

УДК 622.537.8:622.416.457

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ І ШЛЯХІВ МІГРАЦІЇ ГАЗІВ В ГІРНИЧІ ВИРОБКИ ШАХТ ІМ. О.Ф. ЗАСЯДЬКА ТА “ЩЕГЛІВСЬКОЇ - ГЛИБОКОЇ”

Тараник О.О., Канін В.О., Тихоліз О.М.
(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

Проанализирован компонентный состав углеводородных газов шахты им. А.Ф. Засядько и «Щегловской-Глубокой» с целью определения их генезиса и возможных путей миграции. Выявлена тенденция изменения компонентного состава газа в зонах тектонических нарушений.

Component composition of hydrocarbon gases of mine is analyzed of the A.F. Zasyadko coalmine and «Shceglovskaya-Glubokaya» with the purpose of determination of their genesis and possible ways of migration. The tendency of change of component composition of gas in the areas of tectonic violations is exposed.

В даний час з поглибленням гірських робіт і інтенсифікацією розробки кам'яновугільних родовищ газоносність в Донбасі стала різко зростати, лімітуючи потужності гірського підприємства. Збільшення загального дебіту газу в шахтах і особливо інтенсивності газопроявів у вугільних вибоях веде до аномальних скупчень газу, вибухів та загибелі людей. Не існує однозначного вирішення проблеми виникнення аномальних скупчень вугільних газів, тому безпечність проведення гірничих робіт вимагає постійного контролю над процесом вугледобування, успішність якого значною мірою залежить від розуміння джерел утворення вуглеводневих газів.

Головним розрахунковим параметром для прогнозування газовиділення в гірські виробки і розрахунку вентиляції вугільних шахт є значення природної газоносності вугілля і вміщуючих порід, але експериментальні та аналітичні дані свідчать про можливий вплив міграції метану і важких вуглеводнів в гірські виробки не тільки з гірського масиву, але і з великих глибин земної кори і навіть з верхньої мантії.

Сучасні уявлення про джерела виділення горючих газів в гірничі виробки шахт не враховують складні гірничо-геологічні умови, що, поза сумнівом, ускладнює створення адекватної генетичної моделі газових скупчень Донецько-Макіївського району Донбасу. Дослідження цього «неврахованого» чинника представляє великий теоретичний і практичний інтерес.

Підставою для розв'язання проблеми послужили багаторічні дослідження геології і геохімії природних газів у МГРІ [1].

Так, Кравцов А.І. [1], наприклад, припускав утворення гомологів метану як в процесі біохімічних перетворень, так і під час метаморфізму вугілля, не заперечуючи проникнення важких вуглеводнів з нафтогазових горизонтів або тих, що мігрують глибинними розломами. Автор відзначає, що Донецько-Макіївський і Червоноармійський райони, які примикають до крупного газонафтового регіону – Дніпровсько-Донецької западини, містять у складі своїх газів до 30-40 % важких вуглеводнів.

Підвищення змісту важких вуглеводнів в районах великих тектонічних порушень, на думку Г.Д. Лідіна, також може служити доказом їх міграції у вугільні пласти з глибших покладів нафти і газу [4].

Наявність у зонах розривних порушень підвищеного вмісту гелію, водню, важких вуглеводнів підтверджується фахівцями [2], які розглядають геологічні умови як невід'ємний чинник розподілу газів у вугленосній товщі. Так, в деяких вугільних пластах, які піддалися дії високих температур, пов'язаних з магматичними процесами, важкі вуглеводні виявляються в значних кількостях.

Безумовно, газоносність тектонічних структур залежить від часу їх створення (в період утворення антиклінальних і

синклінальних структур, осадконакопичення або після нього). Відомо, що у момент пізньогерцинської інверсії сформувалися умови локального розтягування, які змінилися на рубежі пермі–тріаса стисненням. Це привело до формування багатоповислої системи газових скупчень в зонах впливу розривних порушень [3]. Оскільки умови міграції газів в антиклінальних і синклінальних структурах не однакові, ступінь дегенерації вугільних пластів в цих складках різний. За інших рівних умов на одних і тих же глибинах метаносність вугільних пластів в закритих осьових частинах антиклиналей вища, ніж в монокліналях. Це призводить до того, що на етапі низхідних тектонічних переміщень в період осадконакопичення здійснюється інтенсивна генерація газів.

Власне міграція флюїдів (газ, вода) від місця генерації унаслідок підвищеного тиску завжди направлена у бік розвантаження по найбільш короткому шляху – по вертикалі в зони розломів, куполів антиклиналей, місця розмивів вугленосних товщ і т.п.

На фоні пошуків альтернативних джерел енергоресурсів загальновідомим фактом виступає підвищений інтерес до аномальних скупчень газів вугленосних відкладень, що формують потенційно небезпечні ділянки при веденні гірничих робіт. Таким чином, метою досліджень є як з'ясування природи генерації вуглеводневих газів, так і цілеспрямовані пошуки умов їх акумуляції з можливістю безпечної подальшої утилізації.

Для з'ясування генезису та шляхів міграції вуглеводневих газів в гірничі виробки нами були проаналізовані зони впливу крупних тектонічних структур шахт ім. О.Ф. Засядька та "Щіглівська-Глибока".

На шахті "Щіглівська-Глибока" у період з 1982 по 1985 рр., вивчався вплив Григор'ївського насуву на зміну компонентного складу покладу газоконденсатного типу пласта m_3 . В покрівлю бурилися свердловини завдовжки 65–70 м на горизонті 820 м (вентиляційний штрек 2-й «біс» лави), на горизонті 915 м (3 західна лава східного ухилу), на горизонті 1035 м (9 східний ствол і 1-й розвантажувальний цілик).

На горизонті 820 м всього було вибурено 11 свердловин, з яких було здобуто 1,3 млн. м³ газу. Свердловини були пробурені в зоні впливу флексури пласта.

Основним джерелом газу в межах ділянки, що розроблялась, були високогазоносні вугільні пласти m_4 і m_4^0 .

Аналіз газових проб зі свердловин дегазації, встановив перевищення значень гелію, що в середньому складає 0,047 % за об'ємом і співвідношенням метану до суми важких вуглеводнів $Z=4000$.

Геохімічний коефіцієнт Z обчислювався за наступною формулою

$$Z = \frac{CH_4 + C_2H_6 + C_3H_8 + C_4H_{10}}{C_5H_{12} + \text{вищі. вуглеводні}}$$

В межах ділянки 3-й західної лави східного ухилу (гор. 915 м) бурилися 4 свердловини до покрівлі пласта m_4^0 в зоні впливу Григор'ївського насуву, якими перетинався пісковик, що залягає в покрівлі пласта m_3 . У Донецько-Макиївському районі він відомий як регіонально водо- і газоносний. В межах поля шахти пісковик $m_4^0Sm_4$ представлений відкладеннями фацій заплави і у меншій мірі відкладеннями русла, що приводить до зміни його колекторських властивостей, збільшенню притоку води у виробки і сприяє формуванню зон газонасичення. По складу перші три свердловини дали газ змішаного складу (вугілля + порода-колектор) з переважанням газу з вугілля і коефіцієнтом $Z=1704-3864$.

Свердловина, пробурена в безпосередній близькості від Григор'ївського насува, проявила аномальність як по складу газу, так і по тривалості роботи. Компонентний склад газу з цієї свердловини характеризується підвищеним вмістом гелію (He) = 0,11 %, гомологів метану: етану (C₂H₆) = 3,26 %, пропану (C₃H₈) = 0,92 %, бутану (C₄H₁₀) = 0,18 %, пентану (C₅H₁₂) = 0,091 %. Тривалість роботи свердловини при стійкому дебіті більше 0,2 м³/хв склала понад два роки (відключена свердловина з технічних причин).

При відробці 9-го східного стовпа і Ціликової лави свердловини бурилися з бортового ходка і з вентиляційного штреку відповідно до перетинання вугільного пласта m_4 і подошви пісковика $m_4^0Sm_4$. Свердловини в нижній частині 9 східного стовпа і по всій довжині вентиляційного штреку Ціликової лави були пробурені в зоні впливу флексурної складки. Дебет свердловин в цій зоні досяг $4,5 \text{ м}^3/\text{хв}$ ($6,25 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$). За 30 тижнів 6 свердловинами відкачані $4,29 \text{ млн. м}^3$ метану.

В результаті аналізу проб газу з цих свердловин, встановлено підвищення процентного змісту гелію в загальному об'ємі газу до $0,13 \%$, етану до $4,29 \%$, пропану до $1,39 \%$, бутану до $0,34 \%$, пентану до $0,1 \%$.

Таким чином, в пісковиках $m_4^0Sm_4$ в зонах впливу флексурних складок пласта за наслідками газогеохімічного випробування виявлені газонасичені зони з високими колекторськими властивостями і високою газовіддачею.

Підвищений вміст гелію і гомологів метану дозволяє припустити його високотемпературний генезис і близькість інверсійних потоків. Шляхами міграції, ймовірно, служить зона Григор'ївського насуву.

Вивчення тектоніки району на стадії дорозвідки дозволяє більш повно і детально оцінити особливості геологічної будови шахтного поля, впливи тектонічних структур на газоносність з урахуванням часу їх створення щодо осадконакопичення.

Аналіз матеріалів по геології, газоносності і колекторським властивостям робочих вугільних пластів проводився не тільки в межах поля шахти ім. О.Ф. Засядька, але і поля шахти «Жовтнева копальня» і ділянки Кальміуської копальні.

При аналізі 120 свердловин на описуваній площі були відмічені характерні зміни складу газу і його тиску як у вугільних пластах, так і у вміщуючих породах при підході до зон тектонічної порушеності.

В результаті детальних досліджень складу вугільних газів було встановлено, що окрім основних компонентів (метан, азот і вуглекислий газ) і важких вуглеводнів, в складі присутні водень, кисень, гелій та ін.

Встановлено, що на всіх робочих пластах шахти ім. О.Ф. Засядька, в районах тектонічної порушеності, виділяються як зони підвищеного газовиділення з аномальністю по компонентному складу газу, так і зони газового вивітрювання, як правило, з високими колекторськими властивостями і високою газовіддачею. Отже, поле шахти умовно можна розділити на дві частини: східну і західну.

Умовною межею розділу є район Семенівського насуву. У цьому районі спостерігається зниження газоносності вугільних пластів і вміщуючих порід із зміною компонентного складу газу, що характерне для зони газового вивітрювання.

Район Ветківської флексури характеризується підвищеним вмістом гомологів метану і рідкісних газів (гелію). Так на відстані 350 м від геологічного порушення у складі вільних газопроявів спостерігається гелій (He) = 0,088 %, етан (C_2H_6) = 1,62 %, пропан (C_3H_8) = 0,21 %.

Важкі вуглеводні і гелій виявляються, як правило, значно нижче поверхні метанової зони, а при підході до зони Ветківського порушення фіксується не тільки збільшення їх концентрації, але і поява повнішої гама гомологів до C_5H_{12} .

Зона Семенівського насуву характеризується зміною компонентного складу вуглеводневого газу із зменшенням змісту важких вуглеводнів: етан (C_2H_6) = 0,1 %, пропан (C_3H_8) = 0,01 % і гелію (He) = 0,014 %.

При дослідженні східної частини вугільного пласта m_3 шахти ім. О.Ф. Засядька відмічена варіація компонентного складу газу, при цьому зміст гелію міняється в межах 0,089-0,059 %, C_2H_6 – 2,19-1 %, C_3H_8 – 0,23-0,15 %, при підході до зони Семенівського насуву.

На рисунку 1 представлені результати лабораторних досліджень проб газу, відібраних в гірничій виробці, проведення якої здійснювалося між Ветківським і Семенівським насувами по пласту m_3 .

Відповідно до рисунка 1, на пласті m_3 спостерігається зміна компонентного складу вуглеводневих газів між Ветківським (західна межа шахтного поля) і Семенівським насувами з

підвищеним вмістом гелію (0,088 %) і важких вуглеводнів (2,12 %) в загальному об'ємі газу в районі впливу Ветківської флексури;

Між Семенівським і Григор'ївським (східна межа шахтного поля) насувами також спостерігається збільшення змісту гелію (0,089 %) і гомологів метану (2,39 %).

Аналіз даних вуглеводневих газів на пластах l_4, l_1 і k_8 виявив райони Семенівського і Похилого насувів із зміною компонентного складу вуглеводневих газів, в яких простежується зменшення змісту важких вуглеводнів і гелію.

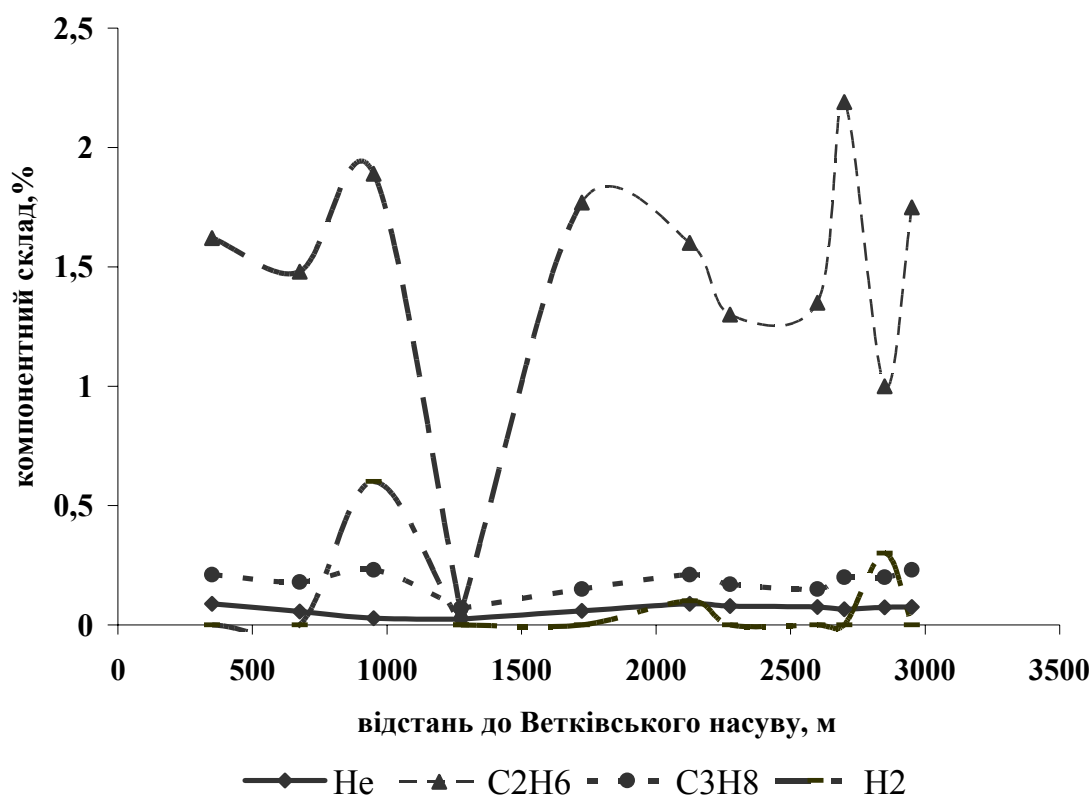


Рис. 1. Зміна компонентного складу метану пласта m_3 від відстані до Ветківського насуву

Важкі вуглеводні і гелій, які виявлені у вугільних пластах l_4 (рис. 2), k_8 (рис. 3) змінюються в межах: етан (C_2H_6) – 3,65-0,12 %; пропан (C_3H_8) – 0,63-0,11 %; He – 0,083-0,011 %. Проте в районі Семенівського і Похилого насувів спостерігається

зменшення етану (C_2H_6) до 0,06 %, пропану (C_3H_8) від 0,01 % у районі Семенівського насуву до 0 % при наближенні до Похилого насуву. Гелій, виявлений в районі Семенівського насуву, не перевищив 0,04 %.

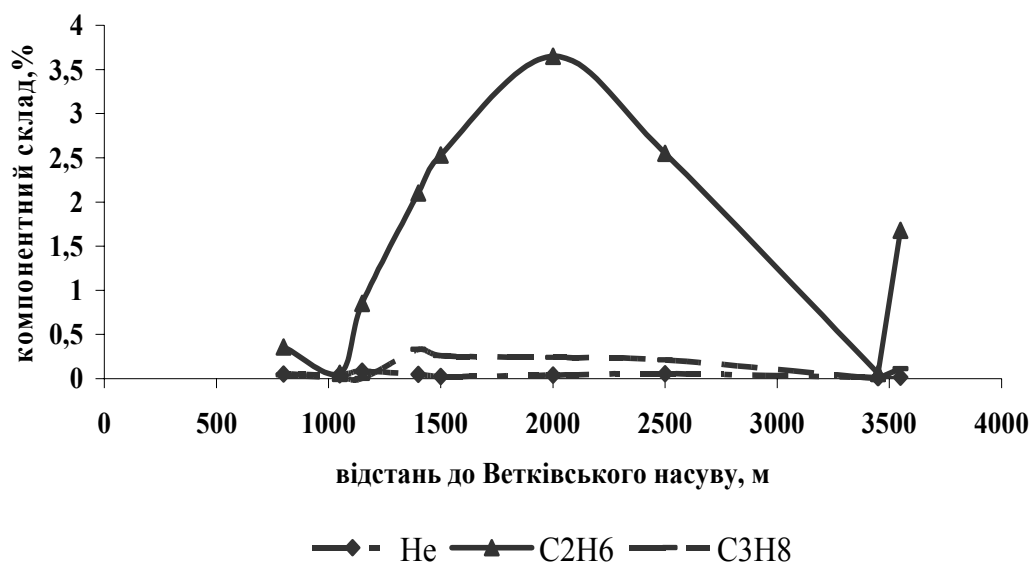


Рис. 2. Зміна компонентного складу метану пласта l_4 від відстані до Ветківського насуву

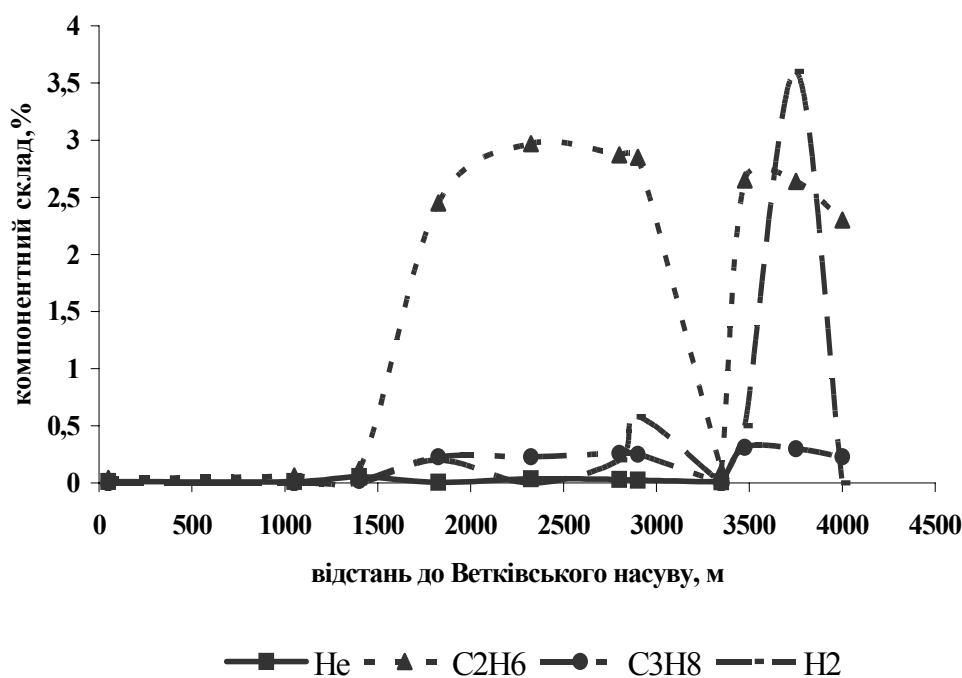


Рис. 3. Зміна компонентного складу метану пласта k_8 від відстані до Ветківського насуву

ВИСНОВКИ

З отриманих результатів видно, що в районі Семенівського і Похилого насувів спостерігаються процеси глибинної деметанізації у зв'язку з підвищенням колекторських властивостей вугленосних порід.

Райони Ветківського і Григор'ївського насувів характеризуються:

- високою метаноносністю;
- збільшеним вмістом важких вуглеводнів і рідкісних газів у вільних газопроявах;

Локальний аномальний вміст гомологів метану, водню і гелію у вугільних пластах указують на можливість міграції вуглеводневих газів по крупних тектонічних порушеннях з великих глибин.

Зони тектонічних порушень можуть служити відновлюваними ресурсами горючих газів глибинного походження, впливаючи на газоносність вугільних родовищ Донбасу та вимагаючи обов'язкового обліку при розрахунку вентиляції шахт і проведенню робіт з їх утилізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Гл. ред. А.И. Кравцов. Т.1. Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. М., Недра, 1979. 628 с. (Московский геол. – развед. ин-т. Отраслевая лаб. геологии и геохимии природ. газов угольных бассейнов и месторождений СССР).
2. Мурич А.Г. О перспективах нефтегазоносности северной зоны мелкой складчатости Донецкого бассейна. – Геология нефти и газа, 1973, № 3, с. 34-40.
3. Газоносность угольных месторождений Донбасса / А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М.Т. Хохлов и др. – К: Наукова думка, 2004. – 230 с.

4. Лидин Г.Д. Факторы, предопределяющие газообильность каменноугольных шахт // Газообильность каменноугольных шахт СССР, Изд. АН СССР, 1949. – Т. 1.