

<https://doi.org/10.15407/gpimo2020.03.030>

**В.В. Гордієнко**, доктор геол.-мін. наук, професор, завідувач відділу

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: [gordienkovadim39@gmail.com](mailto:gordienkovadim39@gmail.com)

ORCID 0000-0001-9430-7801

Scopus authorId=7102473958

**І.В. Гордієнко**, кандидат геол. наук, провідний науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: [tectonos@igph.kiev.ua](mailto:tectonos@igph.kiev.ua)

ORCID 0000-0002-5619-0486

Scopus authorId=57198361836

**О.В. Завгородня**, кандидат геол.-мін. наук, старший науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: [tectonos@igph.kiev.ua](mailto:tectonos@igph.kiev.ua)

ORCID 0000-0002-7847-8640

Scopus authorId=6603538137

**І.М. Логвінов**, доктор геол. наук, головний науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: [anna\\_log@ukr.net](mailto:anna_log@ukr.net)

Scopus authorId=6601963925

**В.М. Тарасов**, кандидат геол. наук, провідний науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

03680. м. Київ, просп. Палладіна, 32

E-mail: [tarigvt@gmail.com](mailto:tarigvt@gmail.com)

Scopus authorId=7202005503

## ПРО ДЖЕРЕЛА РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ

---

*Наведено інформацію про гетерогенність родовищ вуглеводнів. Це з одного боку очевидні відомості про органічне походження вугільного метану, запаси якого досить значні у багатьох країнах. Але, з іншого боку, відзначено існування родовищ, які не вкладаються в біогенну концепцію. Для вивчення їх природи залучені уявлення адвекційно-поліморфної гіпотези глибинних процесів в тектоносфері Землі про одноактну сучасну активізацію. Аналізується механізм утворення родовищ і проявів активізації в фізичних полях і геологічних явищах, які можуть розглядатися як пошукові*

---

Цитування: Гордієнко В.В., Гордієнко І.В., Завгородня О.В., Логвінов І.М., Тарасов В.М. Про джерела родовищ вуглеводнів. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2020. 16, № 3: 30–52. <https://doi.org/10.15407/gpimo2020.03.030>

ознаки. Останні досліджуються переважно на прикладі Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Це обумовлено платформним характером її розвитку перед початком процесу. На такому спокійному тлі чітко видно аномалії фізичних полів, пов'язані саме з останнім процесом.

Розглянуто параметри тепломасопереносу в мантії і корі при сучасній активізації. Відзначено недостатність флюїдів, що виникають при частковому плавленні речовини мантії, зокрема, для створення родовищ. Більш перспективними представляються корові джерела. Побудована теплова модель процесу активізації для платформних і геосинклінальних регіонів, яка проконтрольована даними геотермометрів. На ній базуються моделі розподілу аномальних фізичних властивостей, що пояснюють геологічні характеристики нафтогазоносних зон. Спостережувані аномалії гравітаційного і теплового полів, параметри об'єктів високої електропровідності узгоджуються з розрахунковими без підбору. Розглянуто зміну аномальності фізичних полів при зміні щільності запасів вуглеводнів. Показано збіг максимумів аномалій і запасів з зонами активізованих поздовжніх і поперечних до ДДЗ глибинних розломів.

**Ключові слова:** родовища вуглеводнів, сучасна активізація, аномалії фізичних полів.

## Вступ

У цій роботі розглядається один з аспектів проблеми походження родовищ вуглеводнів (ВВ) — концепція їх абіогенної природи. Для цього використані уявлення адвекційно-поліморфної гіпотези (АПГ) про одноактний процес сучасної активізації (СА) [19, 20 та ін.].

Зв'язок нафтогазоносності з сучасною активізацією представляється вже досить обґрунтованим різними геолого-геофізичними даними [23, 24 та ін.]. Сама по собі ідея такого зв'язку не нова, вона давно обговорюється в геологічній літературі [48, 50, 57, 60 та ін.]. Але далі констатації справа не йде. Участь СА зводиться до обґрунтування створення нею зон тріщинуватості в породах осадового чохла і фундаменту, в поживленні древніх розломів. Актуальним здається перехід від фіксації зв'язку до аналізу механізму утворення родовищ вуглеводнів в процесі активізації тектоносфери і проявів СА в фізичних полях і геологічних явищах, які можуть розглядатися як пошукові ознаки. Останні досліджуються переважно на матеріалі родовищ України, в основному — Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Таку перевагу обумовлено платформним характером розвитку ДДЗ перед початком СА. В результаті сформувався спокійний фон, на якому чітко видно аномалії фізичних полів, пов'язані саме з останнім процесом. Йдеться про власне родовища, бо наявних даних про поширеність слідів ВВ в породах кори і верхньої мантії цілком достатньо для констатації можливості їх існування.

Здається, що вибір між органічним і неорганічним варіантами утворення родовищ — штучний. Нижче наводяться аргументи на користь корового генезису ВВ, в яких вуглець надходить з порід кристалічної частини кори. Але за наявними даними у метапелітах навіть в гранулітовій фації метаморфізму міститься графіт з “органічною ознакою” вуглецю [54, 55]. Тобто нині “неорганічний” матеріал міг бути раніше “органічним”. Чи можна вважати наявні методи діагностики органічного походження ВВ (засновані, перш за все, на ізотопії вуглецю) надійними (див. нижче)? Скоріше — ні [17]. Тому в даний час краще утриматися від остаточного вироку. Тим більше, що існування пов'язаного з органікою “вугільного метану” очевидно [1, 51 та ін.]. Запаси газу у “звичайних” родовищах України складають  $1,3 \cdot 10^{12}$  м<sup>3</sup>, в шахтах Донбасу — близько  $0,6-0,8 \cdot 10^{12}$  м<sup>3</sup>, на шахтних полях — трохи більше, що в сумі збігається з запасами всіх звичай-

Таблиця 1. Запаси метану вугільних покладів

Країна	Запаси в трлн м <sup>3</sup>	Країна	Запаси в трлн м <sup>3</sup>
Росія	17–113	Польща	2,8
Китай	30–35	Велика Британія	1,7
Канада	6–75	Україна	1,7
Австралія	9–14	Казахстан	1,1
США	11	ПАР, Зімбабве	0,9
Німеччина	2,8	Індія	0,9

них родовищ. Враховуючи метан поза шахтними полями, цифру можна збільшити до 4 трлн м<sup>3</sup>. Скупчення газу під одиницею площі співставне з наявним на звичайних родовищах. Значні запаси і в інших країнах (табл. 1).

У гідротермальних системах рифтів, перекритих пухкими осадами (басейни Гуаймас, Хуан-де-Фука (північна частина), трого Есканаба, Горда) утворення значних мас вуглеводнів (метану і його гомологів, нафтових *n*-алканів) пов'язане з процесами термолізу морської осадкової органічної речовини) [10, 70, 77, 80].

Газ, сорбований в кам'яному вугіллі, характеризується значеннями  $\delta^{13}\text{C}$  від  $-1,5$  до  $-7$  ‰ [17]. Метан, утворений в кристалічних породах серединно-океанічних хребтів, має  $\delta^{13}\text{C}$   $-1,4$  ‰ [10]. За Е.М. Галімовим, існує "...возможность использования гетерогенного фракционирования изотопов углерода для изучения широкого круга геологических процессов. Но в то же время именно наличие тонких и многообразных изотопных эффектов в процессе формирования графитов заставляет предостеречь от излишне прямолинейных выводов о генезисе графита на основании измерений его изотопного состава" [17, с. 352–353]. Це в повній мірі відноситься і до ВВ.

Можливо, первинно біогенними є і родовища т.зв. сланцевих газу і нафти, але однозначна відповідь на це питання поки відсутня. А наведених даних досить для визнання полігенезу родовищ ВВ.

## Сучасна активізація

Досить детально процес розглянуто в роботі [20]. Тут відзначимо його основні риси, важливі для вирішення поставленого завдання. Не всі вони повністю вивчені. Схема тепломасопереносу в тектоносфері зони СА містить невизначеності, пов'язані з незавершеністю процесу і його проявом в регіонах з дуже різними за віком попередніми геосинкліналями або рифтами.

При СА з підкорової перегрітої області (що виникла близько 5 млн р. тому при підйомі речовини з проміжного вогнища під платформою або наявного під корою перед початком активізації в альпідах) частково розплавлена речовина виноситься в кору. Вона надходить в інтервал глибин 30–40 км (0,5 млн р. тому, займає близько половини обсягу) і 20–30 км (0,2 млн р. тому, займає чверть обсягу). Середня температура (*T*) зростає тут на  $300 \pm 50$  °С. Тобто прийнята гіпотеза припускає провідну роль мантійного тепломасопереносу в цьому процесі. Саме він постачає в кору енергію і речовину (в тому числі розплав і флюїди). Але звідси не випливає висновок про внесення в кору ВВ або їх компонент в кількостях, достатніх для створення родовищ. Джерела летючих в мантії занадто незначні [41, 42, 59, 75, 79 та ін.]. Вода в породах і розплавах міститься приблизно в

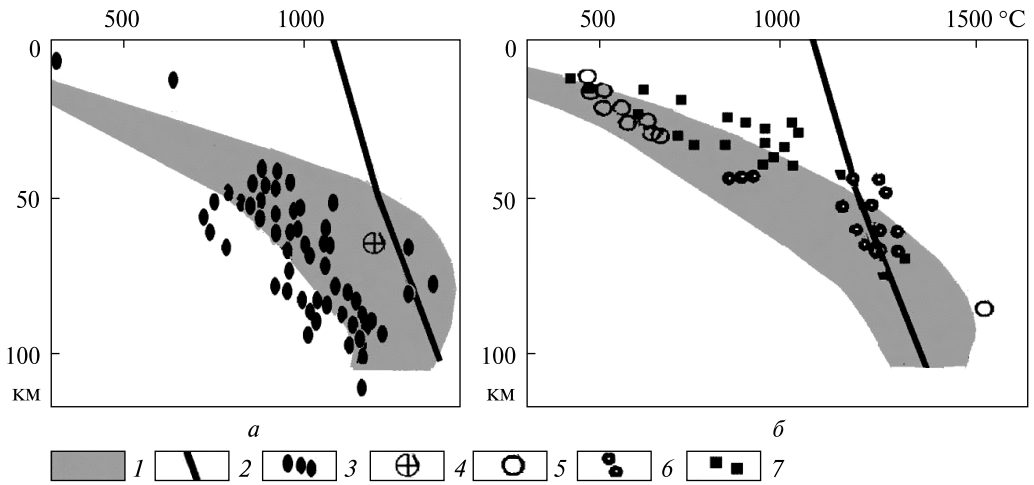
одній концентрації —  $0,5\text{--}1,5 \cdot 10^{-4}$  мас. %. На порядок більший вміст — тільки в еклогітах (переважно корового походження) і в продуктах їх плавлення. Але і цього недостатньо для створення потоку флюїдів, співставного з необхідним для формування родовища, еклогітизації основних порід кори і серпентинізації ультраосновних.

Під кору опускаються еклогітизовані блоки основних корових порід, при досягненні астеносфери вони знижують її температуру приблизно на  $120^\circ\text{C}$ . Нагрівання кори “розморожує” реакцію еклогітизації, швидкому перебігу якої сприяють флюїди, принесені мантійними виплавками і утворені при частковому плавленні порід амфіболітової фації метаморфізму. Темп перетворень цілком може досягати потрібної величини [43] — зміни мінералогії за 105 років при розмірі зерна 0,05 мм.

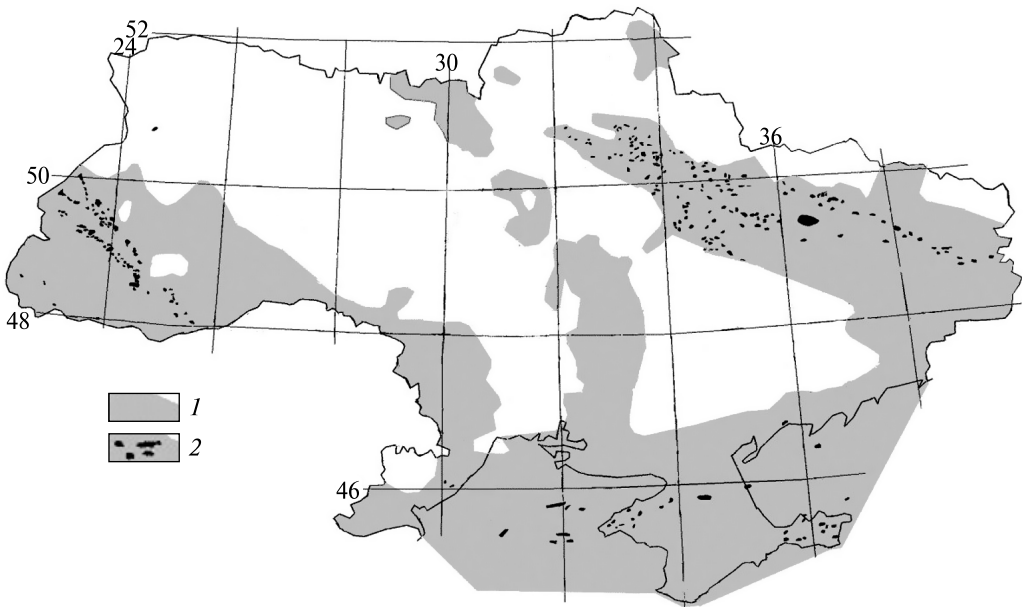
У корі на роль джерела флюїдів при прогріванні і частковому плавленні в реальних породах “гранітного” і перехідного шарів консолидованої кори претендує, насамперед, біотит. Його вміст у гранітах до 5 %, в багатьох гнейсах — до 15 %, структурної води цей мінерал містить  $n$  % за об’ємом. Більшу частину її (близько 60 %) біотит віддає при  $600\text{--}700^\circ\text{C}$ , тобто при його переході в менш водовмісні і безводні мінерали. При переході через амфіболи до піроксенів (цей процес теж пов’язаний з виділенням води) щільність зростає приблизно на 3 %, що повинно забезпечити такий самий обсяг пір. Корового флюїду мінімум на два порядки більше, ніж мантійного. Це узгоджується з концентраціями мантійного гелію в водах багатьох родовищ ВВ [30].

Зменшення потужності кори в зоні СА не може бути спрогнозовано як обов’язковий елемент процесу, але виключати його не можна. Наявні експериментальні дані (поки нечисленні) свідчать на користь реальності цієї події. Величина підйому розділу М під зоною (і потовщення кори на периферії), швидше за все, обмежена приблизно 5 км. Це може привести до опускання поверхні до 0,6—0,7 км. Розрахункове підняття поверхні від змін  $T$  обох знаків на різних глибинах (з різними коефіцієнтами теплового розширення) становить близько 0,8—0,9 км. Різниця незначна, та все ж можна припустити підняття поверхні на 100—200 м. Але не можна виключати (при певному складі кори) і опускання. Наведені оцінки відносяться до СА на докембрійській платформі, для районів активізації альпійських геосинкліналей ситуація ще більш невизначена.

Результати розрахунків  $T$  зіставлені з даними геотермометрів для обох типів регіонів (рис. 1), відповідна бібліографія наведена в роботі [18 та ін.]. У випадку сучасної активізації докембрійської платформи порівняння не зовсім коректне: ксеноліти винесені молодими лужними базальтами, тобто процес активізації включає магматичну складову, якої немає у багатьох зонах СА. Теплові моделі в інтервалах глибин максимального перегріву досить близькі і не суперечать даним геотермометрів (див. рис. 1). Очевидно, що їм повинні відповідати дві зони часткового плавлення. Досить потужна зона — в підкоровій частини мантії (в інтервалі глибин від 50—60 до 90—100 км), малопотужна — в нижній корі на глибинах трохи більше 20 км. Остання може й не існувати, якщо винос магми в кору стався помітно раніше прийнятих при розрахунку віків процесу. Ця зона може сама служити джерелом матеріалу для внутрішньокорової адвекції, що приводить до утворення окремих вторгнень кислотої і середньої магми на глибини до 5—10 км [20] (див. рис. 1).



**Рис. 1.** Розрахункові теплові моделі і дані геотермометрів в зонах сучасної активізації (шириною 60 км) докембрійської платформи (а) і альпійської геосинкліналі (б): 1 — область розрахункових Т (в центрі і на периферії), 2 — солідус порід мантиї, 3 — дані геотермометрів платформних зон СА (Алдан, Вітім, Чеський масив), 4 — дані геотермометрів в південній частині Волино-Подільської плити, 5–7 — дані геотермометрів альпійських зон СА (5 — Карпати, 6 — Апеніни, 7 — Камчатка)



**Рис. 2.** Зони сучасної активізації на території України, встановлені за даними комплексу геолого-геофізичних методів (1) і родовища ВВ (2) [21]

В період існування шару часткового плавлення в корі вище від нього розташована область флюїдизації — просочення середовища глибинними розчинами в кількості декількох відсотків за обсягом. Саме в її межах можуть формуватися (при наявності необхідної кількості потрібних речовин) вуглеводні, які по проникливим зонам надходять вище, в осадовий шар або верхню частину кристалічного фундаменту і за сприятливих умов утворюють родовища (рис. 2).

Очевидно, що практично всі нафтогазові родовища України розташовані в межах зон СА, тобто пов'язані з цим процесом. Виняток — невелике Локачинське родовище на Волино-Подільській плиті. Але і в цьому районі є ознаки локальної СА.

## Формування родовищ

Прийнята схема глибинного процесу не виключає утворення вуглеводнів в мантії (ймовірно, в межах її перегрітої підкорової частини), в кристалічній корі і осадовому шарі (з наявної в його породах органіки).

Відомі дані про біомаркери і інші ознаки участі органіки осадового шару в утворенні частини ВВ дозволяють віднести це джерело до числа реальних [50], але не обов'язково визнавати його головним або єдиним. Хоча кількість вуглецю органіки в підземних водах в 12 разів перевершує вміст С світових запасів нафти, а його загальна кількість в осадовому чохла більше на 4 порядки [68]. Практично в будь-якому районі з потужним осадовим шаром (що забезпечує потрапляння органічного вуглецю в *PT*-умови утворення ВВ) досить вуглецю для створення родовищ. Однак відомі поклади нафти і газу, які не можна пов'язати з первинно-органічним вуглецем (тобто з речовиною органічного походження, що не пройшла переробки метаморфізмом).

Стійкість вуглеводнів на великих глибинах в корі і верхній мантії можна вважати доведеною [12, 39 та ін.]. Використовувані в таких розрахунках *T* мантії багато нижчі реальних. Проте, принципово картина не змінюється, важкі ВВ в мантії можуть стійко існувати, нехай в іншому компонентному і груповому складі. Але це не означає доказу мантійного походження всіх або помітної частини родовищ. У літературі розглядаються різні точки зору [31—33, 44, 48, 49, 78 та ін.]. Іноді для діагностики генезису ВВ залучаються відомості про ізотопію вуглецю [38, 50 та ін.]. Цей аргумент не видається переконливим. У мантії (згідно Е.М. Галімову [17]) присутні два різновиди вуглецю — концентрований рухливий (гази, графіт, алмаз) з  $\delta^{13}\text{C} -0,7$  і  $-1,8$  ‰ — тобто з ізотопією вуглецевих хондритів — і розсіяний, що не бере участі в утворенні газів, що надходить в кору тільки з інтрузіями, з  $\delta^{13}\text{C} -2,2$  ‰, тобто з ізотопією хондритів. Якщо припустити незмінність  $\delta^{13}\text{C}$  в процесі утворення корових об'єктів з мантійних, очевидно, що ізотопія графіту кори відповідає мантійному вуглецю в разі участі всіх різновидів останнього. Нафта цілком може бути пов'язана з коровим графітом або розсіяним вуглецем мантії. Але ізотопія газу (в тому числі і попутного газу нафтових родовищ) виявляє можливість різких змін  $\delta^{13}\text{C}$ . Параметр істотно змінюється і з глибиною покладів. Вважаючи відомими процедуру і умови утворення ВВ (в тому числі — наявність і відносну концентрацію попутних газів з відомою ізотопією С) і вхідної речовини, можна намагатися передбачити результат фракціонування. Рішення зворотної задачі явно неоднозначне.

Тому краще використовувати інші аргументи при виборі між кристалічною корою і мантією в якості джерела формування значущих скупчень ВВ. Сліди вуглеводнів значно поширені в породах обох інтервалів глибин, але значущими будемо вважати скупчення з видобувними ресурсами (30—40 % від повних ресурсів) близько 5—10 т у. п./м<sup>2</sup> (у. п. — умовне паливо). Саме вони придатні для створення реальних родовищ.

У цьому сенсі часто згадувані скупчення метану в лужних базитах і сієнітах мантіїного походження не становлять інтересу. Тим більше, що при детальному розгляді вони виявляються в значній мірі продуктом вторинних змін порід біля поверхні [36, 37, 53].

На думку автора роботи [11] високі парціальні тиски водню в глибинних розчинах з'являються при взаємодії порід основного складу і гарячої води, інше ендогенне джерело не потрібне. Її контакт з графіт- і піритвміщуючими породами призводить до формування потоків безрудних відновлювальних флюїдів з сірководнем і метаном. Проведене і спеціальне експериментальне вивчення взаємодії гідротермальних розчинів з різними бітумінозними і вуглистими породами в широкому інтервалі температур (320—550 °С) і тисків (30—150 МПа). Встановлено утворення нафти, асфальту, асфальтену і метану [8]. Залишається питання про кількість вуглеводнів, що генеруються такими коровими процесами.

На існування різних за глибиною джерел ВВ вказують результати вивчення мікроелементів (МЕ) в них і породах кори: "...показано, що МЕ состав углей и горючих сланцев имеет более тесную корреляцию с МЕ составом верхней коры чем нижней, в то время как содержание МЕ в нефтях лучше коррелирует с составом нижней континентальной коры. Корреляция концентраций МЕ нефтей и живого вещества, как правило, заметно слабее, чем с МЕ составом нижней континентальной коры" [62].

Безпосередній вміст ВВ в кристалічних породах Балтійського і Українського щитів незначний. Якщо дані, отримані поблизу поверхні [36, 37, 53 і ін.], поширити на всю кору, отримаємо величини щільності ресурсів на 2—3 порядки менше необхідних для створення родовищ. У лужних базитах Хібін ця величина більше, але їх потужність не перевищує 10 % потужності кори. Кількість же вуглецю в корі може виявитися досить значною. Для оцінки параметра логічно використовувати дані геоелектрики. Нею виявлено досить великі території на заході щита і під осадовим шаром на Волино-Подільській плиті (ВПП) з інтегральними величинами сумарної поздовжньої провідності (S) в "гранітному" (глибше 4 км) і перехідному шарах земної кори до 100—150 См (зрідка — 200—300 См) [46]. У західній частині Українського щита (УЩ) показана їх приуроченість до графітоносних районів [22 та ін.]. Звичайно, корові аномалії електропровідності можуть бути пов'язані не з графітом, а з флюїдами, що виникли при сучасній активізації. В цьому випадку настільки незначні величини S можуть свідчити про пізню стадію процесу, коли шари часткового плавлення в корі вже кристалізувалися. Однак розміщення розглянутих провідників далеко не скрізь узгоджується з зонами СА, виділеними за комплексом геолого-геофізичних ознак.

За геологічними даними неясно, як глибоко і з якою концентрацією поширений графіт під поверхнею в графітоносних районах [71]. Знання величини S дає можливість знайти інтегральну характеристику у вигляді щільності ресурсів графіту в корі:  $F_c = H \cdot C \cdot \sigma$ , де H — потужність шару графітизації (м), C — концентрація графіту (близько 0,01),  $\sigma$  — його щільність (близько 2,1—2,3 т/м<sup>3</sup>). Для S = 50—150 См  $F_c = 110—330$  т/м<sup>2</sup>. Це дуже великі величини. Наприклад, запаси вугілля Донбасу створюють  $F_c = 3—4$  т/м<sup>2</sup>. Виявленого вуглецю при його поєднанні з воднем (і добавкою 25 % маси), що надходять з великих глибин при активізації [48 та ін.], досить для створення десятків "поколінь" родовищ. Вони

можуть послідовно з'являтися і зникати (втрачати легкі складові і зберігати речитові бітуми [48]) без участі осадового чохла.

Переважна перспективність порід верхньої мантії як генератора ВВ за наявними даними здається сумнівною, незважаючи на досить широке поширення такої точки зору в останні роки.

1. Надходження матеріалу з нижньої мантії і/або ядра петрологічно неможливо довести, це чисто умовна конструкція. "...петрологические доказательства самого глубокого поступления вещества на поверхность ограничиваются верхними горизонтами нижней мантии (~650—700 км), т.е. глубиной самых глубоких землетрясений. Включения ферропериклаза в некоторых алмазах не опровергают вовлечение и более глубоких горизонтов мантии, однако не дают этому однозначного подтверждения. Геохимические данные также не дают однозначного подтверждения вовлечения вещества нижней мантии в процессы магмогенерации под вулканически активными районами. В то же время они свидетельствуют о полной вещественной изоляции ядра от верхнемантийных процессов" [35, с. 87].

2. Геоелектричні дані не виявляють в мантії концентрацій графіту, співставних з передбачуваними в консолідованій корі. На території Східно-Європейської платформи поза зонами СА величини  $\rho$  порід верхньої мантії до глибин близько 100 км складають  $n \cdot 100 - n \cdot 1000$  Ом·м [76]. Звичайно, провідні об'єкти з параметрами, встановленими для графітизованих зон кори, можуть бути пропущені при глибинних геоелектричних дослідженнях. Але кращої інформації в даний час немає.

3. Концентрації водню і ВВ в ультраосновних породах незначні [54 та ін.]. Відомості про склад ксенолітів мантійних порід дозволяють оцінити вміст графіту і алмазу максимальними величинами на порядки нижче, ніж у корових утвореннях —  $10^{-6} - 10^{-7}$  [3, 67, 69, та ін.]. Навіть допускаючи повну мобілізацію вуглецю з шару потужністю близько 50 км (звичайна товщина астеносферних лінз в активному регіоні) отримуємо зовсім незначну кількість матеріалу, непридатну для утворення родовищ. Припущення про участь карбонатитів в утворенні ВВ радикально не змінює ситуацію. Крім того, необхідні спеціальні аргументи на користь їх появи в потрібному інтервалі глибин в потрібний час [22 та ін.], в потрібній концентрації. Вуглець карбонатитів ізотопно важкий —  $\delta^{13}\text{C} = -0,7\text{‰}$  [17].

Інформація по метеоритах, які можуть представляти первинну речовину для формування мантії Землі [65 та ін.], дозволяє оцінити вміст С у вуглистих хондритах (близько 5 % загальної кількості метеоритів) у 2 %. З огляду на вміст вуглецю в інших метеоритах отримуємо середню концентрацію речовини 0,15 %, але винос в кору (де виявилася практично вся вода з вуглистих хондритів), скорочує цю величину в кілька разів.

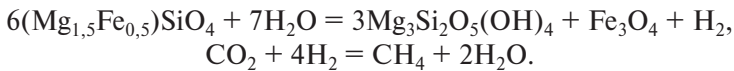
4. Кількість вуглеводнів в газах серединно-океанічних хребтів (СОХ) (якщо вважати їх мантійними, що в багатьох випадках невірно [10]) багато менша, ніж необхідно для формування родовищ ВВ за перші сотні тис. років. Виділення в СОХ водню в більшій мірі відповідає необхідному для формування реальних родовищ ВВ за умови доповнення його до метану коровим вуглецем.

Земля втрачає в рік водню (замінюваного генерацією в атмосфері та біосфері)  $2,5 \cdot 10^5$  т [9]. Якщо порівняна маса  $\text{H}_2$  витрачається на утворення ВВ, то за 100—200 тис. років можуть сформуватися родовища, запаси яких можна порівняти з відомими.



Здатність консолідованої земної кори формувати родовища ВВ в період сучасної активізації можна пов'язати з генерацією водню при серпентинізації ультраосновних і основних порід. “Оливиновые породы редко встречаются в неизменном виде. Обыкновенно они более или менее серпентинизированы и часто целиком превращены в змеевики — серпентиниты” [34, с. 223]. “...при проведении глубокой скважины..., обнаружившей на глубине несерпентинизированный дунит, в дуните была встречена полость, содержащая сильно сжатый газ — водород” [34, с. 226].

Можливими представляються такі реакції олівіну з водним флюїдом, що містить вуглекислоту [31]:



На дні океану передбачається істотна роль морської води, яка глибоко проникає в перегріті породи навколо магматичного вогнища в надрах СОХ [31]. Втім, такій точці зору суперечить надлишкова солоність вод “курців” [10]. Такі ж осередки в середній і нижній частині континентальної кори (на глибинах 20—40 км), складеної переважно основними і ультраосновними породами, формуються на геологічно короткий час в період сучасної активізації.

За оцінкою з роботи [31] при переробці частини мінералів  $1 \text{ км}^3$  гарцбургітів і співвідношенні вода : порода 2 : 1 утворюється  $5 \cdot 10^5 \text{ т H}_2$  і  $2,5 \cdot 10^5 \text{ т CH}_4$ . При реакції  $\text{H}_2$  з коровим вуглецем отримаємо (враховуючи вже наявний метан)  $\sim 6 \text{ тис. м}^3/\text{м}^2$  метану, тобто  $7,5 \text{ т у. п./м}^2$ . Утворюються запаси  $\sim 2,8 \text{ т у. п./м}^2$  над кожною одиницею площі серпентинізованого масиву. Більш повна переробка породи або залучення до процесу шару потужністю в кілька км, концентрація метану на частини території можуть забезпечити формування реальних родовищ з щільністю видобувних запасів  $\sim 5\text{—}10 \text{ т у. п./м}^2$ .

Необхідно відзначити, що далеко не всі ВВ СОХ можна вважати абіогенними. Таких вуглеводнів цілком достатньо для створення товщ, що містять газогідрати в верхніх частинах осадових розрізів дна морів. Ресурси цього типу іноді оцінюються дуже високо. Для Охотського моря, де умови сприятливі і є досить докладна інформація про можливу товщину покладів і склад газу, щільність ресурсів становить  $0,025 \text{ т у. п./м}^2$  [16]. Навіть не переходячи до видобувних ресурсів (зараз такий розрахунок не може бути технічно мотивований) і припускаючи під шаром газогідратів порівняну кількість газоподібних ВВ, слід оцінити ці ресурси як непридатні для створення родовищ. Звичайно, зі сказаного не витікає обов'язкова відсутність родовищ ВВ в корі як під газогідратами, так і в районах без них.

За даними для центральної частини УЩ на сучасному ерозійному зрізі зустрічаються переважно серпентинізовані гіпербазити потужністю  $0,1\text{—}3 \text{ км}$  [66]. З глибиною їх кількість повинна збільшуватися. Деякі масиви містять графіт. Таким чином, гіпотеза корового походження ВВ представляється реальною. Проблемою, для аналізу якої необхідні додаткові дослідження, залишається темп розглянутих процесів генерації водню і синтезу вуглеводнів в реальних умовах активізованої кори. Деяким аргументом на користь достатнього темпу генерації водню можуть служити дані роботи [80] про те, що в рифтових долинах СОХ за рік виникає  $1,3 \cdot 10^9 \text{ м}^3 \text{ H}_2$  і  $0,16 \cdot 10^9 \text{ м}^3 \text{ CH}_4$ . Якщо віднести ці кількості до

порівняно невеликих площ гідротермальних полів, синхронно існуючих на осях СОХ протягом  $10^3$ – $10^6$  років [45], то темп генерації водню можна визнати (на рівні наявної інформації) прийнятним.

Експериментальні роботи по отриманню водню при серпентинізації основних і ультраосновних порід проведені для тисків, що відповідають глибинам 5–20 км і 25–400 °С [31]. Для природного процесу в корі СОХ (термальне поле Рейнбоу) встановлена близька мінімальна глибина і діапазон  $T$  350–500 °С [72]. Можливо, що утворення метану з  $H_2$  і  $CO_2$  відбувається в обмеженому діапазоні умов, бо відзначені випадки, коли при відсутності іншого джерела вуглецю ВВ не виникають. Цим можна пояснити, зокрема, відмінності газового режиму ДДЗ і Донбасу. В обох регіонах йде сучасна активізація, отже, з нижньої частини кори повинен надходити водень. У північно-західній частині ДДЗ ознаки виявлені слабо і значущих родовищ ВВ немає. Встановити графітоносність консолідованої кори ДДЗ за геоелектричними даними не представляється можливим [23 та ін.], але на території западини є досить потужна товща рифею, частина якої може служити джерелом вуглецю [48]. Родовища ВВ тут відомі. На території Донбасу за межами поширення промислово значущих вугленосних товщ (Нагольний кряж і ін.) фанерозойський і ймовірно рифейський первинно-осадові шари, що утворюють товщу сумарною потужністю 10–20 км, за геологічними даними не містять вуглецю, родовища ВВ відсутні. Вони з'являються тільки на периферії басейну і Приазовського масиву, де крім зон активізації в корі можлива наявність графіту. “В центральных частях Донбасса (Нагольный кряж) в составе водорастворенных газов резко преобладает углекислый газ и водород, а углеводороды отсутствуют” [50, с. 54]. Ймовірна значна концентрація “невитраченого” на створення ВВ водню. Аналізуючи матеріал, автори [52] роблять висновок про джерела газів Нагольного кряжу. Для невеликої кількості метану найбільш ймовірним джерелом є товща пройдених свердловиною порід слабовугленосної нижньокарбонової товщі. Водень і вуглекислий газ надходять з великих глибин.

Можна згадати про ще один можливе джерело водню в корі — радіоліз порової води [73]. Проблема недостатньо вивчена, але за наявними оцінками продуктивності джерела воно не може “скласти конкуренцію” іншим.

Вивчення гідротермальних потоків з воднем і метаном, приурочених до СОХ, показує не тільки перспективність розглянутого механізму для утворення родовищ ВВ, а й виявляє складність і обмеженість процесу. Зокрема, необхідний [7] попередній метаморфізм порід, що містять олівін, при температурах вище  $T$  власне серпентинізації (>600 °С). У цих умовах формується пилоподібна вкрапленість аваруїта (самородного сплаву з приблизним складом  $Ni_3Fe$ , досить поширеного акцесорного мінералу в серпентинізованих офіолітах). Наявність таких метаморфічних утворень в фундаменті СОХ видається реальною (рис. 3).

Попередній метаморфізм відчули і породи континентальної кори; прикладом *PT*-умов таких процесів можуть служити дані по УЩ (див. рис. 3).

При впливі гарячого флюїду на метаморфізовану породу низів кори СОХ фугітивність кисню в ході серпентинізації буферується аваруїтом, а вуглекислоти — кальцитом і доломітом. В результаті флюїд різко збагачувався на  $H_2$  і  $CH_4$ . Такий же процес передбачається в континентальних породах з олівіном (як правило, під впливом флюїдів з набагато меншою температурою — аж до 100–200 °С). Висхідний над серпентинізованими породами потік відновлених гарячих флюїдів

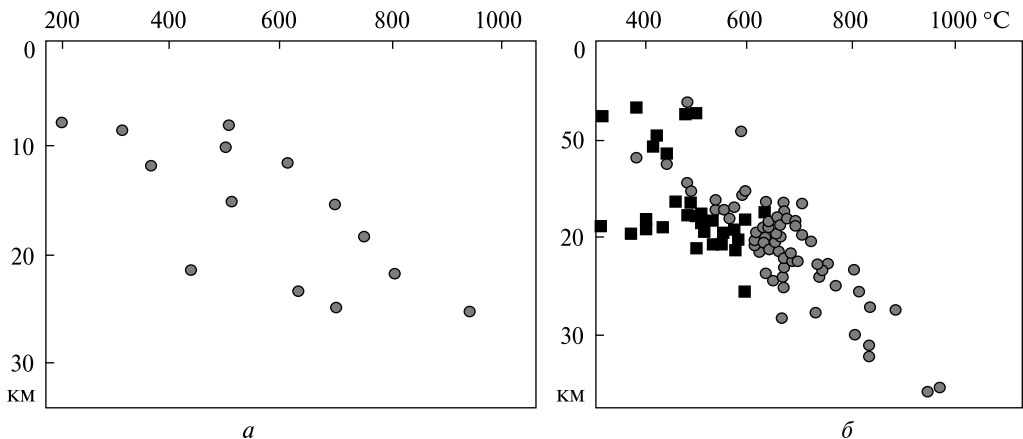


Рис. 3. Умови метаморфізму порід фундаменту: *a* — Серединно-Атлантичного хребта [56], *б* — Українського щита (дані різних авторів, зібрані в [22 і ін.]

переносить мікроскопічні частинки металів, сульфідів і карбонатів — складний комплекс, абсолютно чужорідний до складу порід, в яких формується поклад ВВ.

Необхідно згадати і процедури транспортування і накопичення ВВ, уявлення про які досить різноманітні [17, 23, 47, 48 та ін.]. Можливість дуже швидкого переміщення флюїду в активізованому середовищі (аномальне тимчасове зростання проникності тріщинуватих зон) вже досить добре обґрунтована геотермічними даними. Зокрема, теплова модель, побудована для одного з таких активних епізодів (модель “термального купола”) проконтрольована даними геотермометрів до глибин в кілька кілометрів [20].

З розглянутого механізму форма транспортування вуглеводнів, що забезпечує їх накопичення в родовищах, не очевидна. Вміст нафтових кислот і фенолів у водах ненафтоносних артезіанських басейнів (2 і 1 мг/л відповідно) принципово не відрізняється від такого в водах нафтових родовищ ( $3,5 \pm 3$  і  $2 \pm 1,5$  мг/л) [68]. Оскільки родовища порівняно рідкісні, доводиться констатувати неможливість накопичення ВВ, які переносяться в розчиненому вигляді водами. Це підтверджують і розрахунки, засновані на розчинності їх в реальних *PT*-умовах надр.

Вплив спаду *P* і *T* при підйомі флюїду може зумовити втрату легких ВВ. Важкі можуть “застрягати” в дрібних порах і також накопичуватися в породах осадової товщі в розсіяному стані у вигляді дрібних крапель і частинок [17]. Цей вуглеводневий фон не створює родовищ, для їх утворення необхідна дуже швидка мобілізація ВВ і перенесення в концентрованому вигляді в колектор. Необхідною умовою є “струшування” середовища, “...сейсмический фактор следует рассматривать не как способствующий, а как определяющий саму возможность процесса миграции и аккумуляции углеводородов. ...транспортирующая роль газа, возможно, состоит не в образовании газового раствора, а в механизме наподобие флотации” [17, с. 141—142]. В цьому випадку транспортуватися флюїдом і накопичуватися у верхній частині конвективного осередку (прикордонна зона) при падінні швидкості будуть не розчинені, а флотовані рідкі ВВ. Опис дії такої комірки не буде принципово відрізнятися від розглянутої для випадку гідротермального рудоутворення [2].

Сейсмічність (перш за все — широко поширені слабкі землетруси) характерна саме для зон сучасної активізації, але часто події з малої магнітудою погано вивчені.

Розглянута схема утворення ВВ і формування їх родовищ частково гіпотетична, але володіє узгодженістю елементів в рамках уявлень АПГ і дозволяє намітити контрольовані геолого-геофізичні ознаки, властиві нафтогазоносним регіонам.

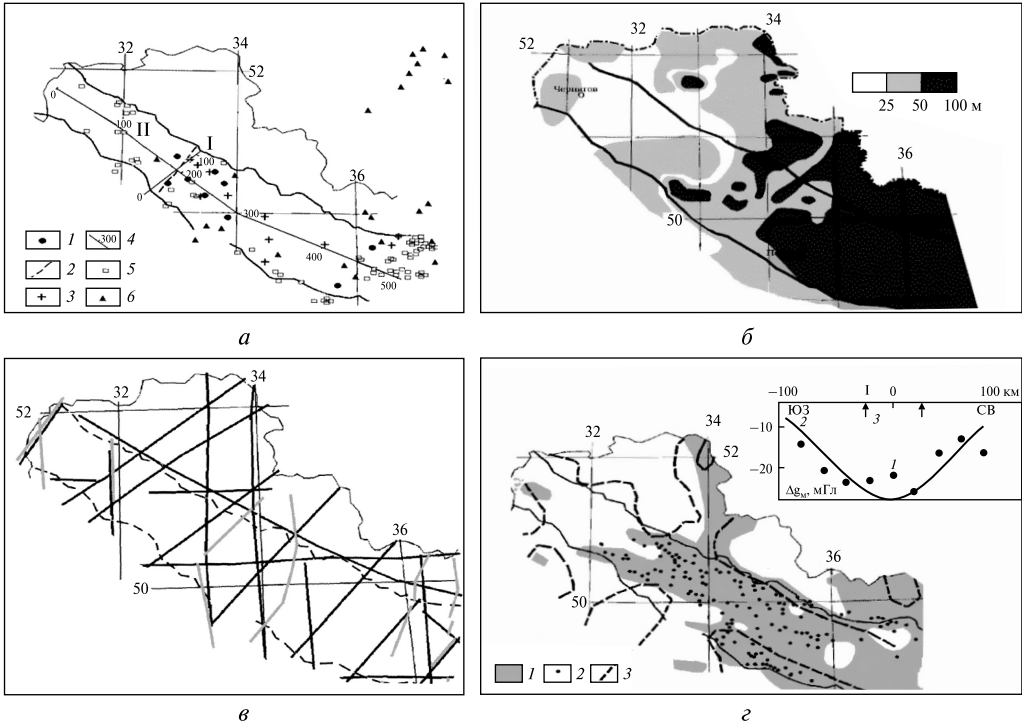
## Ознаки нафтогазоносності

Критерії виділення зон СА, необхідної для утворення ВВ, як правило, не вказують однозначно на наявність в них родовищ (див. рис. 2). Тому розглянуті нижче прояви активізації не замінюють зазвичай використовуваних пошукових ознак нафтогазоносності, а доповнюють їх. Розглянемо геологічні явища і аномалії фізичних полів, які можуть бути зіставлені з експериментально встановленими. Практично всі критерії, що фіксуються в Дніпровсько-Донецькій западині (рис. 4), відзначені і в інших нафтогазоносних регіонах України — в Карпатах і на Скіфській плиті. Але їх виявлення істотно ускладнено впливом “перешкод”, обумовлених процесами в альпійській геосинкліналі Карпат і рифтогенезом в Чорному морі по сусідству зі Скіфською плитою.

1. *Аномалії теплового потоку* (ТП) і швидкості сейсмічних хвиль. Перегрівом кори і мантії (розрахункові  $T$  контролюються геотермометрами — рис. 1) обумовлений повсюдно спостережений в зонах СА підвищений тепловий потік. Іноді він проявляється тільки локально, у розломів, що підводять гарячі флюїди з джерела на невелику глибину (ДДЗ — рис. 4, а та ін.). У деяких випадках справа доходить до сучасного або молодого магматизму (див. вище). Обмеженість аномалій ТП пов’язана з молодістю корового перегріву: тепла хвиля ще не наблизилася до поверхні. Інтенсивності локальних і регіональних аномалій близьки і досягають в максимумі 20–25 мВт/м<sup>2</sup>. У мантії зон СА континентів і океанів виявлено об’єкти зі зниженими (до 0,3–0,4 км/с) швидкостями сейсмічних хвиль [29]. Часто вдається виявити їх і в корі всіх регіонів території України [14, 22, 23, 25–28]. На від’ємні аномалії швидкості у верхах мантії можуть накладатися у різних нафтогазоносних регіонах додатні, пов’язані з зануреними коровими еклігітованими блоками [20, 74 та ін.].

2. *Аномальна ізотопія гелію* (<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He). Такі аномалії — пряма вказівка на наявність мантійного поверху процесу і його молодість. Однак цей критерій не завжди може бути використаний, бо аномалії дуже локальні, зникають на невеликій відстані від каналу, що виводить флюїди на глибину, де вони стають доступні вивченню. Такі збурення фіксуються в ДДЗ (рис. 4, а), Донбасі, на Скіфській плиті (включаючи північно-чорноморський шельф), в Складчастих Карпатах і Закарпатті. Але невідомі в Передкарпатському прогині.

Аномальна ізотопія гелію підземних вод і газів встановлена в багатьох нафтогазоносних регіонах: на Камчатці [38], в Передкавказзі [58], в Прип’ятському прогині, Паннонії [30] та ін. В цілому можна вважати, що прогностичний ізотопно-гелієвий критерій нафтогазоносності виправдовується (він підтверджений на багатьох родовищах світу [13 та ін.]), але його застосування істотно обмежена рідкісною і нерівномірною мережею визначень <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He.



**Рис. 4.** Ознаки активізації та нафтогазоносності ДДЗ: а — 1 — аномалії  $^3\text{He}/^4\text{He}$  [30], 2 — північно-західна межа зони гідрогеологічної інверсії [48], 3 — зони АВПТ на родовищах, для частини яких встановлено вік покладів менш 1 млн р. [6, 48], 4 — профілі I і II, уздовж яких побудовані двовимірні геоелектричні моделі [23], 5 — пункти з ТП більше 55 мВт/м<sup>2</sup>, 6 — розміщення епіцентрів землетрусів [4, 63, 64 та ін.]; б — розподіл амплітуд підняття поверхні в районі ДДЗ за останні 3 млн рр. [15]; в — розломи, активізовані в останні 3 млн р. [15]. Сірим кольором показані великі стародавні розломи [40]; г — "мантійна" гравітаційна аномалія в районі ДДЗ: 1 — територія аномалії інтенсивністю мінус 20 мГал і більше, 2 — родовища ВВ, 3 — контури зони електропровідності в корі і мантії. На вірзці: порівняння встановленої за полем і результатами моделювання (1) і розрахованої за аномальною температурою (2) гравітаційних мантіяних аномалій у ДДЗ уздовж профілю I (рис. 4, а), 3 — положення крайових розломів рифейського грабену ДДЗ

3. *Підняття поверхні в останні мільйони років.* Зроблена вище вельми наближена оцінка вказує на можливість підняття з амплітудою 100–200 м. Основне джерело підняття — перегрів верхніх горизонтів мантії — має велику потужність і розташоване на глибині, співставній з лінійними розмірами зони СА (рис. 4, б). Тому слід очікувати меншої амплітуди підняття на більшій площі, ніж зайнята джерелом. Саме цей варіант реалізується на південних 2/3 території України за винятком її причорноморської частини, де значний вплив занурення Чорноморської западини [15 та ін.].

4. *Пожвавлення розломів і землетруси.* Переміщення по розломах на кордонах зон СА і всередині них неминучі. "Пожвавлення" частини стародавнього розлому з великим ступенем імовірності призведе до руху на його продовженні поза зоною СА, тобто ця ознака активізації буде зафіксована [15] практично по всій території України (рис. 4, в). Джерелом напруги, що вивільняється в формі землетрусів, можуть бути різні елементи процесу сучасної активізації в корі і

верхній мантії. Детальніше питання розглядається в [20]. Приуроченість місцевої сейсмічності до зон СА здається досить імовірною. Не виключено, що при більш детальних дослідженнях буде виявлено більше слабких землетрусів. Сейсмічність виявляється і в зонах СА без родовищ ВВ (рис. 4, а).

5. *Зони аномально високих пластових тисків (АВПТ)*. Їх виникнення неминуче при вторгненні перегрітих флюїдів в поклад ВВ. Реальна проникність порід, що вміщують родовища, не дозволяє аномальним тискам зберігатися тривалий час. Йдеться про часові відрізки зовсім не геологічного характеру — про сотні і тисячі років. Тому існування в даний час зон АВПТ (рис. 4, а) на багатьох родовищах [6 та ін.] вказує на підживлення флюїдами, на незавершеність процесу формування покладів.

6. *Зони гідрохімічної інверсії* (рис. 4, а) і мікрочастинки. Хімічний склад речовини, розчиненої у глибинних флюїдах, навіть в разі їх часткового змішування з підземними водами поверхневого походження, повинен істотно відрізнятись від складу останніх. У разі нафтогазоносних регіонів України це означає перш за все заміну хлор-натрієвих вод (сіль поширена в осадовому шарі ДДЗ, Передкарпатського і Закарпатського прогинів, на частині Скіфської плити) карбонатними (в джерелі флюїдів вони контактують з кальцитом, утворення якого буферує  $CO_2$ ) і поява безлічі більш тонких особливостей складу розчинених солей.

У відновленому флюїді повинні бути присутніми сліди складної процедури його утворення. Їх можна оцінити за наявними даними про породи і процеси на гідротермальних полях СОХ і масивах основних-ультраосновних порід континентів (які часто необґрунтовано усі підряд називають офіолітами).

У серпентинітах, через які проходить флюїд, присутній залишковий аваруїт, склад якого ілюструють дані табл. 2. Розміри включень — до 3—20  $\mu m$ . Зустрічається вкрапленість пентландиту і хізлевудиту (5  $\mu m$ ), шпінелі [7]. Мікропоростаннями представлена частина кальциту і доломіту в серпентині. В основно-ультраосновних комплексах континентів "...около 15 % сульфидов находится в зернах размером менее 2—5  $\mu m$ , представляя нано- и микрочастицы..." [61, с. 635]. Частково дрібні зерна утворюють хроміт (з домішками Al і Mg, рідше Mn, Ti, V), Pt (і платиноїди), Au, SnO<sub>2</sub>, TiO. Каситерит включає вкрапленість Ti, Nb, Ta, Fe, Cr, V, W розміром 1—100  $\mu m$ . При метаморфізмі піроксенів (баститизації) з породи виносяться хром і алюміній.

Таблиця 2. Вміст елементів у деяких рудних мінералах серпентинітів СОХ, % [7]

Елемент	Вміст, %			Елемент	Вміст, %
	Аваруїт	Пентландит, хізлевудит	Шпінель		
S	0,12	33,39		O	19
Ni	74	44,22		Ti	0,3
Fe	24	20,39	29	Al	6
Cu	1	0,07		Mn	1
Co	0,7	1,47		Mg	4,5
Zn	0,04	0,01	0,2	Cr	35
Pb	0,04	0,02		V	0,1

На питання чи досягнуть частки родовищ ВВ імовірна позитивна відповідь, бо можна вважати доведеним, що пізньодокембрійські мікрофосілії розміром 1—100  $\mu\text{m}$  [5] переносяться в ДДЗ у верхній палеозой — на відстань до 5—10 км [48]. Тому крім аномального складу солей, розчинених в глибинному флюїді, в колекторі (місці зупинки або різкого уповільнення висхідного потоку флюїду) накопичуються відклади, збагачені досить різноманітними і нехарактерними для вміщуючих порід мікрочастинками [49].

7. *Скорочення глибини розділу М.* Схема глибинного процесу сучасної активізації не включає скорочення потужності кори в якості обов'язкового елементу. Проте, порівняння висловленого припущення з відомими даними ГСЗ представляє інтерес, бо багато особливостей тепломасопереносу при СА потребують уточнення. Достовірна схема незавершеного процесу створюється з залученням всіх придатних для цього даних.

Для неактивізованих платформних і активізованих нафтогазоносних регіонів Північної Євразії побудовані гістограми розподілу глибин розділу М. Статистично ефект стоншування кори проявляється. Відмінності в глибині становлять близько 5 км, що узгоджується з величиною, прийнятою при оцінці амплітуди молодих піднять. Дані по ДДЗ не використовувалися: тут стоншування кори може бути пов'язано з герцинським рифтогенезом.

8. *“Мантійна” гравітаційна аномалія.* Теплове розуцільнення верхніх горизонтів мантії в процесі СА не викликає сумнівів. Розрахунок показує, що при звичайних розмірах зони інтенсивність відповідаючої їй гравітаційної аномалії досягає величини близько 20—30 мГл, на кордоні зони опускається до 20 мГл. Похибка розрахунку — на рівні в кращому випадку 10 мГл. Корові розуцільнення в зонах глибинних розломів не контролюються швидкісними розрізами, тобто їх ефекти (до 5 мГл) потрапляють в “мантійну” аномалію.

Розрахунковий розподіл впоперек западини (і зони СА) представлено на рис. 4, *г* — візка. З ним зіставлені величини експериментально встановленої мантіяної гравітаційної аномалії, осереднені на всьому протязі значущого збурення з кроком впоперек ДДЗ близько 12,5 км. Очевидно, що прогнозна величина аномалії підтверджується, відмінності між розрахунковими і експериментальними значеннями складають кілька мГл, що явно менше похибки обчислень. Крім того, проглядаються додаткові збурення, пов'язані з поздовжніми розломами рифейського віку, ймовірно, “пожвавленими” в період сучасної активізації.

Дані рис. 4, *г* демонструють узгодженість аномалії і родовищ ВВ, але з них витікає і неможливість виявити нафтогазоносну область за аномалією. Остання значно більша за площею, бо відображає всю зону сучасної активізації.

9. *Аномалії провідності.* Описані вище перегрів і часткове плавлення порід кори і верхньої мантії в зонах СА повинні проявлятися в об'єктах високої електропровідності. Власне розплав не характеризується особливо низьким питомим електричним опором ( $\rho$ ), він знаходиться на рівні 0,7 Ом · м. При вмісті магми близько 2 % [20]  $\rho$  скорочується до 50 Ом · м, сумарна поздовжня провідність об'єкта потужністю 10—50 км — 200—1000 См. Вміст в розплаві флюїду (який може досягати 50 %) збільшує  $S$  в кілька разів. Однак більш імовірною видається міграція флюїду в простір над зоною часткового плавлення. З мантіяного об'єкта флюїд в значній мірі йде з магмою, що вторгається в кору, сприяє швидкій еклогітизації порід.

Питомий опір магматичного флюїду можна оцінити як  $0,04 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ,  $\rho$  середовища досягає  $n \cdot 1^{-10} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . При потужності об'єкта в 10–15 км отримуємо величину  $S$  до перших тисяч См [23 та ін.]. Ймовірно, зв'язність наявних в породах включень графіту і рудних (в фонових кількостях) при цьому не збільшується, у всякому разі, вони помітно не впливають на падіння питомого опору. На тлі розглянутого провідника шар власне розплаву в корі (якщо він зберігся до теперішнього часу) вносить незначний внесок у сумарну величину  $S$  кори. Під флюїдним об'єктом в середній частині кори часто складно достовірно виділити і мантійну зону часткового плавлення.

В ДДЗ спочатку вивчено розподіл  $\rho$  верхньої найбільш провідної товщі осадів. Її сумарна поздовжня провідність досягає 3000 См. Облік впливу цього об'єкта дозволив на другому етапі виділити в западині і глибший переривчастий провідник, розташований в нижній частині осадового шару і глибше. Величини  $S$  корового провідника узгоджуються з уявленнями про його утворення у вигляді зони, що містить флюїди над шаром часткового плавлення. Вона розташовується саме в нафтогазоносній області ДДЗ. До теперішнього часу вдалося виявити і мантійний провідний об'єкт під зоною СА ДДЗ на глибинах 40–70 км з величинами  $\rho$  від перших десятків до одиниць Ом·м [21, 23 та ін.].

### Варіації нафтогазоносності і аномалії фізичних полів

Прийнята модель формування родовищ ВВ передбачає значну нерівномірність у розподілі їх запасів. Якщо схема процесу вірна, то разом з варіаціями цього параметра повинні змінюватися і аномалії гравітаційного поля, електропровідності і теплового потоку, максимумами яких приурочені до зон проникних розломів. Розглянемо проблему на прикладі ДДЗ. Початкові видобувні запаси категорій А + В + С<sub>1</sub> відомих родовищ (за даними з роботи [6]), представлені нафтою, газом і конденсатом, перераховані в умовне паливо. Для характеристики мінливості нафтогазоносності територія западини і її бортів була розбита на поперечні ділянки шириною 25 км і поздовжні смуги дещо змінної (відповідно до розширення ДДЗ на південний схід) ширини (в середньому 12,5 км). Для кожної ділянки і смуги обчислені сумарні запаси, віднесені до одиниці площі (F) і побудовані криві їх зміни уздовж і поперек ДДЗ, значення F віднесені до центрів відповідних ділянок і смуг (рис. 5).

Очевидна дуже сильна мінливість параметру F. Максимумами на поперечному профілі приурочені до крайових розломів рифейського грабену, на поздовжньому розташовуються (з північного заходу на південний схід) приблизно біля Західно-Інгулецького, Криворізько-Кременчуцького, Орехово-Павлоградського, Західно-Приазовського і Центрально — Приазовського глибинних розломів. Розташування біля крайових розломів рифейського грабену найбільших родовищ ВВ ДДЗ створює максимумами F, на схилах яких втрачається ефект приналежності багатьох родовищ в південно-східній частині Дніпровського басейну до крайових розломів ДДЗ і перехідної зони від ДДЗ до Донбасу. Своєрідність переміщень по цим фрагментам розломів відмічено ще на герцинському етапі розвитку западини [23].

Зв'язок аномалій гравітаційного поля і електропровідності з розломами і нафтогазоносністю виражена досить чітко. Відповідність їм аномалій теплового



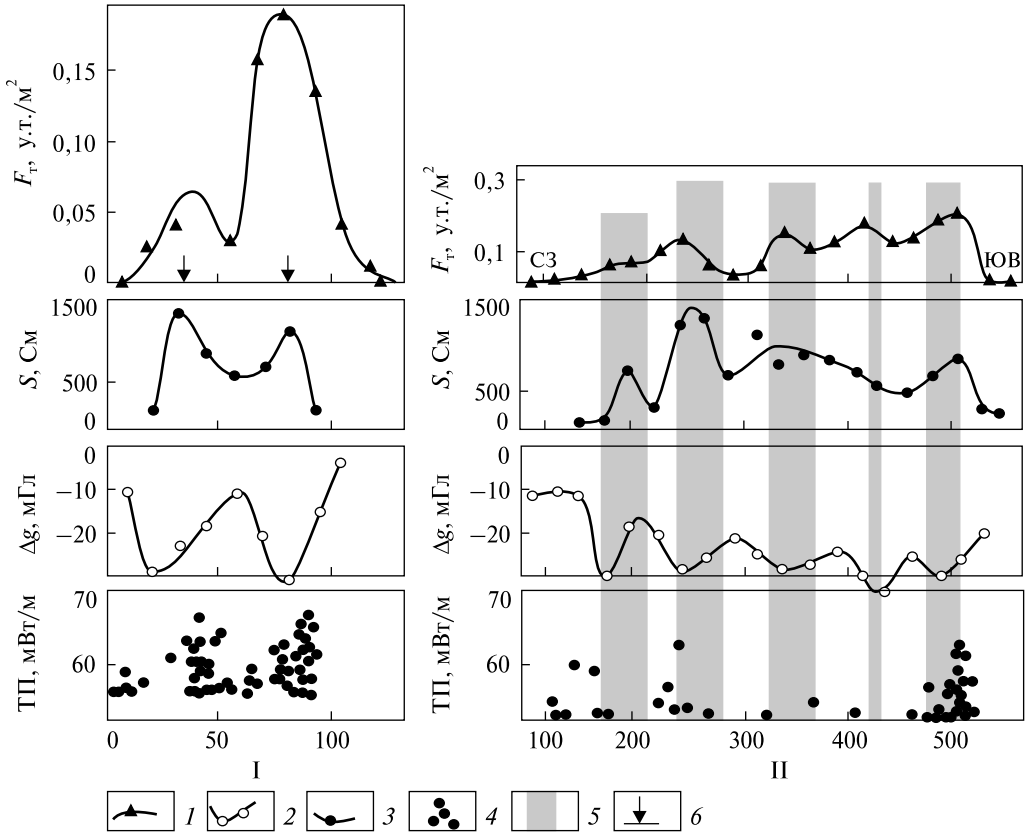


Рис. 5. Варіації уздовж профілів I і II (див. рис. 4, а) нафтогазонасності, аномалій сили тяжіння, величини  $S$  корового провідника, теплового потоку: 1 — зміни  $F$ , 2 — варіації мантійної аномалії  $\Delta g$ , 3 — зміни величини  $S$  корового провідника, 4 — тепловий потік (показані тільки ТП більші за 55 мВт/м<sup>2</sup>), 5 — глибинні розломи, 6 — крайові розломи рифейського грабену

потоку не завжди виразна. В цілому схоже, що в міжрозломних зонах утворення і перенесення ВВ практично відсутні. Оскільки в процесі беруть участь і поздовжні і поперечні розломи, в якійсь мірі заповнена родовищами і територія між поперечними розломами.

Може виникнути враження зв'язку величини  $F$  з інтенсивністю аномалій фізичних полів. Воно принципово невірне. Обидва види аномалій “відзначають” проникні зони, а їх величина залежить від характеру і інтенсивності процесів в них, які можуть створювати різні відносини, наприклад,  $F$  і  $S$ .

Останнє добре видно по зміні параметрів уздовж Кіровоградської аномалії електропровідності, що перетинає ДДЗ. Вона трасується і гравітаційною мантійною аномалією на північ від западини приблизно уздовж 34° сх.д. (див. рис. 4, з). Значення  $F$  відрізняються від нуля тільки в ДДЗ. Величини  $S$  поза западиною не менші.

Таким чином, виявлені геофізичні критерії служать для виявлення і трасування проникних розломних зон, по яких переміщуються флюїди, що може сприяти виділенню найбільш перспективних на родовища ВВ частин нафтогазо-

носної області. Але їх недостатньо для виділення такої території всередині зони сучасної активізації.

## Висновки

Започаткована спроба аналізу зв'язку родовищ вуглеводнів з процесом сучасної активізації дозволила з великою визначеністю встановити її наявність і характер. На даний час вона коротко зводиться до наступного.

Основна подія процесу СА — мантійний тепломасоперенос — призводить до появи перегрітого і частково розплавленого підкорового об'єкта. З нього в кору надходять виплавки, прогривають її нижню і середню частини, в результаті чого попередньо метаморфізовані основні і ультраосновні породи серпентинізуються, виділяючи водень і ВВ. Супроводжуюча активізацію сейсмічність на порядки (приблизно в 1000 разів) підвищує проникність зон глибинних розломів, забезпечуючи швидке перенесення флюїдів вгору через вміщуючі вуглець зони різної природи, кількість ВВ зростає в кілька разів. Струси створюють і можливість відділення і накопичення вуглеводнів.

Очевидна необхідність виділення зон СА за комплексом геолого-геофізичних ознак. За умови вивченості території необхідними методами достовірність діагностики зон велика. Однак горизонти з графітом “гранітного” і перехідного шарів кори, судячи за наявними даними геоелектрики, поширені далеко не повсюдно, не скрізь є осадовий шар і він не обов'язково містить достатню кількість органічного вуглецю в потрібному інтервалі глибин (PT-умов).

Для виділення нафтогазоносних регіонів всередині зон СА ще належить розробити спеціальну методику, контури якої можуть прояснитися після більш детальних гравіметричних, геотермічних і геоелектричних досліджень вже виявлених зон, вивчення складу глибинних газів і металометричних аномалій в їх межах незалежно від наявності в них нафтогазоносних районів. Усередині останніх комплекс критеріїв, заснованих на запропонованій гіпотезі утворення родовищ, може помітно доповнити застосований в даний час. Необхідно, реалізуючи ідеї про глибинні ВВ В.Б. Порфір'єва і М.О. Кудрявцева, здійснити програму вивчення горизонтів під відомими родовищами. Не викликає сумнівів корисність виведення видобутку вугільного метану на рівень, що відповідає його запасам.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Голубев А.А. и др. Ресурсы угольных газов Украины и перспективы их добычи на современном этапе. Наукові праці УкрНДМІ НАН України. 2009. № 5 (частина I). С. 352—372.
2. Александров А.Л., Гордиенко В.В., Деревская Е.И. и др. Глубинное строение, эволюция флюидно-магматических систем и перспективы эндогенной золотоносности юго-восточной части Украинского Донбасса. Киев: ИФИ УНА, 1996. 74 с.
3. Алтухова З.А. Алмазы в автолитах и кимберлитовых брекчиях трубки Удачная. Тезисы Межд. науч. конф. Киев: УМО, 2012. С. 5—8.
4. Андрушенко Ю.А., Гордиенко Ю.А. Аналіз ефективності застосування критеріїв ідентифікації вибухів і землетрусів для локальних та регіональних подій в умовах платформної частини України. *Геофиз. журн.* 2009. № 3. С. 121—129.
5. Асеева Е.А. Микрофоссилии и водоросли из отложений верхнего докембрия Вольно-Подоллии. Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1976. С. 40—83.

6. Атлас родовищ нафти і газу України. Т. I—VI. Під ред. М.М. Іванюти та ін. Львів, 1998.
7. Базылев Б.А. Развитие аваруитсодержащей минеральной ассоциации в перидотитах из зоны разлома 15°20' (Атлантический океан) как одно из проявлений океанического метаморфизма. *Российский журнал наук о Земле*. 2000. 2, 3.
8. Балицкий В.С., Балицкая Л.В., Бубликова Т.М. и др. Образование нефти и других углеводородов при взаимодействии гидротермальных растворов с битуминозными и углистыми породами (по экспериментальным данным). Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле. Москва: МГУ, 2008. 124 с.
9. Белов С.В. Чистое топливо будущего — водород. *Природно-ресурсные ведомости*. 2003. № 47. С. 8.
10. Богданов Ю.А., Гурвич Е.Г., Леин А.Ю. Гидротермальные рудопроявления полей Логачева и Рэйнбоу (Срединно-Атлантический хребет) — новый тип гидротермальных отложений океанских рифтов. *Российский журнал наук о Земле*. 2000. 2, 4.
11. Борисов М.В. Геохимические и термодинамические модели жильного гидротермального рудообразования. Москва: Научный мир, 2000. 360 с.
12. Бычинский В.А., Исаев В.П., Тупицын А.А. Физико-химическое моделирование в нефтегазовой геохимии. Учебное пособие. Часть 2. Модели гетерогенных систем. Иркутск: ИГУ, 2004. 159 с.
13. Валяев Б.М., Дрёмин И.С. Природа процессов нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции: углеводородные флюиды и первичный гелий. *Нефтегазовый журнал*. 2014. Т. 10.
14. Варенцов И.М., Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня, О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Трегубенко В.С. Склон Воронежского кристаллического массива (геофизика, глубинные процессы). Киев: Логос, 2013. 118 с.
15. Верховцев В. Новітні вертикальні рухи земної кори території України, їх взаємовідношення з лінійними та кільцевими структурами. Енергетика Землі, її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання. Київ: КДУ, 2006. С. 129—137.
16. Веселов О.В., Гордиенко В.В., Куделькин В.В. Термодинамические условия формирования газогидратов в Охотском море. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2006. № 3. с. 62—68.
17. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии. Москва: Недра, 1973. 384 с.
18. Гордиенко, В.В. О природе аномалий скорости продольных сейсмических волн в верхней мантии. *Геофиз. журн*. 2010. № 3. С. 43—63.
19. Гордиенко В.В. Современная активизация и месторождения углеводородов. *Глубинная нефть*. 2013. № 12. С. 1688—1710.
20. Гордиенко В.В. Тепловые процессы, геодинамика, месторождения. 2017. 284 с. URL: [https://docs.wixstatic.com/ugd/6d9890\\_090e4a0466b94934b7d7af8c751a70bf.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/6d9890_090e4a0466b94934b7d7af8c751a70bf.pdf)
21. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Гордиенко Л.Я., Завгородня О.В., Логвинов И.М., Тарасов В.Н. Зоны современной активизации территории Украины. *Геофиз. журн*. 2020. № 2. С. 29—52.
22. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Украинский щит (геофизика, глубинные процессы). Киев: Корвін прес, 2005. 210 с.
23. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Пек Й., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Днепровско-Донецкая впадина (геофизика, глубинные процессы). Киев: Корвін прес, 2006. 142 с.
24. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В. и др., Современная активизация, физические поля и нефтегазоносность. Тепловое поле Земли и методы его изучения. Москва: РГГУ, 2008. С. 64—70.
25. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Украинские Карпаты (геофизика, глубинные процессы). Киев: Логос, 2011. 128 с.
26. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Вольно-Подольская плита (геофизика, глубинные процессы). Киев: Наук. думка, 2012. 199 с.
27. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородня О.В., Логвинов И.М., Тарасов В.Н. Донбасс (геофизика, глубинные процессы). Киев: Логос, 2015. 159 с.

28. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В., Логвинов И.М., Тарасов В.Н. Южно-Украинская моноклиналь, Скифская плита, Черное море (геофизика, глубинные процессы). Киев, 2017. <https://ivangord2000.wixsite.com/tectonos>
29. Гордиенко В.В., Гордиенко Л.Я. Астеносферные линзы в мантии нефтегазоносных регионов. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2019. № 2. С. 35—51.
30. Гордиенко В.В., Тарасов В.Н. Современная активизация и изотопия гелия территории Украины. Киев: Знання, 2001. 102 с.
31. Дмитриев Л.В., Базылев Б.А., Борисов М.В. и др. Образование водорода и метана при серпентинизации мантийных гипербазитов океана и происхождение нефти. *Российский журнал наук о Земле*. 2000. 1, 6.
32. Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е., Сорохтин О.Г. и др. Серпентиниты океанической коры — источник образования углеводородов. *Геология нефти и газа*. 2002. № 3. С. 37—41.
33. Дмитриевский А.Н., Каракин А. В., Баланюк И. Е. и др. Гидротермальный механизм образования углеводородов в срединно-океанических хребтах. *Геология нефти и газа*. 1997. № 8. С. 4—16.
34. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 480 с.
35. Иванов А.В. Глубинная геодинамика: границы процесса по геохимическим и петрологическим данным. *Геодинамика и тектонофизика*. 2010. № 1. С. 87—102.
36. Икорский С.И. О закономерностях распределения и времени накопления углеводородных газов в породах Хибинского щелочного массива. *Геохимия*. 1977. № 11. С. 1625—1634.
37. Икорский С.В., Нивин В.А., Припачкин В.А. Геохимия газов эндогенных образований. Санкт-Петербург: Наука, 1992. 179 с.
38. Каменский И.Л., Лобков В.А., Прасолов Э.М. и др. Компоненты верхней мантии Земли в газах Камчатки (по изотопам He, Ne, Ar, C). *Геохимия*. 1976. № 5. С. 682—695.
39. Карпов И.К., Зубков В.С., Степанов А.Н. и др. Римейк термодинамической модели системы С-Н Э.Б. Чекалюка. *Докл. РАН*. 1998. Т. 358, № 2. С. 85—97.
40. Карта разрывных нарушений и основных зон линеаментов юго-запада СССР. Ред. Н.А. Крылов. Москва: Мингео СССР, 1988.
41. Киссин И.Г. Флюидная система и геофизические неоднородности консолидированной земной коры континентов. *Вестник ОГГГН РАН*. 2001. № 2 (17). С. 1—22.
42. Коваленко В. И., Наумов В. Б., Гирнис А. В., Дорофеева В. Л., Ярмолюк В. В. Оценка средних содержаний H<sub>2</sub>O, Cl, F, S в деплетированной мантии на основе составов расплавных включений и закалочных стекол срединно-океанических хребтов. *Геохимия*. 2006. № 3, С. 243—266.
43. Королюк В.Н., Лепегин Г.Г., Корсаков А.В. Оценка термической истории метаморфических пород по обменно-диффузионной зональности в минералах. *Геология и геофизика*. 2004. № 4. С. 501—512.
44. Краюшкин В.А. Улики глубинной небиогенной природы нефти. *Геол. журн*. 2000. № 3. С. 23—28.
45. Краюшкин В.А. Небиогенная нефтегазоносность современных центров спрединга дна Мирового океана. *Геол. и полезн. ископ. мирового океана*. 2008. № 3. С. 19—39.
46. Логвинов И.М., Гордиенко В.В. Электропроводность консолидированной коры и графитизация. *Физика Земли*. 2011. № 2. С. 43—52.
47. Лопатников С.Л. Основные уравнения теории квазидвумерной конвекции в тонких проницаемых пластах. *Физика Земли*. 1999. № 1. С. 52—62.
48. Лукин А.Е. Литогеодинамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах. Киев: Наукова думка. 1997. 225 с.
49. Лукин А.Е. Самородные металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов — трассеры суперглубинных флюидов. *Геофиз. журн*. 2009. Т. 31, № 2. С. 61—92.
50. Лукин А.Е., Пиковский Ю.И. О роли глубинных и сверхглубинных флюидов в нефтегазообразовании. *Геол. журн*. 2004. № 2. С. 21—33.
51. Майдуков Г.Л., Петенко А.В., Майдукова С.С. Метан угольных месторождений Донбасса: состояние и перспективы. *Економічний вісник Донбасу*. 2007. № 3 (9). С. 4—13.

52. Мурич А.Т., Резников А.Л., Абражевич Е.В. и др. Результаты глубокого бурения в центральной части Донбасса. *Советская геология*. 1975. № 8. С. 125—131.
53. Нивин В.А. Газовые компоненты в магматических породах: геохимические, минерагенические и экологические аспекты и следствия (на примере интрузивных комплексов Кольской провинции). Автореф. ... докт. геол.-мин. наук. Москва: ГЕОХИ РАН, 2013. 52 с.
54. Петерсилье И.А., Припачкин В.А. Водород, углерод, азот и гелий в газах изверженных горных пород. *Геохимия*. 1979. № 7. С. 1028—1034.
55. Петерсилье И.А., Федкова Т.Ф., Павлова Н.А. Газы и органическое вещество в породах гранулитового комплекса архея Кольского полуострова. *Геохимия*. 1979. № 12. С. 1883—1888.
56. Погребницкий Ю.Е., Трухалев А.П. Проблема формирования Срединно-Атлантического хребта в связи с составом и возрастом пород его метаморфического комплекса. Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. Москва: ОИФЗ РАН, 2002. С. 189—203.
57. Поиски углеводородов в кристаллических породах фундамента на северном борту Днепровско-Донецкой впадины. Киев: ИГН АН УССР, 1989. 52 с.
58. Поляк Б.Г. Тепломассопоток из мантии в главных структурах земной коры. Москва: Наука, 1988. 192 с.
59. Рагозин А.Л., Каримова А.А., Литасов К.Д и др. Содержание воды в минералах мантийных ксенолитов из кимберлитов трубки Удачная (Якутия). *Геология и геофизика*. 2014. 55, № 4. С. 549—567.
60. Разломная тектоника и нефтегазоносность Украины. Киев: Наук. думка, 1989. 116 с.
61. Раскаев А.И., Нерадовенский Ю.Н., Черноусенко Е.В. и др. Минералого-технологические исследования бедных серпентинитовых медно-никелевых руд Печенгского рудного поля. *Вестник МГУ*. 2009. 12, № 4. С. 632—637.
62. Родкин М.В. Пунанова С.А. Оценка влияния коровых процессов на формирование микроэлементного состава каустобиолитов. Тезисы 4-х Кудрявцевских чтений. Москва: ЦГЭ, 2015.
63. Савнос А.Д., Шевырев Л.Т. Новый взгляд на роль авлакогенеза на формирование тел алмазноносных магматитов. Вестник Воронежского ГУ. *Общая геология*. 2002. № 1. С. 7—18.
64. Сафронов О.Н. Сейсмические условия и сейсмическая опасность платформенной части Украины. Дис. ... канд. геол. наук. Симферополь: ИГФ НАН Украины, 2005. 135 с.
65. Соботович Э.В., Бартницкий Е.Н., Цьонь О.В. и др. Справочник по изотопной геохимии. Москва: Энергоиздат, 1982. 241 с.
66. Ультрабазитовые формации центральной части Украинского щита. Ред. Н.П. Семененко. Киев: Наук. думка, 1979. 412 с.
67. Фролов Ф.А., Лапин А.В., Толстов А.В. и др. Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минералогия, прогноз). Москва: НИИ-Природа, 2005. 540 с.
68. Швец В.М. Содержание и распространение органического вещества в подземных водах. Докл. АН СССР. 1971. 201, № 3. С. 453—456.
69. Шкодзинский В.С. Петрология литосферы и кимберлитов (модель горячей гетерогенной аккреции Земли). Якутск: Издательский дом СВФУ, 2014. 452 с.
70. Шульга Н.А. Состав органического вещества в гидротермальных отложениях Срединно-Атлантического хребта и Восточно-Тихоокеанского поднятия. Автореф.... канд. геол.-мин. наук. Москва: Ин-т океанологии РАН, 2012. 23 с.
71. Яценко В.Г. Закономерности пространственного расположения проявлений графита на Украинском щите. Аспекты минерагении Украины. Киев: ГНЦ РОС, 1998. С. 254—270.
72. Barriga F., Costa I., Relvas J. et al. The Rainbow serpentinites and serpentinite-sulphide stockwork (Mid-Atlantic Ridge, AMAR segment): A preliminary report of the Flores result. EOS. 1997. 78 (46). F 832.
73. Lin L., Hall J., Lippmann-Pirke J. et al. Radiolytic H<sub>2</sub> in continental crust: Nuclear power for deep subsurface microbial communities. *Geoch. Geoph. Geosys.* 2005. N 6.
74. Pavlenkova G.A., Pavlenkova N.I. Upper mantle structure of Northern Eurasia from peaceful nuclear explosion data. *Tectonophysics*. 2006. 416. P. 33—52.

75. Saal A., Hauri E., Langmuir C et al. Vapour undersaturation in primitive mid-ocean-ridge basalt and the volatile content of Earth's upper mantle. *Nature*. 2002. 419. P. 451—455.
76. Semenov V.Yu., Pek J., Adam A. et al. Electrical structure of the upper mantle beneath Central Europe: Results of the CEMES project. *Acta Geophysica*. 2008. V. 56, N 4. P.957—981.
77. Simoneit B., Kawka O., Brault M. Origin of gases and condensates in the Guaymas Basin hydrothermal system (Gulf of California). *Chemical Geology*. 1988. V. 71, N. 1/3. P. 169—182,
78. Sugisaki R., Mimura K. Mantle hydrocarbons: abiotic or biotic? *Geochim. et cosmochim. Acta*. 1994. N 11. P. 2527—2542.
79. van der Lee S., Wiens D. Seismological Constraints on Earth's Deep Water Cycle. Geophysical Monography AGU. Serii 168. 2006. P. 12—27.
80. Welhan J., Grain H. Methane and hydrogen in East Pacific rise hydrothermal fluids. *Geophys. Res. Letters*. 1979. 6, N 11. P. 829—831.

Стаття надійшла 18.04.2020

*V.V. Gordienko*, D. Sci. (Geol.-Min.), Prof., Head of Department  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine  
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
E-mail: gordienkovadim39@gmail.com  
ORCID 0000-0001-9430-7801  
Scopus authorId=7102473958

*I.V. Gordienko*, Cand. Sci. (Geol.), Lead Research Scientist  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine  
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
E-mail: tectonos@igph.kiev.ua  
ORCID 0000-0002-5619-0486  
Scopus authorId=57198361836

*O.V. Zavgorodnaya*, Cand. Sci. (Geol.), Senior Research Scientist  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine  
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
E-mail: tectonos@igph.kiev.ua  
ORCID 0000-0002-7847-8640  
Scopus authorId=6603538137

*I.M. Logvinov*, D. Sci. (Geol.), Principal Research Scientist  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine  
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
E-mail: anna\_log@ukr.net  
Scopus authorId=6601963925

*V.N. Tarasov*, Cand. Sci. (Geol.), Lead Research Scientist  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine  
32, Palladin ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
E-mail: tarigtv@gmail.com  
Scopus authorId=7202005503

## ABOUT SOURCES OF HYDROCARBON DEPOSITS

Information on the heterogeneity of hydrocarbon deposits is provided. On the one hand, this is obvious information about the organic source of coal methane, whose reserves are quite significant in many countries. But, on the other hand, the existence of deposits that do not fit into the biogenic concept is noted. To study their nature, the notions of the advection-polymorphic hypothesis of deep processes in the Earth's tectonosphere about one-act modern activation are used. The mechanism of formation of deposits and manifestations of activation in physical fields and geological phenomena, which can be considered as search criteria, is analyzed. The latter are studied mainly on the example of the Dnieper-Donetsk Depression (DDD). This is due to the platform nature of its development before activation. Against such a calm background, anomalies of physical fields are clearly visible, connected precisely with the latter process.

The parameters of heat and mass transfer in the mantle and crust by modern activation are considered. The insufficiency of fluids arising from the partial melting of the mantle material, in particular, for the creation of deposits, was noted. Crust sources appear to be more promising. A thermal model of the activation process for platforms and geosynclinal regions is built. It is monitored by geothermometers data. It is based on the distribution model of abnormal physical properties.

They explain the geological characteristics of oil and gas zones. The observed anomalies of the gravitational and thermal fields, the parameters of objects of high electrical conductivity are consistent with the calculated ones without selection. The variation in the anomalousness of physical fields with a variation in the density of hydrocarbon reserves is considered. The coincidence of the maxima of the anomalies and reserves with the zones of activated longitudinal and transverse the DDD deep faults is shown.

**Keywords:** *hydrocarbon deposits, modern activation, anomalies of physical fields.*