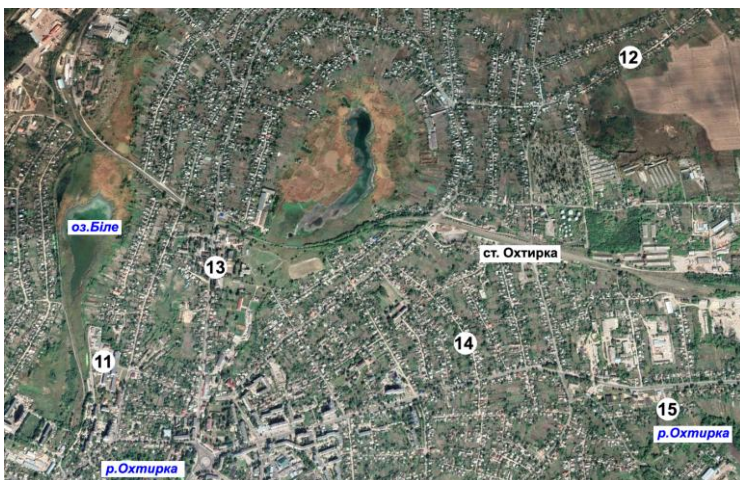


Рис. 1. Розташування площадок відбору зразків ґрунту в межах м. Охтирка. Підкладкою є космічний знімок, отриманий 10.09.2021 р. із супутника WorldView-2

Відповідно до ДСТУ 4287:2004 у середмісті Охтирки у 2023 р. у межах 5 площадок, умовно пронумерованих від 11 до 15 (рис. 1), з верхнього гумусного

горизонту відібрано зразки ґрунту. Використовуючи методи атомно-емісійного спектрального аналізу та мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS), досліджувалися фізико-хімічні властивості ґрунтів, валовий вміст у них мікроелементів. Отримані результати **аналітично порівнювалися** з відповідними параметрами природного геохімічного фону, наведеними в роботі [1], та з гранично допустимими концентраціями (ГДК) вмісту певних мікроелементів у відповідних ґрунтах. Зазначимо, що отримані результати є попередніми й потребують подальшого уточнення на ширшій, статистично підтвердженій базі вхідних даних (тобто більшій кількості проб ґрунту).

Об'єктами досліджень були найпоширеніші у районі м. Охтирка типи ґрунтів: темносірі опідзолені ґрунти та чорноземи типові. Для техногенно забруднених ґрунтів важливим аспектом є вивчення їх **фізико-хімічних характеристик**, які для середмістя Охтирки наведені у таблиці 1.

Аналізуючи подані у таблиці 1 дані можна зробити висновок, що у ґрунтах зони бойових дій зменшується вміст органічної речовини, порушується природна рівновага рН поверхневого шару ґрунтів, зменшується лужність, на порядок зменшується вміст обмінних катіонів (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+). У ґрунтах цієї зони ВМ трапляються частіше за все у формі оксидів. Вони поступово розчиняються, переходячи в гідроксида, карбонати чи обмінні катіони. Якщо ґрунти міцно зв'язують ВМ (що зазвичай спостерігається на збагачених гумусом ґрунтах), то це захищає від забруднення ґрунтового та питної води, рослинну продукцію. Однак, ґрунти поступово стають більш забрудненими і може відбутися руйнування органічної речовини ґрунтів з надходженням ВМ у ґрунтовий розчин. У результаті такі ґрунти відповідних територій стають непридатними для сільськогосподарського використання.

Таблиця 1. Середні фізико-хімічні показники ґрунтів у середмісті Охтирки

Місце відбору зразків	С _{орг.} , %	рН водн.	Обмінні катіони, мг-екв./100 г ґрунту			
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
<i>Чорнозем типовий фонових ділянок (згідно з [1])</i>						
Вул. Горького, 60; n=10	5,16	6,2	28,0	5,2	0,5	0,6
<i>ґрунти техногенно забруднених ділянок</i>						
Пров. Європейський, 20; n=12	4,7	6,0	10,2	3,2	0,2	0,1

n – кількість відібраних зразків

Оцінку екологічного стану ґрунтів можна отримати, порівнюючи ступінь забруднення їх важкими металами як по відношенню до місцевого фонового ґрунту, так і до ГДК вмісту відповідних мікрокомпонентів. Отож, дослідженнями були визначені показники **валового вмісту важких металів** у відібраних зразках ґрунту (табл. 2). Зокрема, у ґрунтовому покриві, на глибині 0–10 см, спостерігається значний вміст ВМ, імовірно зумовлений результатами проведення бойових дій на території, що розглядається.

Отже, за результатами проведених досліджень ґрунтів у межах м. Охтирка встановлено, що валовий вміст **свинцю** в них у середньому становить 60 мг/кг. Показники коливаються від 26 мг/кг у темносірих опідзолених ґрунтах до 100 мг/кг у чорноземах типових. Середній вміст **міді** у ґрунтах міста становить близько 160 мг/кг, що перевищує ГДК утричі (55 мг/кг). Максимальні значення характерні для чорноземів типових (232 мг/кг) (табл. 2).

Таблиця 2. Середні показники валового вмісту важких металів у гумусовому горизонті умовно чистих та забруднених ґрунтів середмістя Охтирки, мг/кг

Ґрунт	Ni	Cr	Zn	Co	Cu	V	Pb
Темносірий опідзолений, n – 12	73	152	74	42	101	315	26
	15	52	27	18	17	72	14
Чорнозем типовий, n – 18	144	334	177	147	232	536	100
	32	72	26	25	32	79	22
ГДК валових форм у ґрунтах (за Постановою Кабміну України від 15.12.2021 р., № 1325)	85	-	100	-	55	150	32

Примітка: чисельник – валовий вміст ВМ забруднених ґрунтів, мг/кг; знаменник – валовий вміст ВМ в умовно чистих ґрунтах, мг/кг; n – кількість відібраних зразків; «-» – ГДК не встановлено або дані не наведені

Концентрація **хрому** у ґрунтах м. Охтирка перевищує фоновий рівень в 4 рази. Підвищений вміст хрому характерний для всіх типів досліджуваних ґрунтів. Стосовно **нікелю** – його середній вміст у ґрунтах території громади становить 80 мг/кг, що не перевищує ГДК валових форм (85 мг/кг) (табл. 2).

Валовий вміст **цинку** у досліджуваних пробах ґрунту в середньому становить 130 мг/кг, що перевищує фонові показники майже в 4 рази (35 мг/кг). Загалом вміст валових форм цинку в ґрунтах м. Охтирка коливається від 74 до 177 мг/кг. Найвищою концентрацією цинку характеризуються чорноземи типові (177 мг/кг). Перевищення фону (у 4–6 разів і більше) та ГДК зафіксовано практично у всіх досліджуваних зразках ґрунтів для **ванадію**: його вміст сягає 536 мг/кг для чорноземів типових (табл. 2). У середмісті Охтирки максимальні значення валового вмісту **кобальту** характерні для чорноземів типових (147 мг/кг), мінімальні – для темносірих опідзолених ґрунтів (42 мг/кг).

Висновки. Використовуючи методи атомно-емісійного спектрального аналізу та мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою, встановлено істотні зміни природного геохімічного фону металів у ґрунтового покриві м. Охтирка, яке було зоною активних бойових дій у 2022 р. Валовий вміст мікроелементів у всіх досліджуваних зразках ґрунту значно перевищує фонові показники. Найзначніші відхилення від ГДК, у порівнянні з ними середніх значень валового вмісту, зафіксовано у чорноземі типовому по нікелю та цинку (приблизно в 1–2 рази), а вміст міді, ванадію та свинцю вище за ГДК у 3–4 рази.

Список використаних джерел: 1. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – Киев. Наук. думка, 2002. – 213 с.

НОВІ ПІДХОДИ У ДОСЛІДЖЕННІ ДІЛЯНОК ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ ВОД ЛЕГКИМИ НЕВОДНИМИ РІДИНАМИ (LNAPL)

В.О. Петік, к.техн.н., доцент,
В.В. Сухов, зав. кафедри, к.геол.н.,
О.В. Чуєнко, зав. лаб.,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Розроблення ефективних заходів з ліквідації осередків забруднення ґрунтових вод рідкими вуглеводнями, що мігрують у геологічному середовищі у вигляді легких неводних рідин (LNAPL), потребує залучення сучасних методів дослідження. Для цього пропонується застосування модульного набору веб-інструментів Consave LNAPL Toolbox, розробленого на основі міжнародного досвіду вивчення та управління забрудненими ділянками.

***Ключові слова:** підземна гідросфера; вуглеводневе забруднення; LNAPL; екологічні ризики.*

Проблема забруднення підземної гідросфери в процесі видобутку, переробки, транспортування та збереження рідких вуглеводнів набула актуальності протягом останніх кількох десятиліть [1]. Вкрай важливою ця проблема стає на тлі збройної агресії РФ, внаслідок якої суттєвого ушкодження та руйнації зазнала ціла низка вітчизняних об'єктів нафтопромислового комплексу. В результаті величезні об'єми вуглеводнів у вигляді як нафтової сировини, так і товарних нафтопродуктів, потрапили у геологічне середовище. Попри прихованість і майже повну відсутність зовнішніх ознак таких осередків забруднення завдяки швидкому просочуванню рідких вуглеводнів крізь зону аерації, вони є довготривалим джерелом екологічних ризиків для водоносних горизонтів і взагалі підземного простору прилеглих територій.

Вуглеводневе забруднення ґрунтових водоносних горизонтів має ряд специфічних особливостей, що ускладнюють його дослідження звичайними засобами традиційної гідрогеології. У зв'язку з цим у світовій спільноті дослідників цієї проблеми було уведено поняття «light non-aqueous phase liquids (LNAPL)», що означає «легкі неводні рідини», які поєднують більшість вуглеводневих рідин – похідних нафти. Ці рідини не змішуються з водою, мають меншу від неї густину, завдяки чому утворюють осередки забруднення підземної гідросфери у вигляді скупчень на поверхні ґрунтових вод (рис. 1) [2].

Як показує досвід вивчення вітчизняних об'єктів вуглеводневого забруднення, через недосконалість існуючих на сьогодні методик дослідження і недостатнє розуміння закономірностей поведінки вуглеводневих рідин (LNAPL) та їх взаємодії з елементами геологічного середовища, у більшості випадків дослідники припускаються хибних висновків щодо масштабів та ступеня забруднення, прогнозних оцінок розвитку осередку тощо.

Найбільш поширеною помилкою є спроби оцінювати істинну товщину зони насичення природного пористого середовища рідкими вуглеводнями (LNAPL) на основі результатів вимірювання товщини їх шару у спостережних

свердловинах, яка насправді є уявною і не відповідає реальному стану водоносного горизонту (рис. 2) [1, 3].

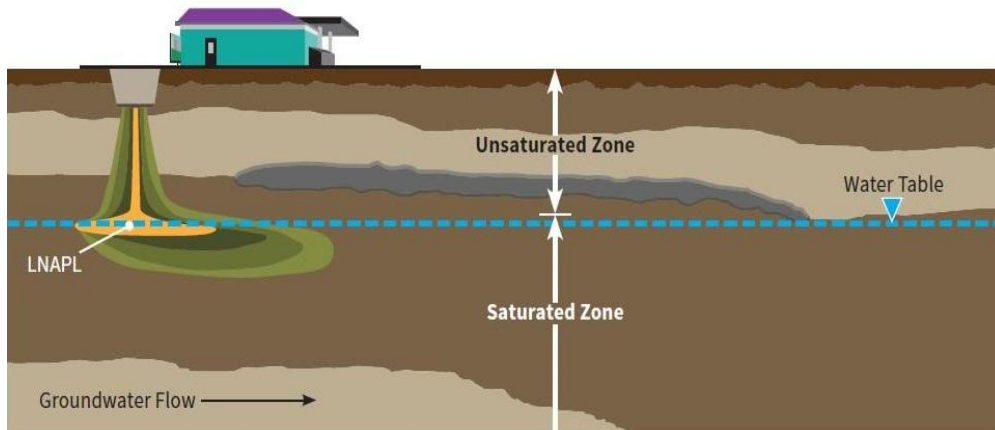


Рис. 1. Поведінка рідких вуглеводнів (LNAPL) після витоку з джерела забруднення у геологічне середовище [2]

У зв'язку з означеною проблемою виникає ще одне дискусійне питання – визначення кількості вуглеводнів, доступних для відкачування з підземного середовища (т.з. «оцінка запасів техногенних покладів вуглеводнів»). Помилкові висновки стосовно цього питання, покладені в основу подальших природоохоронних заходів, призводять до їх низької екологічної та економічної ефективності.

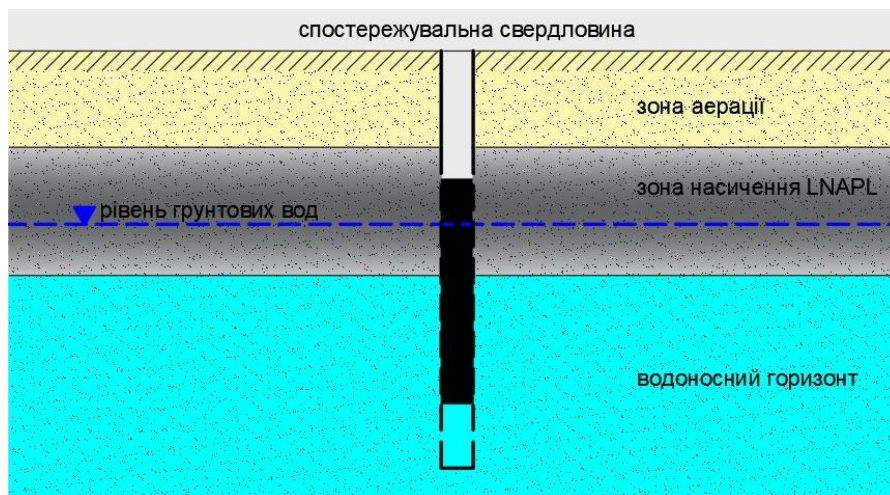


Рис. 2. Співвідношення істинної товщини зони вуглеводневого насичення у водоносному горизонті і уявної товщини шару вуглеводнів у спостережній свердловині (ілюстративне зображення)

Нещодавно групою зарубіжних вчених з підрозділу Consaawe, який є науковим відділом Європейської асоціації виробників палива, на основі аналізу та систематизації багаторічного міжнародного досвіду дослідження поведінки легких неводних рідин у геологічному середовищі, розроблено набір інструментів Consaawe LNAPL Toolbox [4, 5].

Веб-версія Concaawe LNAPL Toolbox має вільний доступ і може бути використаною фахівцями у сфері управління та відновлення ділянок і територій, уражених легкими неводними рідинами (LNAPL). Набір інструментів є однією з перших сучасних розробок і включає понад 20 різних інструментів, таких як інфографіка, номограми, калькулятори, моделі мобільності, відео тощо. Особливістю Concaawe LNAPL Toolbox є те, що кожне питання розглядається з використанням підходу трьох рівнів складності [5].

Набір веб-інструментів Concaawe LNAPL Toolbox структуровано навколо шести ключових питань, які найчастіше постають під час вивчення ділянок поширення LNAPL:

1. У якій кількості LNAPL присутні у межах конкретної ділянки?
2. Наскільки далеко LNAPL здатне мігрувати від джерела забруднення?
3. Як довго зберігатиметься скупчення LNAPL у підземному середовищі?
4. Як змінюватиметься з часом ризик, що виходить з наявності LNAPL?
5. Яка потенційна ефективність заходів з усунення осередків LNAPL?
6. Як можна оцінити природне самоочищення осередків LNAPL?

Враховуючи велику кількість ділянок і територій, уражених забрудненням LNAPL на території України, набір інструментів Concaawe LNAPL Toolbox, після адаптації до конкретних гідрогеологічних умов, може бути успішно застосований вітчизняними фахівцями в ході дослідження осередків забруднення та розробки ефективних природоохоронних заходів. Доцільним є залучення Concaawe LNAPL Toolbox вченими у своїй науковій діяльності, а також здобувачами вищої освіти відповідних напрямів під час виконання кваліфікаційних робіт.

Список використаних джерел: 1. Огняник Н. С., Парамонова Н. К., Брикс А. Л. *Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами*. Київ, 2012. 253 с. Огняник М. С., Парамонова Н. К., Брикс А. Л. *Еколого-гідрогеологічний моніторинг територій забруднення геологічного середовища легкими нафтопродуктами*. Київ, 2012. 253 с. 2. Sale T. C., Hopkins H., Kirkman A. *Managing Risk at LNAPL Sites – Frequently Asked Questions*, 2nd edn. American Petroleum Institute, 2018. 65 p. <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/environment/clean-water/ground-water/lnapl/lnapl-faqs> 3. Suthersan S., Koons B., Schnobrich M. *Contemporary management of sites with petroleum LNAPL presence*. *Groundwater Monitoring and Remediation*. 2015. Vol. 35, № 1. P. 23 – 29. <https://ngwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gwmr.12099> 4. Newell C. J., de Blanc P., Whitehead K., Sackmann B., Hjort M., Vaiopoulou E. *A new toolbox for managing sites affected by light non-aqueous phase liquids (LNAPLs)*. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. 2024. Vol. 57. <https://doi.org/10.1144/qjegh2024-079> 5. Newell C. J., Strasert B., de Blanc P., Kulkarni P., Whitehead K., Sackmann B., Podzorski H. *User Manual for Concaawe LNAPL Toolbox*. Concaawe, Brussels, 2021. 68 p. https://www.concaawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_22-5.pdf

**ПАЛІНОЛОГІЧНІ ДАНІ ДО ОБГРУНТУВАННЯ ГРАНИЦІ,
НИЖНІЙ – ВЕРХНІЙ ПЛІОЦЕН У КАЙНОЗОЙСЬКОМУ РОЗРІЗІ
ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ**

О.А. Сіренко, д. геол. н.,
Інститут геологічних наук НАН України

За результатами аналізу палінологічних даних з характеристики континентальних пліоценових відкладів Дніпровсько-Донецької западини обгрунтовано проведення границі нижній-верхній пліоцен у підшві кизил'ярського кліматоліту .

Ключові слова: спорово-пилковий комплекс, рослинність, стратиграфія, пліоцен, Україна.

Важливою складовою палеонтологічних досліджень різнофаціальних кайнозойських відкладів України є спорово-пилковий аналіз, який дозволяє не тільки уточнювати вік стратонів, проводити внутрішньо- та міжрегіональні кореляції різнофаціальних порід, але і встановлювати етапність розвитку кайнозойської рослинності та простежувати основні рубежі зміни рослинності протягом певних відрізків геологічного часу, обумовлені геологічними та кліматичними подіями, які можуть слугувати основою для обгрунтування границь стратиграфічних підрозділів.

При створенні Модифікованої стратиграфічної схеми неогенових відкладів Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) виникла необхідність обгрунтування границь стратиграфічних підрозділів у континентальному розрізі кайнозою України. З метою обгрунтування границі нижній-верхній пліоцен проаналізовано результати спорово-пилкового аналізу континентальних пліоценових відкладів ДДЗ [7], які за палінологічними даними корелюються з породами верхньої частини кімерійського регіоярису та відкладами нижньої частини куюльницького регіоярису [2]. Зокрема, узагальнено матеріали з палінологічної характеристики ярківського, кизил'ярського і богданівського кліматолітів. Для порівняння враховані також матеріали з палінологічної характеристики кімерійських і куюльницьких порід морського розрізу пліоцену [1, 4-6].

За результатами аналізу палінологічних даних з характеристики кліматолітів континентального розрізу пліоцену ДДЗ простежено чіткий рівень зміни складу флори та рослинності, приурочений до кизил'ярського часу. Характерними ознаками зазначеного рівня було: зникнення з лісів практично всіх термофільних елементів, збіднення таксономічного складу лісових та трав'янистих угруповань, домінування хвойних (переважно сосен підроду *Diploxylon*) у складі лісових ценозів. Зазначимо, що подібні закономірності зміни структури рослинного покриву у кизил'ярський час зафіксовані і для інших регіонів північної [2, 3] та південної частин України [3, 4-6].

Простежені зміни складу рослинності свідчать про значне похолодання та аридизацію клімату і, вірогідно, є проявом масштабної геологічної події – появи льодовиків Арктики, яка відбулася на рубежі 3,5 млн років. Ця подія

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року виявила значний вплив на структуру рослинного покриву всієї території Східно-Європейської платформи [3].

Загалом флора та рослинність богданівського (ранньокуяльницького) часу відрізнялась від севастопольсько-ярківської (кімерійської) збільшенням у її складі голонасінних порід та зменшенням ролі широколистих і термофільних елементів. Подібні закономірності зміни складу флори і рослинності властиві і для регіонів існування кімерійського і куюльницького морських басейнів.

Враховуючи наведені матеріали вважаємо можливим проведення границі нижній-верхній пліоцен по підшві кизил'ярського кліматоліту континентального розрізу. Зазначений висновок підтверджується і результатами палеомагнітних досліджень пліоценових відкладів ДДЗ [2, 7], згідно яких ярківський кліматоліт відноситься до магнітної епохи Гілберт, а межа Гілберт-Гаус приурочена до кизил'ярського кліматоліту.

Список використаних джерел: 1. Сиренко Е.А. Палинологические данные к характеристике киммерийских отложений Восточного Приазовья / Е.А. Сиренко: Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи: Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України. Київ, 2007. С. 342–348. 2. Сиренко Е.А. Континентальные верхнемиоценовые-плиоценовые отложения Северной Украины / Е.А. Сиренко: Геологія та рудоносність України. 2016. Т. 2, вип. 1. С. 107–126. 3. Сиренко Е.А. Палиностратиграфия континентальных верхнеплиоценовых-нижненеоплейстоценовых отложений южной части Восточно-Европейской платформы / Е.А. Сиренко: Київ: Наук. думка, 2017. 165 с. 4. Щекіна Н.О. До вивчення флори і рослинного покриву півдня України у куюльницькому віці. / Н.О. Щекіна: Укр. ботан. журн. 1964. Т. 21, № 3. С. 84–90. 5. Щекіна Н.О. Матеріали до флори й рослинності кіммерійського віку північного Приазов'я / Н.О. Щекіна: Укр. ботанічн. журн. Т. XXI. № 2. 1964. С. 61–69. 6. Щекіна Н.О. Результати спорово-пилкового аналізу кімерійських відкладів Керченського півострова / Н.О. Щекіна: Укр. ботанічн. журн. Т. XXXIV. № 1. 1977. С. 76–81. 7. Sirenko O. (2023) Lithological-magneto-palynological characteristics of the Upper Miocene, Pliocene and Gelasian deposits of the Cenozoic reference section of the Dnieper-Donetsk depression (Ukraine) / O.Sirenko: Journal of Geology Geography and Geoecology, 32(2). С. 371-387. <https://doi.org/10.15421/112334>

МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД РУДИ МАЗУРІВСЬКОГО РОДОВИЩА РІДКІСНИХ МЕТАЛІВ ЯК ОСНОВА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗБАГАЧЕННЯ

Л.В. Шпильовий, к. техн. н., ст. наук. співроб.
Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення

ім. М.П. Семененка НАН України;

В.С. Білецький, д. техн. н., професор,
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”;

К.Л. Шпильовий, інж.,
ТОВ «Азов-Мінералтехніка»

Розглянута концепція управління мінеральним складом подрібненої до оптимальної крупності рідкіснометалічної руди, яка подається на подальшу переробку методом відцентрової концентрації.

***Ключові слова:** рідкіснометалічна руда, мінеральний склад, відцентровий концентратор, магнітна сепарація, Мазурівське родовище рідкісних металів.*

За мінеральним складом руда Мазурівського родовища рідкісних металів (Донецька область) є комплексною, тонковкрапленою і важкозбагачуваною мінеральною сировиною. В ній встановлено близько 20 мінералів, що зумовлює можливість отримання широкого спектру товарної продукції. При цьому можливо виділення з руди концентратів основних компонентів: ніобію та танталу (пірохлоровий), цирконію та гафнію (цирконовий), рідкісних земель. Крім того, доцільно отримання супутніх концентратів (промпродуктів) – польовошпатового, магнетитового, ільменітового, егіринового, біотитового та інших.

Одним з перспективних методів гравітаційного збагачення таких руд є концентрація важких мінералів рідкісних металів у відцентровому полі. Такі концентратори добре зарекомендували себе при збагаченні тонкого золота, густина якого в кілька разів перевищує густину пустої породи [1, с. 319]. Різниця у густині мінеральних зерен цінних компонентів та породи для рідкіснометалічних руд є менш значною, ніж для золотовмісних руд. Руди рідкісних металів містять значну частку важких зерен проміжної густини. В роботі [2, с. 73] відмічається, що збагачення таких матеріалів проходить з малою ефективністю. Але повна відсутність важких зерен проміжної густини в подрібненій руді, як стверджується в [3, с. 276], також є несприятливою для розділення мінералів у відцентровому полі.

З огляду на це для рідкіснометалічних руд доцільним було б перед збагаченням у відцентровому полі провести направлену зміну мінерального складу подрібненої до оптимальної крупності руди шляхом попереднього вилучення мінералів проміжної густини – егірину, біотиту, гетиту/феригідриту, та інших, – одним із відомих методів механічного збагачення. Виходячи із загальних закономірностей гравітаційного збагачення це мало б призвести до підвищення ступеня контрастності розділюваних мінеральних зерен.

У роботі [4, с. 258] вивчалися особливості вилучення важких мінералів (пірохлору, циркону) у відцентровому полі з рідкіснометалічної руди Мазурівського родовища, що містить мінерали проміжної густини. Мінеральний склад технологічної проби (в %):

- *легкі мінерали* (< 2,9 г/см³): нефелін – 18,5; мікроклін – 36,8; альбіт – 30,2; содаліт – 0,3; канкриніт – 0,6; карбонат – 1,33;

- *мінерали проміжної густини* (2,9–3,6 г/см³): лепідомелан (біотит) – 4,8; егірін – 4,2; апатит – 0,1; флюорит – 0,1; гетит/ферогідрит – 2,2;

- *важкі мінерали* (>3,6 г/см³): циркон – 0,38; пірохлор – 0,13; магнетит – 0,15; ільменіт – 0,11; сульфіди (пірит) – 0,10.

Деякі фізичні властивості мінералів Мазурівського родовища наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Фізичні характеристики матеріалу

Мінерал	Хімічна формула	Густина, г/см ³	Магнітна сприйнятливість, м ³ /кг×10 ⁻⁸
Пертит /мікроклін	(Na, K)Si ₃ O ₈	2,55 – 2,65	Немагнітний
Альбіт	Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈	2,6	Немагнітний
Нефелін	Na ₂ Al ₂ SiO ₄	2,45 – 2,55	Немагнітний
Содаліт		2,13–2,29	Немагнітний
Канкриніт		2,3–2,5	Немагнітний
Кальцит		2,72	0,38×10 ⁻⁶
Егірін (піроксен)	Na ₂ Fe(SiO ₃) ₂	3,4–3,5	3–11
Лепідомелан (Fe– біотит)	K ₂ (Mg,Fe) ₂ (OH) ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀	3,1	4–12
Гідроксида заліза (гетит/ферогідрит)	FeO,OH	3,8	20–30
Апатит		3,1–3,2	0,1–0,4
Флюорит		3,15	0,36×10 ⁻⁶
Циркон	ZrSiO ₄	4,6	М 1
Пірохлор	Nb/Ta/Fe/Ca Complex	5,27	М 2,7
Магнетит		5,1	25–50
Ільменіт		4,6	30–120
Пірит		5,1	0,5–4,0

Аналіз фізичних властивостей мінералів, які складають руди Мазурівського родовища, показав, що шляхом часткового вилучення мінералів проміжної густини магнітною сепарацією на стадії попереднього збагачення можна досягти зміни мінерального складу подрібненого до необхідної крупності матеріалу.

Мінерали проміжної густини, частка яких в руді є досить високою, – егірін, біотит, гетит, – мають помітну магнітну сприйнятливість і належать до класу слабомагнітних матеріалів. При відповідній напруженості магнітного поля промислового сепаратора вони можуть бути вилучені з руди. Інші мінерали проміжної густини – апатит і флюорит, – є немагнітними. Але їх вміст у руді зовсім незначний, і тому на результати розділення мінералів у відцентровому полі практично не впливають.

Важкі мінерали – магнетит та ільменіт, – мають високу магнітну сприйнятливність і можуть бути вилучені у магнітну фракцію. Їх вміст у руді також є невисоким; вилучення цих мінералів перед сепарацією у відцентровому полі не позначиться суттєво на результатах розділення важких та легких мінералів.

Оцінка ефективності збагачення проб руди на лабораторному відцентровому концентраторі Нельсона здійснювалася за даними хімічного та мінералогічного аналізів [5, с. 70]. Встановлено, що максимальна масова частка суми оксидів цирконію та ніобію (6,65 %) досягається при вмісті мінералів проміжної густини у руді 5,2 %. Вилучення Nb_2O_5 та ZrO_2 у важку фракцію за цих умов є найвищим і складає, відповідно, 70,3 % та 88,2 %.

Сировиною для магнітної сепарації був широко класифікований матеріал з крупністю від 0 до 0,2 мм, в якому частка розкритих зерен пірохлору складала близько 60 %. Виявлення початкової і кінцевої крупності магнітної сепарації здійснювалося за рекомендаціями роботи [6, с. 33].

В результаті магнітного фракціонування вихідної руди була встановлена залежність вмісту мінералів проміжної густини в немагнітній фракції (егірин, біотит, гетит) від величини напруженості магнітного поля. Вміст мінералів проміжної густини на оптимальному рівні 5,2 % досягався при напруженості магнітного поля 5,4 кЕ.

Магнітне фракціонування вихідної тонковкрапленої руди виявилось перспективною технологічною операцією, яка дозволяє скорегувати мінералогічний склад сировини, за рахунок чого підвищити ефективність вилучення важких мінералів – пірохлору та цирконію, – при збагаченні у відцентровому полі.

Список використаних джерел: 1. Huang, L. *Upgrading of Gold Gravity Concentrates a Study of the Knelson Concentrator. Ph.D Thesis / L. Huang.* – Mc Gill University, 1999. – р. 319. 2. Федотов К.В., Тютюнин В.В. *Обогащение в центробежных концентраторах: монография.* – Иркутск: Изд-во Иркут. Гос. техн. ун-та, 2008. – 115 с. 3. Смирнов В. О., Білецький В. С. *Гравітаційні процеси збагачення корисних копалин. Навчальний посібник.* – Донецьк: Східний видавничий дім, – 2005. – 300 с. 4. Шилевой К.Л., Белецкий В. С., Попов Р.Л., Маклакова Л.А. *Разработка технологии извлечения редких металлов из отходов обогащения маршуполитов // Благородные и редкие металлы: Труды Четвертой Международной конференции «Благородные и редкие металлы. БРМ–2003».* – Донецк, 2003. – С. 257-259. 5. Білецький В. С., Шильовий К. Л. *Вилучення важких мінералів з рідкіснометалічної руди у відцентровому полі // Вісник Криворізького національного університету. Вип. 40: Зб. наук. пр.* – Кривий Ріг: КНУ, 2015. – С. 68–73. 6. Мостика Ю.С. *Розвиток наукових основ кінетики мокрої високоградієнтної магнітної сепарації слабомагнітних руд [Текст]: автореф. Дис... д-ра техн. наук: 05.15.08 / Мостика Юрій Сергійович ; Національний гірничий ун-т.* – Д., 2005. – 35 с.

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ РУХОМИХ ФОРМ Li У ТОРФОВИЩАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

М.Б. Яковенко, с.н.с., к.геол.н., ст.досл.,

Ю.В. Хоха, п.н.с., д.геол.н., ст.досл.,

відділ геології нафти і газу,

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України

Методом полум'яної спектрофотометрії досліджено кількісний вміст рухомих форм літію у торфі репрезентативних родовищ і ділянок Львівської області (Білогорща, Гончари, Гамаліївка, Артюхівське, Полоничне, Скнилівок) та зроблено висновки про геохімічні особливості його розподілу.

Ключові слова: торф, літій, рухомі форми, міграція.

Літій, Li – типовий катіогенний літофільний елемент з низьким атомним номером, нетоксичний. Високий попит на літій-вмісні накопичувачі енергії зробив його значущим у відновлюваних і стійких джерелах енергії [1]. При досягненні стабільного контрольованого термоядерного синтезу значення літію може додатково зрости, позаяк він є потенційним паливом для термоядерних реакторів. Тому дослідження вмісту літію в різних геологічних об'єктах є перспективним з огляду на інтенсифікацію пошуків літієвих [2].

Основними джерелами промислового видобутку літію у світі є рідкіснометалічні пегматити, літій-вмісна ропа соляних озер, інші нетрадиційні джерела, такі як гекторитові глини та мінералізовані води. Літій мігрує у формі металоорганічних катіонів, які потенційно хелатизуються гуміновими поліфенольними та карбоксильними структурами, тому торфовища можуть слугувати концентраторами літію.

Літій загалом має спорідненість як до неорганічних так і органічних фракцій твердих горючих копалин (вугілля, торф), і основними носіями Li в них є [3]: алюмосилікатні глинисті мінерали, що містять літій (хлорит і каолінит) і частково слюда та турмалін, а також силікати (тосудит, полілітіоніт, іліт, оксиди, гідроксиди (беміт), фосфати (трифіліт). Крім мінералів у вугіллі/торфі, органічна речовина може відігравати важливу роль у накопиченні Li [4, 5]. За деякими оцінками понад 70% Li може бути пов'язано з органічною фракцією [6], літій може міститися в порядку зменшення значущості в органічних сполуках, глинистих мінералах і слюді [7].

Геохімічний спектр накопичення та основні статистичні характеристики розподілу рухомих форм літію в досліджуваних торфах Львівської області характеризуються доволі однорідним та рівномірним розподілом, помірною мінливістю, невисокою варіативністю та дисперсією (коэф. варіації – 76,42, ст. відхилення – 5,01, дисперсія – 25,10); середній вміст 6,56 мг/кг (min – 1,59, max – 21,56 мг/кг), вміст за медіаною – 5,35 мг/кг. Мінімальний вміст (1,59 мг/кг) на понад порядок менший за максимальний (21,56 мг/кг).

Аналіз гістограм розподілу частот випадкових значень літію, які демонструють симетричну форму, у поєднанні з оцінкою нерівностей за

коефіцієнтами асиметрії та ексцесу, показують, що дані добре узгоджуються з нормальним законом розподілом, що може вказувати на присутність Li у кількох формах, причому їхні концентрації приблизно однакові.

У досліджуваних торфах Львівської області коефіцієнт концентрації (KK) літію відносно його фонового (медіанного) вмісту складає в середньому 1,23. Порівняння показало підвищені вмісти літію відносно фонового значення у досліджуваних зразках торфу: р-ща Гончари – для всього розрізу (крім глибини 20-40 см, $KK = 0,9$) з максимальним значення в інтервалі 80-100 см (KK відносно фонових меж 4,03); ділянки Гамаліївка – максимум для інтервалу 0-20 см ($KK = 1,32$); ділянки Полоничне – у всіх досліджуваних зразках (0-40 см; KK в межах від 1,21 до 2,87). Вміст рухомих форм літію в досліджуваних торфах Львівської області нижче кларковий в порівнянні з земною корою, літосферою і відносно фонових значень в ґрунтах України та вище кларковий відносно золи рослин ($KK_{сер} = 1,96$).

За результатами обробки даних математико-статичних аналізів (кореляційного, кластерного та факторного) виявлені тісні позитивні кореляційні зв'язки Li з Ca ($r > 0,89$) і Ba ($r > 0,71$), що відображає їхню спільну поведінку в природних процесах, особливо в контексті їхньої міграції та накопичення.

Відображенням входження літію до складу калієвих мінералів є значуща кореляція Li-K . Той факт, що позитивна кореляція Li з K дуже незначна ($r = 0,07$), трактується як дуже слабкий зв'язок літію з глинистою речовиною, гідролітою (або взагалі його відсутність).

Найсильніший значуща позитивна кореляція Li з Ca ($r > 0,89$) вказує на переважаючий зв'язок літію з органічною речовиною, яка в досліджуваних торфовищах дуже збагачена кальцієм (мушлі прісноводних молюсків). Таким чином, в досліджуваному об'єкті літій насамперед біогенетичного, сорбційного (органічного) походження.

Кластерний та факторний (метод головних компонент) аналізи підтвердили ключову асоціацію хімічних елементів, характерну для досліджуваних торфів: Li-Ca-Ba , що пояснюється особливостями літологічного складу порід, природних ґрунтоутворювальних процесів геохімічних ландшафтів кисло-кальцієвого класу міграції, а також збагаченням порід досліджуваного району органічною речовиною (карбонатні породи крейди), при розкладанні якої у поверхневі, ґрунтові і підземні води поступають мінеральні компоненти. У торфах кальцій відіграє значно важливішу роль як основний обмінний катіон, тоді як літій і барій є мікроелементами. Органічна речовина торфу має значну сорбційну здатність і може концентрувати як літій, так і барій, а кальцій є основним катіоном, що визначає властивості торфу, впливає на pH та структуру.

При розгляді вертикального розподілу рухомих форм Li по профілю торф'яного покладу виявлено, що з глибиною зменшується вміст Li для всіх досліджуваних ділянок і родовищ, крім р-ща Гончари. Встановлено, що вертикальний розподіл рухливих форм Li у торф'яних покладах характеризується максимумами у верхньому торфогенному горизонті та

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року
приконттактних шарах з мінеральним ґрунтом (0-20 см), що зумовлено переважно біологічною акумуляцією та еоловим привнесенням.

Список використаних джерел: 1. Scrosati, B. and Garche, J. (2010). *Lithium batteries: status, prospects and future*, *Journal of Power Sources*, Vol. 195, No. 9, pp.2419–2430. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2009.11.048> 2. Qin, S., Zhao, C., Li, Y., & Zhang, Y. (2015). *Review of coal as a promising source of lithium*. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 9(2), 215-229. <https://doi.org/10.1504/IJOGCT.2015.067490> 3. Dai, S., Jiang, Y., Ward, C. R., Gu, L., Seredin, V. V., Liu, H., ... & Ren, D. (2012). *Mineralogical and geochemical compositions of the coal in the Guanbanwusu Mine, Inner Mongolia, China: Further evidence for the existence of an Al (Ga and REE) ore deposit in the Jungar Coalfield*. *International Journal of Coal Geology*, 98, 10-40. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.03.003> 4. Swaine, D. J. (2013). *Trace elements in coal*. Butterworth-Heinemann. 5. Sun, Y., Zhao, C., Li, Y., Wang, J., & Liu, S. (2012). *Li distribution and mode of occurrences in Li-bearing coal seam# 6 from the Guanbanwusu Mine, Inner Mongolia, Northern China*. *Energy Exploration & Exploitation*, 30(1), 109-130. <https://doi.org/10.1260/0144-5987.30.1.10> 6. Lewinska-Preis, L., Fabianska, M.J., Cmiel, S. and Kita, A. (2009) 'Geochemical distribution of trace elements in Kaffioyra and Longyearbyen coals, Spitsbergen, Norway', *International Journal of Coal Geology*, 80(3-4), 211-223. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2009.09.007> 7. Vassilev, S. V., & Vassileva, C. G. (1997). *Geochemistry of coals, coal ashes and combustion wastes from coal-fired power stations*. *Fuel Processing Technology*, 51(1-2), 19-45. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(96\)01082-X](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(96)01082-X)

**ПЕРМ-ТРИАСОВА ГРАНИЦЯ НА МІЖНАРОДНІЙ
ГЕОХРОНОЛОГІЧНІЙ ШКАЛІ ТА СХЕМІ ДНІПРОВСЬКО-
ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ (БІОСТРАТИГРАФІЧНИЙ АСПЕКТ)**

Л.М. Якушин, доц., д. геол. н.,
В.О. Нога, аспірант,
відділ стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів,
Інститут геологічних наук НАН України

Висвітлено критерії проведення перм-тріасової межі на міжнародній геохронологічній шкалі та схемі стратиграфії тріасових відкладів Дніпровсько-Донецької западини з позицій біостратиграфії.

Ключові слова: перм, тріас, границя, біостратиграфія, ДДЗ.

Одним з дискусійних питань стратиграфії фанерозойських відкладів є проведення перм-тріасової межі з біостратиграфічних позицій. Найбільше масове вимирання біоти на Землі (за різними даними від 80 до 90% морських та 70% сухопутних видів тварин), яке відбулося наприкінці пермського періоду та наддовге відновлення її систематичного складу та таксономічного різноманіття протягом раннього тріасу суттєво вплинуло на хронологію геологічного часу за біологічним критерієм.

На міжнародній геохронологічній шкалі ця подія зафіксована на межі у 251,94 млн років тому [1], яка знаменує закінчення «давнього життя», тобто палеозою та початок «середнього життя» - мезозою.

Глобальний стратотиповий розріз та точка на стратиграфічному розрізі (GSSP) за яким визначається нижня границя індського ярусу, а відповідно і тріасової системи та мезозойської ератеми знаходиться у підшві пласта 27с розрізу Мейшань, що в провінції Чжецзян у південному Китаї [2]. Рівень початку нового віку, періоду та ери визначений за першою появою конодонтів *Hindeodus parvus* (K o z u r and P j a t a k o v a) і затверджений у 2000 р. [3].

Основними керівними формами зонального поділу та кореляції тріасових відкладів є амоноїдеї та конодонти. Другорядна роль належить двостулковим молюскам, радіоляріям, конхостракам та ін.

Рід амоноїдей *Otoceras* довгий час вважався першою «тріасовою» формою, а зона *Otoceras woodwardi* за Грісбахом [4] започатковувала тріасовий вік на сході Тетису. Пізніше, було доведено, що перші знахідки *Otoceras concavum* T o z e r для бореального поясу свідчать про їх ранішу появу, ніж *Otoceras woodwardi* G r i e s b. для тетичної області [5]. Отже, логічно, що в такому разі, зоні *Otoceras woodwardi* повинна передувати зона *Otoceras concavum*, з якої і розпочинався ранній тріас.

Проте, на підставі детальних досліджень еволюції інших представників тваринного світу, а саме хордових (кл. *Conodonts*) та філогенетичного ряду *Hindeodus typicalis* – *H. latidentatus* – *H. praeparvus* – *H. parvus* – *H. postparvus*, тріасова підкомісія у 2000 році обрала найнижчий рівень появи конодонта *Hindeodus parvus* (K o z u r and P j a t a k o v a) у якості основного біологічного

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року маркера для розмежування пермі та тріасу, палеозою та мезозою. Отже, вибір першої появи цього конодонту у якості основного маркера для початку тріасу означає, що такі колишні традиційні концепції проведення межі перм-тріас, як зникнення типової пермської морської фауни, швидкі зміни фацій, масштабний вулканізм і початок ізотопних аномалій, тепер віднесені до пізньої пермі [2].

Аналіз обґрунтованості палеонтологічними даними стратиграфічних підрозділів нижнього відділу тріасової системи ДДЗ України [6,7 та ін.] свідчить про неможливість впевненого проведення межі перм-тріас за біостратиграфічним методом.

На сьогодні відсутні будь-які відомості про палеонтологічну характеристику відкладів нижнього під'ярусу індського ярусу, що характеризуються утвореннями нижньої (пересазької) підсвіти дронівської світи [8, 9 та ін.].

Шебелинська товща, що залягає на пересазькій підсвіті та характеризує утворення верхнього під'ярусу індського ярусу містить комплекс остракод широкого стратиграфічного розповсюдження: *Darwinula elongata* Lun., *D. parallela* (Spizh.), *D. nasalis* Shar., які відомі у тому числі і з тріасових відкладів, а також форми поганої збереженості: *Darwinula ex. gr. parallela* (Spizh.), *D. ex. gr. inornata* (Spizh.) та ін. [9], що не дозволяє впевнено датувати відклади. Ранньотріасовий вік відкладів шебелинської товщі встановлюється на підставі знахідок харофітів: *Porochara bachmutica* Said., *Porochara volgensis* Said., *Maslovichara sokolovae* Said., *Vladimiriella karpinskiya* (Demin), *Cuneatochara acuminata* Said., *Stellatochara maedleriformis* Said.

Верхня (коренівська) підсвіта дронівської світи, що також як і шебелинська товща характеризує утворення верхнього під'ярусу індського ярусу та перекриває нижню (пересазьку) підсвіту охарактеризована більш повним комплексом типових для раннього тріасу харофітів родів *Vladimiriella*, *Porochara* *Cuneatochara*, *Stellatochara* та остракод родів *Darwinula* та *Cerdalia* [9].

Отже, палеонтологічно охарактеризовано тільки відклади верхньої (коренівської) підсвіти дронівської світи. Вік нижньої (пересазької) підсвіти не встановлено! Проте, це не завадило ряду дослідників віднести дронівську світу у складі пересазької підсвіти, шебелинської товщі та коренівської підсвіти до нижнього тріасу ДДЗ і з неї розпочати відлік мезозойської ери [9].

За постановою МСК СРСР та його постійних комісій у 1982 році [10] дронівська світа Дніпровсько-Донецької западини остаточно була закріплена за нижнім відділом тріасу і автоматично перекочувала у стратиграфічні схеми тріасу ДДЗ 1993 та 2013 років.

На нашу думку, вік відкладів нижнього тріасу, встановлений різними дослідниками, головним чином, протягом 1930 х-1960 х років (!) минулого століття за комплексами остракод, філопод та водоростей характеризується суперечливими даними, а відклади – відсутністю керівних форм амоноїдей, конхострак чи двостулкових моллюсків.

Це пояснює відсутність на стратиграфічних схемах тріасу ДДЗ 1982, 1993 та 2013 років зонального поділу нижньої частини нижнього тріасу, а відтак і

невирішеність дотепер проведення межі перм-тріас за біостратиграфічним критерієм.

Нажаль, останні 50 років палеонтологічні дослідження тріасових відкладів ДДЗ не проводилися.

Отже, накопичена за останні роки величезна зарубіжна інформаційна база щодо проведення межі перм-тріас за біостратиграфічним критерієм повинна стати орієнтиром для подальших палеонтологічних та біостратиграфічних досліджень відкладів цього інтервалу геологічної історії ДДЗ та їх кореляції і адаптації до новітньої Міжнародної стратиграфічної шкали, що сприятиме правильному розумінню геологічної будови одного з нафтогазоносних регіонів України.

Робота виконувалась в рамках держбюджетної тематики ІГН НАН України: «Біостратиграфія мезо-кайнозойських відкладів нафтогазоносних регіонів України як фундаментальна базова основа системного забезпечення геологічних робіт» (№ держреєстрації 0122U001604).

Список використаних джерел: 1. Shen, S. Z., Ramezani, J., Chen, J., Cao, C. Q., Erwin, D. H., Zhang, H., et al., 2019. A sudden end-Permian mass extinction in South China. *Geological Society of America Bulletin*, 131: 205–223. <https://doi.org/10.1130/B31909.1>. 2. Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg G. M. 2020. *The Geologic Time Scale 2020*. Elsevier, Vol. 2. 1176 p. <https://doi.org/10.1016/C2020-1-02369-3>. 3. Yin, H. F., Zhang, K. X., Tong, J. N., Yang, Z. Y., and Wu, S. B., 2001. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary. *Episodes*, 24: 102–114. 4. Griesbach, C. L., 1880. Paleontological notes on the Lower Trias on the Himalayas. *Records of the Geological Survey of India*, 13 (2), 94–113. 5. Krystyn, L., and Orchard, M. J., 1996. Lowermost Triassic ammonoid and conodont biostratigraphy of Spiti, India. *Albertiana*, 17: 10–21. 6. Стратиграфія УРСР: в 11 т. / Голов. ред. Бондарчук В. Г. – Том VI. Перм. – Ч. 1: – К.: Наук. думка, 1970. – 278 с. 7. Стратиграфія УРСР: в 11 т. / Голов. ред. Бондарчук В. Г. – Том VI. Тріас. – Ч. 2: – К.: Наук. думка, 1972. – 206 с. 8. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. / Голов. ред. Гожик П. Ф.. – Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України. – К.: ІГН НАН України. Логос. – 2013. – Т. 1. – 637 с. 9. Лапкин И. Ю., Мовшович Е. В., Сайдаковский Л. Я. О триасовом возрасте дроновской свиты Украины // *Изв. АН СССР, сер геол.* – № 10. – 1978. – С. 60-65. 10. Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Л. – 1982. – Вып. 20. – 70 с.

ДОПОВІДІ

ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ УЩІЛЬНЕННЯ КРУПНОУЛАМКОВИХ ҐРУНТІВ

В.А. Александрович, к.т.н., доцент,
Ю.І. Кобзар, к.т.н., доцент,
О.В. Гаврилюк, аспірант,
кафедра геотехніки, підземних споруд
та гідротехнічного будівництва
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова

В будівельній практиці, якщо з поверхні залягають слабкі ґрунти, доцільно влаштовувати надійну штучну основу. В якості матеріалу для штучної основи зазвичай використовують крупноуламкові ґрунти (гравій, щебінь). В роботі представлено інноваційний підхід до визначення коефіцієнта щільності ґрунтової подушки, яка створена з крупноуламкового ґрунту.

***Ключові слова:** складні інженерно-геологічні умови, щебенева подушка, крупноуламкові ґрунти.*

У практиці будівництва в складних інженерно-геологічних умовах трапляються численні випадки появи істотних пошкоджень у конструкціях за нерівномірних осідань ґрунтів. У таких випадках необхідно застосовувати способи захисту промислових і цивільних об'єктів від нерівномірних деформацій, одним з яких є влаштування надійних штучних основ. Один із найпростіших типів штучної основи – є влаштування ґрунтової подушки, яке створюється шляхом послідовного пошарового ущільнення ґрунтового матеріалу до заданої щільності [1]. Такий спосіб широко використовується завдяки доступності матеріалу, простоті технології та ефективності при зменшенні деформацій основи. В якості матеріалу для ґрунтової подушки часто застосовують крупноуламкові ґрунти (гравій, щебінь). Ґрунтові подушки улаштовують таким чином, щоб забезпечити найвищий можливий ступінь ущільнення ґрунтового матеріалу.

Для визначення ступеня ущільнення ґрунтів безпосередньо на будівельному майданчику відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.1-21:2009 слід застосовувати методи об'ємного заміщення з використанням піскозавантажувального пристрою або пристрою з гумовим балоном [2]. Але цей метод можливо використовували лише для визначення щільності ґрунтів, що не містять частки крупніше 20 мм.

Автори пропонують інноваційний підхід до оцінки ущільнення крупноуламкових ґрунтів, який базується на положеннях ДСТУ Б В.2.1-17:2009

«Основи та фундаменти будівель і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей» [3], із урахуванням специфіки крупноуламкових ґрунтів згідно з «Методичними рекомендаціями щодо влаштування насипів земляного полотна автомобільних доріг з крупноуламкових ґрунтів» (СоюзДорНДІ, 1977 р.) [4].

Авторський підхід для визначення ступеня ущільнення гравійних і щебневих матеріалів, включає відбір з ущільненого конструктивного шару зразка матеріалу, зважування його, вимір його об'єму, визначення щільності матеріалу в шарі або його пористості і порівняння отриманих результатів з необхідними величинами, встановленими для конструктивного шару в проектній документації.

Метод лабораторного визначення щільності гравійного або щебеневого матеріалу полягає у встановленні щільності зразка матеріалу в сухому стані. На рис.1 наведено схема обладнання для отримання зразків гравійного матеріалу на будівельному майданчику.

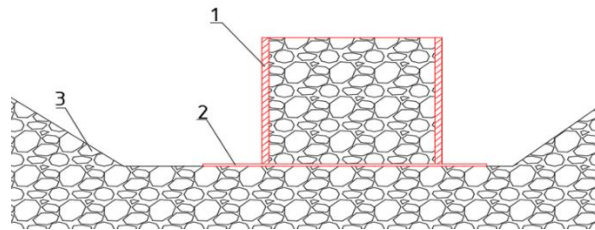


Рис. 1. Схема обладнання для випробувань: 1 – циліндр; 2 – металева пластина; 3 – щебенева подушка

Розрахунки щільності конструктивного шару проводились в лабораторних умовах за стандартною методикою [3].

У Красноградському районі Харківської області постала потреба у зведенні нового навчально-виховного комплексу. Згідно з даними інженерно-геологічних вишукувань, на території будівництва поверхневий шар представлений делювіальними лесоподібними суглинками, які характеризуються просадочними властивостями. Прийнято рішення замінити просідний ґрунт щебеневою подушкою. Тому ще на будівельному майданчику нам треба було оцінювати ступеню ущільнення цієї подушки.

Паралельно з основними випробуваннями на будівельному майданчику, щільність щебеневої подушки також визначалась іншою організацією. Вимірювання проводилось відповідно до ДСТУ Б В.2.1-21:2009 шляхом заміщення об'єму, зокрема із застосуванням піскозавантажувального апарата для визначення щільності ґрунту.

В ході досліджень було встановлено, що дані, отримані за допомогою авторського підходу практично збігаються з методом ДСТУ.

Перевага інноваційного підходу полягає в його оперативності. Згідно запропонованої методики визначати щільність гравійних і щебневих матеріалів можна прямо на будівельному майданчику.

Список використаних джерел: 1. Клепиков, С. М., *Розрахунок будівель і споруд на просідаючих ґрунтах* / С. М. Клепиков, А. С. Трегуб, І. В. Матвеев. – К. : Будівельник, 1987. – 200 с. 2. ДСТУ Б В.2.1-21: 2009 *Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Визначення щільності ґрунтів методом заміщення об'єму* – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 12с. 3. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 *Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей*. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 36с. 4. Добров, Є. М. *Методичні рекомендації зі спорудження насипів земляного полотна автомобільних доріг із крупноуламкових ґрунтів* / Є. М. Добров, Л. Б. Каменецька. – М. : СоюзДорНДІ, 1977. – 39 с.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ СИЛ НА РОЗВИТОК ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

С.В. Горайнов, к.г.-м.н., доцент,

І.І. Тищенко, ст.викладач,

кафедра фундаментальної і прикладної геології,

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У ході будь-якого геологічного процесу (на його стадіях руйнування вихідних тіл, переміщення фрагментів і конструювання нових об'єктів) відбувається робота. Її виробляють фізичні сили. Аналізується, які фізичні сили визначають розвиток того чи іншого геологічного процесу.

Процеси згруповані за генетичними типами (терігенні, органогенні, хемогенно-метасоматичні, метаморфічні та магматичні).

Взаємодія тіл здійснюється через фізичні поля, породжені фундаментальними фізичними взаємодіями (слабкою, сильною, електромагнітною та гравітаційною). Геологічні процеси обумовлюються гравітаційним і електромагнітним взаємодіями. У геологічних процесах вони можуть діяти як порізно, і разом.

Гравітаційна взаємодія через гравітаційне поле впливає на тіла, що мають масу, проявляючи себе як потенційне поле тяжіння. Маса і розміри Землі змінюють поле тяжіння в її об'ємі, породжуючи літостатичний тиск (розподіл потенційної гравітаційної енергії планети за її об'ємом).


Електромагнітна взаємодія проявляє себе через електромагнітне поле, що діє на тіла, які володіють електричним зарядом, електричними та магнітними моментами. Одним із результатів електромагнітних взаємодій є теплова енергія як міра швидкості руху молекул речовини. Електромагнітну природу мають і хімічні зв'язки, що формують структуру, фізичні та хімічні властивості мінералів і порід. У ході біогенного круговороту змінюються хімічні зв'язки в органічних та неорганічних речовинах.

Для фізичних полів, що беруть участь у геологічних процесах (тяжіння, літостатичних тисків, теплового та хімічного) наведено характеристики їх енергій, потенціалів, градієнтів потенціалів і породжуваних цим фізичних сил і виконуваної силами роботи.

Проведено аналіз геологічних процесів для виявлення набору потенціалів фізичних полів, які знижуються, підвищуються або не змінюються в ході кожного окремого геологічного процесу.

Аналіз показав, що кожен геологічний процес знижує енергетичний потенціал фізичного поля, яке його породило. Наприклад, виверження вулкану знижує тепловий потенціал надр (тепло виноситься в навколишній простір). Деякі геологічні процеси можуть використовувати кілька джерел енергії.

Типи процесів	Групи процесів	Потенціали				Сонячна енергія
		гравітаційний	літостатичний	тепловий	хімічний	
ТЕРИГЕННІ	фізичне вивітрювання					
	Кріотурбаційні					
	Еолові					
	Експлозивні					
	Коллювіальні					
	Кріпові					
	Зсувні					
	Екзарційно-моренні					
	Флювіогляціальні					
	Делювіальні					
	Пролювіальні					
	Аллювіальні					
	Хвилеприбійні					
	Ваттові					
Глибоководно-намивні						
МЕТАМОРФІЧНІ	Мантіїно-потоківі					
	Рег. динамометаморфічні					
	Солянокупольні					
	Гнейсово-купольні					
	Внутрішньольодовикові					
Кратерні (імпакті)						
КРИСТАЛІЗАЦІЙНІ	Вулкано-плутонічні					
	Кріогенні					
ХЕМОГЕННО-МЕТАСОМАТИЧНІ	Хімічне вивітрювання					
	Карстові					
	Евапоритові					
	Діагенетичне					
	Катагенетичне					
	Тектоно-гідротермальні					
	Магмато-гідротермальні					
ОРГАНОГЕННІ	Грунтоутворюючі					
	Торфоутворюючі					
	органогенно-уламкові					
	Рифоутворюючі					

 - зниження потенціалу, поглинання енергії фізичного поля

 - Підвищення потенціалу відповідного фізичного поля

Результати геологічного процесу можуть підвищувати потенціали інших фізичних полів. Це може призводити до "запуску" іншого геологічного процесу, до того пасивного. Наприклад, виникнення вулкана як височини рельєфу дозволяє початися ерозійним процесам.

Різні типи геологічних процесів використовують різні набори енергетичних джерел, і цим вони відрізняються один від одного (таблиця).

Різні фізичні поля діють на Землі одночасно. Це зумовлює взаємодії геологічних процесів та переходи одного виду енергії до іншого.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ВОДОЗАБОРІ ТОВ «ПРИКОЛОТНЕ» (ХАРКІВСЬКА ОБЛАСТЬ)

А.В. Кононенко, к.геол.н., доцент,
І.В. Удалов, д.геол.н., професор,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

В статті проаналізовано якість підземних вод на водозаборі ТОВ «Приколотне». Дана геологічна, гідрогеохімічна характеристика водоносного горизонту в олігоцен-міоценових відкладах.

***Ключові слова:** водоносний горизонт, якість підземних вод, показники якості підземних вод.*

Водозабір ТОВ «Приколотне» знаходиться в 200-250 м на схід від підприємства «Приколотнянський олійно-екстракційний завод», розташованого в північно-східній частині смт. Приколотне Вільхуватської громади Куп'янського району Харківської області. Водозабір експлуатує 3 свердловини №№1, 2, 3.

В статті наведена геологічна та гідрогеохімічна характеристика основного водоносного горизонту в олігоцен-міоценових відкладах водозабору, що використовується для водопостачання підприємства.

Водоносний горизонт олігоцен-міоценових відкладів на території досліджень є першим від поверхні водоносним горизонтом та має промислове значення. Залягає на глибині в інтервалі 32-68 м. Водовмісткі відклади представлені різнозернистими кварцовими і глауконіт-кварцовими пісками, піски часто глинисті, алевритисті з нечастими малопотужними глинистими лінзами і прошарками пісковиків. Загальна потужність водоносної частини горизонту до 40 м.

Води досліджуваного водоносного горизонту гідрокарбонатні строкатого катіонного складу. Серед аніонів переважають Na і Ca, спостерігаються сезонні коливання Mg. Мінералізація становить 0,65-1 г/дм³. Формула сольового складу має такий вигляд:

$$M_{0,65-1} \frac{HCO_3(58 - 81)Cl(25 - 9)SO_4(17 - 10)}{Ca(30 - 45)Na + K(31 - 40)Mg(39 - 15)}$$

Водоносний горизонт належить до категорії незахищених від забруднення з поверхні.

Водоносний горизонт безнапірний, дзеркало ґрунтових вод залягає на глибині від 30 до 40 м. Дебіти свердловин досягають 10-15 м³/год, питомі дебіти змінюються від 0,22 до 0,56 дм³/с.

Нижче залягають водотривкі глини обухівської і київської світ потужністю більше 20-30 м, які є регіональним водотривком, потім – потужна товща щільної безводної крейди і мергелю до глибини близько 400 м. Живлення здійснюється за рахунок атмосферних опадів. Розвантаження відбувається у водоносні горизонти і комплекси, що залягають нижче, а також при дренаванні горизонту яружно-балковою мережею.

За результатами аналізів хімічного складу підземних вод (табл.) по свердловинах можна зробити висновок, що якісні показники вод загалом стабільні, але є перевищення за деякими показниками. Особливо слід виділити нітрати, які майже у всіх випадках перевищують ГДК за вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Таблиця. Хімічний склад підземних вод зі свердловин №№ 1, 2, 3

Показники	Одиниці вимірювання	Свердл. 1	Свердл. 2	Свердл. 3
Na ⁺ +K ⁺	мг/дм ³	–	–	119,8
Ca ²⁺	мг/дм ³	101,5	59,7	110,2
Mg ²⁺	мг/дм ³	<0,01	54,3	18,9
Cl ⁻	мг/дм ³	89,7	13,6	86,5
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	322,2	319,1	41,7
NO ₂ ⁻	мг/дм ³	<0,003	<0,003	0,006
NO ₃ ⁻	мг/дм ³	104,8	65,3	78,5
NH ₄ ⁺	мг/дм ³	<0,05	<0,05	0,17
F ⁻	мг/дм ³	-	0,365	0,60
Fe загальне	мг/дм ³	<0,37	<0,36	<0,41
Жорсткість	ммоль/дм ³	7,6	7,45	9,8
pH		7,1	7,1	7,4
Pb	мг/дм ³	0,015	0,015	0,015
As	мг/дм ³	0,025	0,025	0,025
Ni	мг/дм ³	0,05	0,05	0,05
Мінералізація	мг/дм ³	988,0	913,0	770,0

Загальна жорсткість іноді перевищує нормативний показник, але це пояснюється сезонними коливаннями і не носить постійний характер. Показник рН знаходиться в межах 6,4-7,4. В межах водозабору підземні води також забруднені нітратами, вміст яких коливається від 65 до 105 мг/дм³, що вказує на тривале надходження органічних речовин в підземні води.

Отже, виходячи з наведених даних (перевищення концентрацій NO₃, Fe, As, Ni, Pb), можна зробити висновок, що якісні показники хімічного складу

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року
підземних вод водозабору ТОВ «Приколотне» не відповідають нормам
ДСанПіН 2.2.4-171-10 і не можуть вважатися питними. Але їх можна
рекомендувати до використання в якості технічних.

Список використаних джерел: 1. Державні санітарні правила і норми «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. №400. 15 с.

ІСТОРИКО-ГОРНОТЕХНІЧНІ ОБ'ЄКТИ ЯК КОМПОНЕНТИ ГЕОЛОГІЧНИХ ПАМ'ЯТОК ХАРКІВЩИНИ

М.В. Космачова, к. геогр. н., доцент,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Історико-горнотехнічні об'єкти розглянуто як один з типів визначних компонентів геологічних пам'яток природи Харківщини. Наведено їх різновиди та значення у вивченні геологічної будови регіону.

Ключові слова: геологічні пам'ятки Харківщини, історико-горнотехнічні об'єкти.

Геологічні пам'ятки природи (ГПП) можна визначити як комплексні об'єкти, що містять закономірні сполучення взаємопов'язаних геологічних компонентів які виразно ілюструють будову і геологічну історію регіону, а також визначають наукове, освітнє й геотуристичне значення цих пам'яток і доцільність їх охорони як неповторних творінь природи.

У складі ГПП Харківщини встановлені такі типи визначних компонентів геологічного змісту: палеонтологічний, стратиграфічний, мінералогічний, петрографічний, тектонічний, палеогеографічний, геоморфологічний, гідрогеологічний і гідрологічний, мінерально-сировинний, сучасних геологічних процесів, історії освоєння надр, меморіальний, естетичний [1].

Об'єкти з історії освоєння надр або історико-горнотехнічні – сліди стародавньої розробки та переробки корисних копалин мають неабияке значення при вивченні геології, а також історії розвитку техніки та гірничої справи у регіоні.

В Харківській області до історико-горнотехнічних компонентів ГПП відносяться наступні:

1. Сліди добування і переробки кременів туронського ярусу стародавньою людиною для виготовлення знарядь труда. Яскравим прикладом є залишки пізньопалеолітичної стоянки-майстерні по виготовленню декількох типів крем'яних знарядь поблизу с. Суха Кам'янка Ізюмського району, в пониззі однойменної балки [2]. Майстерня знаходилась неподалік виходів писальної крейди турону з численними кременевими конкреціями.

2. Сліди стародавнього (друга половина першого тисячоліття нашої ери) металургійного виробництва неподалік с. Верхній Бишкін (Лозівський район),

де поблизу виходів залізистих пісковиків олігоцену в Княжому ярі знайдені залишки залізоплавильних горнів [3].

3. Залишки стародавніх розробок будівельного каміння у вигляді покинутих штолень – штучних печер. Такі печери можна спостерігати, наприклад, у великому ярі (Богів яр) на правому борті долини р. Харків поблизу с. Липці [4]. Вірогідно ще у XIII-XIX століттях тут видобували досить міцні слюдисті пісковики еоцену. Такі ж розробки проводилися в с. Кам'яна Яруга і поблизу с. Верхній Салтів Чугуївського району.

4. Залишки шахт і штолень, в яких вели розробку кам'яного вугілля в XIX ст. (середній карбон, балка Орлова на околиці с. Петрівське Ізюмського району), а також середньоюрського бурого вугілля на початку XX століття у пониззі Сухокам'янської балки на Ізюмщині.

5. Залишки шахти та відвали Сухокам'янського родовища вохр, яке розроблялось у минулому столітті поблизу с. Суха Кам'янка.

6. Покинуті кар'єри по видобуванню будівельних матеріалів. Так, ще з XIX ст. розроблялись нижньопермські вапняки і доломіти у с. Курулька Ізюмського району [5], а кар'єрів минулого століття велика кількість.

Це кар'єри по розробці писальної крейди та мергелів, наприклад, по долинах рр. Вовча та Оскіл; сеноманських кременистих пісковиків поблизу с. Яремівка Ізюмського району; верхньоюрських вапняків у численних кар'єрах Ізюмщини та на Смирнівському родовищі у Лозівському районі; кайнозойських пісків різного призначення та цегельної сировини у численних кар'єрах по всій території Харківщини тощо.

7. Руїни випалювальних печей XX сторіччя для одержання вапна з крейдово-мергельної товщі на горі Кремінець у м. Ізюм та на околицях селищ по річці Вовча у Чугуївському районі.

Слід зазначити, що такі об'єкти не тільки несуть певну історико-гірничу інформацію. Іноді вони є чи не єдиним місцем, де можливе геологічне вивчення території. Насамперед це стосується кар'єрів, які являються штучними відслоненнями, надають доступ до відкладів, які не мають природних виходів на денну поверхню і зумовлюють, таким чином утворення нових геологічних пам'яток.

Список використаних джерел: 1. Космачова М.В. Геологічні пам'ятки Харківщини, їх використання та охорона / М.В. Космачова // Вісн. Харк. нац. ун-ту. – 2013. - № 1070: Екологія. – Вип. 9. - С. 48-54. 2. Сніжко І.А. Реконструкція палеокліматичних умов життя давнього населення на стоянці біля с. Кам'янка Харківської області. // Людина та ландшафт: первісна археологія Східної Європи. – Vita Antiqua, №9. Збірка наукових статей. – К.:2017. – С. 139-143. 3. Колода В.В. Черная металлургия Днепроовско-Донецкого междуречья во второй половине I тыс. н.э. / Колода В.В.. – Харьков: «РЦНИТ», 1999.- 244с. 4. Ковалев А.Г. К вопросу о кадастре подземных полостей Харьковской области / А.Г. Ковалев // Материали науч.-практич. Конференції «Освоение подземного пространства Харьковщины».- Харьков. – 2006. – С.5-16. 5. Борисьяк А.А. Геологический очерк Изюмского уезда и прилежащей полосы Павлоградского и Змиевского уездов / Борисьяк А.А. // Труды Геол. Комитета, новая сер. – 1905. – Вып. 3. – 344с.

КІМБЕРЛІТОВІ ТРУБКИ ТА ТЕКТОНІЧНІ СТРУКТУРИ АФРИКИ

А.Р. Лунячек, аспірант,
О.О. Клевцов, к.геол.н., доцент,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Досліджено просторовий розподіл кімберлітових трубок по тектонічних структурах Африки. Показано, що кімберлітові трубки розташовані в межах древніх платформ (кратонів) з фундаментом архейського та ранньопротерозойського віку. Більшість трубок знаходиться на підняттях фундаменту та поблизу рифтових зон. Розуміння закономірностей просторового розподілу кімберлітових трубок має сприяти виявленню перспективних районів для пошуку нових трубок, що може зумовити відкриття нових родовищ алмазів.

Ключові слова: кімберлітові трубки, тектонічні структури, Африка, кратони, рифтові зони.

Кімберлітові трубки – це вертикальні або субвертикальні циліндричні або конусоподібні тіла, заповнені кімберлітом – ультраосновною магматичною породою. Їх діаметр може коливатися від 10 м до 1,5 км, а глибина сягає кількох кілометрів [5].

Геологічне значення кімберлітових трубок полягає в наступному: а) вони є головним джерелом алмазів (близько 90% світових запасів) [11]; б) можуть містити інші корисні копалини – золото, платину, ільменіт, рутил, хроміт [6, 9, 12]; в) дають цінну інформацію про склад і структуру мантії Землі та про глибинні магматичні процеси [15].

Метою дослідження є узагальнення наявних даних про розподіл кімберлітових трубок по тектонічних структурах Африки.

Головними тектонічними структурами Африки є кратони Конго, Калахарі, Західно-Африканський і Сахарський, відокремлені один від одного складчастими поясами (Центрально-Африканським, Транс-Сахарським та орогеном Дамара) і Східно-Африканський рифт [13].

Кімберлітові трубки виявлено в межах кратонів Західно-Африканського, Конго, Калахарі та в зонах рифтів Лукапа і Східно-Африканського [1, 6].

Західно-Африканський кратон займає західну та північно-західну частину континенту. На півночі та півдні кратону знаходяться архейські щити Регейбат і Ман та протерозойська западина Тауденні між ними (Рис. 1) [7].

В межах щита Регейбат на півночі кратону виявлено невелику кількість кімберлітових трубок. Більше кімберлітових і лампроїтових трубок локалізовано на півдні кратону, в межах щита Ман, включно з пізньоюрськими-ранньокрейдовими (154–140 млн років тому) алмазними родовищами Тонго (11 кімберлітових трубок, прогнозні ресурси – 8,3 млн каратів алмазів), Коїду (дві трубки, видобувається 10 тис. каратів алмазів на місяць), Дрожба (одна трубка, прогнозні ресурси – 3 млн каратів алмазів), Сегуела (дві кімберлітові дайки, річний видобуток – близько 200 тис. каратів алмазів) [6].

В межах Східно-Африканського рифту кімберлітові трубки виявлено між

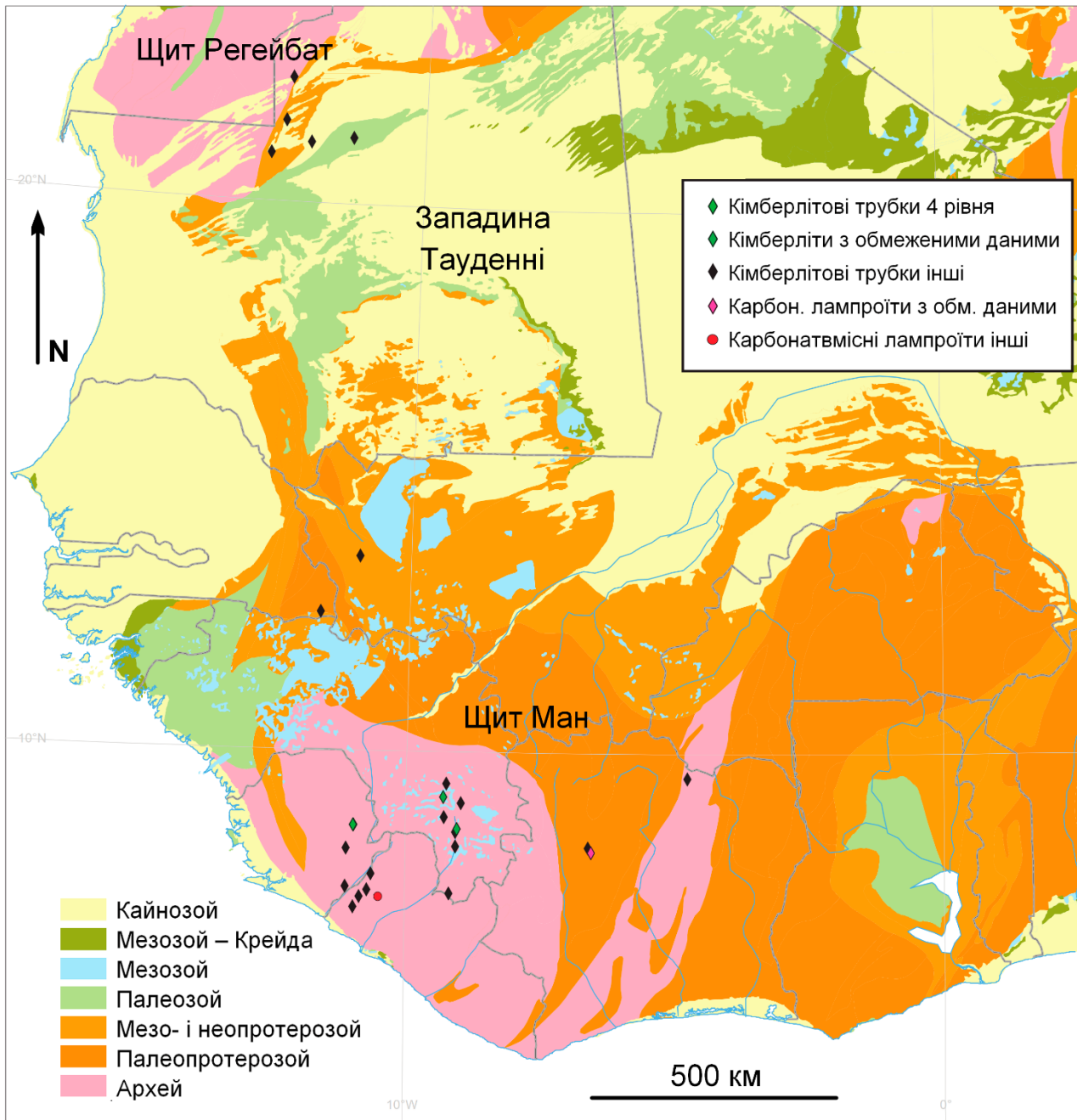


Рис. 1. Кімберлітові та лампроїтові трубки Західної Африки [6].

його західною та східною гілками (рифт Альбертін та рифт Грегорі відповідно), де розташований Танзанійський кратон архейського віку. Трубки мають палеогеновий вік (60–45 млн років тому) і знаходяться у північній та центральній частинах кратону (Рис. 2) [6].

На півночі Танзанійського кратону розташована одна з найбільших у світі кімберлітова трубка Мвадуї (Вільямсон) еоценового віку (54–50 млн років тому). Видобуток алмазів здійснюється у відкритому кар’єрі діаметром понад 1 км. Річний видобуток становить близько 300 тис. каратів. Усього на родовищі видобуто понад 19 млн каратів алмазів [14].

Кратон Конго, розташований у центральній частині Африки, складається з кількох невеликих кратонів (серединних масивів) архейського віку (Нтем, Габон, Бому, Касаї), між якими знаходяться ділянки з ранньопротерозойськими

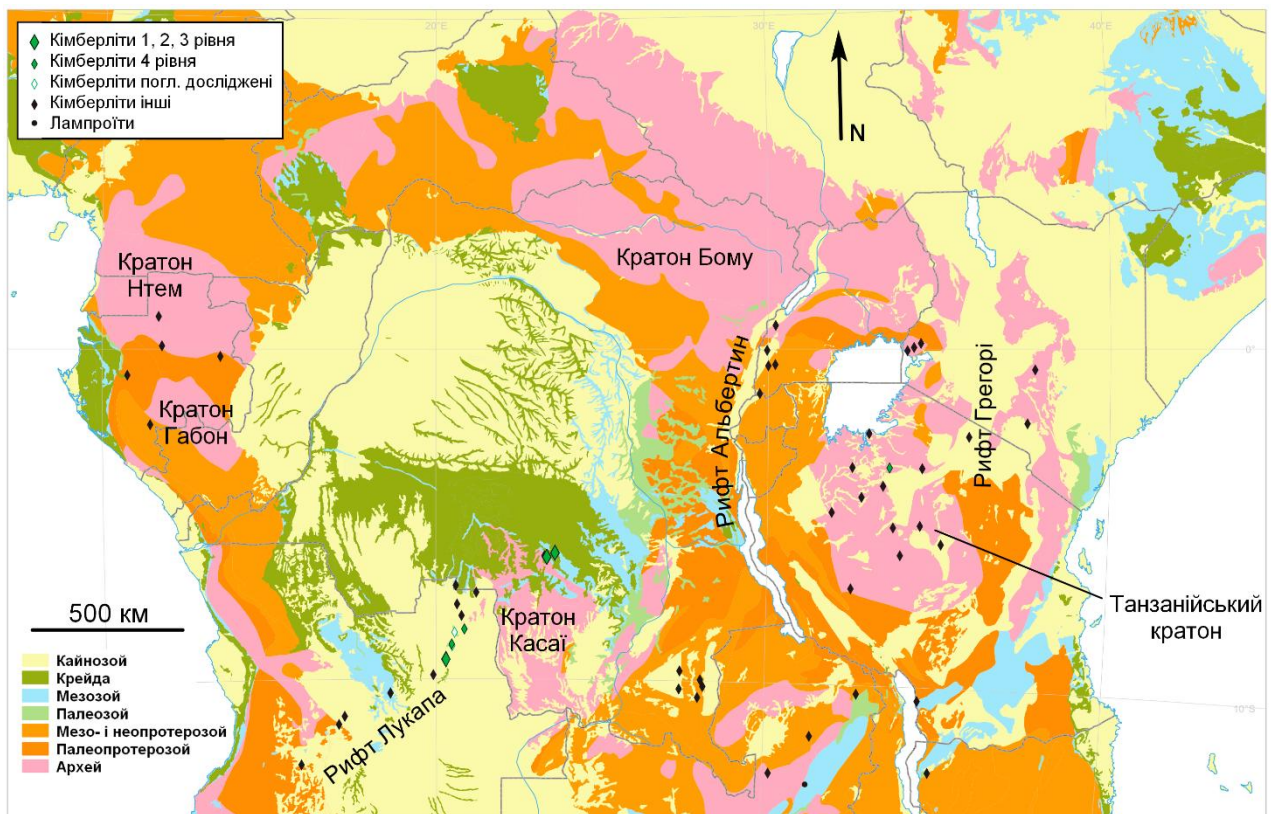


Рис. 2. Кімберлітові та лампроїтові трубки Центральної Африки [6].

породами [6].

Кімберлітові трубки виявлено в межах розташованих поруч кратонів Нтем і Габон (включно з алмазними родовищами Міцік та Маконгоніо архейського віку – 2,8 млрд років тому), а також на півночі кратону Касаї (алмазні родовища Мбужі-Маї та Тшибве пізньокрейдового віку – 85–70 млн років тому, сумарні запаси складають понад 300 млн каратів алмазів) [3, 10].

Південніше кратону Конго розташована рифтова зона Лукапа, в межах якої виявлено велику кількість кімберлітових трубок включно з алмазним родовищем Катока [1]. Родовище являє собою кімберлітову трубку крейдового віку (118 млн років тому) з діаметром кар'єра понад 1 км, річний видобуток – 6,5 млн каратів алмазів [8].

Найбільшу кількість кімберлітових та лампроїтових трубок Африки виявлено на півдні континенту в межах кратону Калахарі [6]. Ця тектонічна структура складається з двох блоків (кратонів) – Зімбабве і Каапвааль. В межах кратону Зімбабве розташовано декілька кімберлітових трубок включно з алмазним родовищем Мурова (три кімберлітові трубки кембрійського віку – близько 500 млн років тому, річний видобуток – близько 1 млн каратів алмазів).

Каапвааль є відносно великим кратоном (площа близько 1,2 млн км²). В його межах виявлено близько 150 кімберлітових трубок віком від протерозою до крейди (від 1180 до 85 млн років тому) включно з великими алмазними родовищами Кімберлі (площа – 17 га, видобуто 32,7 млн каратів), Булфонтейн (площа – 9,7 га, видобуто 36,2 млн каратів), Де Бірс (площа – 5,1 га, видобуто 36,4 млн каратів) та низкою інших (Рис. 3) [2, 4].

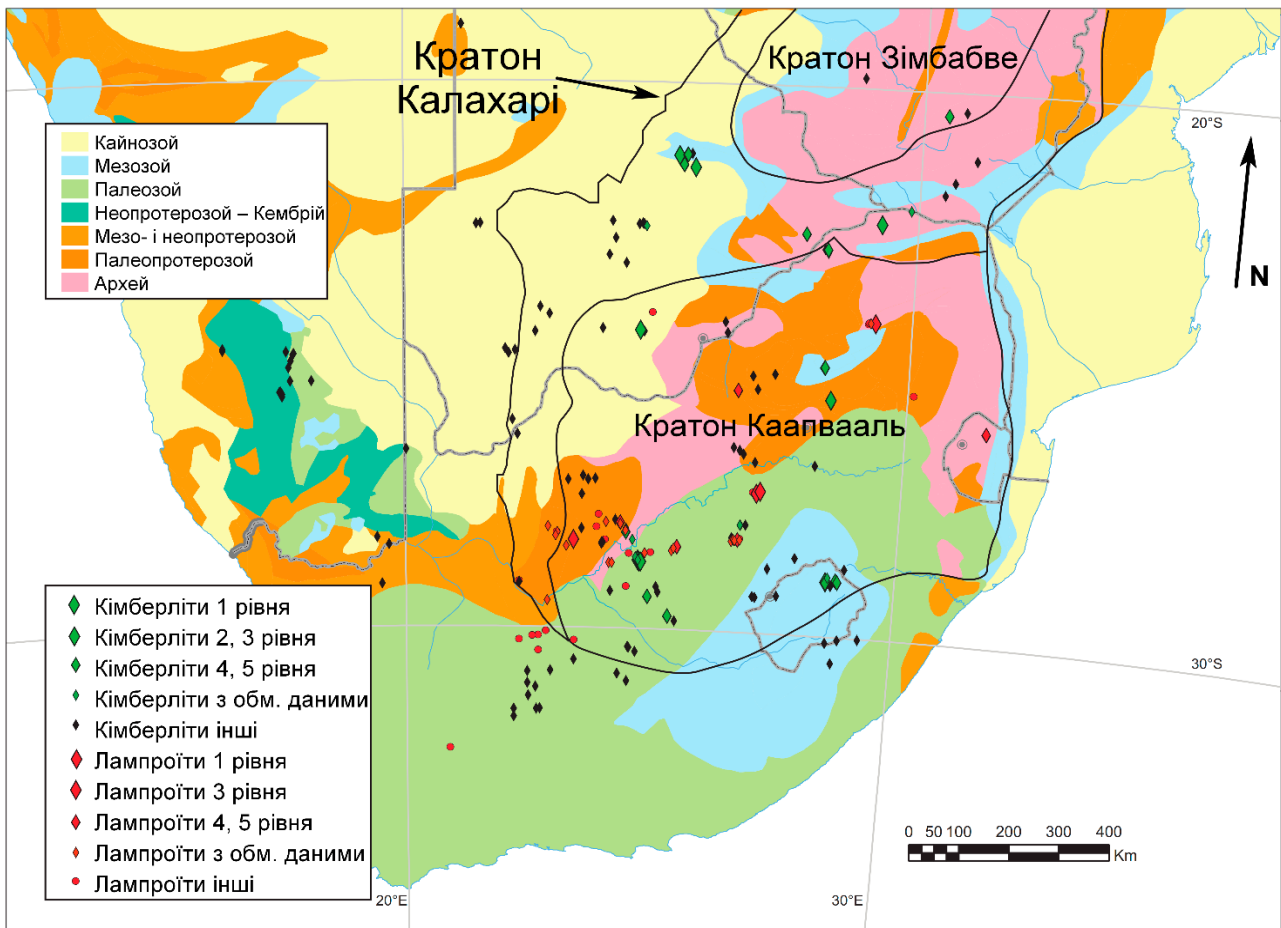


Рис. 2. Кімберлітові та лампроїтові трубки Південної Африки [6].
 Родовища 1 рівня – видобуто алмази на суму від 13 млрд доларів.
 Родовища 2, 3, 4, 5 рівня – впродовж 5 років видобуто: більше 1 млн;
 0,4–1 млн; 50–400 тис.; 5–50 тис. каратів на рік відповідно

Отже, аналіз просторового розподілу кімберлітових трубок Африки дозволяє стверджувати, що вони розташовані в межах кратонів з архейським та ранньопротерозойським фундаментом. У більшості випадків кімберлітові трубки локалізовано на підняттях фундаменту (щитах), а також поблизу рифтових зон. Розуміння цих закономірностей має допомогти визначити перспективні райони для пошуку нових трубок, що може призвести до відкриття нових родовищ алмазів.

Список використаних джерел: 1. Bournas, N., Prikhodko, A., Kwan, K., Legault, J., Polianicjko, V., Treshchev, S. 2018. A new approach for kimberlite exploration using helicopter-borne TDEM data. doi: 10.1190/segam2018-2996206.1. 2. Helmstaedt, H., Gurney, J., Richardson, S. 2011. Ages of cratonic diamond and lithosphere evolution: Constraints on precambrian tectonics and diamond exploration. *The Canadian Mineralogist*. 48. 1385–1408. doi: 10.3749/canmin.48.5.1385. 3. Henning, A., G. Kiviets, S. Kurszlauskis, E. Barton, F. Mayaga-Mikolo. 2003. Early proterozoic metamorphosed kimberlites from Gabon. 8th International Kimberlite Conference Long Abstract. 4. Kimberley... 2004. Kimberley, Dutoitspan, Bultfontein, Wesselton, De Beers. 2004. PorterGeo Database – Ore Deposit. Retrieved from <https://portergeo.com.au/database/mineinfo.asp?mineid=mn930>. 5. Kjarsgaard, B. A. 2007. Kimberlite pipe models: significance for exploration. In Milkereit, B. (ed.). *Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploratio. Decennial*

Mineral Exploration Conferences, pp. 667–677. 6. Kjarsgaard, B., M. Wit, L. Heaman, G. Pearson, J. Stiefenhofer, N. Januszczak, S. Shirey. 2022. A Review of the Geology of Global Diamond Mines and Deposits. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 88 (1): 1–117. doi: 10.2138/rmg.2022.88.01. 7. Mahmoud, H.O., Raji, M., Adjour, M. Vall, I.B. 2023. Mineralization and Exploration Perspectives in the Oudiane Elkhroub Zone, Birimian Domain, Reguibat Shield, Mauritania. *Open Journal of Geology*, 13, 1312–1330. doi: 10.4236/ojg.2023.1312057. 8. McClelland, C. 2013. Angola's Catoca Diamond Complex to Add Mill as Miners Dig Deeper. *Bloomberg.com*. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-07-16/angola-s-catoca-diamond-complex-to-add-mill-as-miners-dig-deeper>. 9. Mukherjee, A., Tiwari, P., Verma, C.B. et al. 2021. Native Gold and Au-Pt Alloy in Eclogite Xenoliths of Kalyandurg KL-2 Kimberlite, Anantapur District, South India. *J Geol Soc India* 97, 567–570. doi: 10.1007/s12594-021-1731-1. 10. Nkere, B.J., W.L. Griffin, P.E. Janney. 2019. Emplacement age of the Tshibwe kimberlite, Democratic Republic of Congo, by in-situ LAM-ICPMS U/Pb dating of groundmass perovskite. *Journal of African Earth Sciences*, Volume 157, 103502. ISSN 1464-343X. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2019.05.010. 11. Ruzina M.V., O.A. Tereshkova, N.V. Bilan, I.V. Zhyltsova. 2018. Non-kimberlitic sources of diamonds and prospects of their discovery in the Ukrainian Shield. *Naukovyi Visnyk NHU*, № 6. ISSN 2071-2227. doi: 10.29202/nvngu/2018-6/2. 12. Sarkar, S., Giuliani, A., Dalton, H., Phillips, D., Ghosh, S., Misev, S., Maas, R. 2023. Derivation of Lamproites and Kimberlites from a Common Evolving Source in the Convective Mantle: the Case for Southern African 'Transitional Kimberlites'. *Journal of Petrology*. 64 (7). ISSN 0022-3530. doi: 10.1093/petrology/egad043. hdl: 20.500.11850/623387. 13. Shellnutt, J., Lee, T., Yang, C., Hu, S., Wu, J., Wang, K., Lo, C. 2015. Late Permian mafic rocks identified within the Doba basin of southern Chad and their relationship to the boundary of the Saharan Metacraton. *Geological Magazine*. 152. 1–12. doi: 10.1017/S0016756815000217. 14. Stiefenhofer, J., D.J. Farrow. 2004. Geology of the Mwadui kimberlite, Shinyanga district, Tanzania. *Lithos*, Volume 76, Issues 1–4, Pages 139–160. ISSN 0024-4937. doi: 10.1016/j.lithos.2004.04.017. 15. Torsvik, T., Burke, K., Steinberger, B. et al. 2010. Diamonds sampled by plumes from the core–mantle boundary. *Nature* 466, 352–355. doi: 10.1038/nature09216.

ГІДРОГЕОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТОВИХ ВОД ПНІВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА (БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКИЙ НАФТОГАЗОНОСНИЙ РАЙОН)

Г.Б. Медвідь, к.г.н.,
В.Ю. Гарасимчук, к.г.н.,
О.В. Телегуз, к.геогр. н.,
лабораторія проблем геоєкології,
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України

Представлено гідрогеохімічні характеристики пластових вод палеогенових відкладів Пнівського нафтового родовища. Встановлено, що пластові води родовища представлені в основному дуже міцними солянками із загальною мінералізацією 230–320 г/л, хлоридно-кальцієвого типу (за Сулінім), хлоридного натрій-кальцієвого складу. Для них характерні низька сульфатність і високий вміст мікроелементів.

Ключові слова: пластові води, нафтове родовище, гідрогеохімічні показники.

Пнівське нафтове родовище розташоване у Надвірнянському районі Івано-Франківської області на відстані 7 км від м. Надвірна. В тектонічному

відношенні воно знаходиться у південно-східній частині Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину. У геологічній будові Пнівської складки беруть участь флішеві утворення верхньої крейди (стрийська світа), палеоцену, еоцену (манявська, вигодсько-пасічнянська і бистрицька світи), олігоцену (менілітова світа), а також моласові – міоцену (воротищенська світа). В тектонічному плані Пнівська структура – антиклінальна складка розміром 15x3 км північно-західного простягання з амплітудою близько 1600 м. Складка розбита насувними порушеннями на ряд блоків: Бабченський, Битківський і Пасічнянський [1]. Тектонічні порушення мають екрануючі властивості, завдяки чому кожний блок є автономною гідродинамічною системою. Нафтогазоносність встановлена у менілітових відкладах на Битківському та Пасічнянському блоках, тип колекторів родовища тріщино-порового і порового характеру. Водовмісними породами Пнівської структури є прошарки пісковиків та алевролітів, що залягають у товщі аргілітів і відзначаються великою неоднорідністю. Водотривкими горизонтами є соленосні глини воротищенської світи міоцену.

Початковий пластовий тиск для Пнівського родовища на глибині 2110 м складає 32,1 МПа, коефіцієнт надгідростатичності – 1,52. Проте у всіх трьох блоках $k_{нт}$ суттєво відрізнявся: від 1,57 для менілітового горизонту на Бабченському блоці, до 2,17 для I ділянки Битківського блоку [2]. Ці дані свідчать про гідродинамічну ізольованість ділянок Пнівської структури. Різниця між пластовими тисками різних водоносних горизонтів пов'язана з тим, що на окремих ділянках підвищеної тріщинуватості горизонти колекторів перебувають у гідродинамічному зв'язку, але їх зв'язок по латералі часто є обмеженим через фаціальну мінливість та тектонічну екранованість. Пнівське родовище із екранованими покладами нафти в окремих блоках є прикладом такої анізотропії гідравлічного зв'язку.

Пластові води родовища представлені в основному дуже міцними солянками із загальною мінералізацією 230–320 г/л. За класифікацією В.О. Суліна вони належать до хлоридно-кальцієвого типу, хлоридного натрій-кальцієвого складу. Для них характерний високий вміст мікроелементів. Зокрема вміст йоду в середньому складає 20 мг/л, а концентрація бромиду сягає понад 600 мг/л. Відносна сульфатність вод $rSO_4 \times 100 / rCl$, за винятком ямненської світи, є досить низькою і знаходиться в межах 0,01–0,06. Такий низький вміст сульфатів зумовлений повною закритістю структур та закінченням процесу десульфування. Відносна сульфатність вод ямненських відкладів має значення 0,24. Узагальнені характеристики гідрохімічних показників підземних вод наведені в таблиці.

В менілітових відкладах підземні води розкриті на глибинах від 1903 до 2800 м. Загальна концентрація солей знаходиться в межах 199–322 г/л. Ступінь метаморфізації вод змінюється від 0,77 (св. № 12. Битківський блок) до 0,91 (св. № 57, Пасічнянський блок) і в середньому становить 0,82. Хлор-бромний коефіцієнт знаходиться в межах 138–650 при середньому значенні 363. Відповідні значення хлор-бромного коефіцієнта за таких значень мінералізації,

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року можуть свідчити про седиментогенез із консервацією евапоритових розчинів на стадії початку осадження галіту [3].

Таблиця. Узагальнені характеристики гідрохімічних показників підземних вод Півського нафтового родовища

№з/п	Вік	Кількість проб	Мін, г/л	NH ₄ ⁺	Br ⁻	J	B ₂ O ₃	rNa/rCl	rCa/rMg	rSO ₄ *100 /rCl	Cl/Br	Тип води
1	P ₃ ml	9	264	135	565	21,5	50	0,83	4,79	0,05	363	ХК
2	P ₂ vg	3	277	188	323	13,8	133	0,76	6,98	0,02	534	ХК
3	P ₂ mn	2	233	0	257	19		0,83	13,94	0,01	557	ХК
4	P ₂ bs	3	267	202	545	13,7	220	0,76	6,92	0,06	416	ХК
5	P ₂ jm	1	294	410	1612	18,5	150	0,69	4,9	0,24	113	ХК

Максимальна концентрація бром у кількості 1385 мг/л була виявлена у воді, відібраній з свердловини № 12 з глибини 1900 м. Концентрація йоду знаходиться в межах 12-29 мг/л. Вміст амонію становить 250–366 мг/л. Відповідно до наявних характеристик сольового складу пластових вод, водоносні горизонти менілітових відкладів знаходяться у квазізастійному гідродинамічному режимі і є сприятливими для збереження вуглеводневих покладів. Деякі відмінності у мінеральному складі пластових вод менілітових відкладів є наслідком неоднорідності гідрогеологічних умов у різних блоках родовища.

Підземні води вигодської світи еоцену представлені також дуже міцними солянками хлоридно-кальцієвого типу із середньою мінералізацією 277 г/л. Від менілітових солянок вони відрізняються вищим значенням коефіцієнту метаморфізації, який знаходиться у межах значень від 0,75 (св. № 6, Бабченський блок) до 0,78 (св. № 2, Битківський блок) і підвищеним вмістом кальцію, що, очевидно, пов'язано із літологічною особливістю порід світи. Хлор-бромне відношення знаходиться в межах 429–590, а середнє значення відносної сульфатності – 0,02. Середній вміст амонію становить 188 мг/л, йоду – 14 мг/л.

Підземні води манявських відкладів розкриті в інтервалі глибин 2613–2770 м. За сольовим складом це дуже міцні солянки хлоридного натрій-кальцієвого складу. Від вище описаних вони відрізняються лише пониженим вмістом бром у з майже нульовим вмістом сульфатів.

У відкладах бистрицької світи також містяться солянки високої концентрації. Ступінь їх метаморфізації знаходиться в межах значень 0,74-0,77. Відносна сульфатність є мізерною і складає 0,01 –0,02. Хлор-бромне відношення в середньому є близьким до такого для вод нормального моря і становить 412. Концентрація бром у у солянках досягає 1018 мг/л. Вміст йоду коливається від 4 до 20 мг/л.

Пластові води ямненських відкладів випробувані лише однією свердловиною на глибині 2250 м. Це дуже міцні солянки високого ступеня метаморфізації (rNa/rCl = 0,69) із високим вмістом хлоридів кальцію та

аномально високою концентрацією бромиду. Хлор-бромне відношення для цих солянок становить 113.

Як бачимо, загалом, пластові води палеогенових відкладів Пнівського родовища можна охарактеризувати як однотипні дуже міцні солянки хлоридно-кальцієвого типу. Для водоносних горизонтів олігоцену та горизонтів вигодської і манявської світ вони є досить подібними за параметрами мінерального складу. Натомість для солянок бистрицької і ямненської світ характерні вища ступінь метаморфізації вод і нижчі значення хлор-бромного відношення. Специфікою пластових водах ямненських відкладів є аномальні концентрації бромиду.

Список використаних джерел: 1. Атлас родовищ нафти і газу України : у 6 т. / Гол. ред. М. М. Іванюта. – Л., 1998. – Т. 4–5 : Західний нафтогазоносний регіон. 2. Орлов А.А. Аномально пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. / Львів: Вища школа. – 1980. – 178 с. 3. Carpenter A. B. Origin and chemical evolution of brines in sedimentary basins / In: Johnson, K. S., and Russell, J. A., eds., Thirteenth Annual Forum on the Geology of Industrial Minerals: Oklahoma Geological Survey Circular 1978, 79, p. 60–77.

ПРОБЛЕМИ ГІГІЄНИЧНОЇ РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

В.М. Прибилова, к.геол.н., доцент,
Д.М. Прибилов, бакалавр,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Проаналізовано основні проблеми гігієнічної регламентації якості питної води. Для оцінки ступеня ризику окремих факторів довкілля на здоров'я людини, розглядаються гігієнічні нормативи питної води, як один із інструментів управління якістю навколишнього середовища. Розглянуто основні існуючі підходи в регламентації показників якості питної води, а також можливі шляхи вдосконалення якості води в Україні.

Ключові слова: *якість води, здоров'я населення, хімічні компоненти, гігієнічна регламентація, навколишнє середовище, гранично допустимі концентрації.*

Проблеми збереження та зміцнення здоров'я населення в сучасних умовах посилення техногенного навантаження на екологічну систему набувають особливої актуальності. На формування здоров'я населення впливає ціла низка біологічних, соціально-економічних, антропогенних, природно-кліматичних та інших факторів, а захворюваність населення є явищем, що виникає і має свої особливості в різних регіонах та групах населення. До найважливіших чинників, що характеризують санітарно-епідеміологічне благополуччя, належить забезпечення населення якісною питною водою.

Вплив якості води на здоров'я людини було відзначено ще в глибоку давнину. Ще до відкриття існування хвороботворних мікроорганізмів з водним фактором пов'язували епідемії заразних кишкових захворювань, а після робіт

Пастера, Коха та інших вчених, стало відомо епідеміологічне значення води в поширенні багатьох інфекційних захворювань.

На сьогоднішній день загально визнаним є той факт, що вода - один з центральних факторів формування здоров'я населення. Це означає, що підвищення в порівнянні з фоновим вмісту хімічних компонентів і їх з'єднань сприяє збільшенню частоти захворювань, вже поширених серед населення, що мешкає на досліджуваній території. Згідно з методикою комплексної оцінки впливу навколишнього середовища на здоров'я, питна вода розглядається, з одного боку, як компонент середовища, який в найбільшому ступені характеризує геохімічні особливості місцевості, а з іншого – як компонент середовища, який безпосередньо впливає на організм людини

Велику увагу вчені звертають і на хімічний склад води, як можливу причину захворювань неінфекційної природи. Загально відомо, що питні мінеральні води, вплив яких на організм людини доведено практикою, являють собою «ліки» широкого спектру дії (зазвичай в довідці призначень до мінеральної води пропонується список з захворювань, які вона лікує). Тобто мінеральні води, які вживаються короткочасно, зазвичай позитивно впливають на всі функції організму. Слід припустити, що аналогічний вплив чинить на організм вода, яка вживається для питних цілей протягом усього життя.

У ряді випадків наявність у воді тих чи інших мікроелементів привернула до себе увагу як можлива причина масових захворювань неінфекційної природи. Підвищена або знижена кількість мікроелемента, що надходить в організм людини здатна порушувати нормальний перебіг фізіологічних процесів і призводить до виникнення патологічних станів - мікроелементози. Стабільність хімічного складу організму є одним з найважливіших і обов'язкових умов його нормального функціонування. Добре відомо, що відхилення в надходженні в організм макро- і мікроелементів, порушення їх співвідношень в раціоні безпосередньо позначаються на діяльності організму, можуть знижувати або підвищувати його опірність, а отже, і здатність його адаптації до навколишніх умов.

Для оцінки ступеня ризику окремих факторів навколишнього середовища, включаючи питну воду, на здоров'я людини, єдиним критерієм є гігієнічні нормативи, які сьогодні розглядається як один із інструментів управління якістю навколишнього середовища. І сьогодні вдосконалення нормування параметрів води йде шляхом попередження ризиків несприятливого (потенційно негативного) впливу компонентів питної води на здоров'я людини – на сучасному етапі воно передбачає відповідальність, порівнянну з новими технічними реаліями, застосування яких задано діяльністю людини.

При високій забезпеченості населення водою, понад 20% проб води в джерелах питного водопостачання (тобто кожна 5-а проба) не відповідають встановленим гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними та близько 10% (кожна 10-а проба) - за санітарно-мікробіологічними показниками. При порівнянні даних 2014-2022 років з показниками 1983 р., погіршення якості води в централізованих системах водопостачання, за розрахунковими оцінками, становило приблизно 2-2,5 рази. Що стосується порівняння із зарубіжною

практикою, то, наприклад, на півдні Англії, із щорічно проведених більш ніж 100 тис. аналізів за 70 основними показниками, невідповідність стандартам якості води зазначалася в ті ж самі роки, лише в 0,01% з них, тобто відмінності з Україною становлять десятки разів.

Проблеми гігієнічної безпеки водокористування населення регіонів України обумовлені сьогодні антропогенним забрудненням джерел водопостачання, недостатньою санітарною надійністю систем водопостачання, дефіцитом доброякісних питних вод і мають глобальний характер. Споживання населенням недоброякісної питної води, її нестача значною мірою визначають соматичну та інфекційну захворюваність у країні та, як наслідок, відставання України від розвинених країн за якістю та тривалістю життя. Не вирішеною залишається проблема корекції природного складу питної води за вмістом нормованих мікроелементів через регіональні природні особливості джерел водопостачання, що впливають на здоров'я населення.

Одним із головних та важливих питань гігієни питного водопостачання є обґрунтований вибір та технічна ефективність споруд водопідготовки. Якість питної води багато в чому визначається якістю води джерела водопостачання, здатністю джерела зберігати сталість якості води та достатність дебіту для забезпечення проекрованої або експлуатованої системи централізованого питного водопостачання.

Забезпечення санітарної надійності системи питного водопостачання можливе лише за умов обов'язкового дотримання правил організації зон санітарної охорони вододжерела та спеціального режиму господарської та іншої діяльності. При правильній розробці проектів зон санітарної охорони та реалізації заходів, що закладені у цих проектах, можна значною мірою запобігти як хімічному, так і біологічному забрудненню вододжерел, а в ряді випадків домогтися поліпшення якості води.

Наступною важливою ланкою у системі питного водопостачання є водопідготовка, яка багато в чому гарантує забезпечення санітарної надійності питного водокористування та епідемічної безпеки питної води. У сучасних умовах не всі організації здатні застосувати на практиці сучасні методи водоочищення та водотранспортування. Разом з тим, розвиток технології водопідготовки дозволяє, поряд з традиційними, застосовувати методи доочищення води, що дозволяють приводити у відповідність гігієнічним вимогам практично будь-яку воду, що спрощує питання вибору способу водоочищення та значною мірою робить його більш економічно вигідним.

Найважливішим складовим елементом у забезпеченні гігієнічних вимог до організації питного водопостачання є лабораторний контроль у місцях водозабору, перед надходженням у розподільчу мережу, а також у точках водорозбору зовнішньої та внутрішньої водопровідної мережі. Тільки за правильної організації лабораторного контролю, можна отримати достовірні результати, правильно оцінити санітарно-епідеміологічну ситуацію та прийняти правильні управлінські рішення, створені задля поліпшення чи збереження якості питної води.

У водних об'єктах нині виявляється до 2000 речовин, ВООЗ рекомендує контролю більше 100 показників. При складанні робочої програми виробничого контролю над якістю питної води, мають бути повністю враховані регіональні особливості її хімічного складу. Регламентація якості питної води - це складний процес, що постійно розвивається і тісно пов'язаний з досягненнями науково-технічного прогресу. Становлення нормування (регламентації) якості питної води – тривалий історичний процес накопичення фактів, їх узагальнення та інтерпретації з використанням досягнень суміжних наук на відповідному етапі їх розвитку. Існуюче тисячоліття тому розуміння важливості якості та складу води для здоров'я людини, про що свідчать численні історичні документи, народний епос і навіть художня література, постійно вдосконалюється. В середині ХІХ століття відбувся перехід від «якісних» характеристик води до «кількісних» – на основі встановлених конкретних причинно-наслідкових зв'язків між якістю води та здоров'ям. На Брюссельському гігієнічному конгресі в 1853 р. вперше було прийнято «граничні величини», кількісні показники нешкідливості води вододжерел, що використовуються для водопостачання населення. Вдосконалення нормування показників якості питної води і сьогодні йде шляхом попередження несприятливого (потенційно негативного) впливу компонентів питної води на здоров'я людини, і на сучасному етапі воно передбачає відповідальність, порівнянну з новими технічними реаліями, застосування яких задано діяльністю людини.

Об'єктом гігієнічної регламентації є питна вода, а підходи, що використовуються при її проведенні, можна умовно розділити на фізіолого-гігієнічні, еколого-гігієнічні та санітарно-гігієнічні. "Умовно" - оскільки основним завданням регламентів є мінімізація ризиків споживання води для людини. В основі переважної більшості регламентів якості питної води в даний час покладено науково обґрунтовані для окремих компонентів води гранично допустимі концентрації (ГДК або відповідні їм позначення аналогічних значень – «параметрична величина», MCL та ін.). Прийняття рішень про величину ГДК зазвичай проводять за результатами експериментальних досліджень, аналізу статистичних даних і матеріалів вивчення вже наявних нормативів і рекомендацій для оцінки якості питної води, а також за матеріалами натурних та епідеміологічних досліджень. Методичну схему обґрунтування гранично допустимих концентрацій токсичних (отруйних) речовин у воді вперше було розроблено вітчизняними вченими; вона ж, з уточненнями, продиктованими сучасним рівнем розвитку наукових знань, використовується для нормування параметрів якості води й у наш час. Але на сьогодні необхідно застосовувати фізіолого-гігієнічну регламентацію показників якості питної води, яка розуміється як вивчення та встановлення не тільки гранично допустимих, але й мінімально необхідних для здоров'я людини концентрацій окремих компонентів питної води, а також деяких інших її характеристик, та їх відповідності фізіологічним потребам організму в даний конкретний період часу.

В найближчому майбутньому гігієнічна регламентація якості питної води, спрямована на зниження ризиків споживання води для людини і заснована на даних фізіолого-гігієнічних і епідеміологічних, еколого-гігієнічних досліджень, безсумнівно, буде вдосконалюватися як у всьому світі, так і в Україні. При цьому не менш важливо, щоб відповідальність за здоров'я споживачів питної води, теоретично покладається на Міністерство охорони здоров'я, насправді стала і в нашій країні пріоритетним завданням всіх, тим чи іншим чином причетних до забезпечення населення питною водою. Повинен бути передбачений комплекс взаємопов'язаних заходів, що здійснюються органами державної влади та органами місцевого самоврядування, організаціями промисловості, фінансового сектора, науковими організаціями та спрямованих на безперервне забезпечення населення України доброякісною водою. Підвищення якості питної води можливо досягти шляхом комплексного вирішення низки завдань, з яких основними є розробка нових сучасних технологій водоочищення і максимальна гармонізація національної нормативної бази, яка регламентує якість питної води, і відповідних стандартів розвинених країн, зокрема ЄС, і рекомендації ВООЗ.

Список використаних джерел: 1. Вступ до медичної геології / За редакцією Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К.: Вид-во «Академпрес», 2010. – Т1. – 736 с.; 2. Вступ до медичної геології / За редакцією Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К.: Вид-во «Академпрес», 2010. – Т2. – 448 с.; 3. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні / В.О. Прокопов, О.В. Зоріна, С.В. Гуленко [та ін.] // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду гігієністів України. 20-21 вересня 2012 року (Львів). – Львів: Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. – С. 299-302; 4. Грищенко С.В. Територіальні закономірності техногенного забруднення навколишнього середовища в Україні / С.В. Грищенко, І.М. Нагорний, Р.С. Свестун // Вісник гігієни та епідеміології. – 2009. – Т.13, № 2. – С.243 – 248.; 5. Національна доповідь про стан нав-колишнього природного середовища в Україні у 2012 році. – К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 450 с.; 6. Прибилова В.М. Хімічний склад підземних вод Харківської області як фактор ризику для здоров'я населення. Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна Серія «Геологія-Географія-Екологія», 2017 Випуск 45, стр.103-118; 8. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2т. / за ред.. Е.А. Ставицького, Г.І. , Г.І. Рудька, Є.О. Яковлева. –Чернівці: Букрек, 2011. – Т. 1. – 348 с.; 8. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2т. / за ред.. Е.А. Ставицького, Г.І. , Г.І. Рудька, Є.О.; 9. Шестопалов В.М., Овчиннікова Н.Б. Дослідження рівноважного стану води та проблема впливу питної мінеральної води на здоров'я людини. Інститут геологічних наук НАН України Геол. журн. 2017. № 1 (358), стр. 23-36.; 10. Desalination for Safe Water Supply. Guidance for the Health and Environmental Aspects Applicable to Desalination. – Geneva: WHO, Public Health and the Environment, 2007. ; 173p.; 9.Guidelines for Drinking-Water Quality /Third Edition Incorporating the 1-st and 2-nd Addenda. – Vol.1. Recommendations. – WHO: Geneva, Switzerland, 2008.; 11. Nutrients in Drinking Water. – Geneva: WHO, 2005. – 186p.; 12. Water in a Changing World. / The United Nations World Water Development. Report 3 (WWDR 3). – Paris: UNESCO, 2009, 350p.

ВАЖКІ МЕТАЛИ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

В.М. Прибилова, к.геол.н., доцент,

О.В. Чуєнко, зав. лаб.,

В.О. Петік, к.техн.н., доцент,

кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Розглянуто питання якості питної води і вивчення впливу важких металів у підземних водах на стан навколишнього середовища. Проаналізовано можливі наслідки та вплив важких металів у підземних водах довкілля в цілому та організм людини зокрема. Зроблена обробка отриманих результатів хімічного аналізу води території Харківської області.

***Ключові слова:** підземні води, важкі метали, водозабори, якість води, мікрокомпоненти, забруднення навколишнього середовища, техногенні джерела забруднення.*

Зростання антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, яке пов'язано з ростом кількості несприятливих природно-антропогенних процесів, є на сьогодні характерною рисою сучасного стану розвитку людства. Взаємодія суспільства і навколишнього природного середовища стає все більш інтенсивною і різноманітнішою. Крім забруднення навколишнього природного середовища, в результаті впливу на довкілля як природних, так і антропогенних факторів спричиняється порушення стану природних компонентів. Такі порушення становлять загрозу для життєдіяльності населення та викликають суттєве погіршення екологічної ситуації. За таких умов особливої актуальності набуває раціональне використання та охорона природних ресурсів, в тому числі водних.

Забруднення навколишнього середовища – це не локальний процес, це процес у який втягнуті всі складові природного середовища – атмосфера, біосфера, ґрунти, поверхневі та підземні води та таке інше. Як слідство техногенні компоненти знайдені не тільки у верхніх, слабо захищених водоносних горизонтах, але й в більш глибоких частинах підземного басейну.

Найбільш актуальним та перспективним джерелом питного водопостачання є підземні води. Переваги підземних вод над поверхневими ми спостерігаємо вочевидь. Вони не потребують дорогих та складних систем очистки, для них характерна висока фізико-хімічна та бактеріологічна стабільність. Але вже зараз гостро стоїть питання забруднення підземних вод важкими металами. Це забруднення на сьогодні займає одне з головних місць серед забруднюючих природне середовище речовин. Важкі метали в людському організмі накопичуються в печінці, нирках, кістковій системі, впливають на нервову систему та репродуктивну функцію, здатні викликати віддалені ефекти, які можуть виявлятися в ураженнях серцево-судинної системи. Ряд важких металів мають канцерогенну дію. Важкі метали – це в основному політропні отрути, які з відносно невеликою вибірковістю накопичуються в різних органах та тканинах, дають широкий спектр

патологічних симптомів. Особливо небезпечним є їх потрапляння в організм на ранніх стадіях онтогенезу (дитячий організм). Несприятливий вплив на дитячий організм мають ртуть, свинець, миш'як, марганець. У роботах, присвячених проблемам забруднення навколишнього природного середовища та екологічного моніторингу, на сьогоднішній день до важких металів відносять понад 40 металів періодичної системи Д.І. Менделєєва з атомною масою понад 50 атомних одиниць: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb та ін. При цьому важливу роль у категоруванні важких металів відіграють такі умови: їхня висока токсичність для живих організмів у відносно низьких концентраціях, а також здатність до біоаккумуляції та біомагніфікації. Практично всі метали, які під це визначення, беруть активну участь у біологічних процесах, входять до складу багатьох ферментів організму людини. За класифікацією Н. Реймерса, важкими слід вважати метали щільністю понад 8 г/см^3 . Таким чином, до важких металів відносяться Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg.

З важких металів найбільше з усіх впливають негативно на навколишнє середовище - цинк, свинець, кадмій та мідь. Ці важкі метали найчастіше зустрічаються у підземних водах. Їх накопичення має місце там, де вони інтенсивно забруднюють зовнішнє природне середовище (грунти, атмосферу, поверхневі води). Поблизу антропогенних джерел у підземних водах часто зустрічаються залізо, хром, ртуть. Важкі метали, що містяться у підземних водах у катіонній формі, зазвичай гарно сорбуються, тому, ореоли забруднення важкими металами підземних вод, обумовлені впливом локальних джерел та в цілому носять обмежені розміри. Важкі метали відносяться до стійких забруднюючих речовин, оскільки вони слабо розпадаються у природних умовах.

У харківському регіоні підземні води є додатковим джерелом питного водопостачання для населення. Централізовані водозабори підземних вод питного призначення організовані у всіх районних центрах та великих містах Харківської області у 70-80pp. Свердловинами експлуатуються водоносні горизонти верхньокрейдяних, сеноман-нижньокрейдяних і палеогенових відкладів із сумарним дебітом 2,0-6,0 тис. $\text{м}^3/\text{добу}$. Водозабори розташовані, як правило, у долинах великих річок; за тривалий період експлуатації встановився гідравлічний зв'язок підземних вод та річкових вод, які зазвичай сильно забруднені токсичними речовинами.

Не дивлячись на відносно високу захищеність (у порівнянні з поверхневими водами) від забруднення, у мікрокомпонентному складі води централізованих водозаборів харківської області, крім бромю виявлено речовини 1-го та 2-го класу небезпеки, що з вмістом перевищує ГДК. Основними забруднюючими речовинами у воді водозабірних свердловин, що мають вміст вище ГДК є: 1-й клас – талій, ртуть; 2-й клас – кадмій, свинець, миш'як, алюміній, бром, барій; 3-й клас - залізо, магній, сульфати, хлориди, солі кальцію та магнію, натрій.

У водозаборах Чугуєва, Зміїва, Ізюма, Краснограда, Люботина, Мерефи, Нової Водологи на рівні ГДК виявлено талій. Ртуть є у воді обмеженої кількості свердловин (Люботин, Дворічна, Первомайськ, Зачепилівка); кадмій в окремих

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року
свердловинах Чугуєва, Краснограда, Шевченкового. Практично у всіх водах підвищено вміст свинцю, алюмінію, миш'яку. У свердловинах з високою мінералізацією води міститься бром до 2-2,5 мг/дм³ (близько 10 ГДК).

Тому при вивченні змін гідрогеохімічної обстановки харківського регіону слід особливу увагу приділяти важким металам, так як існує небезпека погіршення якості підземних вод у наслідок їх подальшого надходження у підземний басейн. Оскільки підземні води харківського регіону є альтернативним джерелом питної води для населення, зміна гідрогеохімічної обстановки приведе до негативного впливу на здоров'я населення. Іони металів відіграють позитивну роль у фізіології людини, але при високих концентраціях стають токсичними та призводять до різних фізіологічних порушень, у тому числі і на генетичному рівні.

Техногенне забруднення навколишнього середовища і підземних вод у тому числі, має тенденцію до зростання у часі. Тому давати кількісну оцінку надходження важких металів у підземні води, порівнювати їх вміст з ГДК та іншими нормативами, розглядати їх вплив на здоров'я людини недостатньо. Це не дає нам повної уяви про дійсний вплив мікроелементів на стан природного середовища. Необхідно у комплексі з цими дослідженнями вивчати форми надходження важких металів у водоносні горизонти, їх взаємодію з іншими компонентами підземної гідросфери, а також враховувати вплив геологічних, гідрогеологічних умов місцевості. Тому вивчення важких металів у підземних водах повинно бути складовою частиною загальної програми по охороні природного середовища у цілому і має вирішуватися комплексно.

Список використаних джерел: 1 Водне господарство України. / За редакцією А.В. Яцика, В.М. Хорєва – К.: Вид-во «Генеза», 2000. - 455 с.; 2. Грищенко С.В. Територіальні закономірності техногенного забруднення навколишнього середовища в Україні / С.В. Грищенко, І.М. Нагорний, Р.С. Свестун // Вісник гігієни та епідеміології. – 2009. – Т.13, № 2. – С.243 – 248.; 3. Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України [Текст]/ за ред. проф. Г.І. Рудька. – К. – Чернівці: Букрек, 2015. – 724 с. 4 Прибилова В.М. Вплив техногенних факторів на геологічне середовище харківського регіону / В.М. Прибилова, І.І. Тищенко, І.К. Решетов // Проблеми прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій природного, природно-техногенного та техногенного походження. Одеса, 02-06 червня 2008 р. – Одеса, 2008. С. 125-128; 5. Прибилова В.М. Несприятливі фактори навколишнього середовища та оцінка ризику здоров'я населення / Прибилова В.М. // Вісник харківського національного університету ім. В.Н.Каразіна: Геологія-географія-екологія. – 2009. - №864.– С. 221-224.; 6. Прибилова В.М. Потенційний ризик здоров'я населення від забруднення водних об'єктів Харківської області. // Вісник харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Геологія-географія-екологія. – 2011. - № 986.– С.230-237.

ПОШУК ПАСТОК ВУГЛЕВОДНІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КАРТ ТОВЩИН З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

І.М. Самчук, к.геол.н., доцент,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У тезах представлено алгоритм і концепцію використання штучного інтелекту для автоматизованого виділення потенційних пасток вуглеводнів на основі аналізу карт товщин, отриманих за даними сейсмозрозвідки. Застосування методів машинного навчання дозволяє підвищити точність і швидкість інтерпретації геофізичних матеріалів.

Ключові слова: пастки вуглеводнів, штучний інтелект, картування товщин, сейсмозрозвідка, ДДЗ.

Вступ. Нафтогазова галузь України сьогодні знаходиться на етапі, коли необхідно не лише інтенсифікувати розвідку нових родовищ, але й переосмислити існуючі підходи до інтерпретації геолого-геофізичних даних. Одним із ключових регіонів, де зосереджено значні перспективи, є Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ), що історично забезпечувала найбільшу частку видобутку вуглеводнів на території країни.

Проте геологічна складність цього регіону, значні глибини залягання перспективних горизонтів та наявність як склепінчастих, так і неспівставних пасток наразі з традиційними, вимагає переходу до нових методологій. Досвід попередніх десятиліть показав, що значна частина успіхів у відкритті родовищ не пов'язана з класичними антиклінальними структурами. Зростає значення літологічно-екранованих і тектонічно-обумовлених пасток, які не мають чіткого відображення на традиційних структурних картах.

Раніше автором було запропоновано метод побудови похідних карт товщин (зокрема карт нахилів та співвідношення H/h), які дозволяють виявляти перспективні об'єкти в межах таких пасток. Ці підходи засновані на аналізі геометричних характеристик сейсмічних відбивальних горизонтів, а саме – на зміні ухилів, кривизни та товщин між горизонтами, що не мають стратиграфічного неузгодження.

У контексті сучасного розвитку цифрових технологій особливої актуальності набуває поєднання геофізичного аналізу з інструментами штучного інтелекту. Використання алгоритмів машинного навчання відкриває нові можливості для автоматизації пошуку пасток, обробки великих обсягів даних і підвищення достовірності прогнозів.

Метою даної роботи є обґрунтування підходу, що поєднує картографічний аналіз товщин із використанням методів глибокого навчання для ідентифікації потенційних пасток вуглеводнів у складнобудованих геологічних умовах.

Попередній метод. Основою слугувала побудова карт ухилів горизонтів та похідних структур (наприклад, H/h – відношення істинної до удаваної товщини). У зонах з виразними відмінностями кривизни і ухилів було виявлено потенційні пастки, як склепінневого, так і літологічно-екранованого типу. Такі методи було апробовано, зокрема, на ділянці Кобзівського ГКР.

Штучний інтелект у пошуках пасток. У сучасній науковій літературі представлено широкий спектр підходів до автоматизованого виявлення пасток вуглеводнів із використанням методів штучного інтелекту. Ці методи активно розвиваються у відповідь на потребу в пришвидшеному аналізі великих обсягів сейсмічних даних і зниженні людського фактору при інтерпретації. Найбільш ефективними виявилися моделі глибокого навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), які здатні виявляти просторові закономірності в складних геофізичних полях.

Дослідження Farfour M. (2024) [2] демонструє приклад успішної інтеграції сейсмічних атрибутів із CNN для ідентифікації зон міграції вуглеводнів. Зокрема, модель виявляла дрібні розривні порушення (розломи) в сейсмічних об'ємах, що можуть слугувати як каналами міграції, так і бар'єрами, формуючи тектонічно екрановані пастки. Автори поєднували геофізичні атрибути (амплітуди, фази, спектральні компоненти) в єдиний вектор ознак, що подавався на вхід CNN.

В іншій роботі, опублікованій у *Scientific Reports* (2025) [3], розглянуто робочий процес для розпізнавання аномалій у середовищі з низькими амплітудними контрастами. Тут було застосовано поєднання спектральної декомпозиції та машинного навчання для класифікації зон, насичених газом, при слабкому сейсмічному відгуку. Результати показали високу точність моделі у виявленні газових покладів класу AVO-II.

Івлєв (2024) [4] у своєму дослідженні застосовував ансамблеві алгоритми машинного навчання (Random Forest, Gradient Boosting) до обробки 3D-сейсмічних даних у поєднанні з результатами випробувань свердловин. Автор наголошує на необхідності попередньої обробки: нормалізації, відборі ключових атрибутів та створенні надійного навчального набору. Саме точна кореляція геофізичних ознак із фактичними покладами дозволяє побудувати предиктивну модель для нових ділянок.

На основі зазначених підходів, запропоновано власну методику – інтерпретацію карт товщин (зокрема похідних відношень N/h та кривизні структурних поверхонь) у вигляді зображень (heatmaps), які можуть бути подані на вхід згортковій нейронній мережі. Такі «геофізичні портрети» дозволяють машині навчатися на прикладах відомих пасток і розпізнавати подібні форми в інших регіонах. Крім того, можлива подальша кластеризація виявлених аномалій за типом пастки (склепінчаста, екранована, літологічна).

Загалом, використання штучного інтелекту в поєднанні з геологічною експертизою дозволяє суттєво підвищити ефективність пошукових робіт у нафтогазоносних басейнах, зокрема в таких складно побудованих регіонах, як Дніпровсько-Донецька западина.

Реалізація. В основі реалізації запропонованого підходу лежить поєднання класичних геофізичних методів інтерпретації з інструментами глибокого навчання. Основним вхідним матеріалом слугують карти істинної та удаваної товщин геологічних горизонтів, побудовані за результатами сейсмічної розвідки. Особливу цінність для аналізу мають похідні карти – зокрема, карта

нахилів структурної поверхні та карта співвідношення N/h , яка раніше була апробована автором на прикладі Кобзівського родовища [1].

Ці карти трансформуються у формат растрових зображень, які можуть бути подані як вхід до згорткових нейронних мереж (CNN). Такий підхід забезпечує збереження просторової структури даних та дозволяє моделі навчатися розпізнавати характерні ознаки пасток у топології структур. Перед обробкою дані нормалізуються, а також виконується сегментація досліджуваної території на окремі вікна (patches), що дозволяє збільшити обсяг навчального набору.

Для формування навчальної вибірки використовуються ділянки з відомими результатами буріння, де підтверджено нафтогазоносність. Такі ділянки маркуються як позитивні приклади. Інші зони, де пастки відсутні або були негативні результати розвідки, використовуються як негативні приклади. Таким чином створюється збалансована вибірка для тренування класифікаційної моделі.

Після навчання модель тестується на нових ділянках, де результати буріння ще невідомі. CNN аналізує вхідні геофізичні карти та позначає ділянки з високою ймовірністю наявності пасток. Результати виводяться у вигляді карт, що дозволяє візуально ідентифікувати найбільш перспективні зони.

Задля підвищення точності результатів у майбутньому планується інтегрувати додаткові шари інформації: карти глинистості, пористості, структурного тиску та температурного режиму. Це дозволить формувати багатоканальні зображення, які глибше відображають геологічну ситуацію і покращують навчання моделі.

Окремим напрямом може стати реалізація моделі в інтерактивному інтерфейсі (наприклад, у вигляді GIS-додатку), де геологи зможуть вводити нові карти та отримувати ймовірні зони пасток автоматично.

Таким чином, запропонований підхід дозволяє систематизувати і масштабувати досвід інтерпретації геофізичних даних, прискорити і здешевити процес пошуку нових родовищ, особливо в складних регіонах, де традиційні методи дають обмежені результати.

Висновки. Інтеграція методів аналізу карт товщин із сучасними алгоритмами штучного інтелекту відкриває нові перспективи в пошуку пасток вуглеводнів. Запропонована методика дозволяє швидко і достовірно локалізувати потенційні об'єкти, що потребують подальшого буріння та геологічної перевірки.

Список використаних джерел: 1. Самчук І.М. Новий спосіб виділення тектонічно та літологічно екранованих пасток // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2016. – № 2(41). – С. 7–12. 2. Farfour M., Hedjam R., Foster D., Gaci S. Machine learning and geophysical attributes for prospect generation and evaluation: An offshore Australia example // arXiv:2410.21960, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.21960> 3. Machine learning and AVO Class II: A workflow for hydrocarbon detection // Nature Scientific Reports, 2025. 4. Ivlev D. Prediction of gas traps using 3D seismic and well test data with machine learning // arXiv:2401.12717, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.12717>

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ

В.А. Соколов, к.техн.н., доцент,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Інженерні вишукування в межах щільної забудови і для реконструкції мають ряд специфічних особливостей. Це обумовлено, насамперед, техногенним впливом на геологічне середовище. Пропонується аналіз факторів, які визначають додаткові вимоги до виконання інженерно-геологічних вишукувань.

Ключові слова: геологічне середовище, природно-техногенні умови, інженерно-геологічні вишукування.

В теперішній час в Україні головний обсяг будівництва виконується в межах щільної забудови міських агломерацій. Забудовуються усі вільні ділянки зі складними інженерно-геологічними умовами, з максимальним використанням підземного простору. Зросла питома вага реконструкцій існуючих будівель, споруд в загальному обсязі будівництва. Таким чином, будівництво відбувається в умовах, коли на природне геологічне середовище вже здійснено значний техногенний вплив (статичне і динамічне навантаження, замочування ґрунтів водою та розчинами, термічний вплив). В зв'язку з цим, методика і технологія інженерно-геологічних вишукувань для нового будівництва в межах щільної міської забудови і для реконструкції існуючих споруд мають значні специфічні особливості. Ці особливості обумовлені:

- інженерно-геологічними умовами, які склались в результаті значних техногенних впливів на ґрунти;
- необхідність забезпечити безпеку експлуатації існуючих будівель і споруд;
- специфічними умовами, які склались при інженерній підготовці території (підсіпка, намив ущільнення або заміна ґрунтів);
- різноманіттю призначень та видів реконструкції вже існуючих будівель.

На виконання інженерно-геологічних вишукувань та територіях міських агломерацій мають вплив наступні фактори і вимоги:

- обмежені умови виконання вишукувальних робіт, обумовлені значною щільністю забудови, наявністю руху транспортних засобів та інше;
- обмеження доступності до точок проведення польових вишукувальних робіт;
- обмеження, пов'язані з вимогами по техніці безпеки, з режимом праці діючого підприємства (неможливість зупинки технологічного процесу та інше);
- необхідністю виконання робіт всередині будівель, цехів, підвалів в умовах слабкого освітлювання, загазованості, обмеження простору для виконання вишукувань;

- необхідність оцінки складу і стану ґрунтів під фундаментами існуючих споруд і технологічного обладнання при відсутності технічної можливості відбору зразків ґрунта для лабораторних досліджень;
- пошук джерел замочування ґрунтів із комунікацій (в тому разі забруднення технологічними и розчинами);
- необхідність вимірів і наступного моделювання вібродинамічних впливів або змінних навантажень;
- необхідність виконання масових вимірів і наступного моделювання температурних впливів на ґрунти основи (наприклад для реконструкції доменних печей або коксових батарей);
- необхідність вивчення і прогнозу властивостей ґрунтів штучного походження і змінених в умовах природного залягання.

В реальній обстановці можливі різні комбінації із перелічених факторів, умов і вимог, що створює велике різноманіття ситуацій, облік яких обов'язковий при вишукуваннях і проєктуванні.

В зв'язку з цим усі стадії технологічного ланцюжка вишукувань для будівництва в умовах щільної забудови і для реконструкції мають свої особливості, які відрізняють їх від вишукувань та вперше освоєваних територіях.

Так в технічному завданні на виконання вишукувань крім загальних відомостей, передбачених в діючих нормативних документах, повинні міститись:

- дані о прилеглих спорудах і їх технологічних процесах;
- відомості о наявності режимоутворюючих споруд (градирень, басейнів, дамб, підпірних стінок та ін.);
- дані об особливостях вантажного впливу до реконструкції (наявність динамічних або змінних статичних навантажень), зміни впливу на основу в процесі експлуатації, пов'язані з надбудовами зміною обладнання або технологічного процесу і інші;
- дані об особливостях експлуатації будівель і споруд, які можуть викликати зміни в природно-техногенних умовах, що склалися, надати вплив на прилеглі споруди, можливі джерела замочування ґрунтів, складу і кількості скидань для підприємства;
- дані о наявності деформацій і конструкцій прилеглих будинків і споруд, причиною яких можуть буди процеси в основі фундаментів;
- особливі вимоги до матеріалів вишукувань і забезпеченості отриманих результатів.

При зборі і аналізі наявного матеріалу і рекогносцирувального обстеження майданчика будівництва (реконструкції), дані об інженерно-геологічних умовах повинні бути доповнені наступними відомостями:

- взаємне розташування зданій і споруд та відстань між ними;
- о типі конструкцій фундаментів існуючих будівель;
- о замочуванні підвалів та інших заглиблених приміщень;
- джерелах блукаючих токів, наявності об'єктів з підвищеною вібрацією або з динамічними навантаженнями та інше;

- об історії забудови території з метою виявлення старих фундаментів, зон розповсюдження ущільнених ґрунтів та інше.
- о деформаціях будівель і споруд, порушені роботи мостових кранів точного обладнання та інше.

Виконання додаткових вимог дозволить одержати повну і достовірну інформацію о стані природно-техногенного геологічного середовища в умовах щільної міської забудови. Ця інформація, в свою чергу, обґрунтує прийняття необхідних проєктних рішень для забезпечення безпеки будівель і споруд, що будуються.

Список використаних джерел: 1. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. – К.; Мінрегіонбуд України, 2008 -72с. 2. М.Г. Демчишин Техногенні впливи на геологічне середовище території України -К.; УГННАН України, 2004. -156с. 3. В.А. Соколов. Аналіз факторів, що визначають специфіку, види та обсяги інженерно-геологічних вишукувань для реконструкції. //Вісник Харківського університету імені В.Н. Каразіна. -2007 -№753. с 30-34. 4. Соколов, В. А., & Удалов, И. В. (2017). Достовірна інформація про природно-техногенне геологічне середовище, як фактор зниження екологічних ризиків. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», (47), 206-210.

ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СВЕРДЛОВИНАХ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АВПТ

І.І. Тищенко, ст. викладач,
Л.Ю. Тищенко, студентка,
кафедра фундаментальної і прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Розглядається найважливіша проблема освоєння глибоких горизонтів, що пов'язано з розкриттям глибинної зони аномально високих пластових тисків (АВПД). Запропоновано комплекс методів дослідження свердловин для виявлення зон АВПД Дніпровсько-Донецькій западині, що сприяє оптимальному вибору буріння глибоких та надглибоких свердловин. Показано результати досліджень, що проводились для удосконалення методики прогнозування зон АВПТ.

Пошуки нафти і газу на великих глибинах пов'язані з великими труднощами. У процесі буріння глибоких і надглибоких свердловин збільшується можливість розкриття зон аномально високого пластового тиску (АВПТ) в осадових товщах, що значно ускладнює процес буріння, сповільнює темпи проводки свердловин, призводить до їх подорожчання, а іноді й до ліквідації за технічними причинами без виконання поставлених геологічних завдань. Прогнозування АВПТ має важливе значення для поліпшення якості розкриття пластів у процесі буріння. Практика показала, що у ході буріння свердловини цього можна досягти за допомогою досліджень не одним методом, а цілим комплексом геолого-геофізичних спостережень.

У зв'язку з відкриттям кількох десятків родовищ на великих глибинах в ДДЗ збільшилися перспективи глибоко залягаючих горизонтів.

Методика та результати дослідження. Зони АВПТ характеризуються підвищеними коефіцієнтами пористості порід у порівнянні з породами, залягаючими в зонах нормального гідростатичного тиску. Цей факт покладено до основи виявлення зон АВПТ по геофізичним методам дослідження свердловин. В якості об'єкту дослідження вибрані глинисті породи, так як:

а) в породах, не маючих жорсткого скелету, при підвищенні коефіцієнту пористості підвищується тиск флюїдів, заповнюючи пори (глинисті породи є «індикаторами» тиску флюїдів);

б) вони характеризуються постійним мінералогічним складом в значних інтервалах розрізу.

До цього часу оцінка та проектування АВПТ в Дніпровсько-Донецький западині проводилося за допомогою електрометрії. Як показують спостереження, застосування електрометрії в складних геологічних умовах ДДЗ не завжди дає позитивні результати. Виникають труднощі в визначенні ρ_p «чистих» аргілітів, в результаті часто невеликої їх товщі, поганих умов проведення досліджень, впливу зміни мінералізації пластових вод по розрізу, впливу геолого- тектонічних факторів та інш. Крім того, зустрічні різниці величин порових та пластових тисків не дозволяють по одному геофізичному методу правильно обирати щільність бурового розчину для успішної проводки свердловин. Тому виникла необхідність використання комплексу методів, здатного достовірно вирішити цю проблему.

Аналіз застосовності методів, включених в комплекс геофізичних досліджень нафтових та газових свердловин показав, що в умовах ДДЗ зони аномального високого тиску виділяються за допомогою: 1) акустичного; 2) гама-метода; 3) електрометрії; 4) ОПК і т.п.

Акустичний метод. Величина інтервального часу пробігу акустичних хвиль (Δt) визначається в прямо пропорційній залежності від коефіцієнту пористості порід (K_p), тобто $\Delta t = K_p (\Delta t_{ж} - \Delta t_{ск}) + \Delta t_{ск}$;

де $\Delta t_{ж}$ та $\Delta t_{ск}$ – інтервальні показники часу пробігу хвиль в рідині, яка збагачує породу та скелет породи. В однорідних глинистих породах при нормальному поровому тиску Δt із глибиною зменшується по експоненціальному закону в відповідності зі зміною K_p та залежність $\lg \Delta t^{гп} = f(H)$, буде представлена прямою лінією, яку ми домовилися називати «кривою нормально ущільнених глин». В зонах АВПТ, у зв'язку з підвищенням $K_p^{гп}$, $\Delta t^{гп}$ буде збільшуватися. Точка, в якій $\Delta t^{гп}$ підвищилась відходячи від «кривої нормально ущільнених глин» відноситься до кровлі зони АВПТ.

Побудова залежностей $\lg \Delta t^{гп} = f(H)$ та їхня інтерпретація набагато простіша, ніж інших геофізичних методів, так як на інтервальному часі пробігу акустичних хвиль не впливають вміщуючі породи, практично не впливає зміна мінералізації вод по розрізу, можна визначити Δt пластів із потужністю 1 та більш метрів, що дуже важливо при малій потужності «чистих» аргілітів.

Гама-метод. У відповідності з інтеграційною моделлю гама-метода

$$I_\gamma = C_\gamma (q_p G_p + q_r G_r)$$

де C_γ – еталоніровачна постійна; q_p, q_r – питомі радіоактивності порід в буровому розчині; G_p, G_r – геометричні фактори порід та бурового розчину. При виключенні впливу бурового розчину $I_\gamma = C_\gamma q_p G_p$. Враховуючи, що $q^{гл} = q_{ск} (1 - K_p^{гл})$, де $q_{ск}$ – питома радіоактивність скелета глиняних порід; $K_p^{гл}$ – коефіцієнт загальної пористості глиняних порід; інтенсивність гама випромінювання глиняних порід буде $I_\gamma^{гл} = C_\gamma G_p q_{ск} \cdot (1 - K_p^{гл})$; (припускається, що питома радіоактивність флюїдів глиняних порід буде незначною). Відповідно $I_\gamma^{гл}$ залежить від $K_p^{гл}$ і може бути використане для виявлення зон АВПТ.

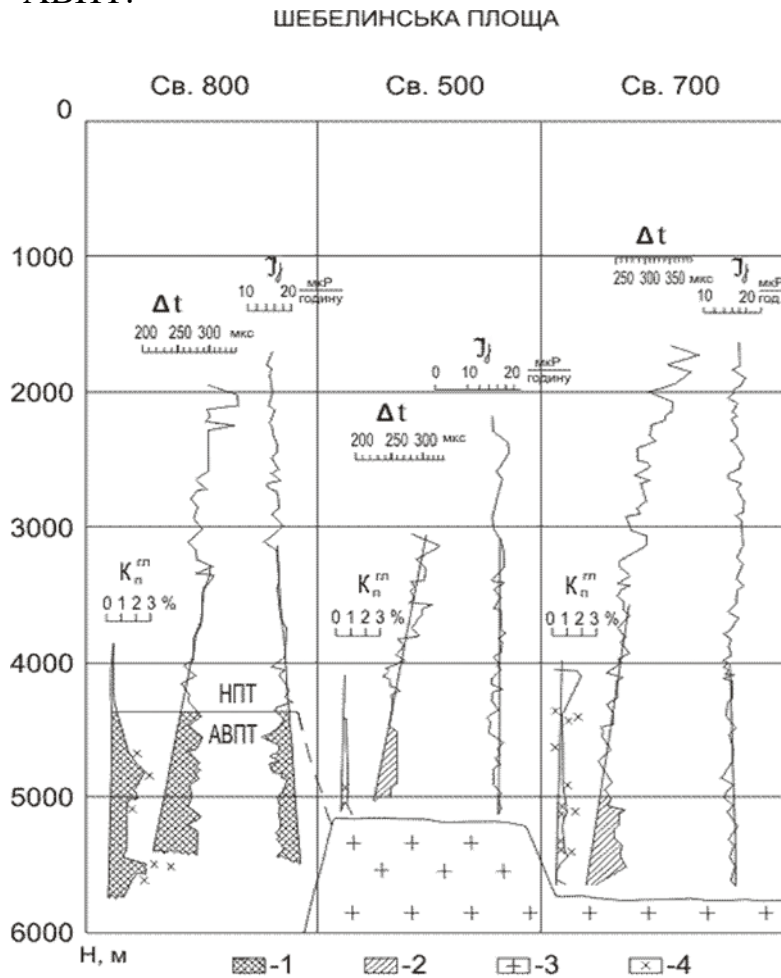


Рисунок 1 - Співставлення змін геофізичних параметрів та коефіцієнтів пористості глинистих порід у розрізі Шебелинської площі.

1. Аномалії ($K_n^m, \Delta t^n, J_\gamma^n$) = $f(H)$ у зоні АВПТ.
2. Аномалії $\Delta t^n = f(H)$, зумовлені по АВПТ.
3. Сіль, D.
4. Значення K_n^m , які були визначені по кернах.

Аналіз залежностей $I_\gamma^{гл} = f(H)$ по 27 свердловинам, розміщеним на 18 площинах ДДЗ показує, що природна гама-активність глиняних порід із глибиною збільшується, утворюючи «сходи» на $I_\gamma^{гл} = f(H)$, які в більшості випадків, підтверджуються даними електрометрії та акустичного метода.

У зонах АВПТ $I_\gamma^{гл}$ зменшується на 3-4 мкр/год відносно «кривої

нормально ущільнених глин». Оскільки залежність між $I_{\gamma}^{гл}$ і $K_{п}^{гл}$ лінійна, то побудова залежності інтенсивності гама випромінювання глиняних порід із глибиною, так же слід виконувати в полуграфічних координатах, тобто $lg I_{\gamma}^{гл} = f(H)$. Точка відходу залежності $lg I_{\gamma}^{гл} = f(H)$ від «кривої нормально ущільнених глин» відповідає покрівлі зон АВПТ. Слід відмітити, що при сьогоднішній погрішності реєстрування гама-випромінювання (10% від випромінювальної величини), зменшення гама активності в зонах АВПТ складає 15- 30%. Враховуючи це, для підвищення достовірності даних гама-метода при прогнозуванні аномально високого тиску погрішність вимірювання гама випромінювання необхідно зменшити до 5%.

Електрометрія. В зонах АВПТ спостерігається зменшення питомого електричного опору глинистих порід, що пояснюється меншою їхньою щільністю, підвищенням об'ємом поверхньо- зв'язної води (W_{H20}). Це збільшує фіктивну пористість глин:

$$K_{п}^{гл} = W_{H20} / (W_{H20} + V_{гл}), \text{ де } V_{гл} - \text{сухої глини.}$$

При умові нормального гідростатичного тиску залежність $lg \rho_{п}^{гл} = f(H)$ буде представляти собою пряму лінію збільшення питомого електричного опору глинистих порід. Точка, в якій $\rho_{п}^{гл}$ зменшуючись відходить від «кривої нормально ущільнених глин» належить до покрівлі зон АВПТ. На показниках електрометрії суттєвий вплив надає зміна мінералізації вод, насичуючих розріз, вміщуючі породи, свердловинні умови (ρ_c , d_c , $t^{\circ}C$) та інші фактори, що ускладнює використання методу для виявлення та прогнозування зон АВПТ.

Випробовувачі пластів на кабелі (ВПК) і випробовувачі на бурових трубах (ВБТ). В розрізі ДДЗ відомі різниці величин порового і пластового тиску. Так в верхніх частинах зон АВПТ Солоховської, Волоховської та інших площин пластовий тиск нижчий, а на Водянівській площі вище порового тиску в глинистих породах. В цьому ви- падку для правильного вибору щільності бурового розчину необхідне знання розподілення тиску, як в глинистих породах, так і в пластах колекторах. Тому в комплекс методів по виявленню та прогнозуванню зон АВПТ необхідно включити дослідження ВПК та ВБТ.

Список використаних джерел: 1. Кабищев Б.П., Б.Лоу, Пригоріна Т.М., Кобищев О.Ю. Перспективність Дніпровсько-Донецької западини на нетрадиційний газ центрального басейнового типу// Нафтова і газова промисловість, 2000, №3. 2. Кузів, І.М., Левицька, Г.М., Чорний, Е.О., Чорний, О.М. (2018). Вплив надгідростатичних пластових тисків (НГПТ) на формування газових покладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Нафтогазова галузь: Перспективи нарощування ресурсної бази", 23-25 травня 2018 р., Івано-Франківськ, 77-79. 3. Олексюк, М. П., Юрич, А.Р., Різничук, А.І. (2011). Прогнозування аномально високих пластових тисків (АВПТ) у процесі буріння методом d-експоненти в реальному часі буріння свердловин з використанням ЕОМ. Наукові праці ДонНТУ. Серія "Гірничо-геологічна", 13 (178), 40-43. 4. Тамамянц, Т.Л., Лях, М.М., Федоляк, Н.В., Вакалюк, В.М., Бандура, А.І. (2013). Аналіз стану технології буріння свердловини із заданим вибійним тиском. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ, 3, 23-32. 5. Чорний, О.М., Левицька, Г.М., Кузів І.М., Чорний, Е.О. (2015). Технологія розкриття пластів на рівновазі пластового та вибійного тисків при бурінні свердловин Передкарпаття. Нафтогазова галузь України, 3, 14-17.

ФАКТОРИ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБ'ЄМУ ПОРИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА

А.С. Ткачов, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Гідророзрив пласта (ГРП) є ключовою технологією для підвищення продуктивності нафтових та газових свердловин шляхом створення штучних тріщин у низькопроникних колекторах. Збільшення об'єму пористості в результаті ГРП залежить від взаємодії геологічних, технологічних, геомеханічних та хімічних факторів, які визначають ефективність тріщинування та стабільність системи тріщин.

Ключові слова: гідророзрив пласта, пористість, пропант, тріщина.

Вступ. Гідророзрив пласта (ГРП) – це технологія, спрямована на створення або розширення тріщин у гірській породі для підвищення її проникності.

Властивості рідини гідророзриву суттєво впливають на режим розвитку тріщини. В'язкість рідини гідророзриву залежить як від молекулярної маси полімеру, так і від його концентрації. Традиційно зниження в'язкості рідини гідророзриву свідчить про те, що зруйновану рідину можна вилучати з тріщини. Однак за в'язкістю рідин гідророзриву, які повертаються після процесу ГРП з пласта, не можна судити про в'язкість рідини, що залишилася в упакованні розклинюючого агента. Завдяки низькій вартості, високій продуктивності, стійкості до температур та простоти в використанні полімерні рідини на водній основі є найбільш широко використовуваними рідинами для гідророзриву пласта. Вода, яка використовується для гідравлічного розриву пласта, є найважливішим компонентом рідини. Вона повинна ретельно контролюватися за якістю. [1, 2].

Геологічні та петрофізичні фактори. Колектори з високою крихкістю (наприклад, сланці, пісковики) схильні до утворення розгалужених тріщин, а пластичні породи (глини, аргіліти) можуть деформуватися без значних розривів. Природні тріщини стають "каркасом" для поширення нових тріщин, збільшуючи загальну пористість. Високий вміст кварцу або карбонатів сприяє їх стабільності. Глинисті мінерали можуть забруднювати тріщини при контакті з рідинами. Пори породи заповнені прісною водою та газом (CH_4) у різних пропорціях. Відносний об'єм газу в порах характеризується коефіцієнтом газонасиченості, який може змінюватись від 0 (вода) до 1 (повне газонасичення). Видобуток із свердловини з гідравлічним розривом включає дві зони течії: потік від пласта до тріщини та потік уздовж тріщини в стовбур свердловини. [4].

Технологічні параметри ГРП. Низьков'язкі рідини створюють розгалужені тріщини, в той час як гелювані рідини формують широкі, але менш комплексні тріщини. Високі тиски, які більші від мінімального горизонтального напруження забезпечують глибше проникнення тріщин. Різкі зміни тиску можуть викликати множинні розгалуження.

Чинники, що впливають на провідність тріщини:

- фізичні властивості пропантів;
- концентрація пропанту в тріщині;
- проникність пропантної пачки;
- концентрація полімеру після закриття тріщини;
- забруднення тріщини дрібнодисперсними мінеральними частинками;
- опір пропанта циклічним навантаженням;
- ширина тріщини після змикання.

Висока концентрація пропанту зменшує закриття тріщин після зняття тиску.

Геомеханічні фактори. Оцінка напруги на місці на основі даних гідравлічного розриву зазвичай залежить від інтерпретації руйнування, вторинного руйнування («повторного відкриття») і тиску закриття. Хоча було визнано, що необхідно враховувати поле напруги біля свердловини і що стисливість системи нагнітання та в'язкий потік рідини можуть зменшити точність оцінки напруги, ці проблеми не були добре кількісно визначені. Поєднана чисельна модель, яка включає стисливість системи нагнітання та потік в'язкої рідини в тріщині гідравлічного розриву пласта з плоскою деформацією, що тягнеться від стовбура свердловини, у водонепроникній породі та за наявності неізотропного поля напруги на місці забезпечує основний інструмент для оцінки порядку помилки, пов'язаної з вимірюванням напруги гідравлічного розриву за неідеальних умов. [3].

Відповідно до термобаричних умов зі збільшенням глибини залягання газових пластів колекторів кількість водню в одиниці об'єму газу зростає (іншими словами, зростання пластового тиску веде до збільшення водневого індексу газу), збільшується також густина газу.

Хімічні процеси. В основу цих методів покладено дію на породи привибійної зони пласта різних кислот з метою розчинення частин, які забруднюють порові канали, а також для збільшення поперечних розмірів порових каналів. Їх застосовують тоді, коли пласт складений карбонатними породами. До хімічних відносять методи: глинокислотну, пінокислотну, азотокислотну обробки, СКО та інші її різновиди. [5].

Оптимізація операції ГРП. Багатостадійний розрив призначений для створення декількох зон розриву в одній свердловині для охоплення більшого об'єму породи.

Мікросейсмічний моніторинг дозволяє корегувати параметри ГРП у реальному часі для максимізації тріщинування.

Використання "піщаних підпірок", закачування піску або керамічних частинок для запобігання закриттю тріщин.

Висновки. Збільшення об'єму пористості під час ГРП залежить від комплексного врахування геологічних умов, технології проведення операції та хімічного складу рідин. Оптимальний результат досягається за рахунок:

- вибору рідини з урахуванням мінералогії пласта;
- використання дрібнодисперсного пропанту високої концентрації;
- контролю напружень і анізотропії пласта;
- моніторингу та корекції операції у реальному часі.

Список використаних джерел: 1. Smith M. B.; Montgomery C. T. *Hydraulic Fracturing*, CRC Press, 2015. 2. Kazemi H.; Fakcharoenphol P.; Miskimins J. *Simulation of Gel Filter Cake Formation, Gel Cleanup, and Post-Frac Well Performance in Hydraulically Fractured Gas Wells*. *SPE Production & Operations*, 235-245, August 2013. 3. A. Lakirouhani, E. Detournay, A.P. Bunger, *A reassessment of in situ stress determination by hydraulic fracturing*, *Geophysical Journal International*, Volume 205, Issue 3, June 2016, Pages 1859–1873, <https://doi.org/10.1093/gji/ggw132>. 4. Kang Ping Chen, Yan Jin, Mian Chen, *Pressure-gradient singularity and production enhancement for hydraulically fractured wells*, *Geophysical Journal International*, Volume 195, Issue 2, November, 2013, Pages 923–931, <https://doi.org/10.1093/gji/ggt272>. 5. Качмар Ю. Д. Інтенсифікація припливу вуглеводнів у свердловину / Ю. Д. Качмар, В. М. Світлицький, Б. Б. Синюк, Р. С. Яремійчук. – Львів: Центр Європи, 2004. – 352 с. – Кн. I.

ДОПОВІДІ АСПІРАНТІВ

АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ ПОЗИЦІЇ ГОРИЗОНТУ ПІСКОВИКУ H_5Sh_{10} ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Д.В. Барабаш, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Дослідження присвячено визначенню будови прогнозно-продуктивного горизонту пісковика H_5Sh_{10} (за донбаською стратиграфічною схемою). Він розміщується у верхній частині смолянинівської свити C_2^3 (Н), що відноситься до башкирського ярусу середнього карбону. Пісковик розміщується між маркуючим горизонтом вапняку H_5 та залягаючим вище пластом вугілля h_{10} . У Донбасі він має власну назву ("першинський" пісковик), може бути потужним, має рукавоподібну розгалужену форму у стратиграфічній площині. Текстульні особливості породи вказують на його алювіально-руслове походження [1, 3].

Через своє походження пісковик має змінну, не витриману за площею товщину, але майже безперервно простежується на території розвитку башкирського ярусу на Східній Україні - як у межах Донбасу, так і на його продовженні - у межах Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною провінції [1].

В даному горизонті пісковика в Донбасі зустрінуті численні прояви метану та інших вуглеводнів у вугільних шахтах Лисичанського, Алмазно-Мар'євського, Луганського та Краснодонського вуглепромислових районів. За межами Донбасу промислові поклади газу у цьому горизонті знайдені на Дробишівському та Дружелюбівському родовищах вуглеводнів [7]. Таким чином, газоносність пісковика H_5Sh_{10} достовірно встановлена на відстані більше 200 км від східної границі України на північний захід до Харківської області.

В Харківській області у межах північно-східного флангу Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною провінції пісковик H_5Sh_{10} простежено більше ніж 170 свердловинами. Згідно цих результатів встановлено, що він займає різні структурні позиції у загальному сучасному тектонічному плані території.

Геологічними дослідженнями встановлено [4–6], що Північний борт колишньої Дніпровсько-Донецької западини, який водночас є південно-західним схилом Воронежського кристалічного масиву, у герцинську складчасту епоху насунуто на осьову частину западини по регіональному Новому насуву з амплітудою у 9 – 10 км (вертикальна складова зміщенні порядку 2–3 км). Герцинський (післяпермський - дотріасовий) вік насуву встановлюється тим, що у мезозойських відкладах цей насув не простежується.

Більшість свердловин розкрила цільовий горизонт на насунутому південно-східному схилі Воронезького кристалічного масиву. Там він залягає на глибинах 2–3 км. На протилежних, піднасувних блоках цей горизонт занурений на глибини у 5–6 км [7].

Така різниця у глибинах залягання призводить до різниці у катагенетичних змінах цього горизонту. На північному сході, в межах насунутих блоків, катагенез пісковика не перевищує градації МК₃ [1, 2]. Це означає збереженість у ньому порового простору та порової проникності. Пісковик розташований у поверсі порових колекторів і сам є поровим колектором.

У занурених блоках катагенез пісковика перевищує градацію МК₄. (посилання), через що у ньому поровий простір закритий. Пісковик розташований у поверсі тріщинних колекторів, де форма горизонту втрачає значення для газолокалізації. У цьому поверсі поклади вуглеводнів розміщуються у тріщинуватих породах в обмеженні не тріщинуватих порід. А форма зони тріщинуватості може співпадати або не співпадати з формою пластів [1, 2].

Такі відмінності у властивостях газоносних горизонтів потребують різного підходу до прогнозування місць локалізації вуглеводнів.

Список використаних джерел: 1. Аналіз і узагальнення матеріалів структурного буріння по відкладам середнього та нижнього карбону в межах Донецької складчастої споруди з метою виявлення найбільш перспективних зон нафтогазонакопичення : Звіт про НДР / Горайнов С.В., Бережний В.В., Лакоба М.В. та ін. – Харків : УкрНДІГаз, 2006. – 225 с. 2. Височанський І.В. Наукові засади пошуків несклепінних пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донбаському авлакогені : монографія / І.В. Височанський. - Х. : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. - 236 с. 3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР / Кузнецов И.А., Лагутина В.В., Левенштейн М.Л. и др. / Под ред. И.А. Кузнецова – Москва : Госгеолтехиздат. – 1963. – 1210 с. 4. Горайнов С.В. Про будову розрізу палеозою Сенянівської ділянки за результатами буріння глибокої свердловини Сенянівська-10 // Питання розвитку газової промисловості України. – Вип. 42, т. 1 – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 7-14. 5. Горайнов С.В. Простеження Нового насуву параметричною свердловиною Тернівська-677 // Питання розвитку газової промисловості України. – Вип. 42, т. 1. – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 14-17. 6. Горайнов С.В. Нові результати дослідження глибоким бурінням геологічної будови палеозойського структурного поверху Північного Донбасу // Питання розвитку газової промисловості України. – Вип. 42, т. 1. – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2014. – С. 17-21. 7. Горайнов С.В. Аналіз газогелогічної зональності палеозою південного сходу ДДЗ з метою прогнозу локалізації та газоносності літологічних пасток в межах ліцензійних ділянок ГПУ "Шебелинкагазвидобування". Частина 2. Виявлення газогелогічної зональності : Звіт про НДР (заключний) / С. В. Горайнов, Ю. О. Склярєнко. – Харків : УкрНДІГаз, 2018. – 150 с.

МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ РОЗТАШУВАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

С.А. Бережний, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Принципи вибору ділянки місцевості для закладення майбутніх вітрових електростанцій запропоновані автором раніше. Така робота проводиться шляхом покрокового відбракування недоступних площ до отримання необхідної локальної ділянки [2].

Але перш ніж застосовувати ці принципи на практиці, треба переконатись у коректності обраних правил. В даному випадку пропонується наступна методика такої перевірки [1].

На підставі відкритих географо-економічних джерел обираються 10–20 прикладів територіальних комплексів типу "Вітрова електростанція - Споживач", які працюють вже декілька років, і співпраця яких є ефективною (у економічному сенсі). Обирати приклади треба з різних країн та ландшафтних зон. Обрані приклади формують першу частину статистичної вибірки.

Аналогічно обираються 10–20 прикладів комплексів типу "Вітрова електростанція - Споживач", які працюють вже декілька років, і співпраця яких не є ефективною або такий комплекс вже припинив існування. Обрані приклади формують другу частину статистичної вибірки.

З цих обраних прикладів складають статистичну матрицю для подальшого аналізу. У строках матриці розміщуються обрані приклади комплексів. У стовпцях матриці розміщуються ознаки відповідності території комплексу принципам, запропонованим автором. Ознаки кодуються у двоїчному коді: ознака присутня = 1, ознака відсутня = 0. Першим стовпчиком матриці (ознака №1) зручно поставити "економічна ефективність комплексу" (для першої частини вибірки - одиниці, для другої половини - нулі). Отримуємо матрицю, заповнену одиницями та нулями.

Аналіз матриці проводиться методом парної кореляції Ю.К. Буркова [3]. Вираховуються коефіцієнти кореляції обраних ознак (окремих та їхніх мультиплікативних сполучень) з ознакою №1 - економічною ефективністю.

Розрахунки проводяться спочатку поодинці, а потім - шляхом вирахування кореляції для значень мультиплікативних коефіцієнтів. При цьому значення окремих ознак перемножуються, наприклад (ознака 3 × ознака 5 × ознака 11 × ...) за потребою. Згідно обраного методу кодування таке перемноження не виходить за рамки двоїчного коду: (1×1=1, 1×0×1=0, і т.д.). В результаті для кожного нового коефіцієнту ми отримуємо новий стовпчик, заповнений одиницями та нулями. Для нього також проводиться кореляція з ознакою №1.

Задача знаходження необхідних та достатніх географічних ознак для економічно ефективної праці комплексів типу "Вітрова електростанція -

Споживач" вважається вирішеною при знаходженні коефіцієнту кореляції $r > +0,95$. Такий комплексний показник означає, що нами знайдено закономірний набір географічних ознак: "з'явився потрібний набір – є економічна ефективність, зник такий набір - зникла економічна ефективність" [1].

Така перевірка допоможе скоректувати набір принципів географічного районування для обрання необхідних ділянок для розташування вітрових електростанцій.

Список використаних джерел: 1. Горяйнов С.В. О методике выявления закономерностей размещения полезных ископаемых // *Питання розвитку газової промисловості України: зб. наук. праць. Вип. 31.* – Харків: УкрНДІГаз. – 2003. – С. 103-108. 2. Бережний С.А. Принципи прогнозування оптимальних земельних ділянок для розташування вітрових електростанцій // *Геологія нафти і газу: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (15 січня 2025 року, м. Харків).* – Харків: ТО Ексклюзив, 2025. – С. 47. 3. *Методы теоретической геологии.* Под ред. И.И. Абрамовича. - Л.: Недра, 1978.- 335 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТОЛОГІЇ СУБТИЛЬНИХ ПАСТОК ВУГЛЕВОДНІВ

Р.В. Владимиров, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Розглянуто літологічні особливості навколишнього геологічного середовища, що є передумовою для формування субтильних (складновиявлених) пасток вуглеводнів. До таких пасток належать геологічні резервуари, в яких накопичення вуглеводнів відбувається внаслідок складних літологічних, стратиграфічних або структурних чинників, що ускладнюють їх ідентифікацію традиційними методами розвідки. Субтильні пастки можуть формуватися внаслідок літологічної неоднорідності, змін пористості та проникності порід-колекторів; стратиграфічних особливостей і зональних змін фаціальних комплексів, які перешкоджають вертикальній або горизонтальній міграції вуглеводнів; тектонічних процесів, зокрема розломів, діапїризму та інших структурних утворень, що формують пасткоподібні резервуари без класичних антиклінальних форм. Значна частина складновиявлених пасток не фіксується традиційними геофізичними методами. Тому для їх виявлення необхідне поєднання сейсмічних, петрофізичних і літолого-стратиграфічних даних в межах комплексного геолого-геофізичного аналізу.

Дослідження зосереджено на літологічній особливості навколишнього геологічного середовища що є передумовою наявності субтильних пасток вуглеводнів. Складновиявленими, або субтильними пастками вуглеводнів вважаються геологічні резервуари, в яких накопичення вуглеводнів відбувається за рахунок складних структурних, стратиграфічних або літологічних чинників, що ускладнюють їх ідентифікацію традиційними методами розвідки.

Такі пастки можуть формуватися внаслідок: Літологічної неоднорідності, зміни пористості та проникності порід, що утворюють резервуар. Стратиграфічних особливостей, зональних змін фаціальних комплексів, які перешкоджають вертикальній або горизонтальній міграції вуглеводнів. Тектонічних процесів, розломів, діапирів та інших структурних утворень, які можуть створювати пасткоподібні резервуари без класичних антиклінальних структур.

Значна частина складновиявлених пасток залишається поза зоною традиційних геофізичних методів, тому їхнє виявлення потребує детальної інтеграції сейсмічних, петрофізичних та геохімічних даних.

Субтильні пастки вуглеводнів відрізняються від традиційних як за механізмом формування, так і за методами їхнього виявлення. Традиційні пастки здебільшого мають чітко визначені структурні межі, такі як антиклінальні складки або купольні утворення, що полегшує їхню ідентифікацію геофізичними методами. Вони формуються завдяки замиканню резервуарів непроникними породами, що створює контраст акустичних імпедансів і дозволяє їх легко розпізнати на сейсмічних профілях.

Субтильні пастки, навпаки, часто не мають явних структурних обмежень, їхні контури формуються літологічними та стратиграфічними чинниками. Вони можуть виникати внаслідок змін пористості і проникності порід, фаціальних варіацій або стратиграфічних неузгодженостей, що ускладнює їхню ідентифікацію. Такі пастки нерідко мають розмиті межі і слабкий контраст акустичних властивостей, через що їх важко виявити стандартними методами сейсмозв'язки.

Геофізичне зондування традиційних пасток базується на аналізі чітких відбиттів сейсмічних хвиль, які формуються завдяки різкому переходу між колектором і покришкою. Субтильні пастки не дають настільки виражених сейсмічних аномалій, тому для їхнього виявлення необхідне застосування комплексних підходів. Сучасні методи досліджень включають спектральний аналіз сейсмічних даних, петрофізичні моделювання, вивчення геохімічних характеристик пластових вод та інтеграцію даних бурових свердловин.

Літологічні особливості субтильних пасток відіграють ключову роль у визначенні їхнього нафтогазоносного потенціалу. Стратиграфічна будова порід, що формують такі пастки, часто характеризується дискретною зміною пористості та проникності, що створює локальні бар'єри для міграції вуглеводнів. У межах осадових басейнів України ці фактори набувають особливого значення, оскільки регіональна стратиграфія демонструє складні фаціальні переходи, здатні обмежувати переміщення флюїдів.

Важливу роль у механізмі формування субтильних пасток відіграє мікротектонічна дислокація порід. Локальні порушення, спричинені розломними процесами або діапіровими підняттями, можуть змінювати первинну структуру пористих горизонтів, створюючи низькопроникні екрануючі комплекси. У таких умовах основна міграція вуглеводнів відбувається через вузькі тектонічні канали або порові системи, що не мають чітких структурних меж.

Крім того, значний вплив на формування цих пасток має хімічна взаємодія флюїдів із навколишньою породою. Довготривала циркуляція пластових вод сприяє утворенню зон вторинної мінералізації, які можуть змінювати колекторські властивості резервуарних порід. Подібні явища спостерігаються в межах Дніпровсько-Донецької западини, де локальні геохімічні аномалії впливають на ефективність пасткоподібних структур.

Субтильні пастки вуглеводнів можуть розташовуватися в різних геологічних середовищах, залежно від фізичних властивостей порід, стратиграфічних умов та регіональної тектоніки. Одним із варіантів їхнього формування є накопичення в глибокозалягаючих горизонтах під традиційними пастками. У таких випадках ізоляція резервуарів відбувається через зміни літологічного складу або наявність низькопроникних міжпластових зон, що перешкоджають вертикальній міграції вуглеводнів.

Інший механізм утворення пов'язаний із розташуванням субтильних пасток між класичними структурами. Це характерно для зон активного тектонічного розвитку, де порушення первинної стратиграфічної послідовності призводять до появи локальних резервуарів з невеликою площею акумуляції. У таких випадках утворення пасток може бути пов'язане з діапіровими підняттями, розломними процесами чи змінами осадконакопичення, що формують природні бар'єри для міграції вуглеводнів.

Ще один варіант їхнього розташування – ізольовані субтильні пастки, які не мають зв'язку з антиклінальними структурами та формуються внаслідок регіональних змін гранулометричного складу або селективної цементації порід. Такі пастки найчастіше зустрічаються у Причорноморській западині та окремих ділянках Карпатського регіону, де складна геологічна історія сприяла утворенню дискретних резервуарів.

Отже, субтильні пастки можуть перебувати у різних геологічних умовах: у межах великих структурних зон, між традиційними резервуарами або як незалежні ізольовані об'єкти.

До субтильних пасток вуглеводнів належить низка геологічних резервуарів, що утворюються в умовах, коли відсутнє класичне структурне замикання. Вони можуть формуватися за рахунок комбінації літологічних, стратиграфічних та тектонічних факторів, що впливають на їхню акумуляцію та подальше збереження вуглеводнів. Основними типами таких пасток є несклепінні, стратиграфічні, літологічні, фаціальні, тектонічно екрановані та діапірові.

Несклепінні пастки утворюються без класичних структурних замикань і базуються на змінах пористості, стратиграфічних переходах або природних екрануючих бар'єрах. Їхня акумуляція вуглеводнів часто відбувається у горизонтальних або похилих пластах, де низькопроникні породи обмежують міграцію флюїдів.

Стратиграфічні пастки виникають унаслідок регіональних неузгодженостей між різними осадовими комплексами. Вони формуються у зонах контакту осадових порід з контрастними колекторськими

характеристиками, де низькопроникні пласти створюють природний бар'єр для переміщення флюїдів.

Літологічні пастки обумовлені змінами гранулометричного складу осадових порід або процесами селективної цементації. Вони можуть мати різке зниження пористості в межах одного осадового комплексу, що сприяє формуванню локальних резервуарів, ізольованих від основних зон міграції вуглеводнів.

Фаціальні пастки формуються при переході між різними фаціями осадових порід. Зміни седиментаційних умов у межах одного регіону можуть створювати низькопроникні зони, що діють як екрани та блокують рух флюїдів, сприяючи накопиченню вуглеводнів.

Тектонічно екрановані пастки пов'язані зі структурами розломів та діапирових процесів. Локальні порушення стратиграфічної послідовності, спричинені тектонічною активністю, можуть створювати резервуари, що не мають явного структурного замикання, але забезпечують ізоляцію запасів.

Діапирові пастки утворюються в умовах соляного тектогенезу, коли пластичні породи, як-от глини або солі, формують купольні або субгоризонтальні бар'єри, що блокують переміщення флюїдів. Їхня будова залежить від пластичних деформацій осадових товщ та взаємодії соляних структур з навколишнім породним комплексом.

Таким чином, субтильні пастки включають широкий спектр нетрадиційних геологічних резервуарів, механізм формування яких ґрунтується не на структурному замиканні, а на складних взаємодіях між літологічними, стратиграфічними та тектонічними факторами.

Субтильні пастки, що розташовуються у взаємодії з традиційними резервуарами, становлять складний об'єкт розвідки через їхню низьку структурну вираженість та варіативність механізмів акумуляції вуглеводнів. Вони можуть формуватися у трьох основних геологічних умовах: під традиційними ловушками, між ними та над ними, що визначає різні сценарії їхнього відкриття та освоєння.

Під традиційними пастками субтильні пастки можуть розташовуватися у нижніх горизонтах стратиграфічного комплексу, де акумуляція вуглеводнів обумовлена регіональними неузгодженостями або змінами проникності порід. У таких умовах покривки основного резервуара можуть виступати природним ізолюючим екраном, що блокує вертикальну міграцію флюїдів, створюючи локальні осередки їхнього накопичення у підстилаючих пластах.

Між традиційними пастками можливі пастки, що виникають унаслідок фаціальних переходів або змін гідродинамічного режиму. Такі резервуари часто асоціюються з розломними структурами, що сприяють утворенню аномальних зон міграції флюїдів, які не мають чітких структурних обмежень. В умовах регіонального тектонічного розвитку, коли рухливі ділянки порід змінюють свої фізико-механічні властивості, можливе формування ізольованих резервуарів між основними зонами традиційної акумуляції.

Над традиційними пастками можуть зустрічатися пастки, що формуються внаслідок процесів ущільнення та вторинної мінералізації. Осадові породи, що

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року розташовані вище основного резервуара, можуть демонструвати зміни в їхній проникності через хімічні реакції або механічне ущільнення, що призводить до формування додаткових резервуарних зон. Подібні явища часто спостерігаються в умовах глибоководних відкладів або зон глинистої діагенезу, де природні процеси ущільнення порід створюють екрануючий ефект.

Розвиток методів ідентифікації таких пасток потребує застосування багаторівневого підходу, що поєднує стратиграфічний аналіз, петрофізичні дослідження та детальне моделювання гідродинаміки пластових флюїдів. Оскільки традиційні геофізичні методи часто не дають чітких ознак субтильних пасток, необхідне розширене використання спектрального аналізу сейсмічних даних та інтеграція свердловинних досліджень.

Таким чином, субтильні пастки, розташовані у взаємодії з традиційними резервуарами, можуть значно впливати на ефективність розробки родовищ. Їхня складна будова та прихований характер потребують вдосконалення методів розвідки та підвищення рівня деталізації геологічного моделювання для точного прогнозування зон накопичення вуглеводнів.

Список використаних джерел: 1. В. Шунько – Монографія "Нетрадиційні джерела вуглеводнів України". Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. Дослідження нетрадиційних пасток та механізмів їхнього формування в Україні. http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/visnyk/geolog_70_2015.pdf. 2. І. В. Височанський, А. О. Яковлев, І. М. Самчук та ін. – Умови формування несклепінних пасток вуглеводнів у приштокових зонах південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини. Дослідження структурно-літологічних елементів та їхнього впливу на формування пасток <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/download/18783/17072>. 3. І. В. Височанський, І. М. Самчук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. Геологічні фактори формування пасткових умов у пермських відкладах Орчиківської палеодепресії Дніпровсько-Донецької западини <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/download/8178/7653/>. 4. Distribution and controls of petroliferous plays in subtle traps <https://link.springer.com/article/10.1007/s12182-019-00387-z> 5. https://www.academia.edu/40308657/Hydrocarbon_Trap

**АТТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ МЕЖИРІЧЧЯ ДНІПРА ТА ВОВЧОЇ
(ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ТА ЗАПОРІЗЬКА ОБЛАСТІ)**

А.В. Дьомінов, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Аттичні деформації Східної України вивчаються по деформованості опорної поверхні - подошви кайнозойських відкладів.

На площі досліджень, розташованої у межиріччі р. Дніпро та її лівого притоку - р. Самара та р. Вовча, яка впадає у Самару зліва, кайнозойський структурний поверх представлений малопотужними морськими еоценовими, олігоценними та міоценовими відкладами. Вони складені переважно пісками та піскуватими глинами з прошарками мергелів та алевроїтів.

Опорна поверхня (подошва кайнозою) була сформована при абразії поверхні континентальної суші при палеогенових трансгресіях. На досліджуваній території ця континентальна суша була представлена метаморфічними та магматичними утвореннями докембрію Українського щита.

Первинна орієнтація цієї поверхні - субгоризонтальна. Відхилення від горизонтального залягання є індикатором післяміоценових деформацій.

Форма опорної поверхні аналізувалась по матеріалам Державних геологічних карт останнього покоління масштабу 1 : 200 000. Використовувались аркуші М-36-XXXVI (Дніпро) та L-36-VI (Запоріжжя). Опорна поверхня будувалась ізолініями з кроком 20 м по вертикалі на підставі даних геологічних карт та розрізів. Побудови показали наступне.

На півдні території, у Запорізькій області на схід від Каховського водосховища подошва кайнозойського осадового чохла залягає на південному схилі кристалічного щита. Вона має загальний нахил на південь, знижуючись від відміток +60 м у басейні р. Мокра Московка до відміток -60 м у басейні р. Конка. Конфігурація ізогіпс опорної поверхні вимальовує серію меридіональних долин похованих балок з перепадами відміток між тальвегами та палеовододілами у 40-60 м. Слід зазначити для порівняння, що перепади сучасного рельєфу у цьому районі складають вдвічі більше - 100-120 м.

Північніше р. Мокра Московка подошва кайнозою різко здіймається вгору на відмітки +160 - +180 м і вище. Ізогіпса +100 м окреслює підняття неправильної форми розмірами приблизно 60×40 км, витягнуте у меридіональному напрямку. Воно утворює вододіл між р. Дніпро на заході, р. Вовча на сході та р. Самара на півночі.

При цьому на вододілах, на відмітки 160-180 м на поверхню виходять докембрійські породи, а кайнозойські відклади розмиті. Водночас в межах цього підняття у долинах річок бурінням подекуди встановлюються палеогенові відклади на відмітках на рівні моря та нижче.

З заходу описуване підняття обмежене субмеридіональним зниженням опорної підосви до відміток нижче +60 м. Воно схоже на палеодолину у 60 км завдовжки та приблизно 10-12 км завширшки.

Меридіональний відрізок русла р. Дніпро між Дніпром та Запоріжжям зорієнтований паралельно цій "палеодолині". Але русло Дніпра проходить по піднятій кристалічній породах на західному борті цієї "палеодолини", зміщуючись від її вісі на 15 км к заходу. Тобто русло Дніпра не успадковує це зниження рельєфу поверхні кристалічного фундаменту.

Такі перепади відміток свідчать про інтенсивні тектонічні рухи аттичного віку, якими охоплений східний фланг Українського щиту на досліджуваній території. Повна конфігурація розривних порушень, які завдали опорній поверхні таких деформацій, потребує подальшого дослідження.

Список використаних джерел: 1. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуш М-36-XXXVI (Дніпро) / В.В. Манюк, А.І. Некряч – КП "Південукргеологія". – 2002. 2. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуш L-36-VI (Запоріжжя) / А.А. Петренко, В.О. Шпильчак – КП "Південукргеологія". – 2003.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИДОРОЖНІ ЛАНДШАФТИ ТА СТАН ҐРУНТІВ

А.М. Єсіпов, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Робота присвячена аналізу трансформацій придорожніх ландшафтів внаслідок воєнних дій, з особливим акцентом на деградацію ґрунтового покриву. Розглянуто основні чинники деструкції – механічні пошкодження, забруднення важкими металами, паливно-мастильними матеріалами та вибухонебезпечними речовинами. Досліджено екологічні наслідки для довкілля та запропоновано напрями подальшої рекультивациі.

Ключові слова: воєнні дії, ґрунти, придорожні ландшафти, деградація, екологічні ризики, забруднення, рекультивациія.

У ХХІ столітті війни перетворились не лише на гуманітарні катастрофи, але й на серйозний екологічний фактор. Сучасні бойові дії завдають удару не лише по інфраструктурі, а й по природному середовищу, зокрема – ландшафтам та ґрунтам, які формувалися протягом століть. Придорожні території, що прилягають до транспортних шляхів, стали одними з найуразливіших об'єктів під час активної фази бойових дій. Через свою відкритість, стратегічне розташування та високу інтенсивність використання ці зони зазнають інтенсивного техногенного та механічного тиску.

Механічне руйнування. Бойова техніка (танки, БТри, вантажівки), артилерійські обстріли та авіаудари руйнують природну структуру рельєфу, спричиняючи:

- ущільнення ґрунтів гусеничним тиском;
- утворення воронки, траншей, окопів;
- зміщення або повне знищення верхнього (гумусового) шару.

Забруднення територій. Придорожні зони під час бойових дій часто перетворюються на місця утилізації техніки, боєприпасів та пального, що призводить до:

- локального перенасичення ґрунтів свинцем, міддю, цинком, кадмієм;
- забруднення нафтовими вуглеводнями (ПММ, мастила, гас);
- накопичення фрагментів снарядів, вибухових речовин, гільз тощо.

Пірогенний вплив. Під час воєнних пожеж, вибухів та обстрілів вивільняються токсичні речовини, які осідають у ґрунт, змінюючи його хімічний баланс (рН, вміст органіки, окислення мікроелементів).

Деградація ґрунтового покриву. Придорожні ґрунти після воєнних дій втрачають здатність до самовідновлення. Рівень гумусу зменшується, погіршується водоутримуюча здатність, підвищується ерозійна вразливість.

Забруднення харчового ланцюга. Рослини, які ростуть на таких територіях, здатні акумулювати токсичні речовини. Через ланцюг «рослина – тварина – людина» важкі метали можуть потрапляти до організмів і спричиняти хронічні отруєння.

Порушення екосистемного балансу. Знищується ґрунтова мікрофлора, порушуються життєві цикли дощових черв'яків, мікроорганізмів, грибів. Зменшується родючість та біорізноманіття.

Приклади з України. На прикладі Харківської, Сумської, Чернігівської та Херсонської областей у 2022–2024 рр. зафіксовано:

- сотні квадратних кілометрів деградованих польових та лісосмугових придорожніх територій;
- виявлення в ґрунтах фрагментів вибухонебезпечних речовин (тротил, гексоген);
- забруднення фосфором, сіркою, свинцем у зонах авіаударів і складів боєприпасів.
- Проблема загострюється тим, що багато таких територій не розміновані, а забруднення не видно неозброєним оком.

Рекомендації та шляхи відновлення. Рекультивация.

1. Зняття поверхневого шару ґрунту в зонах воронки і технічного ущільнення.

2. Вивезення фрагментів металів, гільз, пального.

3. Засівання фітомеліорантами (люцерна, гірчиця, конюшина) для очищення ґрунту.

4. Внесення органічних добрив, торфу, біогумусу.

Моніторинг.

1. Проведення незалежного хімічного аналізу ґрунтів і води у зонах бойових дій.

2. Картування забруднених придорожніх ландшафтів.

3. Створення відкритих баз даних про екологічний стан територій.

Правові та адміністративні дії.

1. Визначення «екологічної відповідальності» за пошкодження територій.
2. Залучення міжнародних екологічних фондів до відновлення ґрунтів.
3. Встановлення буферних зон навколо небезпечних ділянок.

Воєнні дії мають руйнівний вплив не лише на інфраструктуру, а й на природні ландшафти, зокрема придорожні зони, які найчастіше перетворюються на фронтівні лінії або місця дислокації військової техніки. Деградація ґрунтів, забруднення важкими металами, втрата біопродуктивності та екологічного балансу є довготривалими наслідками, що можуть позначатися на безпеці, сільському господарстві та здоров'ї населення ще багато років після завершення бойових дій. Комплексна оцінка, моніторинг і програма рекультивациі – єдиний шлях до відновлення порушених ландшафтів.

Список використаних джерел: 1. Білецький В.С. Війна і екологія: новітні виклики для України // Екологічна безпека та збалансоване природокористування. – 2022. – №2(30). – С. 7–14. 2. Геоінформаційна оцінка впливу бойових дій на ландшафти України / за ред. О.І. Прокопенка. – Київ: ІГН НАН України, 2023. – 132 с. 3. ДСТУ ISO 11074:2005. Якість ґрунту. Настанови щодо дослідження і опису місць забруднення. – Київ: Держспоживстандарт, 2005. 4. Ковальчук С.І., Черненко А.М. Зміни ґрунтового покриву внаслідок техногенних навантажень під час війни // Вісник аграрної науки Північного Сходу. – 2023. – №3(51). – С. 48–55. 5. Круть М.А. Військові дії як фактор деградації придорожніх земель: приклади з Сумської області // Землеробство і ґрунтознавство. – 2023. – №4. – С. 82–90. 6. Оцінка ризиків забруднення довкілля в умовах збройного конфлікту в Україні / Звіт UNEP. – 2022. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unep.org>.

АНАЛІЗ СТРАТИГРАФІЧНОЇ ПОЗИЦІЇ ГАЗОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ ПІСКОВИКУ D₅¹SD₆ ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Д.А. Жмиров, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Територія дослідження охоплює північний фланг Дніпровсько-Донецького нафтогазоносного басейну Східної України в межах Харківської області. Газоносність цього регіону пов'язана з палеозойськими відкладами, перш за все з кам'яновугільною системою.

Цільовий горизонт дослідження відноситься до верхів серпухівського ярусу нижнього карбону. За донбаською стратиграфічною схемою [2] горизонт залягає у верхній частині кальміуської свити C₁⁴ (D) і розміщується майже на межі серпухівського ярусу нижнього карбону та башкирського ярусу середнього карбону (за сучасною стратиграфічною схемою України) [3].

За класифікацією прогнозно-продуктивних горизонтів ДДЗ, прийнятою в нафтогазовій галузі України, цей пісковик відповідав горизонту С-4 [1]. Це за

правилами індексації саме цієї шкали означає, що він був четвертим згори горизонтом, починаючи від покрівлі серпухівського ярусу (або подошви башкирського ярусу).

Але у регіональній стратиграфічній схемі границя башкирського та серпухівського ярусів була змінена [3]. Раніше вона проходила по горизонту вапняку E_3 амвросієвської свити C_1^5 (E) донбаської стратиграфічної шкали. Зараз вона (за новими палеонтологічними даними) дещо знижена - на рівень вапняку D_6 нижчезалягаючої кальміускої свити C_1^4 (D).

Тому через ці зміни прогнозно-продуктивні горизонти С-1, С-2 та С-3 стратиграфічної схеми ДДЗ нафтогазової галузі потрапили до складу башкирського ярусу, але у них поки що залишається "серпухівська" номенклатура.

Така зміна стратиграфічної границі призводить до плутанини у номенклатурі прогнозно-продуктивних горизонтів, яка прийнята у нафтогазовій галузі, у порівнянні зі регіональною та міжнародною стратиграфічними шкалами.

Простою переіндексацією горизонтів ці негаразди ліквідувати неможливо. Це пов'язано з тим, що у певних горизонтах на родовищах газу Східної України знаходяться поклади вуглеводнів, які під цими індексами вже давно враховані у балансових документах. Переіндексація горизонтів означає ревізію загального Державного балансу запасів, що потребує великих витрат висококваліфікованої праці.

В той же час донбаська стратиграфічна шкала до таких регіональних або навіть міжнародних змін стратиграфічних границь нечутлива. Індиксація стратиграфічних горизонтів при таких змінах залишається незмінною. Тому донбаська стратиграфічна номенклатура при детальних дослідженнях є більш зручною та універсальною.

Список використаних джерел: 1. Айзенберг Д.Е. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / Айзенберг Д.Е., Берченко О.И., Бражникова Н.Е и др. / Под ред. Д.Е. Айзенберга; АН УССР, Ин-т геол. наук. - Киев : Наук. думка, 1988. - 148 с. 2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР / Под ред. И.А. Кузнецова – Москва : Госгеолтехиздат. – 1963. – 1210 с. 3. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / під ред. П.Ф. Гожика. - Київ : ІГН НАН України - Логос, 2013. - 637 с.

ЛАРАМІЙСЬКА СКЛАДЧАСТА ОБЛАСТЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ ТЕКТОНІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ЄВРОПИ

А.І. Запаранюк, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Ларамійська складчастість встановлюється по регіональному кутовому неузгодженню між верхньою крейдою та усіма більш древніми геологічними утвореннями, з одного боку, та палеогеном і більш молодими утвореннями - з іншого. Її вік визначається як ранній палеоген (палеоцен).

На Державних геологічних картах України ця складчаста епоха призвела до утворення регіонального кутового неузгодження між складчастими мезозойськими осадовими утвореннями та нескладчастими стратиграфічними підрозділами кайнозою [1, 2].

Це кутове неузгодження не спостерігається на північний схід від умовної лінії Лисичанськ - Чернігів, у Поліссі та північній частині Передкарпаття. Це свідчить про згасання ларамійських складчастих рухів у північному напрямку [5].

Форма обмеження розвитку ларамійської складчастості на території України дуговидна з вигином на північний захід [1, 3]. Це вказує на її формування під впливом колізії обмеженого за простяганням індентора. Ним виступив Анатолійський мікроконтинент, причленований у палеоцені до південної окраїни Євразії з півдня у палеоцені в процесі закриття палеоокеану Тетіс.

Згодом (у неогеновому періоді) цей мікроконтинент був відрифтованим від Європи з розкриттям спредінгового басейну Чорного моря.

Напрямок ларамійської колізії Анатолії та Східної Європи - північно-західний [3]. На території України це спричинило, окрім складчастих деформацій, появу сокольцовського динамометаморфічного комплексу північно-західної вергентності палеоценового віку.

У Західній Європі результати аналогічної колізії спостерігаються у геологічній будові Польщі [7]. Там під нескладчастим кайнозойським чохлам у центральній та південно-західній частині країни встановлені численні лінійні складки мезозойських відкладів північно-західного простягання. Смуга цих складок ("Центрально-Польська западина") простежується від Карпат до узбережжя Балтійського моря і далі - на південь Швеції [6].

Північно-східне обмеження цієї складчастої смуги майже лінійне, простягається від півдня Швеції до Карпат і Головного Карпатського розлому і відоме як "тектонічна лінія Торнквіста". На північний схід від неї кутове неузгодження між мезозоєм та кайнозоєм зникає - так само як і у Східній Україні на північний схід від лінії Лисичанськ - Чернігів.

Виникнення такої складчастої області зумовлене іншою колізією при закритті Тетісу. До південного флангу Європи причленувався інший

мікроконтинент - Тісія (Паннонія). Ця колізія відбулась майже синхронно з колізією Анатолійського мікроконтиненту, але проходила західніше.

В межах Паннонського серединного масиву (у Закарпатті) під кайнозойським чохлам встановлюється допалеогенове кутове неузгодження [4].

Аналогічне кутове неузгодження між мезозоєм та кайнозоєм простежується у геології Західної Європи і далі на захід - на півночі Данії, Германії, Бельгії, Франції, у Лондонському та Паризькому басейнах, а також на півдні Франції у басейні Гаронни [6].

Тому ларамійська складчастість, широко розвинена у позаальпійській Європі, повинна враховуватись у тектонічному районуванні цього континенту.

Список використаних джерел: 1. Геологічна карта докайнозойських утворень України. Масштаб 1:1000000 / Під ред. В.І. Калініна. – Держ. геол. служба України. – 2007. 2. Геологічна карта України. Масштаб 1:1000000 / Під ред. В.Я. Веліканова – Держ. геол. служба України. – 2007. 3. Горяйнов С.В. Тектонічна природа Українського щита / С.В. Горяйнов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 59. – С. 38-48. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-02>. 4. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Аркуші М-34-XXXV (Ужгород), L-34-V (Сату-Маре) / Б.В. Мацьків, Ю.В. Ковальов, Б.П. Пукач – ДП "Західукргеологія". – 2003. 5. Запаранюк А. І. Ларамійська складчаста область як елемент тектонічного районування України // Геологія нафти і газу: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (15 січня 2025 року, м. Харків). – Харків: ТО Ексклюзив, 2025. – С. 57. 6. International Geological Map of Europe and Mediterranean Region (1:5000000) / H.-R. v. Gaertner, H.W. Walther – UNESCO, Germany, 1971. 7. Karnkowski P.H. Computer-aided modelling for exploration in the Polish Basin // Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти. Праці 6-ої Міжнародної конференції (Київ, 21-23 березня 2007 р.). – Київ: ІГН НАНУ, 2007.

ВИВЧЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ, ТЕКТОНІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТА ГЕОХІМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ З МЕТОЮ ВСТАНОВЛЕННЯ НАЯВНОСТІ СКУПЧЕНЬ ПОТЕНЦІЙНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

О.О. Корхов, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Чорне море – одна з найскладніших за походженням та будовою акваторій Європи. Сучасний шельф ($\approx 25\%$ площі басейну) утворює вузьку смугу від 2–3 км у Болгарії до 250 км у північно-західній частині біля дельти Дунаю. Його докладне дослідження критично важливе для:

- оцінки ресурсної бази (газ / конденсат / нафта, газогідрати, мінеральна сировина);
- розуміння геодинамічної еволюції Середземно-Чорноморського регіону;

- екологічного моніторингу (метанові й сірководневі флюїдопрояви, мерзлотні/глибинні газогідрати).

1. Геологічна будова шельфу Чорного моря

Північно-західний шельф Чорного моря розташований у межах молоді епігерцинської платформи, що включає Скіфську та Мізійську плити, розділені горстом Добруджі. Ця область характеризується складною тектонічною будовою з численними антиклінальними підняттями, такими як Голіцина, Шмідта, Каркінітське та інші. Ці структури є перспективними для накопичення вуглеводнів. Чорне море є результатом складної геодинамічної еволюції, що включає рифтогенез, субдукцію та колізійні процеси. Басейн поділяється на Західний та Східний, розділені Серединно-Чорноморським підняттям, яке включає Андрусівський хребет, Тетяєвське та Архангельське підняття. Ці структури сформувалися внаслідок розтягування та субдукції океанічних плит у мезозої. Північно-західний шельф, що прилягає до України, характеризується наявністю глибоких розломів і антиклінальних піднять, таких як Каркінітське та Голіцинське, які є перспективними для накопичення вуглеводнів.

Поділ на суббасейни:

Чорне море розділене на Західний та Східний суббасейни, які відрізняються за геофізичними характеристиками. Західний суббасейн має ознаки океанічної кори, тоді як Східний – континентальної. Ці відмінності виникли ще до рифтових процесів і зберігаються донині.

Глибокі розломи:

Одесько-Синопсько-Ордуїська глибинна розломна зона, яка є продовженням Голованівської зони зчленування Українського щита, ймовірно, має докембрійський вік і слугує тектонічною межею між суббасейнами

2. Тектонічна структура

Шельф Чорного моря є частиною складної тектонічної системи, що включає зони розломів і піднять. Зокрема, зона зчленування Східноєвропейської платформи та Скіфської плити простягається від Дністра до Присивашся, охоплюючи північно-західний шельф. Ці тектонічні особливості створюють умови для формування пасток вуглеводнів.

Тектонічні елементи шельфу

- Глибинні розломи – Одесько-Синопсько-Ордуїська зона, Придобруджинський розлом та ін. Зумовлюють керування рифтогенезом і міграцію флюїдів.
- Антиклінальні структури – Каламітський свод, Каркініт-Сиваський вал, Білгород-Дністровські складки. Численні Л-подібні пастки для газу/нафти.
- Стиснення неогенового часу – інверсійні куполи на глибині 2–4 км, локальні «flower structures».

3. Геофізичні методи дослідження

Сейсморозвідка

Сейсмічні дослідження є основним методом вивчення геологічної будови шельфу. Вони дозволяють визначити глибину та конфігурацію геологічних структур, що є потенційними пастками для вуглеводнів.

Гравіметрія та магнітометрія

Free-Air та Bouguer аномалії показують витягнуті мінімальні поля (до -110 мГал) над зонами розтягнення, що корелюють з тонкою (< 10 км) корою в центральних западинах.

Гравітаційне моделювання щільностей (Kozlenko & Kozlenko, 2025) визначило глибинне ядро Каламітського своду на 15–17 км та підтвердило трансковорова розломна систему.

Магнітні дані – спектральний аналіз CPD показує найменшу глибину Кюрі ≈ 11 –13 км у секторі Синоп–Самсун, що відповідає аномально високому тепловому потоку.

Ці методи використовуються для виявлення аномалій у гравітаційному та магнітному полях, що можуть свідчити про наявність структур, сприятливих для накопичення вуглеводнів.

Геотермія

- Середній тепловий потік: 45 – 65 мВт/м² у західному суббасейні, 35 – 45 мВт/м² у східному.
- Вертикальний градієнт на шельфі часто перевищує 30 °С/км, що пришвидшує дозрівання майкопських та кумських джерельних порід.
- Конвективні течії всередині аноксичної зони (150–250 м) спричиняють двошарову теплопереносну систему, що впливає на збагачення сірководнем.

Геотермічні дослідження допомагають виявити аномалії температури, які можуть бути пов'язані з наявністю вуглеводневих покладів. Аерогеотермічна зйомка дозволяє отримати дані про теплові властивості поверхні шельфу.

4. Геохімічні особливості

Геохімічні дослідження, зокрема газова хроматографія, дозволяють виявити аномалії в розподілі вуглеводневих газів у донних відкладах. У Каркінітській затоці були виявлені проекції труб дегазації, що свідчить про наявність вертикальних потоків глибинних флюїдів.

Газові викиди:

У північно-західній частині Чорного моря зафіксовано численні газові викиди, зокрема метану, що свідчить про наявність активних вуглеводневих систем.

Сірководневі джерела:

Дослідження в районі Мангалья (Румунія) виявили підводні сірководневі джерела, які є результатом геохімічних процесів у донних відкладеннях.

5. Потенціал вуглеводневих ресурсів

Шельф Чорного моря має значний потенціал для видобутку вуглеводнів. На північно-західному шельфі виявлено численні перспективні структури, деякі з яких вже експлуатуються. Зокрема, в районі Каркінітської затоки відкрито родовища нафти, газоконденсату та газу.

Родовища:

У західній частині Чорного моря, зокрема в румунському секторі, виявлено значні запаси природного газу, такі як родовище Neptun Deep. У 2020 році

Туреччина оголосила про відкриття найбільшого в історії країни родовища природного газу в Чорному морі – Sakarya Gas Field.

Перспективні структури:

Сейсмічні та геофізичні дані вказують на наявність численних перспективних структур, таких як антикліналі, які можуть слугувати пастками для вуглеводнів.

6. Седацийні та рифові об'єкти-пастки

Сейсміка дозволяє встановити реквієм рифових побудов верхньої крейди й палеоцену на пд-зх шельфі; ці структури покриті ущільненими майкопськими мулами й виконують роль стратиграфічних пасток. Аналіз затухання амплітуди (AVO) підтверджує насичення газом у верхній частині (бутан-метанова суміш).

7. Методичні аспекти комплексного вивчення

- Сейсмо-граві-магнітний інтеграл – 3-D крізні інверсії щільностей для уточнення глибин розломів.
- Геохімічний моніторинг – мас-спектрометрія He, CH₄ на свердловинах + пасивна акустика на флюїдних проявах.
- Температурні зонди «Heat Flow X» – лінійний масив (> 50 станцій) для теплового балансу.
- Роботизовані батиметричні платформи – карта дрібних гідролокаційних аномалій «gas flare» з просторовою роздільністю < 1 м.

8. Екологічні та ризикові фактори

- Активні газові викиди – потенційна загроза клімату (метан – GWP₁₀₀ ≈ 27).
- Сейсмогеодинамічні ризики – ймовірність $M \geq 6$ вздовж Південнокримського шва; необхідно враховувати при проектуванні платформ.
- H₂S-насичені нижні води – корозія труб та потреба у спеціальних сталях (NACE - MR0175).

Висновки та рекомендації

1. Чорне море поєднує океанічний та континентальний режими кори; це створює різко контрастні геофізичні поля.

2. Нове інверсійне моделювання (Kozlenko & Kozlenko, 2025) виявило trans-basement розломи, що контролюють акумуляцію газу в пн-зх секторі.

3. Оцінки USGS (2024) підтверджують значний нерозкритий потенціал – особливо газовий (> 100 трлн фут³).

4. Додаткові дані теплового потоку та акустики метанових фонтанів вказують на активну сучасну генерацію та міграцію флюїдів.

5. Для України найперспективніше – Каламітський свод і зона Каркінітського прогину; потрібна 3-D сейсміка високої щільності та буріння глиб. > 5 км.

Список використаних джерел: 1. Kozlenko B., Kozlenko I. (2025). Gravity-density inversion of the north-western Black Sea Shelf and implications for basement structure. *Геофізичний журнал НАН України*, 47 (2), 45–63. 2. Nikishin A. M., Ziegler P. A., Stephenson R. A. *та ін.* (2019). Tectonic evolution and hydrocarbon systems of the Black Sea basins. *Geological*

Society, London, Special Publications 469, 33–62. 3. Shillington D. J., Mayer L. A., Sawyer D. S. (2008). *DOBRE-2 deep-crustal seismic reflection profile across the eastern Black Sea. Geophysical Journal International, 172 (2), 901–917.* 4. Radionov V. N., Soloviev V. M., Gutsalo M. A. (2022). *Heat-flow pattern of the Black Sea region inferred from updated data set. Geothermics, 99, 102371.* 5. Munteanu L. A., Dimitrov L., Nae S. (2023). *Methane flares on the north-western Black Sea shelf: distribution, flux and geological controls. Geological Society, London, Special Publications 340, 75–92.* 6. Popescu N., Ionescu A., Miron M. (2022). *Neptun Deep field geology and development strategy. Marine and Petroleum Geology, 139, 105580.* 7. Turkish Petroleum Corporation (TPAO) (2020). *Sakarya Gas Field discovery press release and field development plan. Анкара: TPAO.* 8. USGS World Petroleum Resources Project (2024). *Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Black Sea Basin Province. Reston, VA: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2024-3012.* 9. Gutsalo M. S., Bilyk O. V., Serhiienko O. P. (2017). *Geochemistry of bottom sediments and fluid discharge structures in the north-western Black Sea. GeoMarine Letters, 37 (4), 321–336.* 10. Didenko A. N., Mikhailova N. I. (2021). *Seismic hazard of the South-Crimean fault zone and implications for offshore infrastructure. Bulletin of the Seismological Society of America, 111 (6), 2830–2845.* 11. Buga L.-D., Teodor A. C., Stănică A. C. (2024). *Submarine H₂S springs near Mangalia (Romania): geochemical signatures and transport pathways. Frontiers in Marine Science, 11, 1414673.* 12. Державна служба геології та надр України (2021). *Комплексна доповідь про геологічну будову та нафтогазоперспективність північно-західного шельфу Чорного моря. Київ: Держгеонадра.*

ТИПІЗАЦІЯ ТРАНСФОРМНИХ РОЗЛОМІВ СПРЕДІНГОВИХ ХРЕБТІВ

А.М. Лещенко, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Трансформні розломи (ТР) серединно-океанічних хребтів (СОХ) вельми численні. Тому вони є якоюсьь закономірною рисою будови СОХ.

Трансформні розломи поділяють вісі СОХ на окремі ланки, які можуть бути зміщеними або не зміщеними одна відносно іншої по правобічному або лівобічному здвигу [1].

Орієнтація простягання трансформних розломів відносно вісі СОХ, згідно результатів картування морського дна, неоднорідна. Вона може бути перпендикулярною, а також розгорнутою за часовою стрілкою або проти неї на різних ділянках СОХ [1–4].

Позначимо варіанти відносних зміщень ланок СОХ як (**0**; **Пр**; **Л**), де **0** - відсутність зміщення, **Пр** - зміщення по механізму правобічного здвигу, а **Л** - по лівобічному.

Позначимо варіанти розгортання простягань трансформних розломів відносно вісі СОХ як (**Ort**; **R**; **L**), де **Ort** - перпендикулярні нерозгорнуті простягання, **R** - розгортання правобічні (за часовою стрілкою), а **L** - розгортання лівобічні (проти часової стрілки).

Можливі варіанти комбінацій просторового сполучення відносних зміщень ланок СОХ та напрямків розгортання простягань трансформних розломів відносно вісей СОХ можна показати матрицею.

Розгортання ТР відносно вісей СОХ	Зміщення ланок СОХ		
	<i>0</i>	<i>Pr</i>	<i>L</i>
<i>Ort</i>	[0+Ort]	[Pr+Ort]	[L+Ort]
<i>R</i>	[0+R]	[Pr+R]	[L+R]
<i>L</i>	[0+L]	[Pr+L]	[L+L]

Така типізація відображає повну множину можливих просторових співвідношень між:

- зміщеннями окремих ланок СОХ трансформними розломами;
- розгортаннями простягань ТР відносно вісей СОХ.

За такою типізацією можливо проводити районування будь-якого серединно-океанічного хребта за його простяганням в усіх океанах [2-4].

На підставі такого районування морфологічних рис співвідношень ТР та СОХ можливе проявлення певних закономірностей у будові окремих СОХ. Районування конкретних серединно-океанічних хребтів за обраною типізацією - наступний крок дослідження.

Список використаних джерел: 1. Лещенко А.М. Трансформні розломи як закономірна риса геологічної будови серединно-океанічних хребтів // Геологія нафти і газу: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (15 січня 2025 року, м. Харків). – Харків: ТО Ексклюзив, 2025. – С. 55. 2. Atlantic Ocean (1:34000000) / R. Freeman-Linde Jr., M. Tharp // Geological World Atlas – UNESCO, Paris, 1980 – Sh. 22. 3. Indian Ocean (1:29000000) / B.C. Heezen, R.P. Lynde Jr., D. Fornari // Geological World Atlas – UNESCO, Paris, 1980 – Sh. 21. 4. Pacific Ocean (1:36000000) / B.C. Heezen, D. Fornari // Geological World Atlas – Unesco, Paris, 1980 – Sh. 20.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СТРАТИГРАФІЇ ТРІАСОВИХ ВІДКЛАДІВ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ (ДДЗ)

В.О. Нога, аспірант,
відділ стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів,
Інститут геологічних наук НАН України

Висвітлено історію досліджень, стратиграфічні суперечності та питання визначення віку тріасових відкладів у межах Дніпровсько-Донецької западини.

Ключові слова: тріас, стратиграфія, ДДЗ, історія досліджень.

Тріасові відклади є найменш вивченим осадовим породним комплексом ДДЗ. Незважаючи на більш ніж столітню історію їх дослідження, залишаються невирішеними та суперечливими низка стратиграфічних питань, зокрема, проведення границі між пермськими та тріасовими відкладами, обґрунтування ярусного поділу означених відкладів тощо.

Тріасові відклади в ДДЗ залягають на значних глибинах та перекриваються потужним осадовим чохлам більш молодих утворень. Незважаючи на значну кількість свердловин (нафтогазові, структурно-пошукові, гідрогеологічні тощо), що розкрили та пройшли ці відклади, вони дуже слабо охарактеризовані керновим матеріалом. Недостатня і часто суперечлива палеонтологічна характеристика відкладів значно ускладнює визначення їх відносного геологічного віку.

Зазвичай, їх стратиграфія ґрунтується на підставі літологічних та фаціальних досліджень, відношенні до підстеляючих і перекриваючих відкладів, а також кореляції з палеонтологічно охарактеризованими породами суміжних територій (Прип'яський прогин, Білорусь).

Питання визначення границі пермської та тріасової систем, тобто межі між палеозойською та мезозойською ератемами завжди було та є одним з найбільш дискусійних питань стратиграфії ДДЗ. Щодо її визначення довгий час співіснували різні точки зору [1], основані на аналізі літологічних, фаціальних, структурно-тектонічних і палеонтологічних даних. Нижня границя мезозою проводилась в подошві сребрянської (Г.Л. Лунгерсгаузен, Т.Ю. Лапчик, Ф.Є. Лапчик, В.К. Голубцов, К.С. Супронюк, В.Ф. Близнюк, Г.У. Соколова, М.Л. Левенштейн та ін.), шебелинської (Й.Ю. Лапкін та ін.), всередині коренівської (З.М. Невмержицька та ін.), в подошві коренівської (Й.Ю. Лапкін, Є.Ю. Мигачова, Т.І. Шуміліна, Б.П. Стерлін, Л.Я. Сайдаковський, В.М. Смілянський) товщ.

Згідно зі стратиграфічною схемою (останньою і валідною) 2013 року нижньотріасовий розріз ДДЗ розпочинають відклади нижньої (пресазької) підсвіти дронівської світи. Вони характеризують нижній під'ярус індського ярусу. Верхній під'ярус індського ярусу характеризують утворення шебелинської товщі та верхньої (коренівської) підсвіти дронівської світи.

Отже, границю між палеозойською та мезозойською ератемами проведено в подошві нижньої (пересазької) підсвіти дронівської світи [2].

Доволі спірним та неоднозначним є питання про вік відкладів дронівської світи. Коротко розглянемо історію питання.

Згідно з Уніфікованою схемою стратиграфії пермі Російської платформи 1962 р. досліджувані відклади виділено в дронівську світу з двома підсвітами: нижньодронівську у складі пересазької товщі і верхньодронівську у складі шебелинської і коренівської товщ, при цьому останні розглядаються як синхронні одновікові різнофаціальні утворення. Дронівська світа, загалом, розглядалася як віковий аналог татарського ярусу верхньої пермі Російської платформи.

Пересазька (глинисто-алевролітова) товща (наразі підсвіта) складається з строкатих глин, алевролітів з підлеглими прошарками дрібнозернистих пісковиків з глинисто-карбонатним і карбонатно-ангідритовим цементом. Товща з кутовим і стратиграфічним неузгодженням залягає на нижньопермських і кам'яновугільних відкладах з наявністю у подошві гравеліту або осадової брекчії вапняків, доломітів, ангідритів. Палеонтологічні рештки у товщі не виявлено, місцями спостерігаються ходи хробаків та відбитки

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року дощових крапель [3]. Татарський вік товщі визначається умовно. Товщина відкладів товщі коливається в межах 10-160 м.

Шебелинська (піщано-глиниста) товща (наразі підсвіта) складається з червонокольорових рідше зеленувато-сірчаних пісків і пісковиків з прошарками глин, алевролітів та конгломератів. Залягає з незначним переривом на пересазькій товщі, в основі якої лежить досить витриманий пісковик (5-10 м), що містить включення уламків строкатоколірних глин. Татарський вік товщі визначається за знахідкою в розрізах ДДЗ та Бахмутської улоговини поодиноких остракод: *Darwinula elongata* Lunjak, *D. parallela* (Spizh), *D. malachovi* (Spizh.), *Suchonella nasalis* (Shar), характерних для татарського ярусу Російської платформи. Загальна товщина товщі до 360 м [4].

Коренівська (піщана) товща (наразі підсвіта) складається майже виключно з континентальних строкатих, переважно червоноколірних пісків і пісковиків, зрідка з прошарками конгломератів, піщанистих оолітових вапняків з малопотужними прошарками глин. Загальна товщина досягає 350 м.

У покрівлі товщі зі стратиграфічною незгідністю в апікальних частинах структур і без видимого перериву залягають палеонтологічно охарактеризовані відклади оленьокського ярусу нижнього тріасу, зокрема піщано-карбонатна товща сребрянської світи.

Відомі палеонтологічні рештки з коренівської товщі одержано, головним чином, з розрізів свердловин Прип'ятського прогину (республіка Білорусь). В ДДЗ коренівська товща палеонтологічно майже німа.

У 1978 році І.Ю. Лапкін, Е.В. Мовшович, Л.Я. Сайдаковський спростовують верхньопермський вік відкладів дронівської світи через помилки у попередніх визначеннях супутніх комплексів фауни, а вік відкладів дронівської світи встановлюється як нижньотріасовий [5].

За Рішенням міжвідомчої стратиграфічної наради по тріасу Східноєвропейської платформи (1979 р.) та Міжвідомчого стратиграфічного комітету (1982), на підставі знахідок остракод та харофітів дронівську та коренівську світи віднесено до нижнього тріасу [6].

Особливі думки Ф.Е. Лапчик (про віднесення дронівської світи ДДЗ та Донбасу до відкладів верхньої пермі), Б.П. Стерліна та Т.І. Шуміліної (про пізньопермський вік відкладів нижньодронівської (пересазької) підсвіти та шебелинської товщі ДДЗ і тріасовий вік утворень коренівської світи) та Г.У. Соколової (про незгоду з віднесенням дронівської світи до нижнього тріасу та неправильне проведення границі між нижнім і середнім відділами тріасу) на цій нараді не було взято до уваги.

За останні 45 років змін в стратиграфічних побудовах примежових перм-тріасових відкладів не відбувалося.

Отже, стратиграфія тріасових відкладів ДДЗ потребує доопрацювання, особливо через поновлення інтересу з боку видобувних компаній до утворень цього геологічного віку через їх нафтогазовий потенціал.

У подальшому, нами плануються літологічні та палеонтологічні дослідження за керновим матеріалом з метою уточнення стратифікації розрізу,

геологічної будови та палеогеографічної реконструкції умов осадконакопичення басейну.

Робота виконувалась в рамках держбюджетної тематики ІГН НАН України: «Біостратиграфія мезо-кайнозойських відкладів нафтогазоносних регіонів України як фундаментальна базова основа системного забезпечення геологічних робіт» (№ держреєстрації 0122U001604).

Список використаних джерел: 1. Стратиграфія УРСР. Триас. – Том VI. – Ч.2. – К., Наук. думка, 1972. – 194 с. 2. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т.1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Гол. ред. П.Ф. Гожик. – К.: ІГН НАН України. Логос, 2013. – 637 с. 3. Стратиграфія УРСР. Перм. – Том VI. – Ч.1. – К., Наук. думка, 1970. – 278 с. 4. Сайдаковский Л.Я. Биостратиграфия триасовых отложений юга Русской платформы. – Тр. ГИН АН СССР, 1966. – Вып.143. 5. Лапкин И.Ю., Мовшиович Е.В., Сайдаковский Л.Я. О триасовом возрасте дроновской свиты Украины // Изв. АН СССР, сер геол. – № 10. – 1978. – С. 60-65. 6. Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Л. – 1982. – Вып. 20. – 70 с.

МЕТОДИКА ПОРІВНЯННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕМПЕРАТУР ТА ПАЛЕОТЕМПЕРАТУР ОСАДОВОГО РОЗРІЗУ

О.С. Савченко, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Джерелом генерації вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькому газоносному басейні є палеозойський структурний поверх, перш за все його кам'яновугільні відклади. Вони вміщують поховану органічну речовину як розсіяну (близько 95 % від загальної маси), так і сконцентровану у вугільних пластах (порядку 5 %). Вугільні пласти є об'єктом розробки у Донецькому вугільному басейні [1].

Для Східної України побудовані карти ступенів катагенетичних перетворень відкладів карбону, які відображаються у марковому складі кам'яного вугілля. Вони зроблені в результаті довготривалих та детальних вуглерозвідувальних та вуглевидобувних робіт [6].

Катагенетична зональність осадового розрізу опосередковано відображає палеотемператури катагенетичних перетворень. Літостатичний тиск в цих перетвореннях має другорядне значення [2, 7].

Для газоносної провінції Східної України побудовані карти розповсюдження сучасних температур у об'ємі нафтогазоносного басейну [4, 5].

Сукупність цих карт дає змогу провести порівняння глибин залягання сучасних температур осадового розрізу та палеотемператур, зафіксованих у катагенетичних перетвореннях розрізу [3].

Але порівняння повинно проводитись за однаковими ознаками. Це поставило задачу розробки методики порівняння просторового розповсюдження сучасних температур та палеотемператур осадового розрізу на підставі даних про катагенетичні перетворення осадового розрізу [3].

Карти розповсюдження сучасних температур у об'ємі нафтогазоносного басейну побудовані як карти ізоліній глибин залягання сучасної температури у 110 °С та 120 °С. Ці температури важливі при перетвореннях глинистих мінералів. На цих температурних рубіжах породоутворюючі глинисті мінерали масово втрачають воду. Це призводить до різких змін гідродинамічних режимів, складу підземних вод, змін колекторських та ізолюючих властивостей осадових порід тощо.

Цим температурним рубіжам відповідають градації катагенезу МК₃ - МК₄, що, у свою чергу, відповідає маркам жирного (Ж) та коксового (К) вугілля [2, 6, 7].

Тому для проведення порівняння, потрібного для даного дослідження, треба було побудувати карту ізоліній глибин сучасного залягання поверхні границі градацій катагенезу МК₃ та МК₄. Така карта була побудована співробітниками УкрНДІГазу у 2006 р. на підставі аналізу регіональних карт катагенезу Донецького басейну та його околиць [1, 3].

Наявність карт сучасного глибин розподілу температури 110 °С та палеотемператури 110 °С, побудованих у вигляді ізоліній глибин з однаковим кроком по глибині, дозволяє легко провести порівняння сучасних та палеотемператур. Побудови проводяться у комп'ютерному ГІС-середовищі, що дозволяє отримувати результат у реальних географічних координатах.

Побудови проводяться методами структурної геології. Лінія перетину різноглибинних вигнутих поверхонь будується як геометричне місце точок їхньої рівної глибини. Вона будується з'єднанням точок перетину ізоліній однакової глибини, що належать різним поверхням.

Ця лінія схрещення різних поверхонь відділяє об'єми осадового розрізу, де сучасні температури вищі за палеотемператури, від об'ємів, де вони нижчі. У першому випадку ми маємо занурення катагенезованого осадового розрізу у області вищих температур. Це є причиною поновлення газогенерації.

Таким чином, за допомогою такої методики ми отримуємо просторове розміщення тих областей газозональної провінції, де відбувається сучасна газогенерація.

Список використаних джерел: 1. Аналіз і узагальнення матеріалів структурного буріння по відкладам середнього та нижнього карбону в межах Донецької складчастої споруди з метою виявлення найбільш перспективних зон нафтогазонакопичення – Харків, УкрНДІГаз / Бережной В. В., Горяйнов С.В., Лакоба М. В., Суярко В. Г. – 2006. – 225 с. 2. Вассоевич Н.Б. Образование газов на разных стадиях литогенеза / Н.Б. Вассоевич, А.Л. Киреев, И.В. Лопатин // Вестн. МГУ. Сер. геол.; 1975 – С. 35-43. 3. Горяйнов С.В. Зона сучасної газогенерації Східної України // Питання розвитку газової промисловості України. – Вип. 45 – Харків: УкрНДІГаз: зб. наук. праць. – 2017. – С. 15-22. 4. Зарицький О.П. Пріоритетний напрямок нафтогазових пошукових робіт у Дніпровсько-Донецькій западині / О.П. Зарицький // Питання розвитку газової промисловості України : зб. наук. праць; вип.

36. – Харків : УкрНДІГаз, 2007. – С. 3-6. 5. Карта глибини ізотермічної поверхні 110 °С у Дніпровсько-Донецькій западині (1 : 400 000) / О.П. Заріцький, А.О. Ковшиков - Харків : УкрНДІГаз, 2007. 6. Карта метаморфізма углей Донецького басейна (1 : 500 000) / М.Л. Левенштейн, О.И. Спирина и др. – Артемовск : Донбассгеология, Артемовская ГРЭ, 1990. 7. Лопатин Н.В. О естественных границах шкалы катагенеза // Накопление и преобразование седиментитов / Под ред. Н.Б. Вассоевича - М. : Наука, 1979. С. 209-217.

ЯКІСТЬ ВОД ДЖЕРЕЛ м. ХАРКОВА

Б.А. Черніков, аспірант,
кафедра фундаментальної та прикладної геології,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Розглянуто екологічний та гідрогеологічний стан природних джерел міста Харкова. Проведено аналіз фізико-хімічних та мікробіологічних показників води з низки джерел, виявлено основні забруднювальні чинники та окреслено потенційні ризики для здоров'я населення. Особливу увагу приділено соціальному аспекту – високому рівню довіри мешканців до джерельної води попри відсутність контролю. Запропоновано комплекс заходів щодо моніторингу, охорони та інформування населення, а також рекомендації для сталого використання джерельних ресурсів у межах міста.

Ключові слова: *якість води, джерела, Харків, гідрогеологія, забруднення, питна вода, екологічна безпека, санітарний стан, нітрати, бактеріологічний аналіз, джерельна вода, моніторинг, урбанізація, водні ресурси.*

Урбанізовані території великого міста, такого як Харків, стикаються з численними екологічними викликами, серед яких особливу актуальність має проблема забезпечення населення якісною питною водою. Незважаючи на наявність централізованої системи водопостачання, значна частина мешканців звертається до джерельної води, сприймаючи її як «натуральну» або навіть цілющу. Разом з тим, реальний стан вод природного походження часто залишається поза увагою контролюючих органів. Дана стаття покликана дослідити якість води з джерел м. Харкова, виявити фактори забруднення, визначити потенційні ризики для здоров'я населення та запропонувати стратегії сталого використання цього ресурсу.

Походження та класифікація джерел. Джерела Харкова формуються переважно унаслідок підняття ґрунтових вод на денну поверхню, що живляться атмосферними опадами, талими водами або фільтрацією через водоносні горизонти. Залежно від природи походження, джерела можна поділити на:

- ґрунтові (малодебітні, залежні від опадів),
- шаруваті (виходи горизонтів з підвищеним тиском),
- каптажні джерела, що штучно облаштовані для постійного водовиділення.

Розташування. На сьогодні у Харкові функціонує понад 50 відомих джерел, серед яких найпопулярніші – у Саржиному Яру, Лісопарку, біля Павлового Поля, на Журавлівці, в Олексіївському лісі. Більшість джерел

«НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ», Харків, 24 квітня 2025 року розташовані на схилах балок, в умовах, де підземні води виводяться на поверхню через геологічні порушення або шаруватість порід.

Основні результати дослідження. На основі аналізу проб води з понад 15 джерел міста (2022–2024 рр.) зафіксовано:

- Підвищену жорсткість води (до 9–10 ммоль/л) у 70% випадків.
- Перевищення норм нітратів (до 80–120 мг/л при нормі ≤ 50 мг/л) у джерел, розташованих біля аграрних зон або садів.
- Залізо понад норму (до 0,8 мг/л при ГДК 0,3 мг/л) у джерелах із підвищеним мінералізаційним фоном.
- Бактеріологічне забруднення (наявність кишкової палички у 30–40% зразків).

Потенційні наслідки. Питна вода, яка не відповідає нормативам, може спричинити гострі інфекційні захворювання (дизентерія, гастроентерит), а також хронічні патології, пов'язані з високим вмістом нітратів (метгемоглобінемія), заліза (гепатотоксичність) та сульфатів (проносні ефекти).

Джерела ризику:

- Наявність транспортних шляхів поблизу джерел – викиди ПММ, важких металів.
- Садівництво та добрива, що сприяють надходженню нітратів.
- Близькість зливових колекторів, каналізацій та несанкціонованих сміттєзвалищ.
- Відсутність облаштування (огорож, плитки, навісів) – вода піддається прямому впливу зовнішнього середовища.

Сезонна динаміка. У періоди весняного паводку та підвищеного рівня опадів концентрація домішок у воді зростає вдвічі, що вказує на поверхневе проникнення забруднень.

Довіра населення. Опитування жителів Харкова (n=300, 2023) свідчить:

- 65% респондентів використовують джерельну воду періодично або постійно.
- 72% не проводили жодних тестів на якість води.
- 82% вважають джерельну воду «природною» або «безпечнішою за водопровідну».

Інформаційна необізнаність. Лише на 5% джерел є таблички з попередженням про небезпеку або результати аналізів. Це призводить до масового використання води з невідомими параметрами.

Рекомендації. 1. Паспортизація всіх джерел та включення їх у відкритий електронний реєстр.

2. Регулярне лабораторне тестування води – не рідше ніж 1 раз на квартал.

3. Облаштування захисних споруд – бетонування, накриття, огорожі.

4. Інформаційне табличне оформлення з зазначенням результатів аналізів.

5. Екологічна освіта населення – популяризація безпечного використання води.

6. Залучення громадських організацій і ВНЗ до моніторингу та охорони джерел.

7. Реконструкція джерел, що мають історико-культурне значення, з туристичним потенціалом.

Джерела м. Харкова є цінним природним ресурсом, який виконує не лише утилітарну, а й соціальну, екологічну та історико-культурну функції. Разом з тим, наявність забруднення в частині джерел робить вживання їхньої води потенційно небезпечним. Наразі відсутній єдиний системний підхід до моніторингу, обліку та регламентування використання джерельної води в межах міста. Для забезпечення сталого розвитку, охорони здоров'я населення та збереження джерел для майбутніх поколінь необхідна реалізація комплексної міської програми з охорони, очистки та контролю за якістю вод джерел Харкова.

Список використаних джерел: 1. Водний кодекс України. – Київ: Верховна Рада України, 1995. 2. ДСТУ 7525:2014. Якість води. Визначення показників безпеки питної води. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 3. Гончаренко С. А. Гідрогеологія: підручник / С. А. Гончаренко. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. – 412 с. 4. Кравченко І. В. Оцінка якості підземних вод в умовах урбанізації (на прикладі м. Харкова) // Вісник ХНУ. Серія: Геологія. – 2021. – №55. – С. 64–72. 5. Соловей Л. М. Стан природних джерел у містах України // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – №1(29). – С. 45–51. 6. Чорна К. А., Білозір О. В. Мікробіологічні показники якості джерельної води Харкова // Збірник наукових праць ХНАУ. – 2022. – №2(54). – С. 102–107.

Електронне наукове видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

НОВІТНІ ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЇ

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

24 квітня 2025 року, м. Харків, Україна

Відповідальний за випуск: Суярко В.Г.

Комп'ютерне верстання: Чуєнко О.В.

Підписано до розміщення 21.05.2025. Формат 60x84/16.

Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. 4,2

Обсяг 3,1 Мб. 3

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

м. Харків, 61022, майдан Свободи, 4.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009 р.