

І. М. Наумко, Й. М. Сворень, І. М. Зінчук, І. В. Бучинська,
Л. Р. Редько, Б. Е. Сахно, О. М. Шевчук

Глибинні флюїди — вагомий чинник постседиментогенного мінералогенезу вуглепородних масивів Донецького та Львівсько-Волинського басейнів України (за матеріалами глибокого буріння)

(Представлено академіком НАН України Є. Ф. Шнюковим)

За парагенезами мінералів і типоморфними ознаками мінералів, флюїдними включеннями у мінералах і закритими порами у породах розрізів параметричних свердловин глибокого буріння в Донецькому і Львівсько-Волинському басейнах було вивчено мінеральний склад вугленосних товщ та стадійність постседиментогенних змін порід, відображену в термобарогеохімічній зональності. Особливості флюїдного режиму постседиментогенного мінералогенезу на стадіях початкового, глибинного катагенезу та початкового метагенезу визначалися внаслідок впливу на ці процеси метановодних (вуглеводне-водних) флюїдів, сформованих під дією насамперед глибинних чинників. Це виокремлює глибинні флюїди як вагому складову флюїдних постседиментогенних мінералоутворювальних палеосистем, що функціонували у вуглепородних масивах.

Відтворення процесів постседиментогенних перетворень вуглецевмісних товщ набуває особливо важливого значення в контексті формування комплексних газовугільних родовищ.

У процесі визначення парагенезів мінералів, типоморфних ознак мінералів, флюїдних включень у мінералах, закритих пор у породах по розрізах параметричних свердловин глибокого буріння у Донецькому (Щ-1027, К-900, Ц-1080, Ц-1005) та Львівсько-Волинському (7285, 7033, 6492 та ін.) кам'яновугільних басейнах авторами цього повідомлення встановлено роль глибинних висхідних флюїдних потоків у формуванні (перетворенні) вуглецевмісних товщ провінцій паливних копалин і парагенезів як прожилково-вкрапленої мінералізації, так і мінералів вугленосних відкладів та в їхніх постседиментогенних перетвореннях, які зумовлені зміною мінерального складу вуглепородних масивів. Це стало підставою для вивчення у них особливостей флюїдного режиму постседиментогенного мінералогенезу за участі метановодних (вуглеводне-водних) флюїдів, сформованих під дією насамперед глибинних, а також катагенних і посткатагенних чинників.

Саме флюїдні включення у прожилково-вкраплених мінералах і породах як релікти флюїдного середовища кристалізації мінералів та їхніх парагенних асоціацій [1] фіксують процеси міграції флюїдів разом з вуглеводневмісними сполуками у літосфері Землі з встановленням їхнього генезису і формування нафтогазових і вугільних покладів, родовищ благородних і кольорових металів, коштовного каміння.

Згідно з розробленою нами “новою теорією синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм” [2], гігантські та надгігантські родовища нафти і газу утворилися з вихідних неорганічних й органічних вуглеводневмісних речовин у середовищі глибинного високотемпературного флюїду [3] в жорстких фізичних, фізико-хімічних і геологічних умовах земної кори.

Сама теорія ґрунтується на фізико-хімічних явищах, які до наших розробок при розв'язанні багатьох проблем ніким не враховувалися і не бралися до уваги. Це, зокрема, виникнення і вплив додаткового потужного адіабатичного стиснення складових флюїду, утворення макро- й мікротріщин та різних субмікродефектів у мінералах і породах, виникнення високовольтного електричного поля, створення реакційного об'єму з окисною і відновною областями, синтез вуглеводнів, формування нафтогазових покладів за новими механізмами, утворення прожилково-вкрапленої мінералізації з процесами цементації.

В області нового наукового напрямку в геології — “термобарометрії і геохімії газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій” [4] встановлено, що глибинні висхідні флюїдні потоки при взаємодії з вмісними товщами спричиняють їхню перекристалізацію з утворенням нових мінералів та формування прожилково-вкрапленої мінералізації.

Наслідком процесів дефлюїдизації глибинних горизонтів літосфери Землі є формування і перетворення геохімічних асоціацій вуглецевистих сполук рудо- та вуглеводневмісних комплексів в осадовій оболонці земної кори на постседиментогенному етапі, зокрема структурно-мінералогічні перетворення осадових вугленосних товщ.

Це підтверджується даними щодо складу жильно-прожилкових мінеральних утворень і стадійності жильно-прожилкового мінералогенезу у породах вугленосних товщ карбону Донецького і Львівсько-Волинського басейнів, які отримано нами за результатами мінералогічних та петрографічних досліджень.

Зокрема, вивченням матеріалів глибокого буріння та гірничих виробок шахт переважно Алмазно-Мар’ївського і суміжних з ним геолого-промислових районів Донецького басейну встановлено [5] присутність у вугленосних товщах двох різновікових і генетично відмінних генерацій прожилково-вкрапленої мінералізації.

Ранні прожилкові утворення — переважно кальцитові, рідше кварц-кальцитові прожилки пов'язують з етапом герцинського тектогенезу. Кальцит молочно-білий, крупнокристалічний. Безбарвний, зрідка блідо-димчастий, кварц зрідка присутній у кальциті як добре огранені короткопризматичні кристали, за морфологією близькі до “мармарошських діамантів” Карпат. У зонах з високим ступенем вуглефікації органічної речовини (до стадій напівантрацитів та антрацитів) у складі прожилків переважає кварц, а у прожилкових утвореннях у вуглистих аргілітах — кальцит і кварц тонковолокнистої будови. Сульфідна мінералізація у прожилках обмежується присутністю кристалів акцесорного червоно-бурого сфалериту розмірами до 0,3 мм у кальциті, рідше у кварці.

Наступна генерація, походження якої пов'язується нами з пізнішою тектонічною активізацією регіону, складена прожилками цукроподібного білого або воскоподібного голубуватого дикіту з акцесорними галенітом, халькопіритом, шіритом. Рідше у їхньому складі присутні мілерит та зигеніт, зрідка — кіновар.

У межах промислово вугленосних ділянок Львівсько-Волинського басейну постседиментогенні зміни порід палеозою супроводжувалися перекристалізацією і перевідкладенням мінералів та формуванням численних різновікових прожилкових утворень з мінеральною і органічною речовиною, що найпоширеніші у девонських та кам'яновугільних товщах і мають таку послідовність [6]:

конкреційні утворення переважно карбонатного складу та прожилки у них;

кальцитові гнізда, прожилки, ділянки перекристалізації і окременіння у вапняках, пов'язані з катагенними процесами;

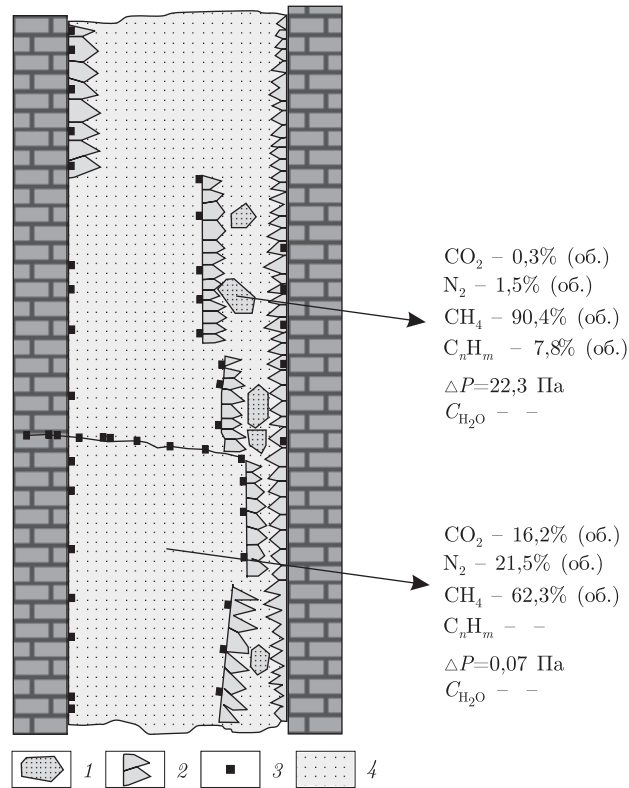


Рис. 1. Фрагмент ангідритового прожилка в доломіті верхньодевонських відкладів (D₃¹) Львівського палеозойського прогину (площа Вербіж, св. 33, гл. 990 м. Зб. 3).

Кристали: 1 — кварц, 2 — доломіт, 3 — пірит, 4 — ангідрит (основна маса прожилка).

На виносках — склад летких компонентів, відносна газонасиченість (ΔP) і відносна водонасиченість (C_{H_2O}) включень у кварці та ангідриті (за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу, аналітик Б. Е. Сахно)

посткатагенні середньо-низькотемпературні гідротермальні прожилкові утворення в зонах розломів і пов'язаних з ними тріщинних системах (рис. 1);

пізня марказит-кальцитова мінералізація у пластах вугілля і вмісних породах періоду прояву холодноводних (вадозних?) розчинів.

За оцінкою часу формування прожилкових утворень, що ґрунтується на даних про вік тріщинних структур, в яких вони локалізовані, найраніші ендегенні тріщини утворилися під час ді- й катагенних змін порід. Походження тектонічних розривів у кам'яновугільній товщі пов'язане з герцинським тектогенезом. Тому й вік прожилків поширюється від кам'яновугільного — для катагенних утворень до посткам'яновугільного-докрейдового — для гідротермальних прожилків у тектонічних тріщинах відповідного віку.

Відтворена мінералого-петрографічна стадійність постседиментогенних змін вугленосних відкладів відображає мінералофлюїдологічну (термобарично-геохімічну) зональність.

Рівень проникності порушень глибинного закладення в породах Складчастого Донбасу з'ясовано за флюїдними включеннями у жильних мінералах осадових шарів у межах структур як Північної антиклиналі, так і віргачійних складок північної зони дрібної складчастості [7]. Кварц-анкеритові жили Північної антиклиналі Донбасу формувалися під впливом діоксидвуглецево-водних флюїдів, оскільки у складі летких компонентів включень у мінералах домінує CO₂. Прояви глибинних вуглеводне-водних флюїдів у зоні віргачійних скла-

док, що зафіксовані реліктовими включеннями метану в кварці і кальциті, дають змогу припускати, що як Донецько-Кадіївський субмеридіональний, так і Глибокинський субширотний регіональні насуви відігравали роль глибинних провідних каналів для вуглеводневих флюїдів.

У Львівському палеозойському прогині за різноманітним складом вуглеводнів з включень у кварці жил та прожилків верхньодевонських і нижньокам'яновугільних відкладів відтворено процеси часової і просторової еволюції флюїдів та прояви їхньої вертикальної і латеральної зональності [1]. За складом флюїдних палеосистем виділено три групи жильно-прожилкових утворень. Багатостадійність формування прожилкової мінералізації вказує, з одного боку, на вугільний генезис частини газів, з іншого — на їхній приплив, зокрема, метану у складі глибинних високотемпературних флюїдів нафтогазопровідними порушеннями типу Белз-Милятинського розлому [8, 9].

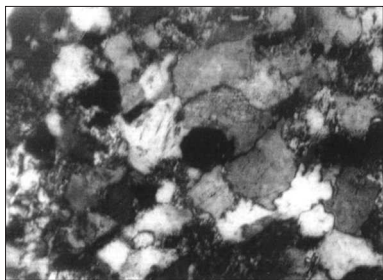
Субвертикальна міграція газів, у складі яких переважала абіогенна складова [10], здійснювалася регіональними розломами глибинного закладення насамперед у відклади девону з формуванням у них покладів-родовищ метану (Великомостівське газове родовище), а далі — у кам'яновугільні товщі (Межирічанське вугільне родовище) розривними порушеннями-відгалуженнями глибинних розломів літосфери за тривалий геологічний час, а каналами міграції вуглеводневмісних флюїдів були системи субвертикальних тріщин, залікованих надалі постседиментогенними прожилково-вкрапленими новоутвореннями.

Саме ці мігрувальні глибинні флюїди стимулювали перевідкладення матеріалу вмісних порід, сприяючи структурно-мінералогічним змінам вуглепородних масивів Донецького і Львівсько-Волинського басейнів при катагенезі [11] як одному з чинників розподілу газу у породах і вугіллі.

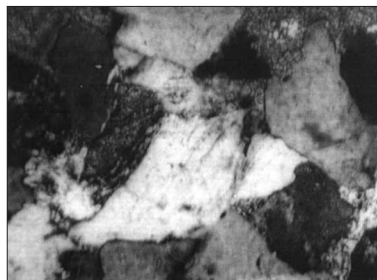
Катагенні перетворення вугленосних відкладів супроводжувалися збільшенням густини і зменшенням пористості порід, виникненням щільних структур, для яких характерне максимальне зрощення зерен з великою поверхнею: конформні, регенераційні, інкорпораційні, мікростилолітові. За мінеральними асоціаціями і новоутвореними структурами їх поділяють на три стадії [12]: початковий катагенез, глибинний катагенез, початковий метагенез.

На стадії початкового катагенезу при 50–80 °С [13] розпочиналася вуглефікація з утворенням довгополуменевого (Д) і газового (Г) вугілля. Початкове ущільнення, дегідратація осадових мінеральних асоціацій привели до змін структури порід. На ці зміни насамперед реагує біотит, основні перетворення якого полягають у сильній деформації початкових форм, що зафіксувалося зміною його оптичних властивостей. Розчинення і регенерація кварцу були незначними. Цей регенований кварц утворив тонкі переривчасті облямівки та окремі невеликі (до 0,03 мм) нарости. Перші істотні виділення аутигенного кварцу загальною кількістю 1,5–4,0% розпочиналися на стадії формування газового вугілля. Ступінь зміни структур (конформність) не перевищує 25,0%. Пористість порід становила 8,0–13,0%. Контакти між зернами переважно опукло-ввігнуті та точкові. Інколи у пісковиках з відсутністю контактів між зернами (базальний цемент) зустрічаються поодинокі дрібні кристали SiO₂ вторинного походження правильної ідіоморфної форми без включень і мікротріщин.

Глибинний катагенез характеризується зростанням температури, що приводить до утворення вугілля марок масне (М), коксівне (К), в окремих випадках — піснувато-спікливе (ПС). Під дією-впливом температури і тиску відбувалася регенерація зерен кварцу, що привело до зміни структур порід, серед яких виділяють конформні, інкорпораційні, стилолітові структури. Із збільшенням ступеня метаморфізму проходить поступове наростання кількості суміжних ділянок, причому для порід, що містять масне і коксівне вугілля, переважають



a



б

Рис. 2. Конформні (*a*) та інкорпораційні (*б*) структури у пісковикі, що містить коксівне вугілля (Красноармійський район Донбасу, св. К-900, відповідно гл. 2150 м, ніколі схрещені. Зб. 450 (*a*) та гл. 2450 м, ніколі схрещені. Зб. 480 (*б*))

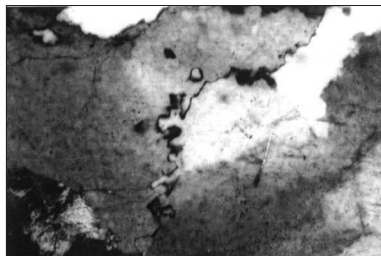


Рис. 3. Мікростилолітові структури в пісковикі, що містить піснувато-спікливе вугілля (Донецько-Макіївський район Донбасу, св. Щ-1027, гл. 1460 м, ніколі схрещені. Зб. 450)

конформні (рис. 2, *a*) та інкорпораційні (рис. 2, *б*) структури. Загальна конформність дорівнювала 25,0–40,0%. Обсяг вторинного кварцу знаходиться у межах 3,6–5,8%, пористість порід — 6,0–9,0%.

За умов початкового метабенезу при посиленні температурного режиму утворюється вугілля марок ПС, пісне (П) та напівантрацит (НА), а також різко зменшується пористість пісковиків (від 6,0–8,0 до 1,0–4,0%). Вторинний кварц становить до 5,0–12,0%. Конформність збільшується до 50,0%. З мінеральних новоутворень наявні серицит, альбіт, кварц, оксиди титану. Серед вторинних структур, що утворилися внаслідок регенерації кварцу, значно поширилися мікростилолітові шви, для яких характерне специфічне взаємне контактування зерен між собою (рис. 3).

Зауважимо, що у статичних термодинамічних умовах доінверсійного періоду розвитку Донецького басейну вугільні пласти марок ПС, П, НА повинні були б утворитися на глибинах близько 13,33 км [14]. Зрозуміло, що органічні рештки, з яких сформовані ці пласти, ніколи не були на таких глибинах. Максимальні глибини у кращому випадку могли б досягнути 5,0–7,0 км. А що цього не було, свідчить потужність еродованих відкладів на території Донбасу, яка загалом становить від 2,0 до 2,7 км (Донецько-Макіївський розлом), лише зрідка досягаючи значень у межах 4,1–5,3 км (Головна антикліналь) [15]. Тому єдиним джерелом теплової енергії у термодинамічних та фізико-хімічних процесах на глибинах формування вугілля цих марок у земній корі з температурою порядку 240 °С однозначно слід вважати глибинний високотемпературний флюїд [3, 14].

Таким чином, встановлені особливості флюїдного режиму постседиментогенного мінералогенезу вугленосних відкладів на стадіях початкового і глибинного катагенезу та початко-

вого метазенезу вказують на глибинні флюїди як визначальну складову флюїдних постседиментогенних мінералоутворювальних (-перетворювальних) палеосистем та їхній вагомий вплив, зокрема, на перебіг процесів міграції вуглеводневмісних флюїдів, шляхи і способи переносу ними компонентів та їхньої локалізації на катагенному і посткатагенному етапах мінералогенезу вуглепородних масивів Донецького і Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів України.

1. *Наушко І. М.* Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів) : Автореф. дис. ... д-ра геол. наук; 04.00.02 / НАН України. Ін-т геології і геохімії горюч. копалин. – Львів, 2006. – 52 с.
2. *Сворень Й. М., Наушко І. М.* Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм // Доп. НАН України. – 2006. – № 2. – С. 111–116.
3. *Наушко І. М., Сворень Й. М.* О важности глубинного высокотемпературного флюида в создании условий для формирования месторождений природных углеводородов в земной коре // Новые идеи в науках о Земле : Материалы VI Междунар. конф. (8–12 апр. 2003 г., Москва). – Москва, Б. и., 2003. – Т. 1. – 249 с.
4. *Сворень Й. М., Давиденко М. М., Гаевський В. Г. та ін.* Перспективи термобарометрії і геохімії газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 1994. – № 3./4 (№ 88./89). – С. 54–63.
5. *Зінчук І. М.* Геохімія мінералоутворюючих розчинів золото-поліметалевих рудопроявів Центрального Донбасу (за включеннями у мінералах) : Автореф. дис. ... канд. геол. наук; 04.00.02 / НАН України та НАК “Нафтогаз України”. Ін-т геології і геохімії горюч. копалин. – Львів, 2003. – 21 с.
6. *Зінчук І., Калюжний В., Наушко І.* Мінералогічні особливості та стадійність формування прожилкових утворень в осадовій товщі Львівського палеозойського прогину // Мінерал. зб. – 2002. – № 52, вип. 2. – С. 132–137.
7. *Наушко І., Калюжний В., Сворень Й. та ін.* Флюїди постседиментогенних процесів в осадових та осадово-вулканогенних верствах південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи і прилеглих геоструктур (за включеннями у мінералах) // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 2007. – № 4. – С. 63–94.
8. *Калюжний В. А., Щепак В. М., Гигашивили Г. М., Сворень Й. М., Маковская И. А.* Использование гидрохимических ореолов и жидких включений в минералах для оценки нефтегазопроводности глубинных разломов // Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 269–272.
9. *Наушко І. М., Калюжний В. А.* Підсумки та перспективи досліджень термобарометрії і геохімії палеофлюїдів літосфери (за включеннями у мінералах) // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 2001. – № 2. – С. 162–175.
10. *Svoren' Yu.* Nature of coal methane: 7-th Europ. coal conf.: Abst. (Lviv, Aug. 26–29, 2008). – Lviv, 2008. – P. 158–159.
11. *Бучинська І. В.* Катагенетичні перетворення пісковиків різних генетичних типів кам'яновугільних відкладів Донецького і Львівсько-Волинського басейнів : Автореф. дис. ... канд. геол. наук; 04.00.16 / НАН України та НАК “Нафтогаз України”. Ін-т геології і геохімії горюч. копалин. – Львів, 2002. – 20 с.
12. *Логвиненко Н. В.* Постдиагенетические изменения осадочных пород. – Ленинград: Наука. – 1968. – 90 с.
13. *Метаморфизм углей и эпигенез вмещающих пород* / Под ред. Г. А. Иванова. – Москва: Недра, 1975. – 256 с.
14. *Svoren' Yu., Naushko I.* 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: 7-th European coal conf.: Abst. (Lviv, Aug. 26–29, 2008). – Lviv, 2008. – P. 117–120.
15. *Анциферов А. В., Туркель М. Г., Хохлов М. Т., Привалов В. А., Голубев А. А., Майборода А. А., Анциферов В. А.* Газоносность угольных месторождений Донбасса / Под ред. Н. Я. Азарова. – Киев: Наук. думка, 2004. – 232 с.

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів

Надійшло до редакції 06.02.2009

I. M. Naumko, Yo. M. Svoren', I. M. Zinchuk, I. V. Buchyns'ka, L. R. Red'ko,
B. E. Sakhno, O. M. Shevchuk

**Deep-seated fluids as a weighty factor of postsedimentogenous
minerogenesis of coal-rock massifs of the Donets and Lviv-Volyn basins
of Ukraine (by deep drilling)**

Studies of the mineral parageneses and typomorphic features of minerals, fluid inclusions, and closed pores in rocks of sections of the parametric boreholes of deep drilling in the Donets and Lviv-Volyn coal basins have made it possible to establish the mineral composition of coal-bearing deposits and the staging of post-sedimentary changes of rocks representing the mineral-fluidological zonation. Peculiarities of the fluid regime of postsedimentogenous minerogenesis at the stages of initial and deep katagenesis and initial metagenesis are determined by the influence of methane-aqueous (hydrocarbon-aqueous) fluids formed under the effect, first of all, of deep factors on those processes. This indicates the deep-seated fluids as an important constituent of fluidal postsedimentogenous mineral-forming paleosystems functioned in coal-rock massifs.