

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.06.097>

УДК 550.36

А.П. Усенко

О.В. Усенко

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

E-mail: usenko_ol@ukr.net

Визначення геотермічних параметрів, що відповідають за сучасну геотермальну діяльність у Дніпровсько-Донецькій западині та Донецькому басейні

Представлено академіком НАН України В.І. Старостенком

Проведено розрахунки теплового потоку (ТП) у центральній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та порівняння його розподілу з встановленим у центральній частині Донбасу. На Донбасі зони сучасної гідротермальної діяльності проявлено в аномаліях ТП значної інтенсивності (до 80–100 мВт/м²). У ДДЗ максимальні значення ТП не перевищують 50 мВт/м². Прояви гідротермальної активності зафіксовано стрибком геотермічного градієнта, що відбувається на глибинах понад 4000–5000 м, які збігаються з глибинами розташування покладів вуглеводнів. Тут відбувається розвантаження термальних гідрокарбонатно-натрієвих вод. У верхній частині розрізу геотермічний градієнт не перевищує 19–20 °С/км, тому сучасна гідротермальна діяльність не проявлена істотними сплесками ТП.

Ключові слова: *тепловий потік, гідротермальна діяльність, Дніпровсько-Донецька западина, Донбас.*

Визначення територій, на яких сьогодні відбувається розвантаження гідротермальних вод, є актуальним з багатьох причин. У сучасному геологічному процесі вивільняється метан, вуглекислий газ, азот, сірководневі сполуки, гелій та ін. Вірогідно, частина метану утворена за рахунок хімічних взаємодій вугілля чи захороненої органічної речовини з гідротермальними розчинами. Але більша частина метану та інших газів надходить з шарів плавлення, що розташовані в корі та верхній мантії [1, 2].

Сучасна гідротермальна діяльність має як позитивні, так і негативні наслідки. В осадових басейнах за наявності колекторів та покриваючих непроникних шарів можуть утворюватися нафтогазові родовища. Водночас встановлено, що більшість водорозчинених газів спричиняють парниковий ефект і можуть бути чинниками кліматичних змін. На Донбасі первинно осадові породи є катагенетично перетвореними, а тектонічні рухи призводять до деформацій та утворення порожнин, в яких може накопичуватися метан. Це є небез-

Цитування: Усенко А.П., Усенко О.В. Визначення геотермічних параметрів, що відповідають за сучасну геотермальну діяльність у Дніпровсько-Донецькій западині та Донецькому басейні. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2021. № 6. С. 97–107. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.06.097>

печним під час робіт у шахті. Після закриття шахти метан продовжує вивільнятися в шахтний простір, де утворюється повітряно-метанова суміш, що є вибухонебезпечною. З іншого боку, вугільні пласти з високою газоносністю можуть розглядатися і розроблятися як комплексні родовища вугілля і газу, оскільки кількість газу, що виділяється, в ряді випадків наближається до $100 \text{ м}^3/\text{т}$, що в перерахунку на теплотворну здатність становить понад 10 % калорійності вугілля.

Виходи термальних вод повинні бути проявлені в тепловому потоці (ТП). У даній роботі проведено порівняння ТП Донбасу та Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), проаналізовано геотермічні параметри, що відображають перерозподіл тепла та речовини в гідротермальному процесі.

Розрахунок теплового потоку в межах Донецького басейну. Для розрахунку ТП центральної частини Донбасу було використано понад 3500 замірів температури (T) на вибоях свердловин і 350 у шпурах гірничих виробок [2]. Застосована методика визначення середнього геотермічного градієнта в інтервалі глибин поверхня—вибій і середньої теплопровідності порід у цьому інтервалі. Температура поверхні прийнята єдиною для території басейну ($10,3 \text{ }^\circ\text{C}$). Для визначення середньої теплопровідності враховувалися склад і потужність порід, пройдених кожною свердловиною. Літологічним різновидам приписувалися середні значення, встановлені в попередніх дослідженнях регіону [3, 4]. У районах, де відклади карбону практично не перекриті осадами мезозойського і кайнозойського віку, середня величина теплопровідності змінюється від 1,95 до $2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$. Трохи нижча теплопровідність ($1,65\text{--}1,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$) у зоні, перехідній до Дніпровсько-Донецької западини (у тому числі в Кальміус-Торецькій і Бахмутській котловинах). Різке збільшення спостерігається на Головній і Дружківсько-Костянтинівській антикліналях (до $2,3\text{--}2,6 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$) через ефект анізотропії теплових властивостей, а також збільшення частки пісковиків у розрізі. Значення температур на вибоях виправлені з урахуванням змін палеоклімату. Для свердловин завглибшки $1000\text{--}1400 \text{ м}$ вплив довгоперіодних змін клімату виявляється в зниженні спостереженої температури на забої на $2,9\text{--}3,2 \text{ }^\circ\text{C}$. На Головній і Дружківсько-Костянтинівській антикліналях виявилось необхідним введення структурної поправки, яка становить $-7 \text{ мВт}/\text{м}^2$ в замку складки, $-4 \text{ мВт}/\text{м}^2$ на крилах і плавно зростає до $+1 \text{ мВт}/\text{м}^2$ при переході до Бахмутської і Кальміус-Торецької котловин. Оскільки для визначення ТП використовувалися виміри температур на вибоях, глибина яких перевищує 1000 м , гідрогеологічна поправка не вводилася.

За результатами розрахунків була побудована карта ТП західної та центральної частини Донбасу (рис. 1). Важливою характеристикою розподілу ТП є відсутність різких змін ТП у свердловинах, що розташовані на незначній відстані. Зміна ТП на відстані 1 км не перевищує $2 \text{ мВт}/\text{м}^2$. Тільки у випадках різкого зростання ТП, наприклад на Головній антикліналі, ці значення більші, але проявлені в багатьох свердловинах у напрямку до Осьового розлому і, таким чином, відображують зміну густини ТП.

У переважній більшості випадків вузькі аномалії ТП відповідають поздовжнім глибинним розломам [5] (рис. 2), а фонові значення (від 42 до $52 \text{ мВт}/\text{м}^2$) характерні для блоків, не порушених диз'юнктивами. Максимальний ТП зафіксовано на схилі Українського щита, Головній і Дружківсько-Костянтинівській антикліналях, в Донецько-Макиївському районі. Тут середніми є значення $63 \text{ мВт}/\text{м}^2$, а максимуми досягають: $75 \text{ мВт}/\text{м}^2$ в Доне-

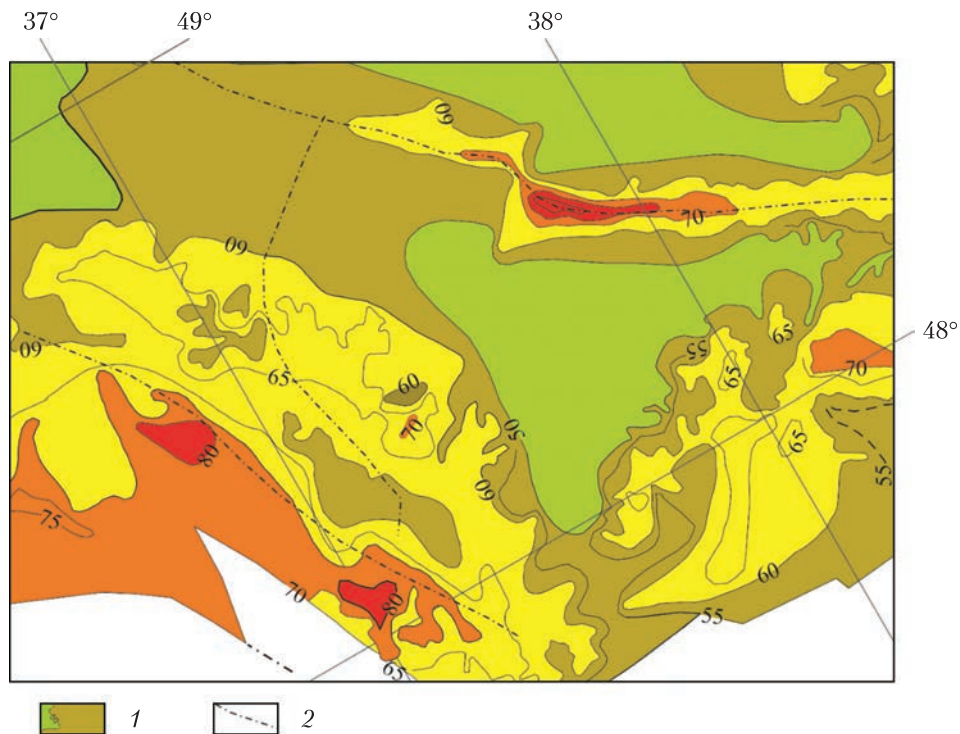


Рис. 1. Карта глибинного теплового потоку Донецького басейну. Умовні позначення: 1 – ізолінії ТП, значення ТП (мВт/м²); 2 – розломи

цько-Макіївському районі; 103 мВт/м² на схилі Українського щита; 104 мВт/м² на Головній антикліналі.

На південно-західному борті басейну чітко вималювалися аномалії значної інтенсивності, що тягнуться з північного заходу на південний схід над Південно-Донбаським, Криворізько-Павлівським і Михайлівсько-Юр'ївським розломами кристалічного фундаменту. Ділянки між близькорозташованими розломними зонами характеризуються підвищеними значеннями ТП (56–58 мВт/м²), проте безпосередньо над зонами розломів значення ТП різко зростають (до 104 мВт/м²). На рис. 2, б на профіль АБ знесені значення ТП з “коридору” завширшки 4 км. Зсув зони Осьового розлому між Головною і Дружківсько-Костянтинівською антикліналлю призводить до зміщення максимуму ТП. Різкими сплесками інтенсивності відзначені Мушкетівсько-Персіановський (до 85 мВт/м²) і Осьовий розломи (до 104 мВт/м²) на всьому своєму протязі.

Високі значення ТП просторово пов'язані з розломами кристалічного фундаменту, над якими в осадовій товщі розташовані зони підвищеної проникності. Подібна детальність визначень ТП дає можливість побачити, що частина розломів представлена зонами, ширина яких перевищує 20 км (Південно-Донбаський, Волновасько-Чорнухинський та ін.). Схил Українського щита розбитий мережею поперечних і поздовжніх розломів, що дає підставу розглядати його як єдину розломну зону [5], яка продовжує Орехово-Павлоградську шовну зону УЩ. Розломні зони і ділянки їх перетину проявлені не тільки в підвищенні сучасного ТП. Тут присутні інтрузивні породи та гідротермальні прояви (зо-

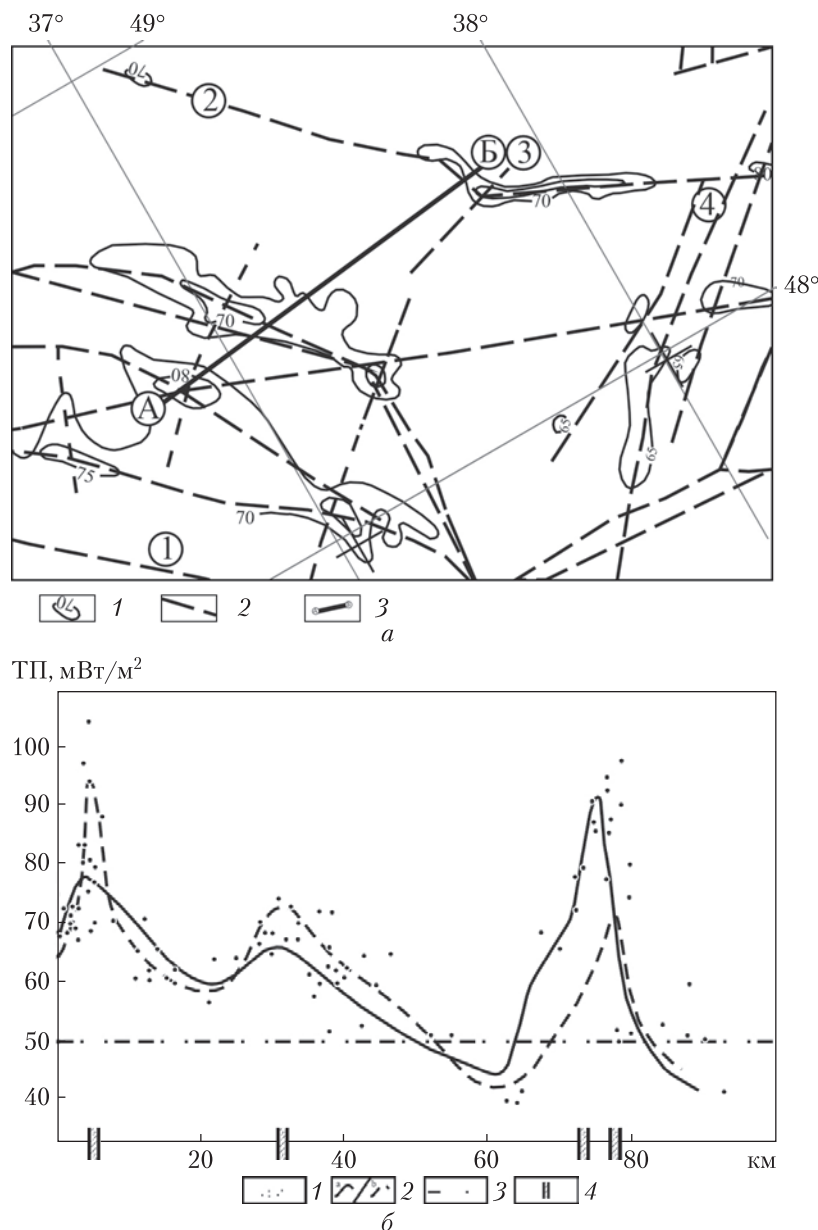


Рис. 2. а: Схема розташування розломів кристалічного фундаменту та аномалій ТП. Умовні позначення: 1 – аномалії ТП; 2 – розломи кристалічного фундаменту; 3 – цифрами в кружечках позначені: 1 – Північно-Донбаський, 2 – Осьовий, 3 – Краматорський, 4 – Волновасько-Чорнухинський розломи [5]. б: ТП вздовж профілю АБ (див. рис. 3). Умовні позначення: 1 – значення ТП за результатами одиничних вимірювань; 2 – значення ТП за ізолініями (а – на відстані 2 км на північний захід, б – на відстані 2 км на південний схід від лінії профілю); 3 – фонові значення ТП; 4 – розломи кристалічного фундаменту

лото, ртуть тощо) минулих активізацій. На їх перетині змінюється ступінь літфікації осадових порід (у тому числі вугілля) внаслідок зміни рівня ерозійного зрізу.

Сучасний розподіл ТП пояснюється припущенням, що перебіг сучасної активізації подібний до перебігу киммерійської, в якій утворенню гідротермальних рудопроявів пере-

дувало вторгнення інтрузивних гранітів, утворення шару часткового плавлення в корі внаслідок її підшарування ультрабазитовими розплавами. Подібне припущення відповідає розподілу фізичних параметрів, зафіксованому в геофізичних полях [2]. На сучасному етапі аномальні температури підвищені над фоновими на 4 °С на глибині 1 км, на 5 °С на глибині 4 км, на 15 °С на глибині 6 км.

Розрахунок геотермічного градієнта та теплового потоку центральної частини ДДЗ.

Середній геотермічний градієнт розраховано як суму градієнтів на відрізках між точками вимірювання температур. Враховано довжину інтервалів між замірами. Градієнт до першого заміру в свердловині розраховано від поверхні, температура якої дорівнює 8,0–9,0 °С [6]. Середню теплопровідність для порід кожного періоду наведено з врахуванням розповсюдженості (потужності) кожного літологічного різновиду в досліджуваних районах. Використані дані Р.І. Кутаса за роботою [7]. За цими даними встановлено середнє значення в інтервалі поверхня–вибій.

Палеокліматична поправка є значною на глибині 1300–1500 м і становить до 3,4 °С, на глибині 2500 м вона становить 2 °С, 3000 м – 1,65 °С, 4000 м – 1,1 °С. Таким чином, для більшості замірів вона дуже незначна. Те саме стосується і гідрогеологічної поправки. Перетоки поверхневих вод істотно впливають на температури, виміряні в кайнозойських та мезозойських шарах. Для замірів, проведених у крейдових породах, поправка становить 2,7 °С, в юрських – 2,6 °С, тріасових – 2,4 °С, пермських – 2,0 °С. Вважалося, що на глибині розташування карбонів і тим більше девонських порід перетоки поверхневої води відсутні.

Значення ТП було розраховано в кожній свердловині як добуток середнього геотермічного градієнта на середню теплопровідність з врахуванням необхідних поправок.

Особливості розподілу градієнта з глибиною та ТП і на площі. За результатами розрахунку градієнта і ТП у кожній свердловині та на кожному родовищі встановлено коливання цих параметрів у широких межах [8]. Для визначення загального ТП були використані заміри в глибоких свердловинах, що перетинають поклади вуглеводнів. Градієнт у більшості свердловин змінюється від 20 до 50 °С/км, а ТП у декількох свердловинах одного родовища може коливатися від 36 до 52 мВт/м², а найбільш поширений – 42 мВт/м². Для побудови карти ТП Р.І. Кутасом використані експериментальні виміри температури в глибоких свердловинах з усталеним тепловим режимом. Тому отримані в даному дослідженні значення були винесені на схему розподілу ТП центральної частини ДДЗ [7] (рис. 3). Цифри біля родовищ відповідають середнім значенням, вирахованим для 3–20 свердловин. Проте обидва розрахунки свідчать про однакові особливості розподілу середнього ТП, властиві тільки цій частині ДДЗ. Порівняння з картою ТП ДДЗ показує, що розбіжності у більшості не перевищують 3 мВт/м², що нижче похибки розрахунку.

Але розподіл ТП ДДЗ має особливості. Якщо на Донбасі значення відображають зміни ТП внаслідок гідротермальної діяльності і змінюються на вертикальних границях (розломах та розломних зонах), то в ДДЗ розбіжності визначень середнього ТП навіть у межах одного родовища можуть становити 7 одиниць у середньому [8], а в багатьох випадках існує дві моди розподілу. Ця особливість відмічена і для Шебелинського родовища [7].

Аномалії ТП тяжіють до зон глибинних розломів (див. рис. 3), але чіткої залежності, як, наприклад, у Донецькому басейні [2], не простежується. Територія між Криворізько-

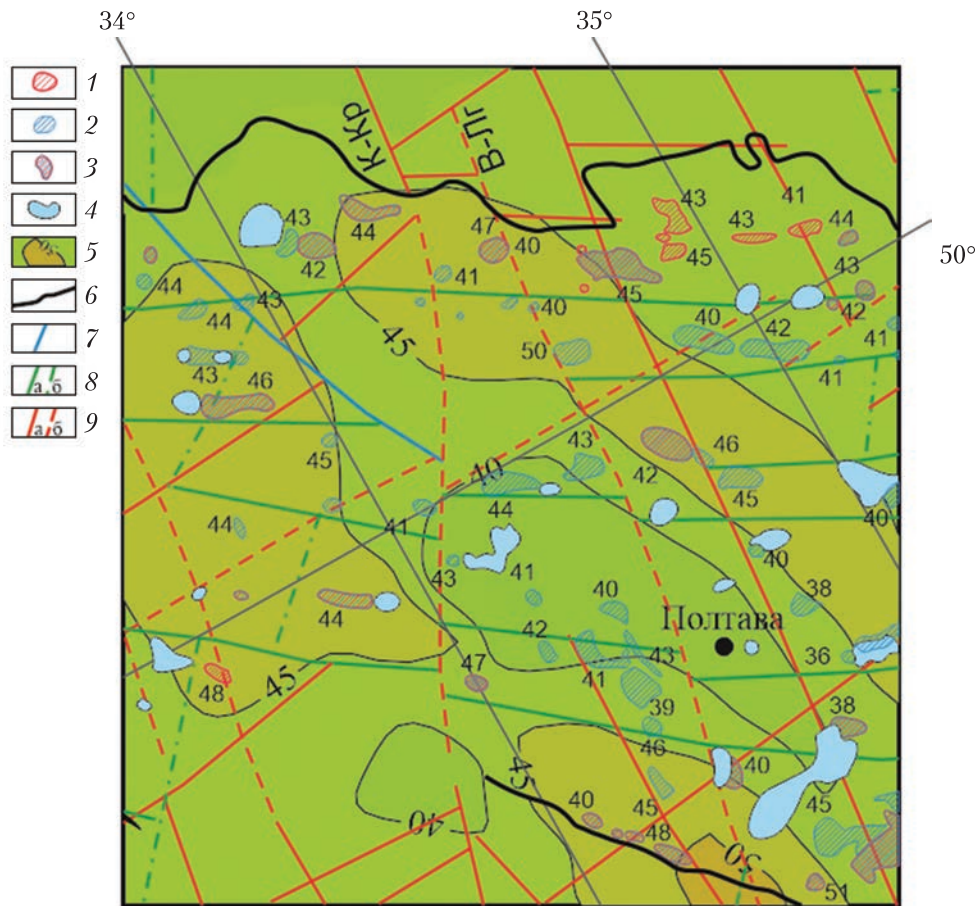


Рис. 3. Розрахунок ТП на родовищах вуглеводнів центральної частини ДДЗ. Винесено на карту ТП за роботою [7]. Умовні позначення: 1 – нафтові родовища; 2 – газові родовища; 3 – нафто-газові родовища; 4 – сольові штоки; 5 – ізолінії ТП за роботою [7]; 6 – борт ДДЗ; 7 – розломи, що супроводжують регіональні тектонічні шви; 8 – система поздовжніх розломів (а) та розломів, що їх супроводжують (б); 9 – розломи ортогональної системи (а – першого рангу, б – вищих рангів). К-Кр – Криворізько-Кременчуцький, В-Лг – Верховцівсько-Льговський розлом. Карта ТП та схема розломної тектоніки за роботою [7]

Кременчуцьким та Верховцівсько-Льговським розломами виділяється і на карті ТП зростанням середніх значень на північному і південному бортах ДДЗ та різким зменшенням у центральній частині. І якщо підвищені значення ТП розповсюджені на заході і сході ДДЗ, то подібні від’ємні аномалії наявні тільки в цій зоні. Верховцівсько-Льговський розлом є межею між Лохвицьким та Ізюмським сегментами кристалічного фундаменту ДДЗ [7]. Територія між Криворізько-Кременчуцьким та Верховцівсько-Льговським розломами є границею, за якою на схід різко збільшується глибина залягання кристалічного фундаменту та зменшується потужність консолідованої кори [7]. Згідно з тривимірною магнітною моделлю в Лохвицькому сегменті намагнічені блоки кори розміщені в центральній частині, тоді як в Ізюмському – в північній прибортовій частині, що узгоджується з простяганням області підвищеної густини підкорової мантиї вздовж Центрального (Осьового)

розлому [7]. Ця границя виділяється на схемі швидкісної неоднорідності мантийної частини літосфери поширенням на схід області перешарування від'ємних і додатних аномалій швидкості [7]. Таким чином, досліджувана територія включає зону, по якій різко змінюються фізичні властивості. Але навіть ця розломна зона, що контролює будову кори та верхньої частини мантиї, мало проявлена у зміні ТП.

Зміна геотермічного градієнта з глибиною. Градієнт верхньої частини розрізу є сталим — 19–20 °С/км. На 34 з 35 родовищ у більшості свердловин встановлено різке підвищення градієнта, яке збігається з глибиною розташування покладів вуглеводнів [8]. Ця границя контролюється розташуванням брахіантиклінальних складок, які більшою частиною проявлені на покрівлі нижнього—середнього карбону, та зонами розломів (тектонічний контроль), а також наявністю колекторів та перекривних непроникних шарів (літологічний контроль). Тобто, крім вертикальних границь, на розподіл ТП впливають і горизонтальні границі, які обмежують підйом термальних вод.

Згідно з даними О.Ю. Лукіна, на родовищах центральної частини ДДЗ під розсолами хлоркальцієвого типу виявлено високонапірні термальні гідрокарбонатно-натрієві води з низькою мінералізацією та високою газонасиченістю [9]. Були відмічені ознаки надзвичайно швидкого вторгнення розчинів (аномально високий пластовий тиск, інжекції опріснених термальних вод та парогазових струменів по незгідностях, різкі межі з розсолами), процеси дегідратації. Саме таку картину з притоком термальних вод, напір яких є різним навіть у межах одного родовища і змінюється у часі, демонструє розподіл температур в свердловинах.

До родовищ з визначеною гідрогеологічною інверсією належить *Мачуське газове* (рис. 4). Газоносний пласт знайдено під час буріння параметричної свердловини 500, у турнейській карбонатній товщі (продуктивний горизонт Т-1-2, 5190–5247 м). На глибині 5208 м у свердловині виявлено зону аномально високого пластового тиску, що становив 94,9 МПа [9].

Середній ТП на родовищі становить 45 мВТ/м² (таблиця). Гідрогеологічна інверсія зареєстрована на глибині 4500–5000 м. Невисокий середній градієнт (20 °С/км) спостерігається від поверхні до перетину нижньовізейських шарів на глибині 5000 м, де залягають газоносні колектори. При перетині градієнт різко підвищується до 43–78 °С/км і залишається високим після проходження шару. Значення температури розчинів, визначені за вмістом кремнезему, становлять 180–220 °С (за безпосередніми вимірами 150 °С (див. таблицю)). В роботах [1, 9] доведено, що поява нижнього гідрогеологічного поверху свідчить про підйом глибинних вод, а збагачення металами може бути виключно наслідком зв'язку з магматичними джерелами речовини.

Розрахунки геотермічного градієнта, наведені в роботах [8] і проведені в даному дослідженні, показують, що стрибки градієнта виявлені на всіх родовищах, що підтверджує наявність нижнього гідрогеологічного поверху під західною та центральною частиною ДДЗ.

Висновки. Геотермічні параметри, які вказують на міграцію глибинних парникових газів у ДДЗ і на Донбасі. Проведені дослідження підтверджують перебіг сучасного геодинамічного процесу в обох регіонах. Аналіз розподілу геотермічних параметрів свідчить про те, що виявлення прояву сучасної гідротермальної активності є завданням, що має різні рішення в ДДЗ (її центральній частині) та на Донбасі.

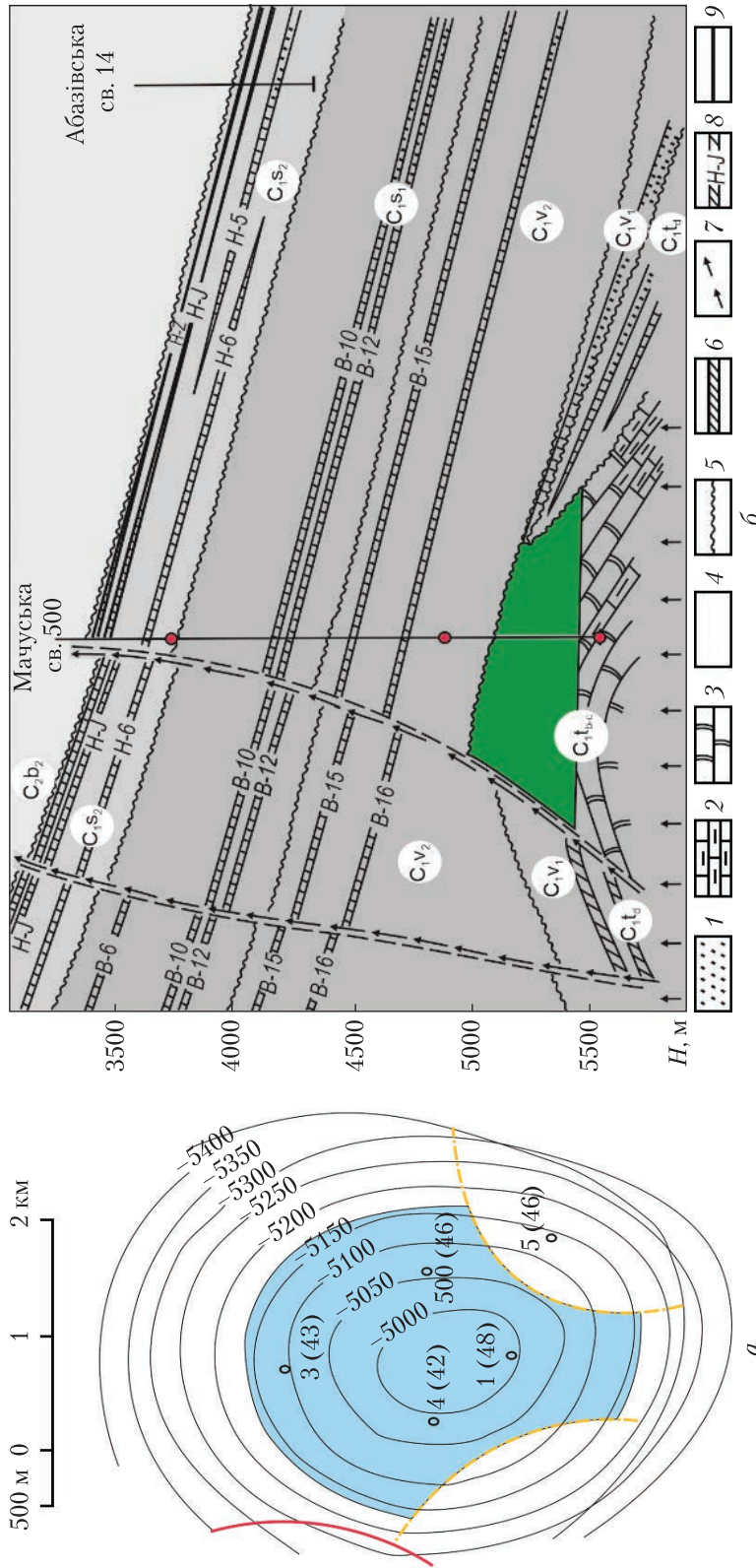


Рис. 4. а: Схема розташування свердловин на Мацуському та Абазівському газових родовищах [5], в яких розраховано ТП (значення в дужках, мВТ/м²).

б: Геологічний розріз, свердловини, точки вимірювання температур на Мацуському та Абазівському газових родовищах [9]. Умовні позначення: 1 – пісковики; 2 – глинисті вапняки; 3 – доломітизовані біоморфні вапняки; 4 – алевроглинисті відкладення; 5 – поверхні незгідності; 6 – продуктивні пісковики; 7 – напрям руху високонапірних глибинних та конденсаційних вод; 8 – конденсаційно-водоносно-газоносні пісковики; 9 – газові поклади

Розрахунок геотермічного градієнта та теплового потоку на Мачуському родовищі

Номер свердловини	Глибина, м	Температура, °С	Теплопровідність, мВт/(м · °С)	Градієнт, °С/км	Тепловий потік, мВт/м ²
500	2110	46	1,81	19	46
	3720	75,5		18	
	4900	102		22	
	5510	149,5		78	
1	4210	93	1,81	20	48
	5750	160		43	
3	4300	111	1,78	26	43
				24	
4	4200	106,5	1,81	24	42
	5460	136		23	
5	4300	93	1,81	23	46
	5500	135,5		20	
	5800	153		35	
	5950	160		58	
				47	
				26	

У випадку, коли кристалічний фундамент перекритий багатокілометровою товщею нелітифікованих осадових порід, розвантаження термальних вод відбувається безпосередньо в осадовій товщі. Складна багатоярусна будова осадового чохла, в якому флюїдопроникні розломи, пористі пісковики та непроникні осадові шари розташовані на різних рівнях у різних частинах басейну, робить вирішення цього завдання дуже складним. На глибинах, де відбувається розвантаження гідротермальних вод, виникає стрибок геотермічного градієнта. Розташування цих границь збігається з розташуванням нафтових і газових покладів. Тут також встановлена зміна складу води. Хлоридно-кальцієві води, що розповсюджені у верхній частині осадової товщі, змінюються на термальні гідрокарбонатно-натрієві.

На значній частині Донбасу на поверхню виведені катагенетично змінені породи. Проникні зони, що у більшості випадків розташовані над розломами кристалічного фундаменту, доходять до поверхні, а розвантаження термальних вод відбувається безпосередньо поблизу поверхні. Зони сучасної гідротермальної діяльності проявлено в аномаліях ТП значної інтенсивності.

Підвищення геотермічного градієнта та теплового потоку спричинено сучасною гідротермальною діяльністю, яка пов'язана з ланцюгом геологічних процесів, який починається в мантії. Відбувається вивільнення глибинних газів, первинним джерелом яких є шари часткового плавлення, розташовані в мантії та корі. Гідрокарбонатно-натрієві води містять у своєму складі метан, накопичення якого в одних випадках спричиняє утворення родовищ, в інших є дуже небезпечним, бо призводить до вибухових явищ. Встановлення параметрів, які вказують на розвантаження гідротермальних розчинів, є дуже важливим завданням, що має пряме практичне використання.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Шестопапов В.М., Лукин А.Е., Згонник В.А., Макаренко А.Н., Ларин Н.В., Богуславский А.С. Очерки дегазации Земли. Киев: Итек-сервис, 2018. 232 с.
2. Усенко О.В. Теплового поток и современная активизация Донецкого бассейна. *Геофиз. журн.* 2002. 24, № 5. С. 102–111.
3. Гордиенко В.В., Завгородняя О.В. Новые определения теплового потока Земли в Донбассе. *Докл. АН УССР. Сер. Б.* 1983. № 4. С. 7–10.
4. Кутас Р.И., Бевзюк М.И. Земной тепловой поток Донбасса. *Геофиз. журн.* 1992. 14, №2. С. 14–22.
5. Майданович И.А., Радзивилл А.Я. Особенности тектоники угольных бассейнов Украины. Киев: Наук. думка, 1984. 120 с.
6. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Пек Й., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Днепровско-Донецкая впадина (геофизика, глубинные процессы). Киев: Корвин пресс, 2006. 144 с.
7. Старостенко В.И., Русаков О.М., Пашкевич И.К., Кутас Р.И., Орлюк М.И., Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Максимчук П.Я., Козленко Ю.В., Козленко М.В., Легостаева О.В., Лебедь Т.В., Савченко А.С. Тектоника и углеводородный потенциал кристаллического фундамента Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Галактика, 2015. 211 с.
8. Усенко А.П., Усенко О.В. Аналіз геотермічних параметрів нафтогазових родовищ центральної частини Дніпровсько-Донецької западини. *Геофиз. журн.* 2020. 42, № 3. С. 128–146. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i3.2020.204705>
9. Лукин А.Е. Литогеодинамические факторы нефтегазоаккумуляции в авлакогенных бассейнах. Киев: Наук. думка, 1997. 224 с.

Надійшло до редакції 17.06.2021

REFERENCES

1. Shestopalov, V. M., Lukin, A. E., Zgonnik, V. A., Makarenko, A. N., Larin, N. V. & Boguslavsky, A. S. (2018). Essays on Earth degassing. Kyiv: Itek-servis (in Russian).
2. Usenko, O. V. (2002). Heat flow and modern activation of the Donetsk basin. *Geophys. J.*, 24, No. 5, p. 102-111 (in Russian).
3. Gordienko, V. V. & Zavgorodnyaya, O. V. (1983). New definitions of the heat flux of the Earth in the Donbass. *Dokl. AN USSR, Ser. B*, No. 4, pp. 7-10 (in Russian).
4. Kutas, R. I. & Bevzyuk, M. I. (1992). Terrestrial heat flow of Donbass. *Geophys. J.*, 14, No. 2, pp. 14-22 (in Russian).
5. Maidanovich, I. A. & Radziwill, A. Ya. (1984). Features of tectonics of coal basins of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
6. Gordienko, V. V., Gordienko, I. V., Zavgorodnyaya, O. V., Kovachikova, S., Logvinov, I. M., Peck, J., Tarasov, V. N. & Usenko, O. V. (2006). Dnieper-Donetsk depression (geophysics, deep processes). Kyiv: Korvin Press (in Russian).
7. Starostenko, V. I., Rusakov, O. M., Pashkevich, I. K., Kutas, R. I., Orlyuk, M. I., Kuprienko, P. Ya., Makarenko, I. B., Maksimchuk, P. Ya., Kozlenko, Yu. V., Kozlenko, M. V., Legostaeva, O. V., Lebed, T. V. & Savchenko, A. S. (2015). Tectonics and hydrocarbon potential of the crystalline basement of the Dnieper-Donetsk basin. Kyiv: Galaktika (in Russian).
8. Usenko, A. P. & Usenko, O. V. (2020). Analysis of geothermal parameters of oil and gas fields in the central part of the Dnieper-Donetsk basin. *Geophys. J.*, 42, No. 3, pp. 128-146 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i3.2020.204705>
9. Lukin, A. E. (1997). Lithogeodynamic factors of oil and gas accumulation in avlacogenic basins. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).

Received 17.06.2021

A.P. Usenko

O.V. Usenko

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

E-mail: usenko_ol@ukr.net

DETERMINING THE GEOTHERMAL PARAMETERS
THAT ARE RESPONSIBLE FOR THE MODERN GEOTHERMAL ACTIVITY
AT THE DNIEPER-DONETS BASIN AND DONBAS

The calculations of the heat flow at the central part of Dnieper-Donets basin are carried out, and its distribution is compared with that established for the central part of the Donbas. In the Donbas, the zones of the modern hydrothermal activity are displayed in the heat flow anomalies of a large intensity (up to 80-100 mW/m²). In the Dnieper-Donets basin, the heat flow values, do not higher than 50 mW/m². Geothermal activity manifestations are recorded with the geothermal gradient jump, which happens at depths higher than 4000-5000 m that coincide with the occurrence of hydrocarbon deposits. The upload of the thermal hydrocarbon-sodium water happens there. At the upper part of the section, the geothermal gradient is not higher than 19-20 °C/km, though the modern geothermal activity is not displayed in significant heat flow splashes.

Keywords: *heat flow, hydrothermal activity, Dnieper-Donets basin, Donbas.*