

верхньомосковських продуктивних пісковиків M_3 , M_4 та M_5 за нафтогазовою індексацією.

6. При всіх видах пластового флюїду для поновлення тиску в процесі випробування головними чинниками являються: величина притоку в відкритий період, тривалий час закритого періоду випробування та оптимальний інтервал випробування (до 10 м). При притоках газу з водою необхідно враховувати максимальну розчинність газу в воді при реальних фактичних тискових і температурних умовах.

7. Для підвищення ефективності виявлення, вивчення та випробування перспективних газonosних порових об'єктів Донбасу необхідно враховувати конкретні геолого-технологічні умови буріння газових свердловин, виконувати оцінку і прогноз зміни пластових тисків з глибиною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Козаченко М.І., Пікаровська Н.П., Михайленко Т.М., Шохіна Ю.І. Дослідження розподілу пластових тисків у Дніпровсько-Донецькій западині. Збірник наук. праць УкрДІПІ, 2004. - № 1. - С. 150-151.
2. Новосилецкий Р.М., Илькин А.Г. Особенности формирования солянокупольных структур и залежей углеводородов Днепровско-Донецкой впадины. Геологический журнал, 1989. - № 4. - С. 20-28.

УДК 553.94:551.24

Д-р геол. наук Л.И. Пимоненко (ИГТМ НАН Украины),
зам. директора шахты Д.П. Гуня (шх. им. А.Ф. Засядько),
вед. геолог Л.Д. Кузнецова (ПО «Укруглегеология»)

ТИПИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ЗОН ЛОКАЛЬНОГО СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА В ДОНЕТСКО-МАКЕЕВСКОМ РАЙОНЕ ДОНБАССА

На основе классификаций И.М. Губкина и А.А. Бакірова і з урахуванням аналізу геологічних умов прояву газодинамічних явищ виділені: структурні, літологічні, стратиграфічні і змішані класи природних пасток метану в Донецько-Макіївському районі, які відтворюють найголовніші особливості їх формування.

TYPIFICATION OF NATURAL ZONES OF LOCAL ACCUMULATION OF METHANE IN DONETSK-MAKEEVKA REGION OF DONBAS

On the basis of I.M. Gubkin and A.A. Bakirov's classification, and taking into consideration analysis of geological conditions for development of gas-dynamic effects, structural, lithographical, stratigraphical and combined classes of natural traps were defined for methane in Donetsk-Makeevka region reflecting their principal peculiarities of formation.

В нетронутом горными работами углепородном массиве метан сосредоточен, в основном, в угольных пластах и песчаниках. В угольных пластах около 90 % метана находится в сорбированном состоянии, а в песчаниках большая часть метана (кроме растворенного в поровой воде) содержится в виде свободного газа. Под действием природных геологических

процессов он неравномерно распределяется как по площади, так и по глубине, образуя природные зоны скопления метана (ЗСМ). В процессе ведения очистных работ метан подработанных угольных пластов переходит из сорбированного состояния в свободное и вместе с метаном из песчаников, перетекает в зоны с меньшим газовым давлением. Одна часть его, попадая в рабочее пространство лав, горных выработок и скважин дегазационных систем, удаляется их шахты. Другая часть - перетекает в образовавшиеся в углепородном массиве трещины, полости расслоения и поровое пространство пород, формируя техногенные зоны скопления метана (ТЗСМ). ТЗСМ приурочены к обрушенным и подработанным участкам массива, отличающимся определенными природными геологическими условиями благоприятными для накопления и сохранения газа. Изучение и типизация этих природных условий явились целью данной работы, результат которой позволит определить наиболее оптимальные участки в различных геолого-тектонических условиях и тем самым повысить эффективность добычи газа в процессе и после отработки угольных пластов.

Образование природных зон скопления метана происходит при наличии трех факторов, сочетание которых составляет понятие - ловушка газа или зона скопления метана:

- 1) коллектора, аккумулирующего метан;
- 2) газонепроницаемых пород, препятствующих миграции газа в массиве (покрышка или экран);
- 3) участка массива с определенными структурными условиями.

В работах [1, 2] предложены типизации природных ловушек метана для Донбасса. Рассмотрим их более детально.

В соответствии с типизацией О.А. Куца и В.В. Кирюкова в Донбассе выделены ловушки трех типов: складчатые, разрывные и литологические. При этом к складчатым относятся: брахиантиклинальные, сводовые, флексурные складки и пологие изгибы моноклиналей. Разрывные разделяются по времени образования разрывов на конседиментационные и постседиментационные ловушки и, по мнению авторов, первые содержат мало газа, вторые - много. Литологические ловушки связаны с зонами размывов пластов - региональные размывы способствуют образованию крупных залежей, локальные - мелких. Предлагаемая типизация, на наш взгляд построена несколько сумбурно: выделение типов складчатых ловушек основывается на морфологических типах складок, разрывных ловушек - времени образования нарушений, литологических - на размерах размывов. Такой подход, во-первых, не предусматривает выделение складчатых дислокаций нарушенных разрывными и не предполагает изучение синклиналей; во-вторых, изучение морфогенетических типов разрывных нарушений показало, что, с одной стороны, на газоносность зон разрывов самое существенное влияние оказывают условия их образования, с другой - время их образования. Конседиментационные нарушения - это чаще всего крупноамплитудные долгоживущие структуры, активизация и разрастание которых происходят и в настоящее время, поэтому к ним приурочены наибольшие трещиноватые зоны,

которые могут являться ловушками газа, что подтверждается приуроченностью к ним газодинамических явлений. Типы литологических ловушек не учитывают участки выклинивания песчаников, которые в ДДВ являются перспективными на газ площадями. Следовательно, предлагаемая типизация ловушек не отражает разнообразия геолого-тектонических условий Донбасса.

Более полная типизация предложена в работе О.Е. Иванцова и др.[2], в ней выделяется семь типов ловушек: стратиграфические, литологические, структурные, структурно-тектонические, тектонические, гидродинамические и техногенные. И если выделение стратиграфических, литологических, гидродинамических и техногенных отражает различные условия формирования ловушек, то выделение - структурных, структурно-тектонических и тектонических ловушек, образование которых связано с одним фактором - тектоническим, представляется нелогичным.

Для изучения факторов, влияющих на формирование ловушек метана в условиях Донецко-Макеевского района (ДМР), рассмотрены геологические условия мест проявления газодинамических явлений: выбросы пород и газа, газовыделения из скважин, геологические и эксплуатационные суфляры, выбросы угля и газа. Природа и механизм суфляров, выбросов угля и газа в работе [3] объясняется существованием в угольных пластах участков уплотнения и разуплотнения угольного вещества, появление которых вызвано неравномерным напряженным состоянием массива, связанным с тектонической структурой или физико-механическими свойствами пород и углей. В местах повышенных напряжений объемный вес угля больше, а трещинно-поровое пространство меньше, чем в местах пониженных напряжений, что приводит к образованию участков, различающихся по величине метаноносности и соотношению объемов свободного и сорбированного газа. На участках разуплотнения накапливается повышенное количество свободного метана и при вскрытии их происходят суфляры и выбросы угля и газа. Однако эти же участки можно рассматривать как ловушки метана, а это позволяет детально описанные условия проявления газодинамических явлений: газовыделения из скважин, геологические и эксплуатационные суфляры, выбросы пород и газа, выбросы угля и газа применить для характеристики геологических условий формирования ЗСМ в угленосном массиве.

В работах [3, 4] детально исследованы условия формирования выбросов пород и газа, доказано, что в геологическом разрезе они приурочены к крупно- и среднезернистым песчаникам подводных выносов рек, русловым и прибрежно-морским фациям, которые характеризуются определенными петрографическими характеристиками, вещественным составом и физико-механическими свойствами. Очевидно, что эти характеристики обеспечивают лучшие для Донбасса условия накопления метана, что подтверждает влияние литологического фактора в формировании ЗСМ. Основное количество выбросов пород и газа отмечено автором на крыльях и в сводовых частях антиклинальных складок, расположенных в тектонических блоках, ограниченных надвигами или флексурами. Исключение, по данным исследователей [3] составляет шахта «Пролетарская-Глубокая», где выбросы

проявились в донной части брахисинклинальной складки - Макеевской мульды. Эти данные показывают влияние структурного фактора на формирование мест скопления метана в породах.

В работе Л.Я. Кратенко [5] исследованы условия формирования выбросов угля и газа и доказана преобладающая роль структурного фактора в их образовании. Показано, что на пластах с углями марок Ж - К выбросоопасные зоны расположены на крыльях складок продольного изгиба, а на пластах, сложенных углями марок ОС - Т, они приурочены к малоамплитудным разрывным нарушениям.

Рассмотрим данные по газовыделениям из скважин и суфлярам метана в пределах Донецко-Макеевского района, которые характеризуют геологические особенности мест расположения микрозалежей свободного газа в массиве.

В пределах Берестовско-Чайкинского комплекса наиболее интенсивные выделения газа наблюдались при бурении скважин 3822, 3810, 3876, 3666, 3841, 3662, 3361, а также 3792, 3445, Ц 23. Во всех случаях газосодержащими толщами являлись пласты песчаников различной мощности, залегающие в почве и кровле угольных пластов свит C_2^6 и C_2^7 . Песчаники, как правило, не имеют выхода на поверхность, а контактируют с плоскостями сбрасывателей нарушений надвигового типа. Газопроявляющие скважины располагаются неравномерно по площади, они приурочены к куполовидным поднятиям (скважины 3661, 8664, 3586, 3870, 3765 и др.) и зонам влияния надвигов (скважины 3687, 3558, 3666, 3805 и др.). В их распределении наблюдается зональность: они группируются в пределах зон надвигов по направлению, близкому к простиранию пород (например, скважины 3805, 3558, 3667), либо, независимо от простирания, в наиболее приподнятых частях антиклинально-флексур (скважины 3713, 3661, 8564, 3879, 3585, 3765 и др.). Отмечены интенсивные газовыделения в зоне влияния Калининского надвига (скв. № 3482), Ветковской флексуры (скв. № 3661). Так, при приближении работ по угольному пласту k_3 к Калининскому надвигу на расстоянии 860 м газообильность выработок составляла 14 - 15 м³/т с.д., 240 м - 27 - 28 м³/т с.д., 10 - 30 м - 32 - 33 м³/т с.д.

На шахте им. Абакумова 25 апреля 1960 г. в забое 514 восточной лавы пласта h_{10} суфлярное выделение происходило при бурении 22 шпуров. Вскрытая трещиноватая зона связана с антиклинальной складкой длиной 150 м и амплитудой 1,5 м и расположена в ее сводовой части. С антиклинальными складками различных величин связаны суфляры на шахтах им. А.Ф. Засядько (25.01.1972 г. из пласта l_1), «Чайкино» (25.06.1959 г., 15.01.1960 г., 18.02.1960 г. из пласта m_3), «Кировская» (8.03.1963 г., 25.10.1963 г. из пласта h_{10} и 15.12.1966 г. из пласта h_8) и др.

На шахте «Кировская» 2.08.1964 г. в 3 - м откаточном штреке пласта h_8 метановыделение началось из двух шпуров, расположенных в седловине крупной синклинали (длиной 2000 м, амплитудой 40 м). Суфляры на шахтах им. Орджоникидзе (22. 10. 1972 г. из пласта l_1), «Запореваляная» (19.01.1962 г. и

26.02.1962 г. из пласта h_8) и др. также приурочены к донным частям синклинальных складок различных величин.

Чаще суфлярные выделения происходят вблизи разрывных нарушений – надвигов, сбросов, взбросов – не имеющих сообщения с поверхностью.

На шахте «Запореваляная» в транспортном штреке 2 – й восточной лавы пласта h_{10} 25.09 1968 г. в почве выработки зафиксировано суфлярное выделение метана. Газовыделение связано с надвигом амплитудой 0,15 м.

На шахте «Чайкино» в забое ходка первой северной лавы в почве выработки было зафиксировано суфлярное выделение газа из трещин, генетически связанных с Ново-Чайкинским надвигом амплитудой 14 м.

На шахте «Глубокая» суфляр произошел 16.01.1964 г. из пласта h_8 в зоне влияния Итальянского надвига, на шахте им. Абакумова – 22.06. 1960 г. из пласта m_3 при подходе к Мушкеговскому надвигу, на шахте им. А.Ф. Засядько – 16.08.1964 г., 25.03.1968 г. из пласта m_3 в зоне влияния Ветковского надвига.

Отмечены суфляры, приуроченные к участкам изменения мощности пластов: на шахте им. Абакумова 13.10 1966 г. и 24.11.1966 г. из пласта l_4 (при изменении мощности пласта от 1 м до 0,2 м).

Практически все изученные газовыделения и суфляры в районе приурочены к трещинам, пространственно и генетически связанным со складками (антиклинальными и синклинальными), флексурами и разрывными нарушениями, изменениями мощности.

Особый интерес представляют суфляры, происходившие на пласте m_3 на шахтах «Чайкино», им. Поченкова, им. Абакумова. Анализ геологических условий показал, что на этих шахтах суфляры происходили из песчаника расположенного между пластами m_3 и m_2 . Песчаник относится к прибрежно-морским, мощность его от 15 до 20 м, сверху и снизу ограничен прослоями аргиллита (мощность от 1,5 до 3,2 м) и углей (соответственно 1,83 и 0,5 м), являющихся достаточно газонепроницаемыми. Эти региональные литологические условия позволили сохранить метан в песчанике, что привело (при наличии трещин в почве пласта m_3) к его выделению.

Влияние стратиграфического фактора на появление суфляров прослеживается на пласте k_8 .

12 декабря 1962 г. при выемке угля в западной разрезной печи пласта k_8 горизонта 750 м шах. им. Орджоникидзе из трещин в месте вклинения известняка в пласт угля началось суфлярное выделение метана (рис. 1). Длина трещин составляла 50 – 60 см. Содержание метана у трещин превышало 6 %, а на расстоянии 2 – 3 м равнялось 1,5 %. В почве пласта залегает песчаник (прибрежно-морской, мощность до 18 м), в кровле небольшой мощности весьма неустойчивый аргиллит (мощностью от 3 м до 0) и известняк L_1 . Известняк L_1 на шахте им. А.Ф. Засядько и им. Поченкова имеет волнистое, несогласное с угольным пластом залегание: то удаляется до 2,8 м, то внедряется в пласт с уменьшением мощности последнего до 0,5 м, что свидетельствует об

изменении геотектонических условий во время накопления этих отложений. При внедрении известняка в пласт образуются трещины по которым метан поступает в выработку. В аналогичных тектоно-стратиграфических условиях произошли суфляры на шахтах им. К.И. Печенкова, им. Абакумова, «Панфиловская».

На основании обобщения описаний суфляров (табл. 1) в центральной части района и установлено, что в расположении мест их проявления существуют определенные закономерности. Так на всех рассмотренных шахтах при отработке пластов: k_8 – суфляры приходили из кровли пласта, m_3 – из почвы, l_1 – из кровли и на шахте «Панфиловская» из почвы, n_1 (n_1^B) – из почвы.

Таблица 1 – Геологические и эксплуатационные суфляры метана на угольных пластах ДМР

Название шахты	Количество суфляров метана	Пласты
Им. К.И. Печенкова	22	k_8, m_3, l_1
Панфиловская	23	k_8, m_3, l_1
Пролетарская – Глубокая	7	k_8, m_3
Ново-Бутовка	3	n_1
Им. Орджоникидзе	6	k_8
Чайкино	10	m_3
им. Бажанова	3	n_1^B
им. А.Ф. Засядько	19	m_3, l_1
Советская	7	m_3

Очевидно, что выявленные региональные особенности мест расположения суфляров обусловлены наличием пластов песчаников соответственно в почве или кровле рассмотренных пластов. Так если на пласте m_3 шахты им. Бажанова почвой являются аргиллиты – выбросы и суфляры отсутствуют. На западе района аналогичная ситуация. В почве пласта h_7 залегает песчаная алювиально-дельтовая толща мощностью от 25 до 75 м, в почве пласта h_8 – толщи светлых конгломератовидных «княгиневских» и ниже «рубжанских» песчаников и практически все суфляры на этих пластах (поле шахта «Кировская», № 29) произошли из почвы. Пласт h_{10} залегает в аргиллито-алевролитовой толще и суфляры происходили как из почвы так и из кровли пласта.

Отмеченные закономерности объясняются тем, что при проходке выработок происходит разгрузка пород почвы и кровли, образуются дополнительные трещины, особенно на участках уже нарушенных тектоническими дислокациями, по которым из коллекторов-песчаников газ поступает в выработки.

Приведенные данные свидетельствуют о влиянии литологических, стратиграфических и структурных (тектонических) факторов на образование участков скопления метана в пределах ДМР.

Развивая широко известную схему классификации И.М. Губкина и А.А. Бакирова [8] с учетом анализа геологических условий проявления газодинамических явлений в ДМР предложено выделить структурных, литологических, стратиграфических и смешанных классов природных ловушек, что отражает главные особенности их формирования.

Класс структурного типа. Формирование ЗСМ этого класса обусловлено тектоническим фактором. Ловушками для образования ЗСМ служат: положительные локальные структуры различного генезиса, экранированные разрывными нарушениями моноклинали, флексуры, поднадвиговые структуры, бортовые и центральные части синклиналей.

Класс литологического типа. При формировании ловушек этого класса ведущая роль принадлежит условиям отложения и преобразования пород. Это участки выклинивания коллекторов, песчаные образования ископаемых русел палеорек, прибрежнодельтовые образования, песчаные валоподобные образования ископаемых баров, линзовидно залегающие коллекторы среди непроницаемых пород.

Класс стратиграфического типа. Формирование ЗСМ этого класса обусловлено фактором стратиграфически несогласного перекрытия коллектора непроницаемыми породами.

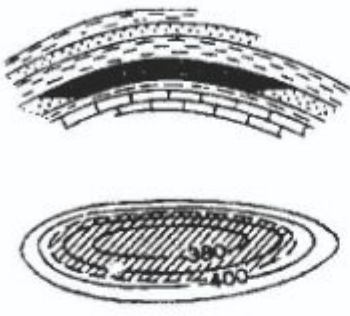
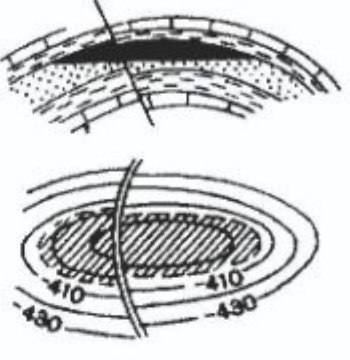
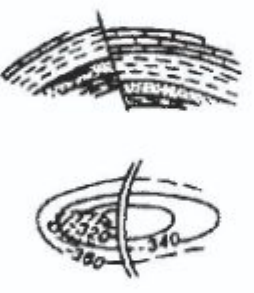
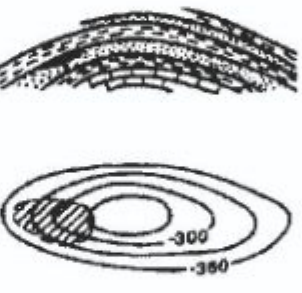
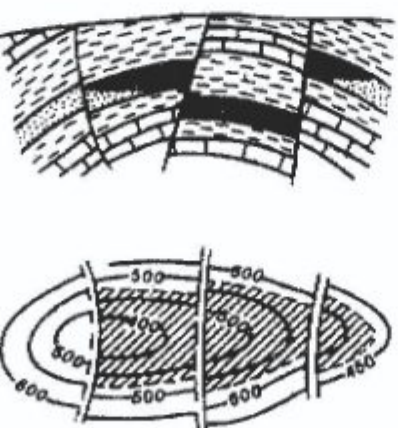
Класс смешанного типа. Формирование ЗСМ обусловлено сочетанием тектонического, литологического, стратиграфического факторов.

Анализ мест проявления газодинамических явлений показал, что для Донецко-Макеевского района литологический и стратиграфический факторы оказывают региональное влияние, поэтому наибольший интерес представляют природные ловушки структурного класса, образование которых связано с тектоническими процессами.

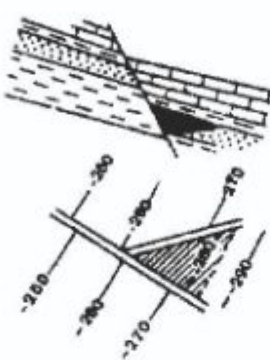
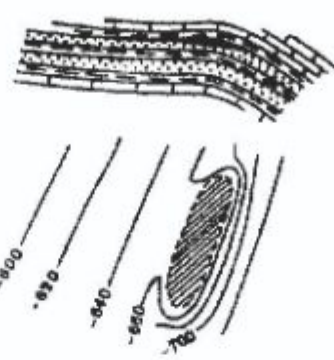
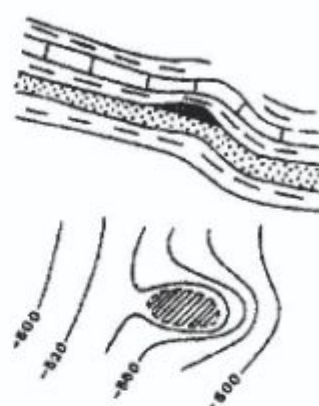
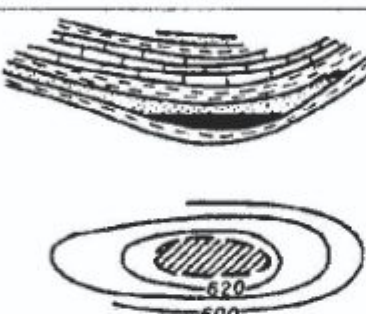
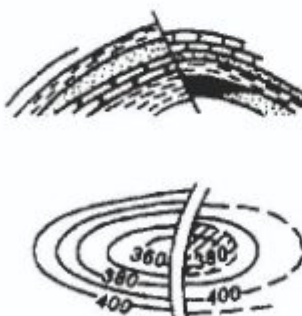
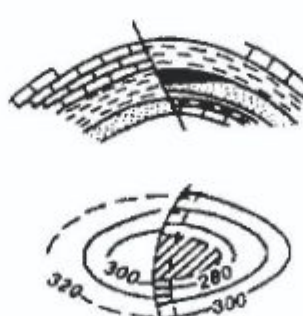
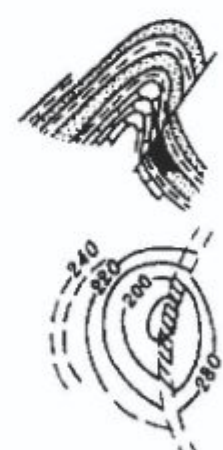
Детально типы ловушек структурного класса выделены для нефтегазовых месторождений мира [8]. При этом показано, что типизация ловушек этого класса для каждого конкретного региона должна базироваться на классификации тектонических структур. На основе приведенной в работе [8] типизации природных типов ловушек, с учетом морфогенетической классификации нарушений бассейна [9] и тектоники района предположены возможные виды ловушек этого класса характерные для ДМР (табл. 2).

Учитывая особенности локализации газовыделений, суфляров, выбросов угля и газа в пределах района можно предположить, что на западе будут преобладать такие типы ловушек как сводовые, висячие, нарушенные и ненарушенные моноклинали, синклинали; на востоке - тектонически экранированные; в центральной части - могут быть встречены все типы ловушек.

Таблица 2 – Типы ловушек структурного класса Донецко-Макеевского района Донбасса

Тип ловушек	Виды ловушек	
Сводовые	Ненарушенные 	Нарушенные 
	Осложненные разрывным нарушением 	Ненарушенные 
Блочные	Блочные залежи структур, осложненных дизъюнктивными дислокациями 	

Продолжение таблицы 1

Тип ловушек	Виды ловушек		
Нарушенные и ненарушенные моноклинали	Экранированные разрывными нарушениями	Связанные с флексурными перегибами	Связанные с флексурными носами
			
Синклинали			
Тектонически экранированные	Присбросовые	Привзбросовые	Поднадвиговые
			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куц О.А. Перспективы освоения газо-угольных месторождений Донбасса / О.А. Куц, В.В. Кирюков // Геотехн. мех. – 2000. – Вып. №17. – С. 23 – 29.
2. Іванців О.С. До пошуків пасток метану у вугленосних відкладах вугільних басейнів України / О.С. Іванців, М.Я. Решко, С.І. Бик, М.П. Гальміз // Геотехн. мех. – 2000. – Вып. №17. – С. 115 – 119.
3. Забига́йло В.Е. Геологические основы теории прогноза выбросоопасности угольных пластов и горных пород. – К.: Наукова думка, 1978 – 163 с.
4. Забига́йло В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных пород Донбасса – К.: Наукова думка, 1983 – 245 с.

5. Кратенко Л.Я. Исследование геологических условий формирования локальных выбросоопасных зон на пологопадающих угольных пластах Донбасса: Дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДГИ – Днепропетровск, 1978. – 220 с.
6. Тетеревенков В.В. Суфляры метана на шахтах Донбасса. М.: Углетехиздат, 1952. – 48 с.
7. Козлов С.С. Региональные закономерности распределения газодинамических явлений в Донбассе: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДГИ – Днепропетровск, 1982. – 23 с.
8. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа / под ред. А.А. Бакирова, М.: Недра, 1987. – 520 с.
9. Забигайло В.Е. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигайло, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – К.: Наукова думка, 1994. – 152 с.

УДК 502.66.02.004:622.411.332:552.57

Канд. геол.-мин. наук О.А. Куш
(Донецкий технический университет),
д-р геол.-мин. наук В.В. Кирюков (С.-Петербургский
государственный горный институт, Россия),
вед. геолог Л.Д. Кузнецова (ПО «Укрुглегеология»)

ПРОБЛЕМЫ МЕТАНОГЕНЕРАЦИИ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Розглянуті питання генерації метану у вугільних пластах Донбасу. Виділені фази у ряді метаморфізму кам'яного вугілля з відповідним типом метаногенерації.

PROBLEMS OF METHANE GENERATION OF FOSSIL COALS

Problems of generation of methane in coal mines of Donbas are considered. Phases of appropriate type of methane generation are single out in the line of metamorphism of coal.

В процессе изучения особенностей распространения и формирования углей и газообразных углеводородов, и, в частности, метаноугольных месторождений, сформировалась общепринятая теория образования угольного метана в результате его генерации при метаморфизме различных форм органического вещества, сконцентрированного в угольных пластах и пропластках, а также рассеянного в породах угленосной толщи [1, 3]. На базе этой теории объясняют происхождение угольного метана, извлекаемого при дегазации шахт и небольшой промышленной добыче в Украине.

В научной литературе периодически поднимается вопрос о фактах, указывающих на возможное поступление газообразных и жидких углеводородов из магматических пород, подстилающих осадочный комплекс ДДВ [2, 7, 16]. При подтверждении крупных масштабов подтока углеводородных газов из глубин Земли появится возможность извлечения энергетического сырья из месторождений нового генетического типа. Основы этой теории заложены в работах Д.И. Менделеева (карбидная теория), Н.А. Кудрявцева, Б.В. Порфирьева, Г.Н. Доленко и достаточно широкого круга других исследователей в области угольной и нефтегазовой геологии [6, 7, 9, 14].