

УДК 548.4:551.263.036:(551.243.8:551.252)

ФЛЮІДОПРОВІДНІ РОЗЛОМНІ ЗОНИ ЯК ПОКАЗНИК МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ І НАФТОГАЗОНОСНИХ ВЕРСТВАХ ТА ЇХНЯ ФІКСАЦІЯ ТЕРМОБАРИЧНО-ГЕОХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Павлюк М. І., Наумко І. М.

(Інститут геології і геохімії горючих копалин НАНУ,
м. Львів, Україна)

По данным о составе летучих компонентов и газонасыщенности флюидных включений в минералах и закрытых пор в породах установлены особенности мигрирующих глубинных флюидных потоков и показана возможность фиксации флюидопродимых разломных зон повышенной проницаемости горных пород в угленородных массивах и нефтегазоносных толщах.

According by data about the composition of volatile and gas-saturation of fluid inclusions and closed cavities in rocks peculiarities of migrating deep-seated fluid flows are established and the possibility of the fixation of fluid-conductivity fault zones of the increased permeability rocks in coal-rock massifs and oil-and-gas bearing strata is shown.

Вступ.

Посилення останнім часом уваги дослідників до флюїдопровідних розломних зон викликане проявом у них явищ підвищеної флюїдопроникності. Саме у їхніх межах внаслідок процесів подрібнення, динамометаморфізму і метасоматозу, різнорангового тріщиноутворення і прискореної міграції флюїдів активними розривними порушеннями як з глибинних горизонтів, так і вмістних порід [10, 11] формуються зони розущільнення гірських порід (жили і прожилки, утворені при заліковуванні

тріщин метасоматичними новоутвореннями, відкриті системи з'єднаних тріщин з дзеркалами ковзання і продукти механічного перетирання вихідних порід (катаклазитів, мілонітів)), поєднання яких характеризується новими колекторськими властивостями.

Загальновідомими є підходи до вивчення міграційних процесів у цих зонах з геолого-геофізичних позицій. Нами зроблена спроба відтворити умови міграції флюїдів методами мінералофлюодології [3] за включеннями у мінералах – реліктами флюїдного середовища кристалізації мінералів та їхніх парагенних асоціацій [8]. Саме у цих дефектах у твердих тілах зафіксована необхідна генетична інформація про флюїди періоду формування жильної і прожилково-вкрапленої мінералізації, якою замінералізовані різнорангові тріщинні системи [10], та метасоматичних, головню інфільтраційно-метасоматичних [5], змін порід-колекторів і порід-флюїдоупорів, особливо важлива для відтворення умов міграції флюїдів у вуглепородних масивах і нафтогазоносних верствах та перебігу процесів формування родовищ вуглеводнів і покладів метану газовугільних родовищ.

Теоретичні підходи.

Розробленими “фізико-хімічною моделлю синтезу вуглеводнів і способом геохімічного пошуку покладів нафти і газу” [12, 15], розвиненими і підтвердженими надалі [7], показано втілення глибинного високотемпературного флюїду [9] у порожнину утвореного тектонічного розлому в ділянці земної кори. У виниклі при цьому за умов адіабатичного процесу тріщини проникають як складові флюїду, що мігрує, так і засмоктані з вмістних порід сполуки, які містять вуглець і водень. Під дією комплексу фізико-хімічних факторів (високі температури, активні каталізатори, електричне поле, тиск тощо) склад сумарного флюїду різко змінюється (аж до невпізнання) і ці речовини (діоксид вуглецю, карбонати, вода, гідратні сполуки, слабкозмінена органічна речовина) розкладаються на окремі атоми і радикали – вихідні сполуки для синтезу вуглеводнів полікомпонентного складу. Водночас контактні карбонати розпадаються на окремі складові (CaO і CO_2) вище 675°C , які разом з паром води нижче 580°C у суміші з домішковими вуглеводнями переносяться на значні віддалі. Наявність у флюїді CO_2 ,

CH₄ (C_nH_m) і пари води з низькими коефіцієнтами внутрішнього тертя [18] сприяє його міграції на великі відстані і герметичному заліковуванню порожнин найрізноманітніших за геометрією і розмірами мікро- і макротріщин із захопленням вуглеводнів у включення – дефекти твердих тіл. Метан, маючи найменший діаметр молекули і найслабші сорбційні властивості порівняно з більш високомолекулярними вуглеводнями, забезпечує інтенсивне проникнення флюїду на значні віддалі. Отже, склад і розподіл легких компонентів флюїдних включень у мінералах та їхня газонасиченість є найважливішим показником міграційних явищ у флюїдопровідних розломних зонах. Ці дані отримано кріометричним і мас-спектрометричним методами [3].

Об'єкти і результати досліджень.

У Донецькому басейні у межах північної і південної зон дрібної складчастості та Північної антикліналі проаналізовано дані глибокого буріння (св. Щ-1027, К-900, Ц-1080, Ц-1005) і результати вивчення гірничих виробок шахт Вергелівської групи та шахт ім. О. Ф. Засядька і “Краснолиманська”.

У Складчастому Донбасі рівень проникності регіональних порушень глибинного походження визначався як у структурах Північної антикліналі, так і розташованих західніше віргачійних складках північної зони дрібної складчастості.

Встановлено, що гідротермальні кварц-анкеритові жили центральної частини Північної антикліналі формувалися під дією потоків глибинних діоксидвуглецево-водних флюїдів [1], міграція яких відбувалася розривними структурами глибинного розлому, що фіксується в осадовому чохлах як поперечне Ровенецьке підняття, та розривними структурами, що трасуються вздовж склепіння Північної антикліналі.

Кварц-кальцитова мінералізація зони віргачійних складок північної зони дрібної складчастості за умовами формування відрізняється від вищеописаної. У кварці та кальциті присутні включення метану як високої, так і низької густини, серед легких компонентів переважає метан з домішками діоксиду вуглецю і азоту. Аналіз даних, отриманих за включеннями, дає змогу припускати, що як Донецько-Кадіївський субмеридіональний, так і Глибокинський субширотний регіональні насуви, на відміну від

поперечного Ровенецького розлому, відігравали роль глибинних провідних каналів для вуглеводневмістних флюїдів [14].

Внаслідок подрібнення зразків, відібраних при апробації технології “газового горизонту” на шахтах ім. О. Ф. Засядька і “Краснолиманська” [13], у складі виділених газів з включень і пор у пісковиках і алевролітах теж встановлена перевага метану (58,7–99,8 об. %), слабка газонасиченість відносно залишкового тиску порядку $1 \cdot 10^{-3}$ Па і відсутність пари води, аргілітах – діоксиду вуглецю (58,2–66,5 об. %) і вищі газонасиченість (0,63–1,27 Па) та водозбагаченість (30,1–90,2 об. %).

У **Львівсько-Волинському басейні** встановлена значна кількість кварц-кальцитових жильно-прожилкових утворень [6].

Склад газів включень у мінералах прожилків у поєднанні з структурними даними про просторове поширення і орієнтування тріщинних систем дає змогу стверджувати про функціонування трьох груп флюїдних палеосистем, У ранніх порціях флюїдів переважали високомолекулярні вуглеводні. Унаслідок їхньої деструкції нагромаджувалися легкі вуглеводні з переходом у газоконденсатні водночас з утворенням бітумних скупчень. Найпізніші флюїди – суміші типу зріджених вуглеводневих газів (площа Рогатинська, поля запроєктованої шахти Любельська). На площах Межиріччя Західна і Любельська вуглеводневі системи змінювалися від легких нафтоподібних сумішей на ранніх стадіях формування до важких нафт і бітумних сумішей – на пізніх.

Склад включень вуглеводнів у мінералах кварц-кальцитових прожилків у породах Львівського палеозойського прогину фіксує елементи часової еволюції і вертикальної та латеральної зональності вуглеводне-водних флюїдів [7].

Субвертикальний приплив флюїдів [9], у яких переважала абіогенна складова [17], здійснювався регіональними розломами глибинного походження нафтопровідними порушеннями типу Белз-Милятинського розлому [2], насамперед, у відклади девону з формуванням у них покладів метану (Великомостівське газове родовище), а далі – у карбонові товщі (Межирічанське вугільне родовище) розривними порушеннями-відгалуженнями глибинних розломів літосфери, а каналами їхньої міграції були тріщини, заліковані прожилково-вкрапленими новоутвореннями.

На південно-західному схилі **Складчастих Карпат** зміна параметрів мігрувального вуглеводневмісного флюїду [4, 7] виявилася наступною: у часі – від метано-водного (240–200° С, 300–50 МПа) до нафтово-метано-водного (170–80° С, 50 МПа), просторі – від 210–225° С і 80–100 МПа на південному сході до 230–240° С і 300 МПа – на північному заході регіону.

Міграція вуглеводневмісних флюїдів характеризувалася тут наявністю, принаймні, двох стадій, розділених температурно-часовою перервою [16].

У газовій фазі жильних утворень відкладів білотисенської, кросненської і шипотської світ, на відміну від кальциту пенінських і стрийських відкладів, різко переважає метан (96,1–99,3 об. %). Серед його гомологів визначено C_2H_6 , C_3H_8 і C_4H_{10} (1,1–3,9 об. %). Це підтверджує особливу “вуглеводневу спеціалізацію”-насиченість порід Складчастих Карпат.

Найгазонасиченішими ($\Delta P = 33,30\text{--}46,6$ Па) є включення у кальцитах шипотської світи, що формувалися на значній глибині за умов високого тиску, сприятливого для “консервації” газів. Концентрація газу збільшується й у середньозернистому кальциті центру жил порівняно з дрібнозернистим приконтактовим. Найнижчу відносну газонасиченість з пониженням її значення до 0,75 Па мають зони тектонічних порушень, бо масове розкриття включень при катаклазі супроводжувалося відпливом частини летких компонентів. Це теж характерно для флюїдопровідних розломних зон підвищеної проникності гірських порід [10, 11].

Збагаченими водою були флюїди періоду формування кальцитової мінералізації у Пенінській зоні (86,7–99,8 об. %) і стрийській серії (85,6–97,2 об. %). У включеннях у кальциті шипотської світи воду не виявлено.

Склад летких компонентів, відносні газонасиченість і водонасиченість вказують на зростання глибини формування жильних утворень у напрямі від внутрішніх до зовнішніх структурно-фаціальних одиниць Карпат. Домінування метану в жильному кальциті з відкладів шипотської і білотисенської світ вказує на їхню перспективність стосовно покладів газу. Наявність гомологів метану в усіх пробах із кросненської світи може свідчити про збереженість покладів вуглеводнів у її відкладах за сприятливих ге-

олого-структурних умов (насамперед, наявність пасток, колекторів, флюїдоупорів).

На глибинне походження флюїдів і добре згомогенізовані джерела вказує ізотопний склад вуглецю кальциту прожилків і вмістних порід у межах нафтових родовищ Карпатського регіону, зокрема Лопушнянського, що не залежить від глибини залягання і розташування прожилку, складу й віку вмісної породи [7].

Термобарично-геохімічні дослідження флюїдних включень у мінералах і закритих пор у породах з метою відтворення міграційних процесів у межах флюїдопровідних розломних зон повинні передбачати: вивчення геологічної будови досліджуваної ділянки; з'ясування ступеня залікованості тріщинуватості новоутвореннями процесу постседиментогенного мінералогенезу; відбір керну з прожилково-вкрапленою мінералізацією і вмістних порід; виготовлення препаратів для їхнього перегляду в імерсійних рідинах, шліфів та плоскопаралельних пластинок; вивчення складу летких компонентів і газонасиченості флюїдних включень в інтервалі глибин з повним відбором керну; виявлення типоморфізму вуглеводневих флюїдних включень і відтворення за ними генетичних особливостей катагенного мінералогенезу досліджуваного геологічного розрізу; відтворення за отриманими термобарично-геохімічними показниками міграційних процесів у флюїдопровідних розломних зонах підвищеної проникності.

Висновки.

Отож, за термобаричними і геохімічними даними вивчення флюїдних включень у мінералах і закритих пор у породах відтворено склад і відносну газонасиченість висхідних мігрувальних флюїдних потоків. Це склало основу для створення схеми міграції флюїдів і реконструкції можливих шляхів припливу газів, що у комплексі з геохімічними та геолого-геофізичними матеріалами сприятиме відтворенню міграційних процесів у флюїдопровідних розломних зонах підвищеної проникності гірських порід у вуглепородних масивах і нафтогазоносних верствах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зінчук І. М. Геохімія мінералоутворюючих розчинів золото-поліметалевих рудопроявів Центрального Донбасу (за включеннями у мінералах): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.02 “Геохімія” / І. М. Зінчук. – Львів, 2003. – 21 с.
2. Использование гидрохимических ореолов и жидких включений в минералах для оценки нефтегазопроводности глубинных разломов / В. А. Калюжный, В. М. Щепак, Г. М. Гигашвили [и др.] // Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа. – Киев: Наук. думка, 1974. – С. 269–272.
3. Калюжный В. А. Основы учения о минералообразующих флюидах / В. А. Калюжный. – Киев: Наук. думка, 1982. – 240 с.
4. Карпатська нафтогазоносна провінція / [В. В. Колодій, Г. Ю. Бойко, Л. Т. Бойчевська та ін.]. – Львів–Київ: ТОВ “Український видавничий центр”, 2004. – 390 с.
5. Коржинский Д. С. Теория метасоматической зональности. 2-е изд., доп. / Д. С. Коржинский. – М.: Наука, 1982. – 104 с.
6. Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах жильно-прожилкових утворень перспективно нафтогазоносних товщ Львівського палеозойського прогину / Зінчук І. М., Наумко І. М., Калюжный В. А., Сахно Б. Е. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 2. – С. 18–27.
7. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: спец. 04.00.02 “Геохімія” / І. М. Наумко. – Львів, 2006. – 52 с.
8. Наумко І. М. Підсумки та перспективи досліджень термобарометрії і геохімії палеофлюїдів літосфери (за включеннями у мінералах) / І. М. Наумко, В. А. Калюжный // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 162–175.
9. Наумко І. М. Про шляхи втілення глибинного високотемпературного флюїду у земну кору / І. М. Наумко, Й. М. Сворень // Доп. НАН України. – 2008. – № 9. – С. 112–114.
10. Павлюк М. І. Нафтогазоутворення і геодинамічні режими формування нафтогазоносних провінцій / М. І. Павлюк,

- С. О. Варічев, Б. П. Різун. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2000. – № 2. – С. 3–22.
11. Розломні зони підвищеної проникності гірських порід та їх значення для виявлення екологонебезпечних ділянок / Чебаненко І. І., Шестоपालов В. М., Багрій І. Д., Палій В. М. // Доп. НАН України. – 2000. – № 10. – С. 136–139.
 12. Сворень Й. М. Питання теорії генезису природних вуглеводнів та шляхи пошуку їх покладів / Й. М. Сворень // Тектогенез і нафтогазоносність надр України: Тези доп. наук. наради (Львів, 20–22 жовтня 1992 р.). – Львів, 1992. – С. 143–145.
 13. Склад летких компонентів флюїдних включень і закритих пор у породах дільниць впровадження технології “газового горизонту” вугільних шахт Донбасу / А. Ф. Булат, І. М. Наумко, І. М. Зінчук [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2005. – № 2. – С. 93–104.
 14. Флюїди постседиментогенних процесів в осадових та осадово-вулканогенних верствах південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи і прилеглих геоструктур (за включеннями у мінералах) / І. Наумко, В. Калюжний, Й. Сворень [та ін.] // Там само. – 2007. – № 4. – С. 63–94.
 15. Флюїдний режим мінералоутворення в літосфері (в зв’язку з прогнозуванням корисних копалин) / [М. Д. Братусь, М. М. Давиденко, І. М. Зінчук та ін.]. – Київ: Наук. думка, 1994. – 192 с.
 16. Флюїдний режим формування жильних утворень у різновікових відкладах української частини Складчастих Карпат / О. Д. Матвієнко, І. М. Наумко, А. М. Бубняк [та ін.] // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2004. – Вип. 18. – С. 239–246.
 17. Svoren’ Yo. Nature of coal methane / Yo. Svoren’ // 7-th European Coal Conference: Abstracts (Lviv, Ukraine, August 26–29, 2008). – Lviv: Proman Limited Company and Press-Express-Lviv Enterprise, 2008. – P. 158–159.
 18. Svoren’ Yo. Thermobarometry and geochemistry of gases of veinlet-impregnated mineralization in deposits of the oil- and gas-bearing areas and metallogenic provinces: physicochemical model of coal-layer formation / Yo. Svoren’, I. Naumko // Ibid.– P. 117–120.