

**Г. Г. Лютий**, провідний науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), ekogeol@ukr.net, ORCID-0000-0003-3429-9322

## ГІПОТЕЗА ЩОДО ПРОНИКНОСТІ ПОРІД ЗЕМНОЇ КОРИ НА ВЕЛИКИХ ГЛИБИНАХ

*Проаналізовано деякі закономірності розподілу температури в земній корі, запропоновано гіпотезу стосовно впливу на зазначені закономірності інверсійних процесів. Обґрунтовано висновки про те, що ці процеси зумовлені конвективним перенесенням рідинного, газового або газорідинного теплоносія за умови наявності проникних зон у земній корі. На основі аналізу розподілу температурних градієнтів прогнозується поширення таких процесів на глибини до 100 км. За показниками цих процесів запропоновано оцінювати наявність проникних зон у земній корі.*

**Ключові слова:** температура земної кори, проникність порід, коефіцієнт теплопровідності, питома теплоємність, інверсія.

Питання проникності порід у надрах Землі завжди цікавили геологів і насамперед тих, які займаються пошуками й розвідуванням родовищ вуглеводнів. Оцінювання глибини проникності регламентується технічними можливостями апаратури геофізичних досліджень методом сейсміки, а також технічними можливостями бурового устаткування, коли йшлося про проведення досліджень для пошуків і розвідки вуглеводнів, і зазвичай не перевищує 8,0–10,0 км.

За останні десятиліття важливу інформацію було отримано під час буріння надглибоких свердловин глибиною до 10,0–12,5 км, які засвідчили, що й на таких глибинах у породному масиві є проникні зони, по яких проходить активна міграція газорідинних флюїдів. До того ж було доведено, що хвильова картина, яку фіксують сейсмічні методи, у низці випадків відображає не стільки зміну складу порід з глибиною, скільки напружений стан породного масиву і наявність фільтраційних властивостей по окремих зонах [3].

Наявність зон відкритої тріщинуватості на великих глибинах підтверджують результати буріння глибоких і надглибоких свердловин. Зокрема, Тюменська глибока свердловина на глибині 6424 м розкрила товщу пористих і мікротріщинуватих базальтів. Кольською надглибокою свердловиною на глибині 12,0 км були зафіксовані порожнечі. Тобто на таких глибинах можуть формуватись поклади вуглеводнів. Як приклад, можна навести свердловину “Кумжа-9” в Архангельській області, яка на глибині 7,0 км розкрила потужний нафтогазовий поклад. Свердловина фонтанувала настільки потужно, що ліквідувати цей фонтан змогли лише бурінням нахиленої свердловини і застосуванням ядерного заряду.

Позитивні результати було отримано також і в Україні під час буріння сверд. № 11 “Семиренківська” завглибшки 6,7 км, яка дала стабільний промисловий приплив газу.

Але чи можна прогнозувати наявність проникних зон у породах земної кори на більших глибинах? На нашу думку, на таке питання може дати відповідь розподіл тем-

ператури в надрах. Цьому питанню була присвячена праця В. І. Лялька і М. М. Митника по Дніпровсько-Донецькій западині в інтервалі глибин 500–2000 м. Обмеження верхнього інтервалу досліджень зумовлене потребою вилучити вплив поверхневих чинників, пов'язаних не тільки з атмосферними явищами, а і з інтенсивним водообміном у приповерхневій частині геологічного розрізу. Максимальна глибина досліджень була обмежена глибиною виконаних вимірювань.

Аналіз каротажних діаграм термометрії по свердловинах показав, що зони постійного напрямку цих діаграм приурочені до відносно однорідних пластів або товщ складного чергування порід. Зони змін напрямів зазначених діаграм відповідають зазвичай пластам пісковиків, алевролітів, тобто породам з відносно ліпшими колекторськими властивостями. При цьому питомий нахил діаграм термометрії автори пов'язували з наявністю в породному масиві фільтраційних пото-

ків підземних вод, напрям переміщення яких у розкритому свердловиною розрізі і зумовлює конфігурацію діаграми термометрії. Таким чином, ці діаграми насправді відображають інверсійні потоки підземних вод у надрах. На основі проведених досліджень зроблено висновок, що міграція температурного потоку в надрах здійснюється в основному за рахунок конвективної складової, і в дослідженому інтервалі геологічного розрізу вода є основним теплоносієм, який здійснює перенесення температури як у напрямі земної поверхні, так і у зворотному напрямі. На частку кондуктивної складової теплового потоку, на думку зазначених авторів, припадає не більше 10 %.

Нижче в табл. 1 наведено результати розрахунків впливу вертикальної фільтрації підземних вод (флюїдів) на вимірювання кондуктивного теплового потоку ( $g_T$ ) і величину сумарного теплового потоку ( $g_{\text{сум}}$ ), які виконали В. І. Лялька і М. М. Митник [2].

**Таблиця 1. Вплив вертикальної фільтрації води на зміну кондуктивного теплового потоку ( $g_T$ ) і величину сумарного теплового потоку ( $g_{\text{сум}}$ )**

Площа	№ сверд.	Глибина, м	Температура, С°	$K_{\text{тепл.}} \cdot 10^{-3}$ , кал/(см·град)	$\nu$ , см/рік,	$\frac{\rho c}{\lambda} \cdot (z_2 - z_1) \cdot 10^6$	$g_T \cdot 10^{-6}$ , кал·см·с	$g_{\text{сум}} \cdot 10^{-6}$ , кал·см·с
Верхньооланівська	51	1400–1550	45,36–50,24	3,6	15	4,2	1,17	20,7
Чижівська	9	1550–1650	50,24–53,1	4,5	15	2,2	1,29	22,9
Шевченківсько-Близнюківська	302	700–800	27,8–30,81	4	–8	2,5	1,2	–5,75
		900–1000	32,1–35,73	4	12	2,5	1,45	10,7
		1600–1700	45,3–48,03	4	–19	2,5	1,09	–28,2
Миролюбівська	9	800–900	29,29–31,67	5	13	2	1,19	10,8
		1000–1100	35,0–37,88	4,5	–10	2,2	1,26	–12,6
		1400–1500	46,0–48,92	4,2	–19	2,4	1,23	–29
		1700–1800	55,21–58,46	4	–17	2,5	1,4	31,4
Рунівщинська	5	1800–1900	58,46–55,12	4	13	2,5	1,46	22,4
		2100–2200	58,64–61,43	4	–22	2,5	1,15	–42,1
Рунівщинська	1	1500–1600	46,11–47,68	4,5	–10	2,2	0,705	–15,4
		700–800	27,66–30,61	3,5	10	2,85	1,03	7,8
Шебелинська	84	1100–1200	38,82–41,37	4	–10	2,5	1,02	–13,4
		1200–1300	41,37–43,0	4,5	11	2,2	0,735	13,7
Колонтаївська	1	1900–2000	53,71–55,93	3,5	–14	2,85	0,78	–25
		2000–2100	55,93–57,73	4,5	24	2,2	0,81	41,7

Згідно з авторською інтерпретацією знак “мінус” у табл. 1 перед результатом розрахунку засвідчує, що фільтраційний потік спрямований угору за розрізом, а знак “плюс”, навпаки, униз за розрізом. З таблиці видно, що перенесення теплового потоку здійснюється в основному за рахунок конвекційної складової, який забезпечує міграцію температури в породному масиві. Окрім того, у таблиці наведено різноспрямовані швидкості переміщення водного потоку, які підтверджують наявність інверсійних процесів. Вони змінюються від 3 до 24 см упродовж року.

Аналогічні розрахунки для глибин 3 500–5 500 м виконали в УкрДГРІ у 2006 ро-

ці за спрощеною формулою, яку рекомендували В. І. Лялько й М. М. Митник [2],

$$v = \frac{2\lambda_1}{\rho c (z_2 - z_1)} \left( 1 - 2 \frac{U_k - U_1}{U_2 - U_1} \right), \quad (1)$$

де  $v$  – швидкість потоку, см/рік;  
 $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності породи з поровою водою, кал/(см·с·град);  
 $\rho$  – щільність рідини – теплоносія, г/см<sup>3</sup>;  $c$  – питома теплоємність рідини – теплоносія, кал/(г·град);  
 $U_2$  і  $U_1$  – температури на глибинах відповідно  $z_2$  і  $z_1$ , °С;  $U_k$  – температура на глибині  $(z_1 + z_2)/2$  за фактичним графіком термодорогажу, °С (рис. 1).

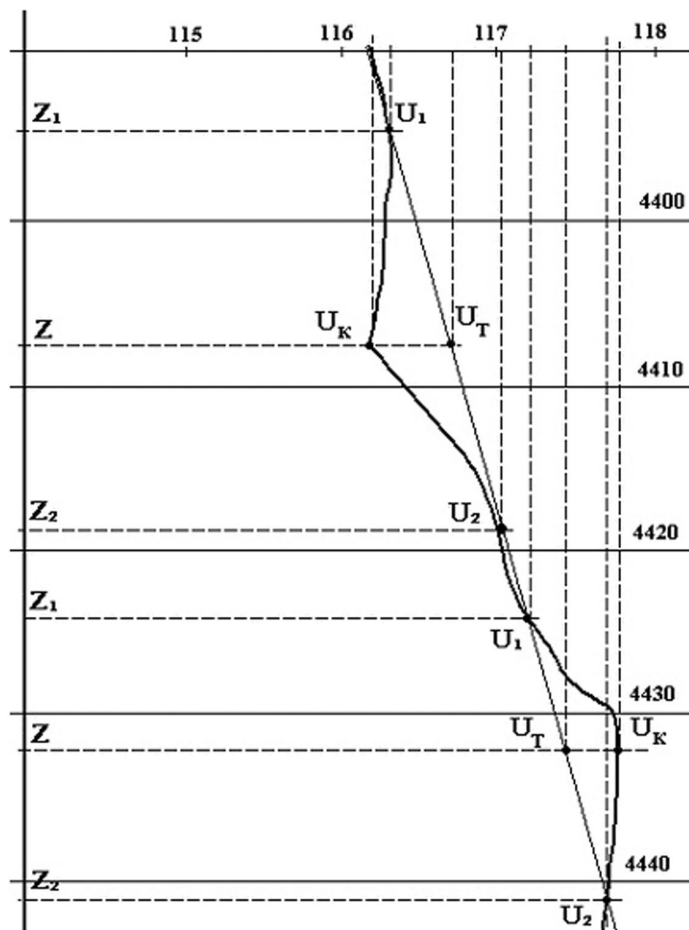


Рис. 1. Приклад опрацювання фрагмента графіка термоградієнта, отриманого на сверд. 4 Харківцівського родовища

Наведена формула описує закономірності температурної міграції в умовах одношарового пласта. Ураховувати шаруватість при цьому автори не змогли, бо не було відповідних достовірних геологічних даних по свердловинах, термограми яких застосували для проведення розрахунків. Та й самі розрахунки не претендують на відображення надійних кількісних показників, а швидше на якісному рівні підтверджують наявність інверсійних потоків.

Зависновками В. І. Лялька й М. М. Митника [2], результати розрахунків за спрощеною формулою (1) порівняно з результатами обчислень із застосуванням точних залежностей призводить до похибки на рівні 5 %, якщо при цьому дотримуються умови  $0,5 \leq \frac{U_k - U_1}{U_t - U_1} \leq 1,5$ . У цій нерівності

$U_t$  – це температура, яку прогнозують на глибині  $(z_1 + z_2)/2$  за умови прямолінійності графіка в координатах  $U-Z$  між точками  $z_2$  і  $z_1$ .

Варто зазначити, що методика вибору представницького інтервалу в умовах, що розглядаємо, майже завжди забезпечує виконання зумовлених обмежень. Окрім того, для розрахунків приймаємо, що в конвекційному перенесенні теплоти беруть участь підземні води, параметри яких залежать від температури середовища. Що стосується коефіцієнта теплопровідності водонасиченої породи, через те що немає даних по конкретних розрізах, ми використовували середнє значення для обводнених порід  $(4,5 \cdot 10^{-3} \text{ кал}/(\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{град}))$  з тих міркувань, що найчастіше на глибинах, які вивчають, трапляються в ДДЗ показники –  $(3,5-5,5) \cdot 10^{-3} \text{ кал}/(\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{град})$ .

Фрагменти графіка термокаротажу за найбільш показовими інтервалами наведено на рис. 1, а результати обчислень – у табл. 2.

Аналіз даних табл. 2 свідчить про те, що абсолютні значення швидкості фільтрації флюїдів, отримані в результаті проведених розрахунків за даними глибин 3 500–5 500 м, досить суттєво переважають значення, отримані в результаті підрахунків В. І. Лялька та М. М. Митника

[2] за даними термоградієнтів, які отримано в 1960–1970 рр. і є характерними для глибин 500–2 000 м. Якщо зіставити масові значення, то перевищення сягає у 2–3 рази. Але окремі значення перевищують результати В. І. Лялька й М. М. Митника більше ніж на порядок (табл. 2).

З таблиці також видно, що зі збільшенням глибини показники різноспрямованої міграції істотно збільшуються, що дає змогу стверджувати про посилення інверсійних процесів з глибиною.

Правда, багато дослідників розглядають інверсійні процеси як результат фазових перетворень мінеральних і розсіяних органічних речовин на великих глибинах під впливом високих температур і тиску. Із зазначеним процесом пов'язують причини формування ділянок аномально високого пластового тиску. Процес фазових перетворень відбувається зі збільшенням об'єму новоутворених продуктів газової й газорідної консистенції, які в умовах низької латеральної проникності мігрують по тектонічно ослаблених зонах у напрямі земної поверхні чи протилежному напрямі. Унаслідок у межах гідродинамічно ізольованих горизонтів, що контактують з цими зонами, виникають аномально високі пластові тиски, які перевищують часто фоновий гідростатичний тиск в 1,2–2,0 рази. Наразі в блоках, віддалених від шляхів висхідної міграції флюїдів, зберігаються фонові пластові тиски, близькі до гідростатичних.

Масштаби цього процесу підтверджують дані О. К. Баженової [1], які свідчать про те, що в осадовій товщі газоутворення за фазових перетворень у зоні катагенезу за температури  $120^\circ$  і вмісту розсіяної органічної речовини 1–5 % генеруються вуглеводневі гази  $131-625$ ,  $\text{CO}_2 - 23,7-118,5$  і  $\text{H}_2\text{O} - 0,017-0,085$  % від об'єму породи. За такої самої температури, за даними В. Холодова [4], унаслідок декарбоксистації  $\text{CaCO}_3$  з  $1 \text{ м}^3$  породи може утворюватись до  $55 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ , а внаслідок дегідратації монтморилоніту, правда в ширшому діапазоні температур, вивільняється фізично зв'язана вода в кількості 10–15 % від об'єму або 200–250 кг на  $1 \text{ м}^3$  породи.

**Таблиця 2. Розрахунок швидкості фільтрації згідно з даними термоградієнтів за найактивнішими інтервалами**

Родовище	№ сверд.	$\frac{2\lambda_1}{\rho c}$	$z_2-z_1$	$1-2\frac{U_k-U_1}{U_2-U_1}$	$v = \frac{2\lambda_1}{\rho c(z_2-z_1)}\left(1-2\frac{U_k-U_1}{U_2-U_1}\right)$ , см/рік
1	2	3	4	5	6
Червонолуцьке		0,00689	24	1,090909091	98,8
		0,00683	19	0,882352941	100,0
		0,00682	15	-0,571428571	-82,0
Юліївське 7		0,00706	9	-0,818181818	-202,3
		0,00705	11	-1,321428571	-267,1
		0,00705	15	-1	-148,2
Скоробагатківське	1	0,00712	11	-0,666666667	-136,1
		0,00694	17	-0,5	-64,4
Талалаївське	19-р	0,00711	36	0,333333333	20,8
		0,0071	45	0,461538462	23,0
Сухівське	1	0,00695	98	0,056603774	1,3
		0,00687	30	-0,166666667	-12,0
		0,00683	55	-0,217391304	-8,5
Харківцівське	4	0,00698	50	0,333333333	14,7
		0,00692	9	1,4	339,3
		0,00687	10	-0,6	-130,1
	3	0,00692	28	0,714285714	55,6
		0,00688	14	0,5	77,5
		0,00681	25	-0,6	-51,5
Юліївське	9	0,00677	14	-1	-152,4
		0,00715	14	0,5	80,5
		0,00715	25	-0,818181818	-73,5
		0,00705	20	0,555555556	61,7
		0,00705	9	-1	-247,0
Петрушівське		0,00705	15	-2,666666667	-395,1
		0,00688	25	-0,611374408	-53,1
		0,00688	15	-0,818181818	-118,3
		0,00688	15	-1,166666667	-168,7
		0,00688	11	-0,75	-147,9
		0,00688	13	-0,666666667	-111,2
		0,00688	11	1,363636364	268,9
		0,00688	12	1,695652174	306,5
Волошківське	314	0,00688	10	-1,470588235	-319,0
		0,00684	10	-1	-215,8
		0,00684	7	1	308,0
		0,00681	19	-1,444444444	-163,2
Сухівське	1	0,00681	9	1,4	333,9
		0,00683	55	-0,217391304	339,3

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6
Харківцівське	4	0,00692	9	1,4	-130,1
		0,00684	85	-0,189189189	77,5
		0,00687	29	0,647058824	-152,4
Юлівське	8	0,00709	70	0,283950617	80,5
	9	0,00715	14	0,5	-73,5
		0,00712	25	-0,818181818	61,7
		0,00705	20	0,555555556	-247,0
		0,00705	9	-1	-395,1
Петрушівське	9	0,00688	25	-0,611374408	-53,1
		0,00688	15	-0,818181818	-118,3
		0,00688	15	-1,166666667	-168,7
		0,00688	11	-0,75	-147,9
		0,00688	13	-0,666666667	-111,2
		0,00688	11	1,363636364	268,9
		0,00688	12	1,695652174	306,5
		0,00688	10	-1,470588235	-319,0
Волошківське	314	0,00684	10	-1	-215,8
		0,00684	7	1	308,0308,0
		0,00681	19	-1,444444444	-163,2
		0,00681	9	1,4	333,9

На нашу думку, головним активатором міграційних процесів у надрах, зокрема і явищ інверсії, є тепловий потік, спрямований від мантиї до поверхні землі, змінюючи на своєму шляху напрям руху відповідно до напрямку поширення проникних зон у породному масиві.

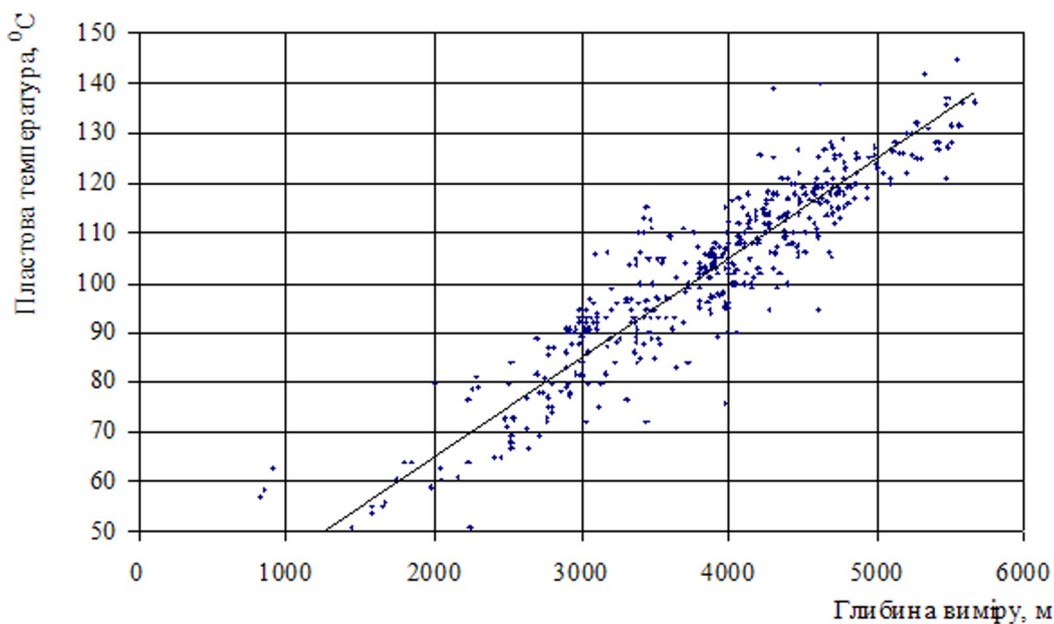
Для вивчення цього процесу ми узагальнили матеріали вимірів призабіної температури по геологорозвідувальних свердловинах на нафту й газ у межах Дніпровсько-Донецького басейну. Результати цього узагальнення наведено на графіку (рис. 2).

На графіку чітко проявляється пряма залежність показника температури від глибини вимірювання, що є закономірним. Трохи інша картина вимальовується, якщо аналізувати залежність показника геотермічного ступеня від глибини вимірювання (рис. 3).

Вибірка точок на цьому графіку однозначно апроксимується прямою, яка за-

свідчує, що величина геотермічного ступеня з глибиною збільшується. З графіка видно, що для глибин до 2000 м значення геотермічного ступеня містяться приблизно 30–32 м. Окремі відхилення спостерігаються на об'єктах, в яких проводиться інтенсивне штучне обводнення для підтримки пластового тиску. Для глибин близько 4,5–5,5 км геотермічний ступінь становить 40–45 м. Якщо перевести ці показники в геотермічний градієнт, то для глибин 4,5–5,5 км цей показник дорівнює 2,5 °C/100 м, а для глибин близько 2,0 км – 3,3 °C/100 м. Тобто інтенсивність температурного потоку з наближенням до поверхні Землі збільшується, що не виглядає закономірним явищем, оскільки джерело температури ми пов'язуємо з мантиєю Землі.

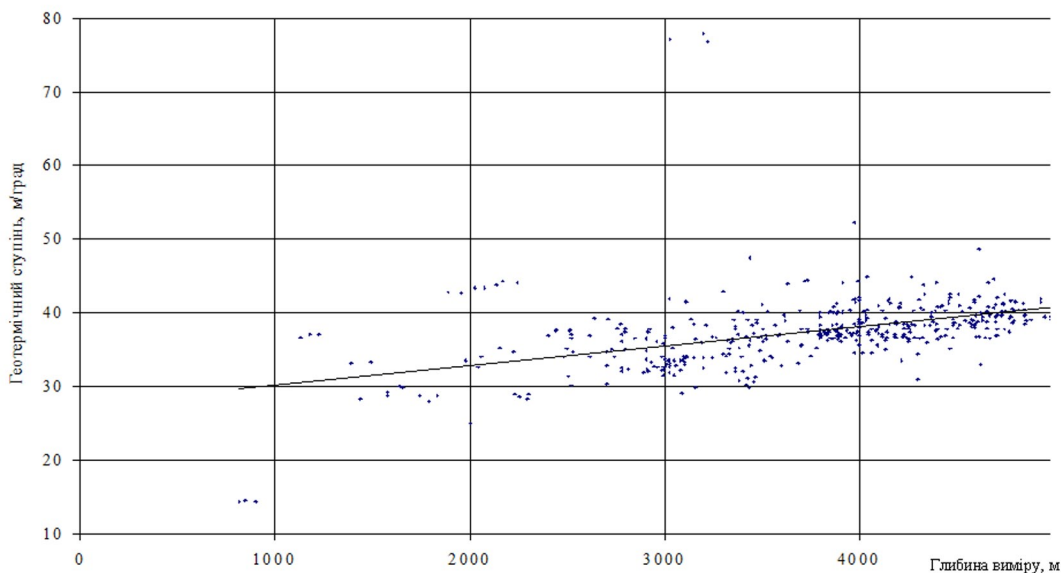
Зменшення вертикального температурного обміну на глибинах 4,5–5,5 км порівняно з аналогічним показником на глибині 2,0 км можна пояснити лише інверсійними процесами.



**Рис. 2. Графік залежності пластової температури від глибини вимірювання у візейських відкладах ДДЗ**

Варто очікувати, що зазначені процеси на більших глибинах можуть відзначатись більшою інтенсивністю. Знайти

підтвердження цьому передбаченню досить складно, оскільки показники температури надр у різних геолого-структурних



**Рис. 3. Графік залежності геотермічного ступеня від глибини вимірювання у візейських відкладах ДДЗ**



регіонах на одних і тих самих глибинах різні. Наприклад, температура у свердловині, пробуреній на вулкані в Ісландії, на глибині 4659 м досягла 427 °С, у Тирніаузькій свердловині на Північному Кавказі на глибині 4,0 км – 223 °С, в Єн-Яхинській свердловині в Ямал-Ненецькому окрузі на глибині 7,08 км – 210 °С, у Кольській надглибокій свердловині на глибині 12262 м – 220 °С, у КТП Хауптборунг у Німеччині на глибині 9,1 км – 270 °С.

Тому інтенсивність інверсійних процесів на різних глибинах можна визначити лише за конкретною свердловиною чи групою свердловин, які пробурено в межах однієї й тієї ж структури, яка має однакові температурні характеристики. Ми вибрали Кольську надглибоку свердловину, температурні характеристики якої порівняно з іншими надглибокими свердловинами найповніше висвітлено в літературі. Крім того, використано дані, які оприлюднив академік РАН Д. М. Губерман в одному з інтерв'ю на геологічному конгресі в Москві.

На основі знайденої інформації температурний профіль Кольської надглибокої свердловини характеризується такими

показниками: до глибини 3000 м спостерігався геотермічний градієнт 1 °С на 100 м. Потім градієнт виріс до 2,5 °С на 100 м. Таким чином, на глибині 3000 м температура становила 30 °С. На цій самій глибині зафіксовано різке збільшення тиску, що може свідчити про розкритість верхньої 3-кілометрової зони, яка перебурана Кольською надглибокою свердловиною. При зазначеному градієнті 2,5 °С на 100 м температура на глибині 5,0 км має становити 80 °С.

Згідно з повідомленням академіка Д. М. Губермана температура в Кольській надглибокій свердловині на глибині 8,0 км становить 169 °С, а 12,0 км – 220 °С. Із застосуванням цих даних підраховано геотермічні ступені і градієнти за окремими інтервалами Кольської надглибокої. Результати підрахунку наведено в табл. 3. У цій самій таблиці наведено результати по Криворізькій надглибокій свердловині, яка досягла глибини 5,3 км, а також розрахункові дані щодо поширення температури на глибинах до 400 км.

Таблиця досить показова. Варто зазначити, що обидві свердловини Кольська й Криворізька закладені в межах кристаліч-

**Таблиця 3. Показники температури за глибинами**

№ з/п	Сверд.	Глибина, м	Температура, °С	Інтервал глибин, м	Інтервал температур, °С	Геотерм. ступінь, м	Геотерм. градієнт, °С
1	Криворізька	100	17,4	100–1000	9,0	100,0	1,0
2		1000	26,4				
3		3000	49	1000–3000	22,6	88,5	1,13
4		4000	65	3000–4000	16	62,5	1,6
5		5000	84	4000–5000	19	52,6	1,9
6		5300	89,4	5000–5300	5,4	55,6	1,8
7	Кольська	3000	30,0	0,0–3000	30,0	100,0	1,0
8		5000	80,0	3000–5000	50,0	40,0	2,5
9		8000	169,0	5000–8000	89,0	34,0	2,9
10		12000	220,0	8000–12,000	51,0	78,0	1,28
11	Розрахункові показники	30000	460,0	12000–30000	240,0	75,0	1,33
12		42000	580,0	30000–42000	120,0	100,0	1,0
13		100000	1200,0	42000–100000	620,0	110,0	0,91
14		400000	1500,0	100000–400000	300,0	1000,0	0,1



них Балтійського та Українського щитів, тобто в межах найохолодженіших структур земної кори. Для обох свердловин характерним є наявність переохолодженої частини розкритого розрізу до глибини 3,0 км з геотермічним градієнтом 1,0 °С. З цією глибиною за результатами досліджень по Кольській надглибокій свердловині збігається контур підвищення тиску.

Нижче за розрізом по Криворізькій свердловині до забою на глибині 5300 м геотермічний градієнт стабільний на рівні 1,6–1,9 °С, а по Кольській до глибини 8,0 км також стабільний на рівні 2,5–2,9 °С. На цій глибині зафіксовано зниження тиску. В інтервалі глибин 8,0–12,0 км по Кольській геотермічний градієнт різко зменшився удвічі до 1,28 °С і приблизно на такому самому рівні залишався за розрахунковими даними до глибини 100 км. В інтервалі глибин 100–400 км, де, очевидно, субстанція перебуває в розплавленому стані, цей показник зменшився до 0,1 °С.

Звичайно, ряд фактичних показників температури по розрізу свердловини Кольська надглибока не дуже великий. Але й цей ряд дає змогу стверджувати, що після 8-кілометрової глибини геотермічний градієнт різко зменшився, що свідчить про зменшення інтенсивності температурного потоку в напрямі земної поверхні, що можна пояснити лише інтенсифікацією інверсійних процесів.

### Висновки

– Інтенсивність температурного потоку в земній корі значною мірою зумовлена інверсійними процесами.

– Очевидно зазначені процеси мають загальнопланетарне поширення незалежно від структурно-геологічних зон і кліматичних поясів.

– Міграція температурного потоку під впливом кондуктивних чинників підпорядкована градієнтам температур і спрямована до земної поверхні.

– Інверсія температурного потоку може проходити в земній корі тільки внаслідок конвекційного теплового переносу.

– Конвекційний перенос теплоти в надрах Землі може здійснюватись за допомогою рідинної чи газової субстанції. Теплоносіями в цьому випадку можуть бути підземні води, теплоємність яких в інтервалі температур 80–340 °С і тисків 5–20 МПа становить 4,2–7,0 кал/(г·град); а також і вуглеводневі гази, як, наприклад, метан, теплоємність якого до 203 °С становить 2,48 кал/(г·град).

– Другою потрібною умовою для існування інверсійних процесів є наявність проникних зон у породному масиві, по яких має мігрувати теплоносії.

– Таким чином, процеси інверсії засвідчують, що й на великих глибинах у породному масиві є проникні зони, які слугують не тільки шляхами для масопереносу, а можуть, очевидно, створювати сприятливі умови для накопичування теплоносія, зокрема і вуглеводневих газів.

– У результаті можна передбачити, що показники інверсії температурного потоку в зоні катагенезу є критерієм перспективності на поклади вуглеводнів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Баженова О. К.* Флюидогенерирующие толщи и их роль в структуре нефтегазоносных осадочных бассейнов. – М.: Наука, 1989. – С. 27–35.

2. *Лялько В. И., Митник М. М.* Исследование процессов переноса тепла и вещества в земной коре. – К.: Наукова думка, 1978. – С. 26–40, 113–116.

3. *Попов В. С., Кременецкий А. А.* Глубокое и сверхглубокое научное бурение на континентах. Науки о земле//Соросовский образовательный журнал. – 1999.

4. *Тердовідов А. С.* Наукове обґрунтування передумов формування зон АВПТ у різних геологічних умовах ДДЗ з метою пошуків середніх та великих родовищ. – Укрґеолфонд, УкрНДІгаз, 2002.

### REFERENCES

1. *Bazhenova O. K.* Fluid generating strata and their role in the structure of oil and gas bearing sedimentary basins. – Moskva: Nauka, 1989. – P. 27–35. (In Russian).

2. *Lyalko V. I., Mitnick M. M. Study of the processes of heat and matter transfer in the earth's crust. – Kyiv: Naukova dumka, 1978. – P. 26–40, 113–116. (In Russian).*

3. *Popov V. S., Kremeneckij A. A. Deep and super deep scientific drilling on the continents. Earth Sciences//Soros Educational Journal. – 1999. (In Russian).*

4. *Terdovidov A. S. Scientific substantiation of the preconditions for the formation of zones of abnormally high formation pressures in different geological conditions of the Dniprovsko-Donetska depression with the aim of searching for medium and large deposits. – Ukrheolfond, UkrNDIhaz, 2002. (In Ukrainian).*

Рукопис отримано 29.10.2017.

**Г. Г. Лютий**, Украинский государственный геологоразведочный институт, ekogeol@ukr.net, ORCID-0000-0003-3429-9322

### **ГИПОТЕЗА О ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОРОД ЗЕМНОЙ КОРЫ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ**

*Проанализированы некоторые закономерности распределения температуры в земной коре, предложена гипотеза относительно влияния на указанные закономерности инверсионных процессов. Обоснованы выводы, что эти процессы обусловлены конвективным переносом жидкого, газового или газожидкостного теплоносителя в условиях наличия проницаемых зон в земной коре. На основе анализа распределения температурных градиентов прогнозируется распространение таких процессов на глубины до 100 км. В соответствии с показателями этих процессов предложено оценивать наличие проницаемых зон в земной коре.*

**Ключевые слова:** температура земной коры, проницаемость пород, коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, инверсия.

**G. G. Lyutyi**, Ukrainian State Geological Research Institute, ekogeol@ukr.net, ORCID-0000-0003-3429-9322

### **HYPOTHESIS OF EARTH CRUST ROCKS PERMEABILITY AT GREAT DEPTHS**

*Some regularities in the distribution of temperature in the earth's crust have been analyzed, and a hypothesis on the effect of inversion processes on these regularities has been proposed. The conclusions that these processes are caused by convective transfer of a liquid, gas or gas-liquid heat transfer agent in the presence of permeable zones in the earth's crust are substantiated. Based on the analysis of the temperature gradients distribution, the propagation of such processes to depths of up to 100 km is predicted. The indicators of these processes to assess the presence of permeable zones in the earth's crust are proposed.*

**Keywords:** temperature of the earth's crust, rock permeability, coefficient of thermal conductivity, specific heat, inversion.