

Б.В. Бокий¹, Д.П. Гуня¹, Л.И. Пимоненко², А.К. Балалаев², Н.В. Вергельская³

МИГРАЦИЯ И НАКОПЛЕНИЕ ГЛУБИННОГО ГАЗА КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Результаты проведенного мониторинга и геолого-статистического анализа состава газов показали сложность и многофакторность процессов генерации, миграции и накопления различных газов в угольном веществе. Причиной аварии стало внезапное поступление метана в горные выработки из более глубоких горизонтов. Показана возможность миграции и накопления газов из глубин и их связь с неотектоническими движениями.

Ключевые слова: шахта им. А.Ф. Засядько, газы угольных пластов, разломы, метан, гелий, водород

Вступление. Горно-геологические условия работы шахт с каждым годом усложняются. Глубина добычи угля достигла 1400 м. Почти 90% шахт отнесены к сверхкатегорийным по газу, одна треть разрабатывает пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа.

18 ноября 2007 г. на шахте им. А.Ф. Засядько произошла авария – внезапный выброс метана с последующим возгоранием. Пожаром был охвачен весь горизонт 13-й лавы пласта l_1 . Три независимые экспертные комиссии не смогли определить причины внезапного прорыва метана. До аварии во всех выработках концентрация метана в воздухе находилась в пределах норм, аппаратура газового контроля была в рабочем состоянии. Все выработки полностью обеспечивались расчетным количеством воздуха. На шахте для фиксации состояния горного массива функционирует аппаратура газового контроля последнего поколения. До последнего момента ничто не предвещало возникновения аварийной ситуации. В 2 часа 59 минут был отмечен акустический импульс, а уже в 3 часа произошли взрывы метана. При этом ни один датчик не зафиксировал загазирования в выработках.

В 2010 г. произошли аналогичные взрывы метана на шахтах России «Ульяновская» и «Распадская». Взрывы возникли также при полном отсутствии предупреждающих сигналов об опасности. По экспертным оценкам причиной аварий стало внезапное повышение концентрации метана.

В настоящее время горная наука не в состоянии объяснить причины возникновения геомеханических и физико-химических процессов в горном массиве, а также их последствия на глубинах более 1000 м. В истории горнодобывающей промышленности известны случаи внезапных прорывов метана и на небольших глубинах. Так, на той же шахте «Распадская» выброс метана ранее произошел на глубине 120 м, на шахте им. С.М. Кирова в Донбассе – на глубине 110 м. Эти и другие факты свидетельствуют об отсутствии какой-либо связи катастрофических явлений с глубиной.

Проанализировав весь процесс возникновения аварийной ситуации, специалисты шахты предположили, что возможной причиной аварии стало внезапное поступление метана в горные выработки из более глубоких горизонтов. Однако это предположение является весьма спорным. В настоящее время в литературных источниках преобладают **две основные концепции** происхождения и концентрации метана в углепородных массивах [1-4].

Согласно **первой**, – основная масса метана угольных пластов Донецкого бассейна образовалась в процессе регионального метаморфизма при погружении осадков и, частично, сохранилась в пористом объеме горного массива [1, 2]; по **второй** – появление метана в массиве связано с поступлением газов по зонам глубинных разломов («трубы дегазации Кропоткина») из мантии, астеносферы, фундамента [3]. При этом ни одна из указанных гипотез не имеет решающих аргументов, делающих ее единственно приемлемой, поэтому предложен ряд как компромиссных, так и альтернативных гипотез.

© Б.В. Бокий, Д.П. Гуня, Л.И. Пимоненко, А.К. Балалаев, Н.В. Вергельская, 2013

Неоднозначность суждений о генезисе и миграции газов угольных шахт обуславливает актуальность изучения газоносности углепородных массивов в связи с созданием аварийных ситуаций, переходом к освоению более глубоких горизонтов угольных месторождений и добычей метана с отработанного пространства шахт.

Материалы и методы исследований. Обсудив возможные причины возникновения аварийных по газовому фактору ситуаций, специалистами шахты было принято решение отбирать пробы угля с последующими лабораторными анализами газовой составляющей, имеющейся на момент отбора пробы. Проведено изучение строения углепородного массива 18-й западной лавы пласта m_3 ; определен литологический состав вмещающих пород и технические характеристики угля. Уголь в данном случае выступает в роли сорбента находящегося в массиве газов.

Для проведения эксперимента были выбраны выработки, проводимые для подготовки выемочного поля восточной уклонной (разгрузочной) лавы № 1 пласта m_3 . На поле лавы пласт m_3 имеет сложное 2 – 3-пачечное строение, мощность изменяется от 0,6 до 1,7 м, зольность – 3,9-10,2%, сернистость – 2,0-2,6%; выход летучих 30-32%. Кровля пласта представлена легкообрушаемыми аргиллитами (10-17 м) и алевролитами (2-8 м); почва – склонными к пучению алевролитами (3-15 м), песчанником (10-20 м). Для пласта характерны частые размывы и раздувы. В центральной части лавы находится синклиналиная локальная складка амплитудой около 40 м; малоамплитудные разрывные нарушения отсутствуют. Трещины кливажа простираются в пласте с севера на юг, т.е. перпендикулярно к линии забоя (что при отработке может вызывать трещинообразование и приток газов из массива).

Пробы отбирались в конвейерном и вентиляционном ходах в герметические металлические стаканы на одних и тех же пикетах. Лабораторные исследования газовой составляющей проведены в химлаборатории ПО «Укруглегеология». При этом фиксировались место отбора пробы, дата отбора и дата, когда в этом месте находился забой выработки. В лаборатории ПО «Укруглегеология» (аналитики Ковалева В.А. (конвейерный ходок) и Жаурова Н.Е. (вентиляционный ходок)) угольная проба дегазировалась, и в газе определялось содержание He , N_2 , O_2 , N_2 , CO_2 , CH_4 , C_2H_6 , ..., nC_7H_{16} (для сравнения и анализа полученных данных использовались результаты, полученные в $см^3/г$).

В конвейерном ходке было отобрано 18 проб: ПК 60 (4), ПК70 (3), ПК110 (7), ПК 143 (2), ПК 158 (1) и ПК 174 (1); в вентиляционном – 14 проб: ПК 80 (3), ПК 100 (5), Пк 117 (2), ПК 131 (1), ПК 139 (1), ПК 155 (2). Из 32 проб 6 проб были отобраны в зоне подготовительной выработки. Пробы отбирались в рабочую смену, т.е. при работе проходческого комбайна по забою выработки.

Результаты исследования. Предполагая возможное влияние различных скоростей воздушных потоков на интенсивность выветривания газов из углей, было проведено тестирование проб из вентиляционного и конвейерного ходков. Достоверности отличий средних значений двух независимых выборок осуществлялись на основе параметрического t -критерия Стьюдента и непараметрического рангового U -критерия Манна-Уитни. Параметрический тест не обнаружил достоверных различий ни по одному газовому параметру при стандартном уровне значимости $p < 0,05$. Ранговый тест зафиксировал достоверное различие распределения только данных выхода гелия и их внутригрупповых средних значений на уровне значимости близком к критическому ($p < 0,044$).

Полученный результат, с одной стороны, означает, что отличия в скоростях воздушных потоков в вентиляционном и конвейерном ходах приводят лишь к слабому изменению содержания в угле гелия, а с другой стороны – для дальнейшего анализа и поиска эмпирических зависимостей весь массив данных можно использовать как выборку из единой генеральной совокупности (учитывая особенности поведения гелия).

Интересным, впервые установленным на основе реальных замеров фактом, является то, что состав газов в пробах, отобранных на одном пикете, в различное время существенно отличается. Периодически отмечается повышенное содержание в газе гелия,

водорода, метана и других газов. Колебания содержания более тяжелых углеводородов незначительны. Наряду с этим компонентный состав газов на пикетах выработок также существенно отличается. Так как ходки были пройдены в 2006-2008 гг., а отработка лавы происходила в 2009-2010 гг., т.е. значительно позже, чем были пройдены ходки и сделаны замеры, то можно предположить, что изменчивость состава газов в пробах в пространстве и времени могла быть вызвана поступлением и перераспределением глубинных газов.

Поскольку состав глубинного газа существенно отличается от газа угленосных толщ, основным подтверждением миграции газа из глубинных источников считается повышенное содержание в составе угольных газов гелия, тяжелых углеводородов, битумов, утяжеление изотопного состава углерода метана ($\delta^{13}\text{C}$ в CH_4) и углекислого газа ($\delta^{13}\text{C}$ в CO_2) [1-4].

Гелий непрерывно образуется в результате распада радиоактивных элементов в докембрийских гранитных породах и минералах, благодаря большой подвижности и малой величины молекулы легко мигрирует. Поэтому его наличие в пробах газа свидетельствует о современном подтоке мантийных газов.

Водород может образоваться в результате реакций, происходящих в угольном пласте либо в близлежащих породах, также возможна его диффузия из более глубоких горизонтов.

Анализ содержания гелия и водорода в составе газов показал эпизодичность появления их в пробах. Интересно, что моменты появления всплесков гелия и водорода не совпадают (рис. 1). Это может свидетельствовать о различных источниках их поступления: гелий из глубинных источников (но происхождение можно установить только по изотопному составу); водород – прямо не связан с другими газами, возможно, образовался в результате реакций, происходящих в подземном резервуаре либо в близлежащих породах, либо за счёт различных скоростей миграции и (или) адсорбции.

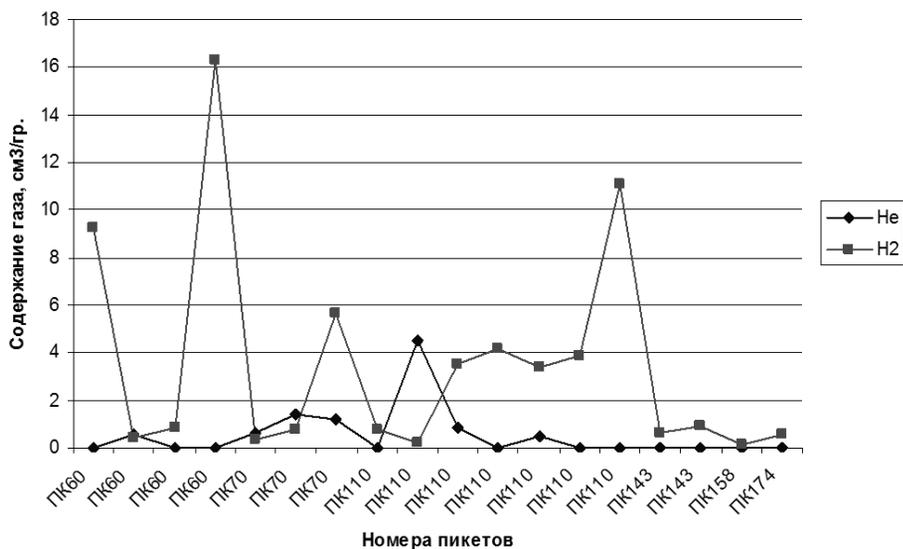


Рис. 1 Динамика содержания гелия и водорода в пробах конвейерного хода восточной уклонной лавы пласта m_3

Для изучения важного с практической точки зрения вопроса о взаимосвязи регистрируемых фактов выхода гелия и эмиссии метана и его гомологов банк данных был разделен на две неравные группы по признаку наличия (21 проба) и отсутствия (12 проб) гелия в образцах. Непараметрический тест по описанной выше методике показал достоверные различия средних значений для метана $211 \pm 348,7 < 516,5 \pm 698,9 \text{ см}^3/\text{кг}$ и этана

$76,8 \pm 131,5 < 164,1 \pm 141,9 \text{ см}^3/\text{кг}$ при уровнях значимости $p < 0,01$. Полученные результаты были подтверждены альтернативным критерием Колмогорова-Смирнова.

Таким образом, наличие гелия сопряжено с объективным снижением содержания метана и этана. Гистограммы распределения эмпирических рядов из двух групп присутствия (CatHe: 1) и отсутствия (CatHe: 0) гелия показывают смещение в область низких значений показателей эмиссии низкомолекулярных алканов при меньшем количестве выбросов в гелийсодержащих образцах (рис. 2).

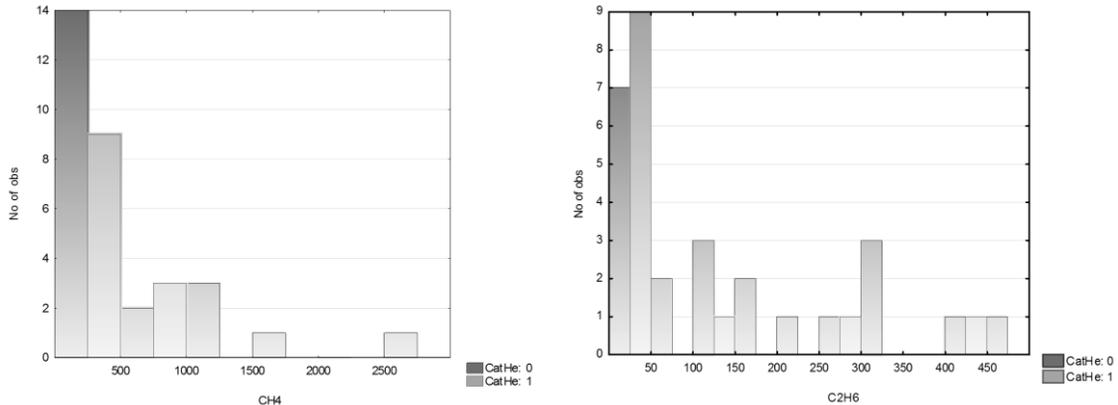


Рис. 2 Гистограммы распределения выхода метана и этана из угля

Для выявления ортогональных латентных факторов был применен метод главных компонент (ГК) предварительно стандартизованных данных с Varimax вращением осей. Каждая ГК отражает различные факторы (процессы, механизмы), влияющие на образование газов. Количество независимых компонент выбиралось по критерию Кайзера. Четыре ГК объясняют 90% общей дисперсии исследуемых газов (табл. 1). ГК1 (46%) сильнее всего влияет на изомеры предельных углеводородов от бутана до гептана. ГК2 (18%) связана с кислородом, азотом, углекислотой и в меньшей степени водородом. ГК3 (18%) ассоциируется с метаном и этаном; ГК4 (8%) отрицательно влияет на содержание гелия.

Независимое поведение гелия можно объяснить прежде всего его инертностью, высокой проникающей способностью и низкой адсорбцией в углях. Эта компонента отражает влияние экзогенных по отношению к угольному пласту факторов, связанных с изменением проницаемости нижележащих горных пород.

Обособленное положение группы газов, подверженных влиянию второй ГК (H_2 , O_2 , CO_2 , N_2), наводит на мысль о влиянии атмосферного воздуха, как современного, так и, возможно, сохранившегося с периода осадконакопления. В пользу данной версии свидетельствует отношение основных «воздушных» газов – азота и кислорода¹ на гистограмме распределения N_2/O_2 . Гистограмма распределения N_2/O_2 имеет два локальных максимума (рис. 3), ее можно аппроксимировать логнормальной моделью. Большой локальный максимум отражает влияние атмосферного воздуха, меньший (6,5 и 7,46 $\text{см}^3/\text{кг}$), очевидно, проявляет наличие более окисленных (в многочисленных химических реакциях, в том числе и при синтезе CO_2) образцов углей. Логнормальная форма гистограммы является следствием того, что отношение, характеризующее состав «воздушных газов» в углях, является многофакторной мультипликативной случайной величиной.

В то же время поступление метана, этана и других углеводородов на первый взгляд синхронно (рис. 4, 5). Исключение составляет ураганный приток метана 12.02.08 (ПК143), произошедший в забое конвейерного ходка.

¹ В современной атмосфере этот показатель можно считать постоянным $\text{N}_2/\text{O}_2 = 3,73$.

Факторные нагрузки и другие параметры ГК

Признаки	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4
H ₂	0.40	0.67	-0.07	0.37
O ₂	-0.23	0.76	-0.49	0.01
N ₂	0.01	0.89	-0.26	-0.02
CO ₂	0.13	0.86	0.21	0.11
CH ₄	-0.05	-0.04	0.94	0.09
C ₂ H ₆	0.36	-0.16	0.88	0.04
C ₃ H ₈	0.65	-0.17	0.69	-0.03
iC ₄ H ₁₀	0.90	-0.08	0.25	-0.25
nC ₄ H ₁₀	0.93	0.01	0.33	-0.09
iC ₅ H ₁₂	0.93	-0.07	0.22	-0.14
nC ₅ H ₁₂	0.97	0.04	0.14	0.01
iC ₆ H ₁₄	0.98	0.12	0.06	0.01
nC ₆ H ₁₄	0.97	0.15	0.03	0.11
nC ₇ H ₁₆	0.86	0.20	-0.10	0.26
He	0.08	-0.14	-0.11	-0.92
Собственные значения	6.93	2.71	2.75	1.17
Доля дисперсии	0.46	0.18	0.18	0.08

Примечание. Жирным выделены экстремальные факторные нагрузки.

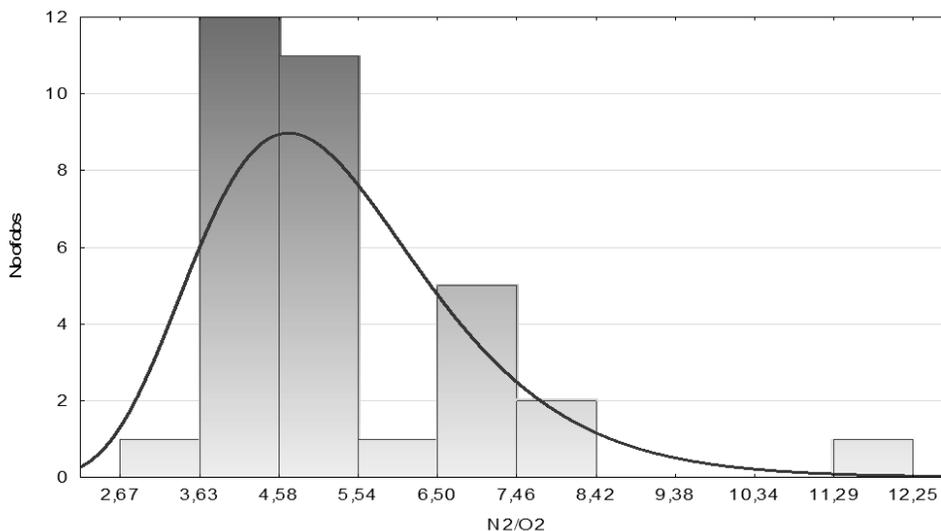


Рис. 3 Гистограмма распределения отношения азота к кислороду в углях исследуемых проб

Однако заслуживают внимание полученные результаты (табл. 1), отражающие влияние разных факторов (ГК) на поступление метана, этана и более высокомолекулярных летучих парафинов. Пропан (C₃H₈) занимает промежуточное положение при равном влиянии первой и третьей компонент. Содержание метана и этана (ГК3) и тяжелых углеводородов (ТУ) (ГК1) связано с различными факторами (процессами или механизмами). На построенной диаграмме зависимости выхода метана от трехкомпонентной смеси этана, пропана и суммы остальных углеводородов (C₄₋₇) хорошо видно присутствие двух разделяемых групп образцов (рис. 6). Для первой группы объектов характерно низкое содержание метана, среднее содержание этана, пропана и повышенное ТУ (их точки

расположены приблизительно по центру треугольника). Во вторую группу входят пробы с большим разбросом метана; для них характерно высокое содержание этана, пониженная концентрация пропана и низкое присутствие суммы ТУ.

Несмотря на относительную однородность молекулярного состава углей (марка Ж), для структуры пласта отобранных из близких мест образцов характерна большая вариативность содержания углеводородных флюидов.

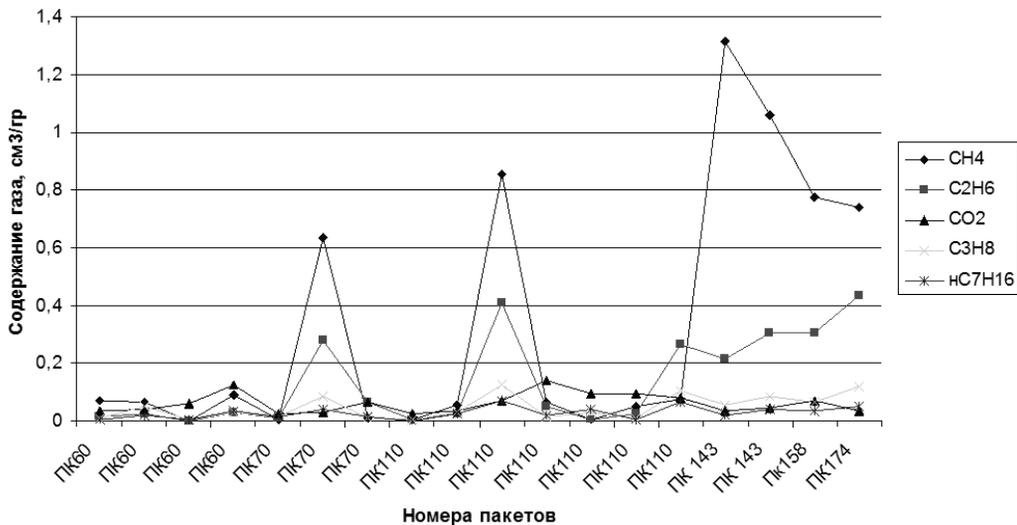


Рис. 4 Изменение содержания углеводородных газов в пробах конвейерного ходка

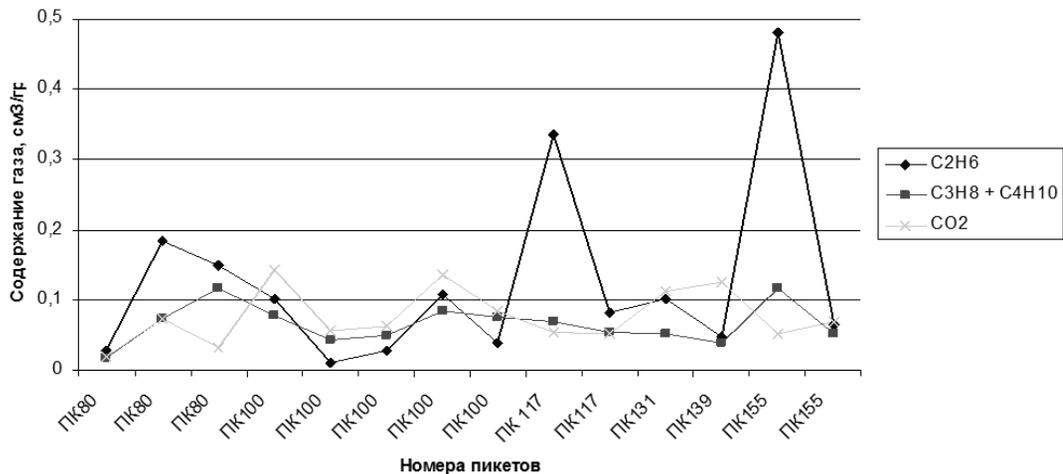


Рис. 5 Динамика содержания углеводородных газов в пробах вентиляционного ходка

Очевидно, что углеводороды разной молекулярной массы не связаны с другими газами и, наиболее вероятно, появление их обусловлено различными физико-химическими процессами (генерации, сорбции или фильтрации).

Различное содержание ТУ в газах можно объяснить разными факторами:

- Неодинаковым структурным положением угольных пластов и степенью их дислоцированности, различием микрокомпонентного состава самих углей [5], но так как эти

параметры при пробоотборе существенно не изменялись, то такой генезис ТУ маловероятен;

- Влиянием техногенных процессов [6], но в этом случае максимальное количество ТУ было бы отмечено в составе газов при проходке выработок, что не подтверждается результатами пробоотбора.

- Глубинным подтоком [2-4]. Однако передвижение ТУ, обладающих сложной молекулярной структурой и большими размерами, по трещинно-поровым каналам маловероятно. Поэтому можно предположить, что ТУ являются одним из путей синтеза других, глубинных более легких и подвижных соединений, например, метана (по схеме $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \dots \rightarrow \dots \text{C}_n\text{H}_m$). Другой путь может быть связан с разложением алифатических цепей органических молекул. Для уточнения путей синтеза необходимо одновременно с анализом состава газа проводить определение состава угольного вещества и его структуры на молекулярном и надмолекулярном уровнях.

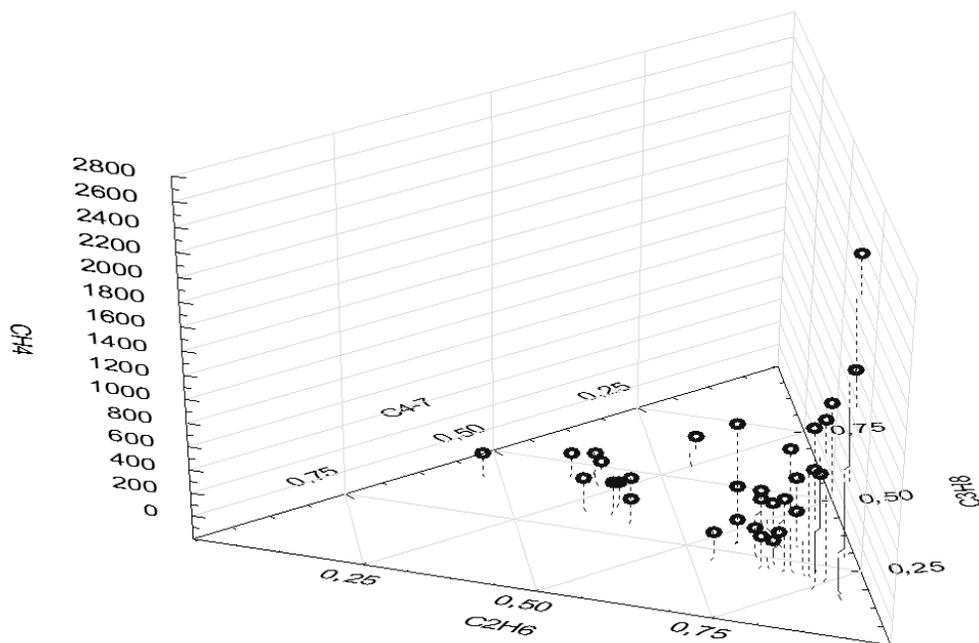


Рис. 6 Диаграмма зависимости выхода метана от трехкомпонентной смеси этана, пропана и суммы остальных углеводородов (C₄₋₇).

Генезис метана, поступающего в больших количествах в выработки, вызывает еще больше вопросов. По имеющимся данным пробоотбора из 10 наибольших значений содержания метана в составе газов – 6 при проходке в зоне подготовительной выработки. Известно, что все суфляры на этом пласте происходили из почвы пласта, и, по мнению геологов, газ поступал по трещинам из песчаника m_2SM_3 , расположенного между пластами m_3 и m_2 ; на шахте им. К.И. Поченкова этот пласт является выбросоопасным. Песчаник относится к прибрежно-морским отложениям, мощность его от 15 до 20 м, сверху и снизу ограничен прослоями аргиллита (мощность от 1,5-3,2 м) и углей (соответственно 1,83 и 0,5 м), которые достаточно газонепроницаемые. Эти региональные литологические условия позволили сохранить метан в песчанике, что, возможно, приводит при периодических активизациях движений по глубинным разломам к его выделению.

Геодинамика региона не противоречит высказанному предположению. Поле шахты расположено в пределах сложнейшего тектонического узла. В региональном тектоническом

плане поле шахты им. А.Ф. Засядько находится в пределах тектонического блока, ограниченного крупными структурами различных типов: на юге – субширотный Мушкетовский надвиг, на западе и востоке – соответственно Ветковская и Чайкинская флексуры, на севере – Кальмиус-Торецкая котловина. Здесь, по данным геофизических исследований [7], расположена зона пересечения глубинных тектонических разломов четырех направлений: Мушкетовского (субширотного), Славянского (субмеридионального) и двух диагональных. Исходя из того, что зоны глубинных разломов имеют сложное строение и активизация их происходит не одновременно, говорить о миграции газов по нарушенным зонам и глубинным разломам нужно не в общем, а исходить только из определенных фактов:

1. В этой зоне максимальная для Донбасса активность современных движений (размах вертикальных современных движений > 5 мм/год) [8], к которой, по данным О.В. Усенко [9], также приурочена тепловая аномалия – 75-86 мВт/м².

2. А.В. Поливцев [10], анализируя потоки газов по геологическим профилям, расположенным в различных районах, по профилю Волноваха – Донецк – Луганск отметил, что наибольшие аномалии сосредоточены над зонами влияния крупноамплитудных нарушений, приуроченных к глубинным разломам (Южно- и Северо-Донецким), меньшие – к Мушкетовскому и минимальные – к Центральному и Лутугинскому. Различия в величине аномалий он объяснил особенностями напряженного состояния нарушений, отличиями их генезиса и путей миграции газов.

3. Известно, что глубинные разломы пересекают практически всю Украину с севера на юг и с запада на восток. Это позволяет предположить взаимосвязь времени интенсификации поступлений газов, и особенно гелия, с землетрясениями, происходившими в 2008 г. в Черноморском (66 землетрясений) или Карпатском регионах (92 землетрясения) (табл. 2) [11].

Таблица 2

Связь максимальных притоков газов с сейсмическими процессами

Дата интенсивного поступлений газов	Газы	Землетрясения в Крымском регионе	Землетрясения в Карпатском регионе
12 и 13.02.08 г.	Метан, этан	08.02.08 г.	09.-14.02.08 г.
08.04.08 г.	Гелий	04.04.08 г.	07.04.08 г.
13.05.08 г.	Метан, этан,	07.05.08 г.	08.05.08 г.
10.06.08 г.	Гелий, метан, этан	15.06.08 г.	08.06.08 г.
09.07.08 г.	Метан, этан, углекислый газ	04.07.08 г.	03.07.08 г.
17.08.08 г.	Гелий	09.08.08 г.	14 и 17.08.08 г.
23.09.08 г.	Гелий, метан, этан, водород, углекислый газ	18-24.09.08 г.	19.09.08 г.

Необходимо отметить, что на первый взгляд точного совпадения между датами нет, но, во-первых, газовый проотбор проводился не каждый день, во-вторых, землетрясения не одноактный процесс, в-третьих, отклик осадочной толщи бассейна на порядок слабее, чем кристаллических пород. Так, землетрясение 07.05.2008 г. ощущалось в Украине, Болгарии, Молдове, Румынии, но 04 07 2008 г. зарегистрирован афтершок этого землетрясения с энергетическим классом $K_{\Gamma} = 9.7$. Поэтому логично предположить, что повышенные поступления газа могли происходить с определенным шагом (3-4 дня) после землетрясений. К тому же блоковое строение как Украинского щита, так и Донбасса столь сложное, что предсказать направления и время активизаций на данном уровне знаний невозможно.

Совокупность геологических данных позволяет предположить, что периодически изменяющиеся масштабные природные процессы активируют глубинные разломы, по которым происходит миграция глубинного газа (гелия или метана) через неоднородный массив к поверхности Земли. Если на пути такого миграционного потока существуют

условия для его накопления (нарушенная зона, пористый песчаник или выработка), то при малой интенсивности движений происходит накопление метана, при больших – почти мгновенное загазирование.

Заклучение. Таким образом результаты проведенного мониторинга и геолого-статистического анализа состава газов показали сложность и многофакторность процессов генерации, миграции и накопления различных газов в угольном веществе. Однозначно установить генезис газов и первичность возникновения всплесков глубинных подтоков не удалось. Да и изначально не ставилась такая задача, но была показана возможность накопления и миграции газов из глубин и их связь с неотектоническими движениями. Очевидно, что имеющихся данных для однозначного вывода о генезисе углеводородных газов недостаточно. С целью установления связи с неотектоническими явлениями, приливо-отливными явлениями и другими природными и техногенными факторами необходимы разносторонние фундаментальные исследования генезиса газов, поступающих в атмосферу шахты, включающие периодические, или даже непрерывные наблюдения (мониторинг), за компонентным составом газа, определение изотопного соотношения углерода и гелия, проведение исследований элементного состава, молекулярного строения и сорбционных способностей углей как потенциального источника и накопителя газов.

Результаты проведенных исследований станут фундаментом не только для определения потенциального источника и накопителя взрывоопасной концентрации газов, но и базой для прогноза возникновения аварийных ситуаций.

1. Забигаило В.Е. Проблемы геологии газов угольных месторождений / В.Е. Забигаило, А.З. Широков. – Киев: Наук. думка, 1972. – 172 с.
2. Лидин Г.Д. Зональное распределение природных газов в Донбассе / Г.Д. Лидин // Изв. АН СССР. 1944. – № 6. – С. 337-345.
3. Доленко Г.Н. К проблеме эндогенного происхождения нефти и газа / Г.Н. Доленко / Геология и геохимия горючих ископаемых – 1988. – № 71. – С.1-8
4. Радзівілл А.Я. Етапи утворення вуглецевих формацій в геологічних структурах України / А.Я. Радзівілл, В.Ф. Шульга, А.В. Іванова та ін. – Київ: LAT & K, 2012. – 213 с.
5. Козлов В.П. О тяжелых углеводородах в газах угля Донбасса / В.П. Козлов / Геология нефти и газа. – 1960. – № 6. – С. 46-48.
6. Косачев И.П. Глубинные геофлюиды как потенциальный источник месторождений углеводородного сырья / И.П. Косачев, В.Г. Изотов, Л.М. Ситдикова, Э.М. Косачева // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь: Материалы Всерос. конф., посвященной 100-летию со дня рождения акад. П.Н. Кропоткина, 18 – 22 окт. 2010 г. – М.: ГЕОС, 2010. – С. 251-255.
7. Бородулин М.И. Система глубинных разломов по данным глубинного сейсмического зондирования / М.И. Бородулин // Геол. журн. – 1976. – № 5 (170). – С. 88-96.
8. Лукинов В.В. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – Киев: Наук. думка, 2008. – 350 с.
9. Усенко О.В. Тепловой поток современная активизация Донецкого бассейна (по новым данным) / О.В. Усенко // Геофиз. журн. – 2002. – № 5 – С. 102-100.
10. Полівцев А.В. Наземні геохімічні методи в геодинамічному районуванні вугільних родовищ / А.В. Полівцев // Геотехническая механика. – 1998. – Вып. 10. – С. 98-104.
11. Сейсмологический бюллетень Украины за 2008 год. – Севастополь: Экокси-Гидрофизика, - 2010. – С. 23-58.

Б.В. Бокий¹, Д.П. Гуня¹, Л.І. Пімоненко², А.К. Балаласв², Н.В. Вергельська³

МІГРАЦІЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ГЛИБИНОГО ГАЗУ ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

Результати проведенного моніторингу та геолого-статистичного аналізу складу газів показали складність і багатофакторність процесів генерації, міграції та накопичення різних газів у вугільній речовині. Причиною аварій

стає раптове надходження метану в гірничі виробки з глибших горизонтів. Показана можливість міграції та накопичення газів з глибин і їх зв'язок з неотектонічними рухами.

Ключові слова: шахта ім. О.Ф. Засядька, гази вугільних пластів, розломи, метан, гелій, водень

B. Boki¹, D. Gunia¹, L. Pimonenko², A. Balalaev², N. Vergelska³

MIGRATION AND ACCUMULATION OF DEEPGAS AS ONE OF FACTORS RESPONSIBLE FOR HAZARDOUS SITUATIONS

The monitoring and geo-statistic analysis have shown the complexity and multi-factor character of generation, migration and accumulation of different gases in coal matter. The cause of the accident was sudden inflow of methane into the mine workings from deeper horizons. It was demonstrated the possibility of deep gas migration and accumulation and their relationships with neotectonic movements.

Key word: A.F. Zasyadko coal mine, coal seams gases, faults, methane, helium, hydrogen.

ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядько», м. Донецьк,
Бокий Борис Всеволодович,
Гуня Дмитро Петрович

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпропетровськ
Пимоненко Людмила Іванівна,
Балалаев Олександр Костянтинівич
e-mail: gvrvg@meta.ua

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ
Наталія Вікторівна Вергельська
e-mail: vnata09@meta.ua

Стаття поступила: 23.09.2013