

Н. В. Вергельська

МІГРАЦІЯ ФЛЮЇДІВ - ОСНОВНИЙ КРИТЕРІЙ ГАЗОНОСНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ДІЛЯНОК ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВІВ ДОНБАСУ

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій, що контролюють зони стиснення і розуцільнення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями, а у наших дослідженнях відкладами карбону. Міграція газу новоутвореною тріщинуватістю у масиві, за рахунок впливу гірничих виробок на верхні шари літосфери, дозволяє формувати скупчення газу у приповерхневих та поверхневих ділянках. Як наслідок, на відносно незначних ділянках концентрується значна кількість газу, яка сприятиме газодинамічним явищам на поверхні та може завдавати значних збитків будовам та людським життям.

З масопереносом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглепородних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями, які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженні ознаки нерівномірного розподілу флюїдів під впливом тектонічних і техногенних факторів були напрацьовані на спостереженнях за новоутвореннями у постседиментаційному геологічному середовищі: текстурно-структурних характеристик за даними вивчення зразків, шліфів та лабораторних спостережень, які визначають послідовність зміни речовинного складу конседиментаційних і постседиментаційних утворень та їх взаємовідношення в просторі і часі. Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази вуглепородних масивів, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглеводневої газової суміші шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до приповерхневих.

Ключові слова: міграція флюїдів, техногенні колектори, тектоніка, ненасичені вуглеводні, вуглепородні масиви, масоперенос, Донбас.

Вступ.

Попередніми дослідження встановлено, що під час видобутку вугілля зна-

чна частина газу перерозподіляється у масиві та залишається у новоутворених колекторах, створюючи ділянки придатні для дегазації. Першопричиною дослідження газових покладів у вуглепородних масивах - є безпечність проведення робіт дегазації та можливість використання вуглеводневої сировини. У той же час виведення газів вуглепородних масивів на денну поверхню негативно впливає на довкілля, оскільки до їх складу входять у значній кількості метан та його гомологи.

Міграція газу новоутвореною тріщинуватістю у масиві, за рахунок впливу гірничих виробок на верхні шари літосфери, дозволяє формувати скупчення газу у приповерхневих та поверхневих ділянках. Як наслідок, на відносно незначних ділянках концентрується значна кількість газу, яка сприятиме газодинамічним явищам на поверхні та може завдавати значних збитків будовам та людським життям.

З масопереносом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглепородних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями, які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженням перерозподілу газу у вуглепородних масивах займалися А.Я. Радзівілл, В.В. Лукінов, Л.І. Пимоненко, Д.П. Гуня та інші. Зокрема дослідженням ненасичених вуглеводнів у вуглепородних масивах проведено О.М. Сукачовим [19, 20], а у газових сумішах вуглепородних масивах та відпрацьованих виробок Н.В. Вергельською.

Мета дослідження: вплив міграції флюїдів на перерозподіл газу та газоносність відпрацьованих ділянок вуглепородних масивів Донбасу.

Матеріали та методи досліджень.

В основу виконання даного дослідження покладені проби вугілля та вміщуючих порід; визначена залишкова газова складова у вугільних пробах відібраних на шахтах Донецько-Макіївського вуглепромислового району, протягом 2005 – 2013 років та узагальнення раніше проведених досліджень тектоніки крайових частин шахтних полів та газоносності Донецького басейну [2-12]. Дослідження розкритих кар'єрними розробками розрізів безвугільної південно-західної частини Складчастого Донбасу проведено у 2004 – 2007 рр. Виконано вуглепетрологічні та вуглепетрографічні дослідження вугільних пластів та зон контакту вугільний пласт-вміщуючі породи. Вміст ненасичених газів у газовій суміші визначено за методикою [13] (патент № 79554 від 25.04.2013).

Результати дослідження та обговорення.

Дослідження ознак нерівномірного розподілу флюїдів під впливом тектонічних і техногенних факторів були напрацьовані на спостереженнях за новоутвореннями у постседиментаційному геологічному середовищі: текстурно-структурних характеристик за даними вивчення зразків, шліфів та лабораторних спостережень, які визначають послідовність зміни речовинного складу конседиментаційних і постседиментаційних утворень та їх взаємовідношення в просторі та часі.

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій (типів тектонічних форм), що контролюють зони (ділянки) стиснення і розуцільнення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями, а у наших дослідженнях відкладами карбону. В основу покладено принцип подібності мікро-, мезо- та макроформ у найширшому використанні даних понять. Для шахтної гірничо-геологічної практики особливо важливо раціональне використання мезо- та мікроформ, які можуть спостерігатись і досліджуватись у досить обмеженому просторі виробок, свердловин, природних та штучних відслонень, окремих зразків, шліфів та аншліфів, мікроформ під електронним мікроскопом і таке інше.

Протягом 2004 – 2007 рр. проводилось геологічне вивчення розрізів розкритих кар'єрними розробками в межах південно-західної частини Складчастого Донбасу – зони зчленування з Приазовським кристалічним блоком Українського щита (УЩ). Зокрема, детально досліджувались будова, тектонічні та гідротермальні неоднорідності (розломні зони, дайки, доломітові діапіри, карстові воронки та інше) теригенно-карбонатної формації нижньокам'яновугільних відкладів у трьох відкритих кар'єрах Центральний, Східно-Доломітовий та Стельський, що розташовані у Волноваській структурно-тектонічній зоні. За результатами польових досліджень встановлено, що у нижньокам'яновугільній формації зафіксувались прояви активної розломної діяльності, в тому числі й флюїдодинаміки, які відбувались у цій частині Складчастого Донбасу протягом трьох тектонічних циклів фанерозою – герцинського, кімерійського, альпійського. У Центральному кар'єрі переважали складчасті і розломні процеси, у Східно-Доломітовому – складчасті, розломні і гідротермальні, у Стельському – розломні, постмагматичні (дайково-ефузивні, гідротермальні) та діапіризму (рис. 1). Про наявність перерахованих процесів свідчать: брекчії і дзеркала ковзання, скиди і підкиди значних за розмірами блоків порід, особливо турнейського віку, інтенсивна тріщинуватість, процеси вилуговування, кавернозність і карст, прориви трахіандезитових дайок з піропами, альмандинами і хромшпінелідами,

прояви вуглецевого метасоматозу, гнізда і жили, що заповнені кальцитом, кристалічним кварцем, піритом (рис. 2), флюоритом, гіпсом.



Рис. 1. Загальний вигляд західної стінки Стилського кар'єру. На приповерхневому першому уступі – лінзи розущільнених загіпсованих порід надкупольних просадок.



Рис. 2. Зразки скупчень трубчастого і голчастого кристалічного піриту з вторинними плівками гідрооксидів заліза та кальцитових жил, широко розповсюджених над субвулканічними трахіандезитами в глинисто-доломітових пачках Стилського кар'єру.

Доломітизовані вапняки і доломіти зони S_1^{tb1} мають численні прожилки молочно-білого кальциту шириною переважно 1-3 см, а також жеоди, каверни і дрібні карстові порожнини (розміром до 8-10 см і більше), заповнені дрібнокристалічними «щітками» і зростками напівпрозорих кристалів кальциту завдовжки до 1-3 см, рідше дрібними кристалами первинного доломіту, що додають породам плямистий вигляд. На деяких кальцитових щітках і кристалах спостерігаються присипки чорної сажистої речовини.

В темно-сірих доломітах, що підстилають пісковики, при розколванні спостерігаються примазки і дрібні гніздоподібні скупчення отверділої бітумінозної речовини в тонких епігенетичних тріщинах і порожнинах (порах і кавернах), що свідчить про міграційні процеси нафтидів з первинно збагачених органікою вапняків і чорних сланців (переважно, кременистих аргілітів). У центрі кар'єру у зоні тектонічного порушення під пісковиком вторинні доломіти інтенсивно роздроблені і мають ознаки вилугування. На деяких доломітових брилах були виявлені присипки сажистої речовини, яка зверху була щільно «засіяна» чорними блискучими шматочками антраксоліту кутастої форми, розміром від перших міліметрів до 0,5 см і більше. Останні дуже легко відокремлювалися від вміщуючої породи і обсипалися. Серед численних дрібних кутастих шматочків зустрічалися «нарости» досить великих (до 2 x 1,5 см) утворень антраксоліта, що мали близьку до напливів і каплеподібну форми.

Досліджені результати міграції з різними новоутвореннями можна пояснити як самоорганізацію процесів, які утворюються в енергетичних середовища (структурах) з відмінними фізичними властивостями. Тобто, відбуваються перервно-неперервні процеси утворення та перетворення речовини (чи окремих елементів) та порід у термобаричних умовах, в тому числі й за участі флюїдів.

Найбільш відомим елементом, який у більшості випадків є флюїдом (чи входить до його складу) та дає початок речовинному світу є водень. Він характеризується самим низьким значенням внутрішньої енергії, але з відносно високою часткою в ній кінетичної енергії. Із-за цього водень характеризується як високоенергетичний елемент, що має підвищену рухливість і високу проникаючу здатність. Швидкість дифузії водню на декілька ступенів перевищує швидкість дифузії інших газів, причому вона значно збільшується з підвищенням температури у відповідності до експоненціального закону: $D = D_0 \cdot e^{-\varepsilon/RT}$, де D_0 - передекспоненціальний множник (коефіцієнт дифузії), ε - енергія активації дифузії. При підвищенні тиску (від атмосферного і вище) швидкість дифузії також збільшується пропорційно, відповідно до формули $D=K \sqrt{P}$, де K – коефіцієнт, що залежить від типу речовини. Оскільки водень дифундує у вигляді протону, котрий у силу своїх малих розмірів (10^{-5} \AA), має

властивість проникати не тільки між вузлів решіток, але і через електронні оболонки [12, 13]. Основним впливаючим фактором на дифузію водню в різних речовинах, є не геометрія кристалічної решітки, а її енергетика, тобто різниця в інтенсивності та направленості електричних полів, що створюється атомами речовини, у результаті коливань котрих протон переходить від одного до другого. Підвищення температури інтенсифікує теплові рухи і, відповідно, прискорює обмін атомів протонами – прискорює дифузію.

У земних умовах різні шари нашої планети, а особливо літосфера, знаходяться в неоднакових енергетичних станах, які визначаються поєднанням тиску та температури. Мабуть, самий низький енергетичний стан має місце в земній корі і при тому в континентальній. Океанічна кора знаходиться в більш високоенергетичному стані, так як там вищі температури та нижчі тиски. Відмінною рисою водню є його виключно висока теплоємність. Для молекулярного водню (H_2) вона складає при 298,15 К – $14,46 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), для атомарного (H) – $20,82 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), що в десятки раз перевищує теплоємність інших елементів. Феноменальна теплоємність водню дозволяє його характеризувати як теплоносій. Проникаючи в осадові породи, які багаті органічним чи неорганічним вуглецем, водень утворює вуглеводневі сполуки. Із збільшенням температури цей процес ще більше активізується. Здатність з'єднуватися з вуглецем у водню в три рази вища у порівнянні з киснем, що вказує на деяку пріоритетність у водню до утворення вуглеводнів у порівнянні з водою при рівному вмісті в породах вуглецю і кисню. Оскільки кисень у різних формах присутній в основному у верхніх шарах літосфери, а присутність неорганічного вуглецю слід очікувати на значно більших глибинах, то й початкові стадії утворення вуглеводнів повинні відбуватися значно раніше, в умовах високих тисків і температур. Різний ступінь задіяності водню в процесі утворення вуглеводнів залежить від характеру порід, через які він протікає й існуючі в них термобаричні умови. В осадових породах, особливо вугіллі чи вуглистих породах, задіяність водню доволі висока із-за великої кількості органічного вуглецю і відносно високих температур [1, 11, 15].

Процес утворення вуглеводневих сполук є неперервним, у силу неперервності водневого потоку через тверду оболонку Землі. Його не можливо прив'язати переважно до якогось періоду геологічної історії розвитку Землі. Він йде постійно і більш інтенсивно там, де вищі температури. Масове переміщення водню через породи літосфери створює на великих глибинах в умовах високих тисків і температур скупчення газових субстанцій, які проникаючи глибинними розломами і, досягаючи більше низькотемпературних рівнів, утворюють газоворідкі сполуки – флюїди. Шляхи міграції вуглеводнів визначаються тектонічними порушеннями, а наявність пасток є необхідною

умовою їх акумуляції. У результаті тривалих міграцій вуглеводні акумулюються в зустрічаючих на їх шляху структурах-пастках, де у процесі тривалої взаємодії з породами за сприятливих термобаричних умов проходять наступні стадії перетворень. Аналогічні процеси актуальні для вуглепородних масивів, в тому числі й новоутвореними техногенними колекторами відпрацьованих вугільних пластів [7, 21].

Досить дослідженими є формування пасток флюїдів у зонах розвитку соляних діапїрів Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Сіль, є складовою частиною флюїдів, на першому етапі рифтоутворення в процесі просідання блоків у зоні розтягу разом з поверхневими водами заповнювала утворювані западини. Після утворення соляних товщ у відкладах девонського періоду Дніпровсько-Донецької западини, виникає перепона на шляху руху із великих глибин розривними порушеннями гарячих флюїдів. Під потужним соляним чохлам вони накопичуються, утворюючи дуже високі тиски. Маючи відносно високу температуру і тиск вони можуть одночасно проплавляти сіль і втискати її в ослаблену зону у вищезалягаючі осадові відклади. В результаті прориву солей, флюїди, при дотику з більш жорсткими і холодними осадовими відкладами у процесі конденсації поступово раз за разом нарощують соляний купол, який проникає в зону розтягу, прориваючи вищезалягаючі нашарування. Вибуховоподібний прорив флюїдами соляних відкладів допомагає виносу на поверхню уламків і глиб кристалічних порід (солей), де вони фіксуються в результаті конденсації флюїдів, утворюючи чохол соляного штоку із порід кепроку. Зростаючі соляні штоки втискаються ослабленими зонами, зминаючи і прориваючи осадові породи, утворюють різного типу пастки, в яких з часом акумулюються вуглеводні. На глибинах можливого синтезу вуглецю можуть утворюватися неорганічні вуглеводні, а на менших, – куди проникає водень і де є в достатній кількості відклади органічного вуглецю, можливе утворення і накопичення органічних вуглеводнів [12].

Не можна заперечити думку про те, що значні родовища вуглеводнів в основному знаходяться в умовах аномально високих пластових тисків (АВПТ). Що дозволяє припускати наявність потужних покришок, під якими міг би накопичуватися газ, що має високі дифузійні властивості – водень. Дифузуючи через всю земну кору, водень утворює під покришками щільні газові скупчення. При постійному об'ємі це приводить до збільшення пластового тиску і відповідно утворення АВПТ. Поровий (пластовий) тиск може досягати 90% геостатичного (σ). Вданому випадку величина геостатичного тиску для порового буде критичною, бо при її досягненні різко збільшується можливість прориву покришки. Слід зазначити, що висока проникаюча здатність водню, а також газоподібних вуглеводнів, робить недовговічними замкнуті області з

аномальновисоким пластовим тиском, а відповідно і родовища вуглеводнів через розширюючі зони проникнення, приводить у кінцевому результаті до руйнування покришок. Зони з АВПТ, як природним організуючим фактором, допомагають інтенсивному утворенню вуглеводневих молекулярних структур, інтенсивно поглинаючих внутрішню енергію структурних елементів замкненої системи [11, 12, 14].

Крім широко відомих методів вивчення ізотопного складу вуглеводнево-водневих потоків у зв'язку з масопереносом флюїдів з глибоких горизонтів вугільного масиву Донбасу, з практичної точки зору є вивчення принципів міграції та просторового поширення в масиві нижчих вуглеводнів метанового ряду, а також таких ненасичених вуглеводнів, як етилен, пропілен та ацетилен.

Причиною практичної реалізації пошуку та дослідження геологічних тіл та структур, які вміщують (чи можуть вміщувати за певних умов) у своєму газовому складі ненасичені вуглеводні, була ситуація пов'язана з вивченням причин раптовості прояву викидів порід та вугілля, а також вибухів рудничної атмосфери під час проведення гірничих робіт. Прогноз та дії щодо упередження викидонебезпечності, мають протиріччя деяких даних глобального прояву раптових викидів сучасним уявам про природу цих явищ, свідчать про недостатньо повне змістове поняття «раптовий викид». Причиною ж раптових катастрофічних вибухів рудничної атмосфери завжди вважається «людський фактор».

Проведемо узагальнення попередніх досліджень у межах Донецько-Макіївського вуглепромислового району для встановлення зв'язку тектоніки окремої структури з флюїдо- та газодинамічними проявами у вуглепородному масиві.

Надзвичайно важливі матеріали про тектоніку газоносних вугільних масивів з активними газодинамічними проявами при вуглевидобуванні одержані починаючи з 80-90-х років минулого століття на шахтах центральної частини Донецько-Макіївського вуглепромислового району [18]. Матеріали геологічних досліджень на вугільних шахтах постійно поповнювалися та дозволили провести узагальнення та порівняння значного фактичного матеріалу для визначення можливості впливу тектоніки на міграцію флюїдів у вуглепородних масивах та їх вплив на раптові газодинамічні ситуації у Донецькому басейні.

За геологічними матеріалами, які характеризують структуру шахтного поля шахти «Чайкіно». Шахтне поле – похила брахіантиклінальна складка шириною понад 2 км, з крилами, що нахилені під кутами 3-6°. Порушеність її простежується у північно-східному напрямку під такими ж кутами. У межах антиклінальної складки шахтного поля помітних тектонічних розривних

порушень не спостерігалось. У склепінні складки породи залягають субгоризонтально, а на крилах (на межі шахтного поля) падіння шарів сягає від $2 - 5^\circ$ до $8 - 9^\circ$. Пласт m_3 , що має в цій частині структури витриману товщу 1,5 – 1,8 м і відносно незначну порушеність, відпрацьований в основному протягом до 80-х років минулого століття, а згодом роботи проводилися уже переважно у більш складних гірничо-геологічних умовах крайових частин шахтного поля.

Важливо підкреслити, що у межах похилого склепіння Чайкінської антикліналі гірничо-геологічні умови відпрацювання пласта m_3 значно відрізняються від суміжних ділянок – на більш крутих крилах, у зонах флексур та зсувів чи насувів. За тектонофізичними характеристиками ці розривні порушення нами кваліфікуються зсувами.

В напрямі Безіменного зсуву, в північно-західному напрямі і далі за ним північно-західні кути падіння пласта збільшуються до $10 - 13 - 15^\circ$, занурення пласта північно-західне. При відпрацюванні пласта m_3 на III-тій північній лаві кут його падіння становив 15° . У блоці, розташованому між Ново-Чайкінським та Французьким зсувами, кути падіння зростають до 20° (від $10-13$ до 20°), при зануренні пласта у північно-західному напрямку. Занурення протилежного крила південно-західне під кутом $5-9^\circ$. Асиметрія крил виразна і характерна для центральної частини антиклінальної складки.

Тектонічні порушення, які ускладнюють асиметричні поперечні антиклінальні складки і відносяться до тріщин (або системи тріщин) сколу в межах поля шахти «Чайкіно», за матеріалами карт і планів гірничих виробок узгоджуються із складчастими деформаціями і співкладчастими, як результат кінцевої стадії дислокації, коли плікативні або квазіпластичні деформації ускладнюються розривними порушеннями – зсувами. Зонами розсланцювання окремі частини крил сповзають із припіднятих приосьових частин антикліналей у бік синкліналей – у бік зон стиснення.

Зсуви – характерні утворення тектонічних дислокацій Донецько-Макіївського району, і вони відіграють ключову роль у формуванні газоносних структур як вугільних пластах, так і у вміщуючих породах, виконуючи роль для структур розущільнення – резервуарів підвищеного вмісту вільного газу – екранів і формування аномально високих пластових тисків.

Аномально високі пластові тиски (АВПТ), ще не зовсім вивчені у межах Складчастого Донбасу, де за глибиною залягання промислових вугільних пластів вони не прогнозуються за аналогією з нафтогазонасними районами ДДЗ. Це результат поширеної точки зору на залежність величини пластового тиску від співвідношень літостатичного та гідростатичного тисків. Для структур Донбасу потрібно брати у розрахунок значні напруження тектонічного походження, які можуть перевищувати у кілька разів тиск,

прогнозований на глибинах понад 4000 – 5000 м в районах спокійного залягання верств, що характерно для ДДЗ [12]. Осередки АВПТ при їх порушеності гірничими виробками можуть спричинити раптові непередбачені нормативами газодинамічні явища, можливо навіть незалежно від складу газової чи газОВО-водної суміші.

Площини зміщувачів зсувів, насувів та похилих скидів по всіх задокументованих розрізах Донецько-Макіївського району орієнтовані під кутом 50°, 45°, 30° до 15°, поодинокі - 10°. Кути падіння притаманні малоамплітудним східчастим скидам (0,1 м, 0,25 м, 0,6 м, 0,7 м, 4,2 м, 6,0 м) досягають 80-90°. Для них характерні тріщини розриву (відриву) або відкриті тріщини, які мають хорошу флюїдопроникливість і флюїдомісткість.

Схеми взаємовідношення складчастих і розривних порушень різних форм і структурного рангу, складені за матеріалами пластів гірничих виробок шахти «Чайкіно» дозволяють відзначити не тільки механічний зв'язок плікативних і диз'юнктивних дислокацій, їхню синхронність і послідовність, але також значну роль текстур течії (або пластичної деформації та розсланцювання) у вугільному пласті й у вміщуючій породі. У зв'язку з цим, доцільно, розглянути текстурно-структурні особливості вугільного пласта m_3 , враховуючи його просторове і тектонічне положення в межах шахти «Чайкіно» та суміжних шахтних полів.

III-тя північна лава шахти «Чайкіно» відпрацьовувалась у смузі впливу Безіменного зсуву північ-північно-східного простягання з падінням зміщувача на захід (північний захід та південний захід). Поверхня зміщувача хвиляста і ламана, в цілому похила – 20 - 15° і менше. Переміщення у приконтактних частинах пласта, створюючи систему тріщин, що нагадують віяло або структуру «кінського хвоста», де пошарові (попластові) сколові текстури сланцюватості – головні, найбільш виразні відгалуження – то малоамплітудні порушення. Їхні площини донизу стають похилими з малими кутами нахилу, стрімко збільшуючи до 60-70° кути нахилу доверху, виклинюються.

Деякі додаткові відомості про взаємовідношення вугільного пласта і вміщуючих порід в їх контактних частинах дають спостереження безпосередньо у контактних зонах пласта m_3 при відборі вугільних проб на визначення залишкових складових вугільних газів. Вивчені шліфи вугілля під мікроскопом і репліки вугільних сколів поверхонь із дзеркалами ковзання і поверхні тріщин відриву. У покрівлі пласта m_3 – пісковики з лінзою чи прошарком детритусових вапняків, доломітизованих з прожилками бітумів у тріщинах відриву. Система тріщин відриву виповнена також кальцитом або вуглисто-глинистим матеріалом. Вони створюють систему прямокутників по відношенню до тріщини сколу із дзеркалами ковзання, які орієнтовані під

кутом до 45°. Листуватість (плитчастість або кліваж) у верхній частині вугільного пласта орієнтована паралельно контакту із вміщуючою породою – дрібнозернистими пісковиками з гніздами та прожилками піриту. Аргіліти і алевроліти на контакті з вугіллям виклинюються по тектонічному приконтатовому порушенню. В них присутні чіткі дзеркала ковзання, які підкреслюють сланцюватість.

У покрівлі вугільного пласта m_3 на ділянці розповсюдження дрібнозернистого темно-сірого вуглистого пісковика – виразні сидеритові конкреції та стяжіння неправильної складної конфігурації до 2-3 см в перетині. Поверхня контакту вугілля з пісковиком нерівна, створена взаємопрониканням вугілля у породу і навпаки: пісковикові та вугільні клиноподібні ін'єкції, вимірювані сантиметрами і першими десятками сантиметрів. Ширина контактової зони взаємопрониканням до 10 – 20 см.

В зоні впливу відгалужень Безіменного зсуву у покрівлі пласта m_3 відібрані зразки приконтатових з вугільним пластом пісковиків (20-30 метрів по висхідній у лаві знизу). Система дрібних тріщин відриву, залічених кальцитом або відкритих (0,5 – 1,5 мм завширшки) зафіксовані на площині контакту пісковика з вугіллям, вони перетинаються під кутом 90°, а по відношенню до тріщин сколу із дзеркалами ковзання орієнтовані під кутами 45-50°. Листуватість вугілля чітка у зразках та шліфах і орієнтована паралельно контакту з дрібнозернистим піритизованим пісковиком. Ділянки контакту, представлені аргілітами та алевролітами, – тонколистуватості із дзеркалами ковзання. Вугільним пластом пісковики «сповзають» по падінню всієї товщі. Вугільний пласт є квазіпластичним матеріалом, яким відбувається зсув, а вугільний пласт екранується поверхнею зсуву, де породи ущільнені та розсланцьовані.

Зразки та шліфи із покрівлі та підосви пласта m_3 5-ої східної лави шахти «Чайкіно» й 5-ої дільниці шахти східної лави панелі 33 ім. В.М. Бажанова, представлені розсланцьованими вуглистими аргілітами та вуглисто-глинистими сланцями з лінзами піриту до 4 см в перетині. Їх супроводжують гідротермальні прожилки завтовшки від кількох міліметрів до 0,2 см паралельно-голчастих карбонатів. Кристали карбонатів, ріст яких відбувається від контактів до їх центральних частин, орієнтовані видовженістю по нормалі до контакту прожилка. Карбонатні прожилки створюють мереживо перетинів під прямим кутом за відношенням один до одного. Окремі кристали піриту та пилуваті вкрапленності насичують всю породу.

Виявлені мікротріщини, як виповнені гідротермальними прожилками, так і відкриті, поєднані з крупними розривами. З ними пов'язані активні гідротермальні процеси з сульфідними рудопроявами. Крім кальцитових,

широко представлені каолінітові виповнення та інші низькотермальні гідротермальні утворення зони аргілізації (сульфатної мінералізації). Вони розповсюджені на ділянці 3-ої північної лави шахти ім. В.М. Бажанова. Крім аргілітів і алевролітів, присутні доломітизовані (доломітові) аргіліти та сидеритові стяжіння. Наявність вторинної (гідротермальної) доломітизації може свідчити про сліди середньо- та високотемпературної гідротермальної проробки вугленосних відкладів цих шахт на їх тектонічно активних ділянках. Аналогічні процеси простежені у Красноармійському вуглепромисловому районі в зоні розривних тектонічних порушень, що підтверджує міграцію флюїдів у Донецькому басейні, як у вуглевміщуючій так і безвугільній товщах.

Вивчення мікротріщинуватості та накладеного мінералоутворення у шліфах як вміщуючих порід, так і вугільних пластів, переконує у тому, що це одна із досить надійних ознак нерівномірності перерозподілу воднево-вуглеводневої флюїдодинаміки на контакті вугільний пласт – вміщуючі породи.

Виявлено, що в лежачих контактах зсувів різних рангів концентруються значні кількості гідротермальних прожиткових карбонатів і карбонатно-сульфідних імпрегнацій, а також новоутворення каолініту та низькотемпературного кварцу. Вугілля і вміщуючі породи лежачого крила зсуву збагачені сульфідами, як розсіяновкращапленими, так і конкреційними. Поблизу екрану-зсуву, у лежачому крилі зсуву, відбувається розгрузка гідротерм і формування своєрідних рудних зон у тектонічного бар'єру за рахунок перерозподілу флюїдів вуглепородного масиву.

Супроводжуючі зсув (насув) тріщини відриву як розгалуження, виповнені мінеральними новоутвореннями, створюють дефіцит простору для вуглеводнів та води і посилюють динамічні (водо-газодинамічні) напруження, сприяють утворенню АВПТ.

Насичені вуглеводні, і перш за все метан та його гомологи, як більш стійкі по відношенню до ненасичених, менш стабільних, вільно почувають себе у зонах розуцільнення, а ненасичені, що потребують для свого збереження додаткового обмеження рухливості їх молекул, які надзвичайно чутливі до змін середовища, тяжіють до зон стиску (уцільнення).

При розкритті контактів зон стиску та розтягу гірничими шахтними виробками може відбутися переструктуризація газодинамічної системи, що була стабілізована раніше (до гірничих робіт), і її миттєва реалізація, ступінь небезпечності якої буде залежати від її об'ємів та контрастності розподілу флюїдів. Миттєвість зміни режимів газодинамічних структур підтверджується аналогом роботи автоматичної системи спостереження газового режиму виробки і раптовим виникненням катастрофічних явищ, на низці шахт

Донецько-Макіївського вуглепромислового району, у тому числі найбільшої катастрофи на шахті ім. О.Ф. Засядька в листопаді – грудні 2007 року.

Раптові газодинамічні явища у забоях і відпрацьованих просторах, особливо часті в процесі робіт по проходці та робіт по проведенню додаткових заходів техніки безпеки (проходка шнурів, свердловин і т.д.), тому доцільно розглянути можливості, планувати та проводити буріння з поверхні, зокрема і свердловин для промислового видобування вуглеводнів.

Висновок про тенденцію роздільного вмісту насичених і ненасичених вуглеводнів у вуглепородному масиві, у його різних за режимом тектонічних зонах і осередках, підтверджується роботами О.М. Сукачова та Г.Г. Жернової [18 - 20]. На основі картографічних узагальнень газоносності вугільного пласта m_3 досліджено неспівпадання максимумів газоносності вугільного пласта і місць проявів раптових викидів, оскільки метан у вуглепородному масиві, у більшості випадків є стабілізуючим газом і, зазвичай, при його вмісті понад 35 % раптових газодинамічних ситуацій у вугільних виробках не спостерігалось.

Мікротекстурно-структурні ознаки нерівномірного розподілу вуглеводнів у гірничих масивах вугільних шахт, для узагальнення, вивчалися за матеріалами та спостереженнями на більшості шахтах Донецько-Макіївського вуглепромислового району, а у останні роки у Красноармійському вуглепромислову районі та окремих шахтах Західного Донбасу. Вивчення текстурних і структурних (мікротекстур і мікроструктур) змін у породах і вугіллі проведено під мікроскопом у проникаючому світлі та під електронним мікроскопом, також враховані дані вивчення молекулярної структури вугілля рентгенографічним методом інших районів Донбасу.

Приклади тріщинних мікроструктур, виявлених у результаті дослідження поверхонь сколу і відриву у зразках вугілля, відібраних в ацетиленоносному пласті m_3 третьої північної лави, приведено на фотографіях реплік під електронним мікроскопом (рис. 3 - 6). Лінійні форми показані на рис. 3 та 4, а на рис. 5 та 6 лінійні форми відсутні або не виражені досить чітко.

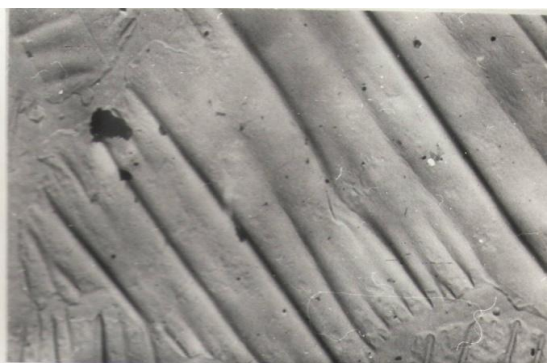


Рис. 3. Репліка – зразок 5-8/164x3500

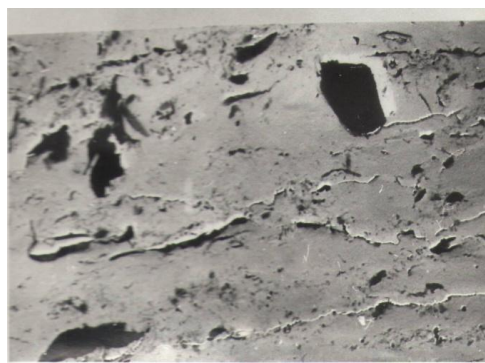


Рис. 4. Репліка – зразок 6-17/164x3500



Рис. 5. Репліка – зразок 11-13/168x3500



Рис. 6. Репліка – зразок 11-19/168x3500

Приблизно 15% із одержаних реплік досліджених зразків під мікроскопом, належать тим, які мають лінійні мікроформи. Вони, швидше за все, є вірогідними текстурно-структурними різновидами каналів (поглинань, штрихів) у вугіллі, які здатні утримувати і зберігати в порах розмірами близькими до 1 нм, природний ацетилен.

Проводячи підсумки аналізу текстурно-структурних неоднорідностей розподілу насичених та ненасичених вуглеводнів пласта m_3 , приходимо до висновку, що ненасичені вуглеводні концентруються переважно у ледачому крилі тектонічних зсувів.

Значна кількість у вуглепородному масиві вуглецю – елемента, якому властиві руйнування і відновлення хімічних зв'язків з більшістю елементів різними способами, а також факт підтоку з глибинних горизонтів вільного водню, давали підстави для припущення можливості синтезу природних ненасичених вуглеводневих сполук за певних енергетичних умов. Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, за умовами їх утворення, можна характеризувати як адвентивні гази, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглепородного масиву шляхом транспортування різного типу тектонічними тріщинами з глибинних горизонтів до при поверхневих.

Об'єктом вивчення ацетиленонасиченості масиву була вибрана південно-західна частина поперечної до головної складчастості Донбасу найбільш тектонічно активна зона Ветківського та Григор'ївського насувів. У даній зоні Оленівська магмотермальна аномалія та Амвросіївський купол могли бути енергетичним джерелом деструкції нижніх і синтезу ненасичених вуглеводнів. Оленівська магмотермальна аномалія розміщена у вузлі перетину бортових розломів Складчастого Донбасу і Українського щита, а Амвросіївський купол і гіпотетична інтрузія під ним на глибині 5 км – у зоні Єланчик–Ровеньківського глибинного розломів [11, 16, 19, 20]. Наявність у газовій складовій вугільних пластів та вміщуючих порід ненасичених вуглеводнів встановлена на окремих ділянках вугільних пластів. Однак, відсутність аналізу ізотопного складу

елементів, що складають ненасичені вуглеводні, на сьогодні, не дає можливості їх розподілу на мантійно- чи магмотермальний типи, але їх міграція глибинними розломами із глибших горизонтів в приповерхневі горизонти осадових порід є незаперечним фактом.

Проведене рекогносцироване опробування вугілля шахтопластів Макіївського району дає підстави стверджувати, що ацетиленопрояви пристосовані, в основному, до опірюючих Григор'ївський та Первомайський насуви – порушенням. Ненасичені вуглеводні встановлені на всіх шахтопластах від k_5 до n_1 , однак відсотковий вміст ацетилену був майже скрізь вищим у південно-східних зонах, де він сягав 2-3% (в деяких випадках – 5%) від загальної кількості нижчих вуглеводнів. На північно-західних крилах насувів частка ненасичених вуглеводнів зрідка перевищувала 1%.

Системне площинне опробування шахтопластів шахти ім. О.Ф. Засядька – l_1 та m_3 , підтвердило тенденцію максимального ацетиленопрояву на південно-східних апофізах значних насувових структур. Ацетиленнасичена ділянка вугільного пласта встановлена на протязі 400 м в межах 11-ої та 12-ої західної та 13 східної (табл. 1) лав пласта l_1 . У північно-східному напрямку ця зона виклинюється до головного конвеєра; південно-західне продовження цієї зони встановити не вдалося у зв'язку з відпрацюванням 10-ї лави. Ширина зони – в межах 150 – 200 м. На ділянках вугільних пластів l_1 , m_3 та k_5 , що примикають до північно-західної периферії Григор'ївського насуву, ацетилен ніде не встановлений.

Таблиця 1

Вміст ненасичених вуглеводнів у залишковій газовій складовій вугільного пласта l_1 шахти ім. О.Ф. Засядька

№ проб	Місце відбору	Дата відбору	C_2H_4	C_3H_6	C_2H_2
1	ПК 48	19.12.06.	–	–	–
2	ПК 49	19.12.06.	–	–	–
3	ПК 50	19.12.06.	0,02	–	–
4	ПК 51	19.12.06.	0,03	сліди	–
5	ПК 52	19.12.06.	0,01	–	–
6	ПК 55	19.12.06.	0,02	–	–
7	ПК 57	19.12.06.	0,02	–	–
8	ПК 67	02.04.07.	–	–	–
9	ПК 70	02.04.07.	–	–	–
10	ПК 73	02.04.07.	–	–	–

З викладеного можна зробити висновок, що північно-західні крила Ветківського, Григор'ївського та Первомайського насувів насичувались комплексом нижчих вуглеводнів з ненасиченими вуглеводнями виключаючи

ацетилен, а на північно-східних крилах, крім перерахованих газів, масив насичувався і ацетиленом.

Слід відмітити, що ацетилен встановлений тільки у верхній пачці пласта m_3 . У верхній та нижній пачках ацетилен встановлений тільки в місцях перем'ятості пласта. В межах вугільного пласта l_1 ацетилен може бути присутній як тільки у верхній, так і тільки у нижній частині пласта. Етилен скрізь, а пропілен майже скрізь супутній ацетиленпроявам. При цьому, контури поширення етилену та пропілену часто на 50-70 м перевищують контури поширення ацетилену.

Ацетиленом насичені ділянки вугілля південно-східних апофіз Ветківського насуву, поширені, як правило, не на всьому протязі розривних порушень, що пояснюється чергуванням зон сколу із зонами відриву, які під час масопереносу є зонами транспортування газів.

Зважаючи на те, що вуглеводні метанового ряду, крім частини метану з проблематичною генетикою, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах, ніж сучасні умови їх поширення [6, 9, 19], можна стверджувати, газонасичення вугільного масиву відбулося за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем. Рух потоку речовини відбувався у відповідності другому закону термодинаміки, згідно якому стан речовини змінюється в напрямку досягнення рівноваги температури і тиску – з глибоких горизонтів до при поверхневих, від високих температур і тиску – до більш низьких. В результаті дисипації енергії під час процесу масопереносу остаточна масовіддача у верхніх горизонтах масиву відбулася як за рахунок молекулярної дифузії так і переходу частини газу в адсорбований стан.

У зв'язку з тим, що у прирозломних зонах сорбованими є більш важкі вуглеводні ($C_3 - C_5$) та вуглеводні з недосконалою енергетикою (етилен, пропілен, ацетилен), але які не складають основу газової вуглеводневої суміші вугільних пластів, є основи для припущення, що під час всіх етапів масопереносу адвентивні гази не відчували значного тиску з боку корінних газів, які перебували у порах вугільних пластів та вміщуючих порід. Таким чином, основна маса сучасних газових вуглеводнів верхніх горизонтів вугільного масиву існує за рахунок процесу масопереносу від місць їх генезису (синтезу) – до місць їх сучасного поширення.

У цілому, умови насичення вугільного масиву Донбасу нижчими насиченими та ненасиченими вуглеводнями визначаються часом збільшення чи зменшення пропускної здатності тектонічних розривних порушень та часом надходження до них вуглеводнів. Всі параметри газових вуглеводнів

контролюються мозаїкою фізичних параметрів різних частин вугільного масиву.

Висновки

Міграція флюїдів визначається, перш за все, різними за формою і рангом типів дислокацій (типів тектонічних форм), що контролюють зони (ділянки) стиснення і розуцільнення, як основних регуляторів розподілу речовини та енергії у земній корі, представленої переважно фанерозойськими утвореннями. Вивчення новоутворень, пов'язаних з магмо-гідротермальними процесами, процесами рудо- та вуглеводневого метасоматозу доугленосних, угленосних і надугленосних фанерозойських відкладів Складчастого Донбасу виявило наскрізність флюїдопотоків, що періодично активізуються й активно діють і в сучасних умовах у всьому розрізі на рівні регіональних, зональних і локальних, переважно, осередкових діапирових структур.

Нерівномірний розподіл флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу, зважаючи на поширення насичених і ненасичених вуглеводнів, контролюються регіональними, зональними і локальними структурами в межах окремих шахтних полів. Оскільки, вуглеводні метанового ряду, переважно, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах, ніж сучасні умови їх поширення, можна стверджувати, газонасичення вуглепородного масиву відбулося (відбувається і нині) за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем.

Розглянута можливість формування у вуглепородних масивах Складчастого Донбасу аномально високих пластових тисків у газових і газОВО-водняних сумішах у структурах з високим катагенезом порід угленосних товщ і складною тектонічною дислокованістю. Структури з аномально високими тисками газів і водно-газової суміші та діючі сучасні канали вуглеводнево-водневого флюїдного підтоку є вірогідними осередками раптових газодинамічних явищ, які контролюються лінійними тектонічними порушеннями та реалізуються, переважно, в осередкових і кільцевих структурах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Почтаренко В.І., Аксьом С.Д., Дубосарський В.Р., Мамишев І.Є., Кізлат А.М., Палій В.М. Прогнозування геодинамічних зон та перспективних площ для видобутку шахтного метану вугільних родовищ Донбасу. Київ: Фоліант, 2011. 236 с.

2. Багрінцева К.І. Геологічні умови газоносності вугільних відкладів північних околиць Донецького басейну. Дис. ... на здобуття вч. ступеня канд. геол.-мін. наук., 1952.
3. Безручко К., Приходченко О., Каргаполов А., Уразка М. Умови формування комбінованих газових пасток на території Західного Донбасу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2016.- № 1-2 (168-169). С. 26-37.
4. Бондарчук В.Г., Чередниченко О.І. Про природу раптових викидів вугілля, порід та газу в шахтах Донбасу. *Доповіді АН УРСР. Серія Б*. 1971. № 10. С. 870 –873.
5. Вергельська Н. В., Правоторова О. В., Назарова І. О. Про особливості газової складової вугільних пластів в тектонічно активних зонах (на прикладі ділянки Північно-Родинська-2 ДП ВК «Краснолиманська»). *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2011. Вип. 9 ч. 2. С. 440 - 450.
6. Вергельська Н.В. Газоносність відпрацьованого простору діючих шахт Донбасу. *Тектоніка і стратиграфія*. 2012. Вип. 39. С. 30-33.
7. Вергельська, Н., Пимоненко, Л., Скопиченко, І. Гірничо-геологічні особливості прогнозування динамічних явищ у вугільних шахтах. *Гірнича геологія та геоecологія*. 2022. 1(4). С. 5–15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
8. Гніпп Л.В. Вплив геологічних чинників на розподіл природних газів за умов великих глибин Донецького басейну (на прикладі Алмазного геолого-промислового району). Дис. ... на здобуття вч. ступеня канд. геол.-мін. наук., 1966.
9. Лукінов В. В. Гірничо-геологічні умови утворення скупчень вільного метану на вугільних родовищах. *Науковий вісник НГУ*. № 4. 2007. С. 55–59
10. Моногарова Ю.Й., Моногаров І.І., Мантошко Я.С. Особливості основних напрямів проведення дегазаційних робіт на Томашевській площі Лисичанського геолого-промислового району донбасу. *Геолог України*. 2009. №3. С. 161–164.
11. Радзівілл А.Я. До прогнозу зміни метаноносності вугленосних відкладів Складчастого Донбасу з глибиною. *Наук. праці Інституту фундаментальних досліджень*. Київ: Знання. 2001. С. 105-110.
12. Радзівілл А.Я., Іванова А.В., Зайцева Л.Б. Геологія вуглегазових басейнів (провінцій) України. Київ. ЛОГОС, 2007. 179 с.
13. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент No 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013.
14. Тіркель М.Г., Анциферов В.А., Глухов О.О. Вивчення газоносності вугленосної товщі. Донецьк: ВЕБЕР, 2008. 208 с.
15. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Tokar L. Prognosis for free methane traps of structural and tectonic type in Donbas. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, Ores Mining*. London: Taylor & Francis Group, 2014.- P. 267-271. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b17547-47>
16. Boki V.V., Gunya D.P., Pimonenko L.I., Balalae A.K., Vergelska N.V. Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*. 2013. 40. P. 49-58.
17. Priyalov V.A., Zhykalyak M.V., Panova E.A. Geologic controls on coalbed occurrence in the Donets Basin (Ukraine). *3 rd International Methane Nitrogen Oxide Mitigation conference*, November, 17 - 19, 2003.-Beijing, 2003.

18. Savchuk V.S., Kudelya Yu.A., Mайдanovych I.A. State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR. 1987. 42 с.
19. Sukachov O.M. The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1985. № 11. P. 21-24.
20. Sukachov O.M. Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1987. №10. P. 22-25.
21. Vergelska N. Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donetsk basin. *GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt*, October 9-14, 2010. P. 571 - 572.

REFERENCES

1. Bagrii I.D., Gozhik P.F., Pochtarenko V.I., Aksyom S.D., Dubosarskyi V.R., Mamyshev I.E., Kizlat A.M., Palii V.M. Forecasting of geodynamic zones and promising areas for the extraction of mine methane from coal deposits of Donbas. Kyiv: Foliant, 2011. 236 p.
2. Bagrintseva K.I. Geological conditions of gas carrying capacity of coal deposits of the northern outskirts of the Donetsk Basin. Diss. ... to obtain a degree. candidate degree geol.-min. Science, 1952.
3. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Kargapolov A., Urazka M. Conditions for the formation of combined gas traps in the territory of Western Donbass. *Geology and geochemistry of fossil fuels.* 2016.- No. 1-2 (168-169). P. 26-37.
4. Bondarchuk V.G., Cherednychenko O.I. About the nature of sudden emissions of coal, rocks and gas in the mines of Donbas. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B.* 1971. No. 10. P. 870-873.
5. Vergelska N.V., Pravotorova O.V., Nazarova I.O. On the peculiarities of the gas component of coal seams in tectonically active zones (on the example of the Severno-Rodinska-2 section of the Krasnolymanska SE VC). *Scientific works of the UkrNDMI of the National Academy of Sciences of Ukraine.* 2011. Issue 9 h. 2. P. 440 - 450.
6. Vergelska N.V. Gas carrying capacity of the exhausted space of the operating mines of Donbas. *Tectonics and stratigraphy.* 2012. Issue 39. P. 30-33.
7. Vergelska N.V., Pymonenko L.I., Skopychenko I.M. Mining and geological features of forecasting dynamic phenomena in coal mines. *Mining geology and geoecology.* 2022. №1 (4). P. 5 - 15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
8. Gnipp L.V. The influence of geological factors on the distribution of natural gases under the conditions of great depths of the Donetsk basin (on the example of the Diamond geological and industrial district). Diss. ... to obtain a degree. candidate degree geol.-min. Science, 1966.
9. Lukinov V. V. Mining and geological conditions for the formation of free methane accumulations in coal deposits. *Scientific Bulletin of NSU.* No. 4. 2007. P. 55–59.
10. Monogarova Yu.Y., Monogarov I.I., Mantoshko Ya.S. Peculiarities of the main directions of degassing works on Tomashevskaya Square of the Lysychan geological and industrial district of Donbas. *Geologist of Ukraine.* 2009. No. 3. P. 161–164.
11. Radzivil A.Ya. To the forecast of changes in the methane content of coal-bearing deposits of the Folded Donbass with depth. *Science works of the Institute of Fundamental Research.* Kyiv: Knowledge. 2001. P. 105-110.

12. Radzivill A.Ya., Ivanova A.V., Zaitseva LB. Geology of coal and gas basins (provinces) of Ukraine. Kyiv. LOGOS, 2007. 179 p.
13. The method of determining the residual gas component of the Donbas coal massif, authors A. Ya. Radzivill, O. M. Sukachev, N. V. Vergelska, M. Yu. Sobolev, Patent No. 79554 dated 04/25/2013. State Intellectual Property Service of Ukraine, 2013.
14. Tirkel M.G., Antsiferov V.A., Glukhov O.O. Study of the gas content of the coal-bearing stratum. Donetsk: WEBER, 2008. 208 p.
15. Bezruchko K., Prykhodchenko O., Tokar L. Prognosis for free methane traps of structural and tectonic type in Donbas. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, Ores Mining*. London: Taylor & Francis Group, 2014.- P. 267-271. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b17547-47>
16. Boki V.V., Gunya D.P., Pimonenko L.I., Balalaev A.K., Vergelska N.V. Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*. 2013. 40. P. 49-58.
17. Priyalov V.A., Zhykalyak M.V., Panova E.A. Geologic controls on coalbed occurrence in the Donets Basin (Ukraine). *3 rd International Methane Nitrogen Oxide Mitigation conference*, November, 17 - 19, 2003.-Beijing, 2003.
18. Savchuk V.S., Kudelya Yu.A., Maidanovych I.A. State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR. 1987. 42 c.
19. Sukachov O.M. The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*. 1985. № 11. P. 21-24.
20. Sukachov O.M. Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*. 1987. №10. P. 22-25.
21. Vergelska N. Geological factors regulating gas distribution in coal-bearing rocks of the Krasnoarmiysk coal production district, Donets basin. *GeoDarmstadt 2010, Frankfurt am Main & Darmstadt*, October 9-14, 2010. P. 571 - 572.

N. V. Vergelska

FLUID MIGRATION IS THE MAIN CRITERION OF THE GAS-BEARING CAPACITY OF THE CLOSED AREA OF MINES OF THE COAL-BEARING FIELDS OF THE DONBAS

Fluid migration is determined, first of all, by different in shape and rank types of dislocations that control compression and rarefaction zones as the main regulators of the distribution of matter and energy in the Earth's crust, represented mainly by Phanerozoic formations, and in our studies by carbon deposits. Gas migration through the newly formed fractures in the massif, due to the impact of mine workings on the upper layers of the lithosphere, allows for the formation of gas accumulations in the near-surface and surface areas. As a result, a significant amount of gas is concentrated in relatively small areas, which will contribute to gas-dynamic phenomena on the surface and can cause significant damage to buildings and human life.

Mass transfer of deep fluids is associated with the formation of mineral deposits, including the most explored ones, ore and oil and gas. At the same time, the distribution of

gas in coal-bearing massifs is related to their tectonic structure, especially to faulting, which is a way for hydrocarbon-hydrogen mixtures to migrate from deeper horizons.

The study of the signs of uneven distribution of fluids under the influence of tectonic and anthropogenic factors was based on observations of new formations in the post-sedimentary geological environment: textural and structural characteristics based on the study of samples, grinds and laboratory observations, which determine the sequence of changes in the material composition of consedimentary and post-sedimentary formations and their relationship in space and time. Unsaturated hydrocarbons, such as ethylene, propylene and acetylene, can be characterised as adventitious gases of hydrocarbon massifs that have taken their current position in the gas component of the hydrocarbon gas mixture by being transported by fractures from deep horizons to the surface.

Key words: fluid migration, man-made reservoirs, tectonics, unsaturated hydrocarbons, coal-bearing massifs, mass transfer, Donbas.

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна
Наталія Вергельська
доктор геологічних наук
e-mail: vnata09@meta.ua
<https://orcid/0000-0002-1440-6082>

Стаття надійшла: 25.10.2023.