

13. Melnik V. I. Podvodnye kanony Chernogo moraya [Submarine canyons of the Black Sea]. *Geologicheskii zhurnal* [Geological journal], 1986, vol. 46, no. 6, pp. 72–79.

14. Muratov M. V. Istoriya formirovaniya glubokovodnoy kotloviny Chernogo morya v sravnenii s vpadinami Sredizemnogo [The history of the deep basin of the Black Sea in comparison to the Mediterranean basins]. *Geotektonika* [Geotectonics], 1972, no. 5, pp. 22–41.

15. Shimkus K. M. *Protsessy osadkonakopleniya v Sredizemnom i Chernom moryakh v pozdnem kaynozoe* [Sedimentation in the Mediterranean and the Black Sea in the Late Cenozoic], Moscow, Scientific world, 2005. 280 p.

## **НАПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

**Мерчева Валентина Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент

Астраханский государственный университет  
41400, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1  
E-mail: Geologi2007@yandex.ru

**Серебряков Андрей Олегович**, старший преподаватель

Астраханский государственный университет  
41400, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1  
E-mail: Geologi2007@yandex.ru

Рассмотрены вопросы необходимости изменения и совершенствования структуры потребления энергоносителей в современном Обществе. Приведены результаты теоретических балансовых расчетов мировых запасов нетрадиционных видов энергоносителей в виде газа угольных бассейнов. Учитывая состав и количество газов, их энергетический потенциал целесообразно рассматривать в качестве экономически обоснованной альтернативы ограниченным запасам природных ресурсов традиционных видов углеводородного топлива. Ожидается, что к 2020 г. мировая добыча метана из угольных пластов достигнет 100–150 млрд м<sup>3</sup>/год, а в перспективе промышленная добыча шахтного метана в мире может достигнуть до 470–600 млрд м<sup>3</sup>/год, что составит 15–20 % мировой добычи природного газа. Изучение состава, свойств и механизмов формирования газов угольных пластов, как одного из типов газов литосферы, способствует наиболее эффективной разработке технологий его добычи. Особое внимание уделено закономерностям генерации метана угленосных пластов. Приведены результаты расчетов изменения количества органического вещества в результате процесса углефикации, а именно перехода от торфа к графиту, при котором теряется до 62,8 % массы, 15,8 % из которых приходится на долю метана. Этап повышенной генерации метана на грациях катагенеза выделен как главная фаза газообразования. Созданная модель не только воспроизводит общую картину генерации газов, но и является основой при оценке прогнозных запасов газа в отложениях гумусовых углей. Приведен пример организации и положительных результатов внедрения технологии заблаговременной дегазации угольных пластов глубоких горизонтов с одновременным использованием извлекаемого метана в Кузбассе. К ним относятся газообеспечение в полном объеме уже к 2025 г. Кемеровской области (в настоящее время – 4 млрд м<sup>3</sup> в год); повышение безопасности труда шахтеров; перераспределение средств Горнодобывающих предприятий со статей затрат по обеспечению безопасности работы по удалению

метана из рабочей зоны на другие статьи; снижение техногенной нагрузки на все объекты окружающей среды в результате утилизации метана угольных залежей; повышение научно-технического уровня технологий добычи в угольной промышленности, как результат поиска нетрадиционных энергоносителей для удовлетворения потребностей человечества; устранение межведомственных барьеров при решении задач ТЭК по обеспечению энергетической безопасности России.

**Ключевые слова:** углеводородное сырье, нетрадиционные энергоресурсы, топливно-энергетические комплексы, органическое вещество, гумусовые угли, катагенез, генерация, газы, главная фаза газообразования

## **DIRECTION OF CHANGES OF WORLD EERGETICHESKAYA OF POLICY: PROSPECTS OF USE OF METHANE OF COAL LAYERS**

***Mercheva Valentina S.***

C. Sc. in Technology, Associate Professor  
Astrakhan State University  
1 Shaumyan sq., Room 105, Astrakhan, Russia, 414056  
E-mail: Geologi2007@yandex. Ru

***Serebryakov Andrey O.***

Senior Lecturer  
Astrakhan State University  
1 Shaumyan Square, Room 105, Astrakhan, Russia, 414056  
E-mail: Geologi2007@yandex. ru

Considered the issues of the need for change and improvement of structure of consumption of energy in modern Society. Results are given of theoretical balance calculations of the world's reserves of non-traditional types of energy in the form of gas coal basins. Keywords: hydrocarbonic raw materials, nonconventional energy resources, fuel and energy complexes, organic substance, humic coals, катагенез, generation, gases, main phase of gas generation. Given the composition and quantity of gases, their energy potential should be considered as an economically viable alternative to the limited reserves of natural resources of traditional hydrocarbon fuels. It is expected that by 2020 the world production of coal bed methane up to 100÷150 billion m<sup>3</sup>/year, and in the long term industrial production of coal bed methane in the world can reach up to 470÷600 billion m<sup>3</sup>/year, which amounts to 15÷20% of world production of natural gas. Study of the composition, properties and mechanisms of the formation of gas coal layers, as one of the types of gas lithosphere, contributes to the most effective development of the technology of its production. Special attention is paid to the regularities of generation of methane of coal beds. Presents the results of calculations of change of quantity of organic substances as a result of the process of carbonization, namely, the transition отторфа to graphite, with which lost up to 62,8% of the weight, 15,8 % of which falls to the share of methane. Stage of increased generation of methane on gradations катагенеза singled out as the main phase of the amount of gas formed. Created model not only reproduces the overall picture of the generation of gases, but also is the basis for the assessment of probable reserves of gas in sediments of humus coals. The example of the organization and the positive results of introduction of the technology заблоговременной of decontamination of coal layers of deep horizons with the simultaneous use of methane extracted in Kuzbas. Which include gas supply to the full extent already by 2025. Kemerovo region (currently 4 billion m<sup>3</sup> per year); increase of safety of work of miners; the redistribution of funds of Mining enterprises to the articles of costs on maintenance of safety of work on the removal of methane from a working zone to other articles; reduction of the technogenic load on all objects of the

environment as a result of utilization of methane from coal deposits; the raising of the scientific-technical level of production technologies in the coal industry, as a result of the search for non-traditional energy resources to meet the needs of of mankind; and the elimination of inter-departmental barriers when solving the problems of fuel and energy complex to ensure energy security of Russia.

**Keywords:** of hydrocarbon raw materials, non-traditional energy resources, fuel and energy complexes, organic matter, humus coals, катагенез, the generation of gases, the main phase of the amount of gas formed

В начале XXI в. топливно-энергетические комплексы (ТЭК) во многих государствах подходят к рубежу дефицита традиционных энергоносителей, в частности, природного газа (табл. 1) [8, 10].

Таблица 1

**Основные характеристики региональных рынков природного газа, млрд м<sup>3</sup>**  
**(источники: BP, Gedigaz)**

Региональный рынок	Потребление	Добыча	Сальдо	Нетто-импортность, % от потребления
Северная Америка	863,8	848,4	-15,4	-1,8
Европа	517,2	260,6	-256,6	-49,6
Восточная Азия	301,4	107,0	-194,4	-64,5
СНГ	594,7	780,6	185,9	31,3
Ближний и Средний Восток	403,1	526,1	123,0	30,5
Южная и Юго-Восточная Азия	259,7	323,2	63,5	24,5
Центральная и Южная Америка	154,5	167,7	13,2	8,5
Африка	109,8	202,7	92,9	84,6
Австралия и Океания	29,5	48,9	19,4	65,8
Итого по миру:	3233,7	3265,2	31,5	0,9

Такое неравномерное распределение запасов и объемов добычи по континентам является причиной расхождения цен на основных рынках природного газа. По состоянию на сентябрь 2012 г. расхождение цен составило (\$/тыс. м<sup>3</sup>): максимум – импорт СПГ в Японию, ~ 600, а минимум – HenryHub, США ~ 100 (источники: Bloomberg, Всемирный банк, Международный

Учитывая геологическую историю нашей планеты, а именно цикличность периодов глобального потепления и похолодания, в ближайшие 50÷100 лет ожидается значительное снижение температуры. Прогнозируя тенденцию потребления энергии под углом зрения глобального похолодания, можно ожидать резкое увеличение всех видов топлива [2].

Но даже в России, занимающей одно из лидирующих мест по добыче газа в настоящий момент, анализ сложившейся в последние годы ситуации с приростом запасов газа показывает, что она крайне напряженная. За последние пять лет за счет геолого-разведочных работ приращивается 600÷700 млрд м<sup>3</sup> газа в год против 1,5÷2,25 трлн м<sup>3</sup> в доперестроечный период, т.е. в 2÷3 раза меньше [1]. При средней добыче 650÷700 млрд м<sup>3</sup> газа в год запасов хватит на 60÷70 лет, а при увеличении годовой добычи до 1,2 трлн м<sup>3</sup> имеющиеся запасы будут исчерпаны уже через 40 лет.

Достижение энергетической независимости РФ, сохранение лидерства в мировой газодобывающей отрасли, в соответствии с прогнозом глобального похолодания и др. геополитических факторов, требует решения ряда сложнейших задач, в том числе внедрения сложных технологий добычи нетрадиционных видов энергоносителей: газа из сланцевых и угольных пластов, освоения залежей газогидратов и т.д. [8].

Анализ имеющихся данных по подсчету мировых нетрадиционных ресурсов природного газа показывает, что его значительное количество (преимущественно метана) связано с угольными, сланцевыми и плотными (песчаник) толщами, где он находится как в свободном, так и в сорбированном

Таблица 2

**Мировые нетрадиционные ресурсы природного газа (Н.А. Гафаров, 2012 г.)**

Регион	Ресурсы природного газа, трлн м <sup>3</sup>			
	плотных пород	* угольных пластов	сланцевых пластов	всего
Азиатско-Тихоокеанский	51	49	174	274
Северная Америка	39	85	109	233
Страны СНГ	25	112	18	155
Латинская Америка	37	1	60	98
Ближний Восток и Северная Африка	23	0	72	95
Европа	12	8	16	36
Южная Африка	22	1	8	31
Мир в целом	209	256	457	<b>922</b>

Примечание: \* Наиболее значительные ресурсы метана угольных пластов сосредоточены в Китае, России, США, Австралии, ЮАР, Индии, Польше, Германии, Великобритании и Украине.

Ожидается, что к 2020 г. мировая добыча метана из угольных пластов достигнет 100÷150 млрд м<sup>3</sup>/год, а в перспективе промышленная добыча шахтного метана в мире может достигнуть до 470÷600 млрд м<sup>3</sup>/год, что составит 15÷20% мировой добычи природного газа [3, 17].

Учитывая состав и количество газов, их энергетический потенциал целесообразно рассматривать в качестве экономически обоснованной альтернативы ограниченным запасам природных ресурсов традиционных видов углеводородного топлива.

Рассмотрим состав, свойства и механизмы формирования газов угольных пластов, как одного из типов газов литосферы, с позиций объектов разработки. В свете вышеописанного целесообразно оценить возможность добычи метанового газа угольных пластов и с позиций повышения уровня промышленной безопасности на разрабатываемых угольных предприятиях.

Начиная с девонского периода в древних торфяных болотах в анаэробных условиях (в восстановительной среде без доступа кислорода) накапливалось и консервировалось органическое вещество (торф), из которого формировались ископаемые угли. Первичная торфяная залежь состояла из массы тканей растений, от полностью разложившихся (гелефицированных) до хорошо сохранивших свое клеточное строение. В аэробных условиях при воздействии на остатки растений, обогащенных кислородом вод, или на контакте с атмосферой происходило полное окисление (разложение) органического

вещества с выделением диоксида углерода и легких УВ (метана, этана и др.), не сопровождавшееся торфообразованием (рис. 1).

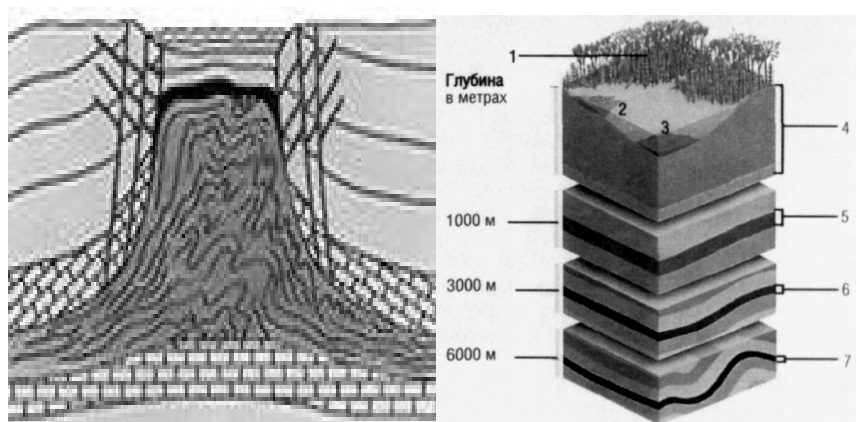


Рис. 1. Схема образования угля

Превращение торфа в ископаемый уголь, называемое углефикацией, происходило в течение многих миллионов лет и сопровождалось концентрацией углерода и уменьшением содержания трех основных углеобразующих элементов – кислорода, азота и водорода. Главными факторами углефикации являются температура, давление и время.

В России принято выделять следующие стадии углефикации: бурогоугольную (с ранней подстадией – лигнитовой), каменноугольную, антрацитовую и графитовую. При этом шло последовательное образование бурых углей, каменных углей, антрацита и графита (рис. 2). В США, Канаде, Германии, Великобритании и многих других странах принято считать, что в процессе углефикации из торфа образуются лигниты, суббитуминозные угли, битуминозные угли, антрацит и графит (что не противоречит российской классификации).

Уголь – это горючая осадочная порода растительного происхождения, состоящая в основном из углерода (до 98 %) и ряда других химических элементов (водород до 6%, кислород до 15% и др.), в зависимости от стадии углефикации. Состав угля зависит от возраста и условий углефикации: самый молодой – бурый уголь, затем идет каменный уголь, старше всех антрацит. По мере старения происходило концентрирование углерода и уменьшение содержания летучих составляющих, в частности, влаги.

Так, бурый уголь имеет влажность 30÷40 %, более 50 % летучих компонентов, у антрацита оба показателя составляют 5÷7 % (влажность кузбасского каменного угля составляет 12÷16 %, а количество летучих компонентов около 40 %). Кроме основных компонентов, уголь содержит различные негорючие золообразующие добавки, «породу», газы и нефть. В зависимости от сорта и условий добычи количество минеральных веществ различается очень сильно, например, значение зольности кузбасского каменного угля находится в диапазоне от 10 до 20 % [13, 15]. Гумусовые угли, как объект изучения, давно привлекал внимание исследователей. Это объяснялось не только научным интересом, но и необходимостью решения многих практических задач, в том числе и вопроса безопасности работ в угольных шахтах.

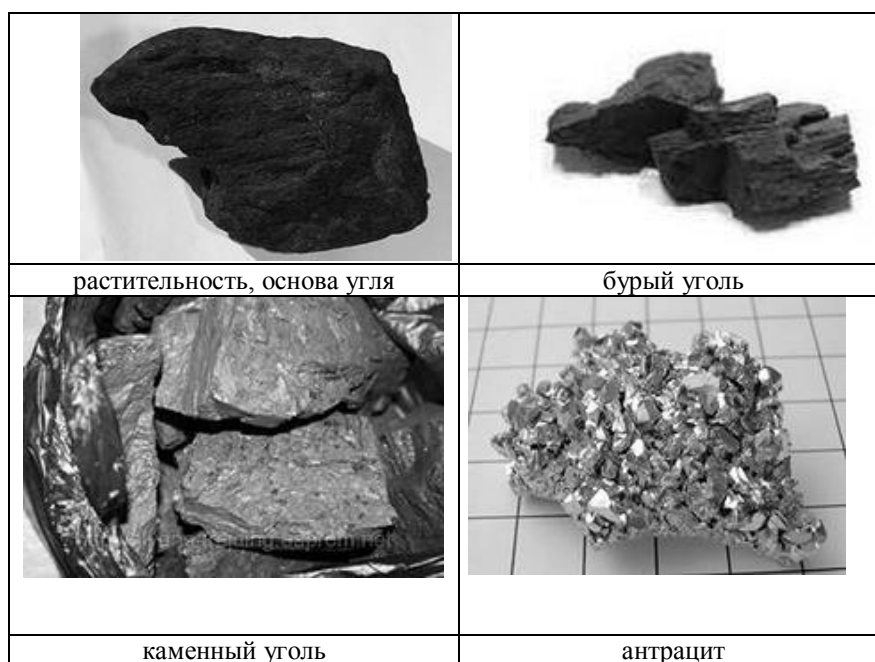


Рис. 2. Видоизменение твердых горючих ископаемых в процессе углефикации

Исследователями с различной степенью детальности решены и вопросы генезиса газов. Этот вопрос достаточно сложен, и однозначного решения его до сих пор нет. Не вызывает сомнения только происхождение метана, сопровождающего процесс углефикации органического вещества углей.

Исследователи отмечают, что в континентальных осадочных бассейнах мезозойского и кайнозойского возраста органическое вещество содержит большое количество экзинита (липоидов) и может рассматриваться как источник образования нефти и газа. Косвенным свидетельством тому является повышенное соотношение пристана к фитану и присутствие в нефтях тяжелых углеводородов

Первым компонентом еще на ранней стадии (протокатагенез), при температуре  $40\div 60^{\circ}\text{C}$ , в процесс генерации вступает инертинит и генерирует метан и легкие УВ [5]. Группа витринита (один из основных компонентов ископаемых углей, имеет сильный блеск и полураковистый излом, продукт изменения целлюлозно-лигнинной ткани растений с более или менее измененной клеточной структурой вследствие разложения в водной среде без доступа кислорода) – наиболее зольная часть угля. По химическим свойствам витринит схож с гумусовыми веществами торфов, отличаясь признаками, возникшими в процессе метаморфизма прекращает генерацию тяжелых УВ при температуре  $80\div 100^{\circ}\text{C}$

Закрывают этот ряд липоидные компоненты, которые дают максимум генерации тяжелых УВ при температуре  $110\div 140^{\circ}\text{C}$  (МК<sub>3</sub>–МК<sub>4</sub>). При более высоких температурах все компоненты угля генерируют только газ.

Согласно расчетам при переходе торфа в графит органическое вещество теряет 62,8 % массы, из них на долю метана приходится 15,8 %<sub>вес</sub>. Выделено пять этапов повышенной генерации метана – биохимический, переход бурых углей в каменные, «углефикационные скачки», перехода каменных углей в полуантрациты с последующим переходом в антрациты. Этап повышенной

генерации метана на градациях катагенеза МК<sub>5</sub> – начало АК<sub>2</sub> (ОС – начало ПА) выделен как главная фаза газообразования (ГФГ) [11].

Таким образом, очевидно, что образование газа возможно в залежах углей, занимающих промежуточное положение между бурыми углями и антрацитом. Находясь в породах угольных месторождений, газ сорбирован углем или защемлен в мельчайших трещинах. Но нельзя забывать, что современная газонасыщенность углей является результирующим итогом двух основных процессов – генерации и миграции газов – и зависит от геологической и тектонической обстановки в бассейне, от состояния поровой системы угля, его влажности, сорбционной способности к различным газам, от давления и

В составе газов угленосных толщ различных месторождений и бассейнов присутствует метан, углекислый газ, гомологи метана, азот, водород, окись углерода, сернистый газ, сероводород, гелий, неон, аргон, криптон, ксенон (табл. 3).

Таблица 3

**Состав газов угольных бассейнов (И.В. Высоцкий, 1990 г.)**

Месторождение, бассейн	Глубина отбора проб, м	Содержание компонентов, % <sub>об</sub>					
		H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6+в</sub>	He
Межреченское, Подмосковский	426	1,3	92,3	1,1	4,5	–	–
	1164	–	1,4	1,4	94,6	–	–
Печорский	84	2,4	11,4	1,3	84,9	–	–
Муастаховское, Ю.-Якутский	131	3,7	90,2	4,6	1,5	0,7	–
Ю. Донбасс, Донецкий	220	–	16,3	0,5	83,04	0,01	0,32
Волынское, Подмосковский	834	1,5	12,2	7,4	77,4	–	–
	317	9,0	75,3	0,6	12,1	–	–

Содержание азота в угольных газах изменяется от 0 до 100 %, закономерно уменьшаясь с увеличением глубины. Азот, в основном атмосферного происхождения, и лишь небольшая его доля в общей массе может быть генерирована в процессе углефикации (Ласточкин, 1964; Лидин, 1968; А.Э. Петросян и др., 1973). Отмечается увеличение содержания азота в районах

Происхождение двуокиси углерода в составе газов угольных бассейнов объясняется процессами газообразования, протекающими в верхних слоях биосферы (Лидин, 1968; Петросян и др., 1973). К таковым процессам и явлениям относятся: наличие зоны выветривания, закономерное уменьшение содержания диоксида углерода в составе газов по падению пластов угля, отсутствие зоны углекисло-метановых и метаново-углекислых газов. Образование двуокиси углерода возможно и в процессе углефикации, если рассматривать теорию его происхождения с позиций преобразования структуры ОВ углей (Ласточкин, 1964).

Водород встречается спорадически.

Большую роль в познании вопросов формирования угольных месторождений сыграла разработанная Г.Д. Лидиным (1964 г.) газовая зональность бассейновых углей, согласно которой состав газов по основным компонентам (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) изменяется с погружением угольных пластов в определенном порядке, образуя четыре зоны (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4  
 Пределы содержания компонентов в газовых зонах угольных месторождений  
 (Г.Д. Лидин, 1968г.)

Зона газов	Содержание, % <sub>об</sub>		
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
азотно-углекислотных	редко, не выше 10,0	20,0 ÷ 80,0	20,0 ÷ 80,0
азотных	до 20,0	до 20,0	76,0 ÷ 99,0
азотно-метановых	20,0 ÷ 80,0	до 20,0	20,0 ÷ 80,0
метановых	более 80,0	—	—

В формировании этих зон большую роль играют воздушные газы и газы верхних слоев биосферы.

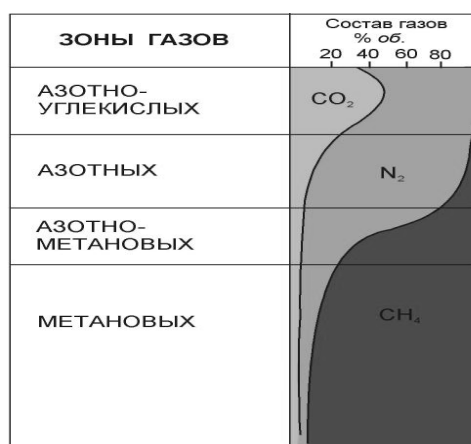


Рис. 3. Изменение составов газов угольных пластов с увеличением глубины залегания (Г.Д. Лидин, 1964)

Масштабные исследования газовых проб угольных месторождений позволили уточнить и систематизировать составы газов по зонам угольных пластов (табл. 5, 6).

Таблица 5  
 Состав газов метановой зоны угольных месторождений (Сивак, 1962, Кравцов, 1971)

Бассейны	Содержание, % <sub>об</sub>				
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	гомологи метана
Донецкий	80,0 ÷ 99,5	0,0 ÷ 9,0	0,5 ÷ 18,0	0,0 ÷ 11,0*	0,0 ÷ 2,5
Кузнецкий	80,0 ÷ 99,5	0,4 ÷ 5,5	0,0 ÷ 18,0	0,0 ÷ 18,4	0,0 ÷ 12,5
Карагандинский	70,0 ÷ 99,3	0,0 ÷ 1,0	0,0 ÷ 10,0	0,0 ÷ 10,0	0,0 ÷ 0,1
Норильский	70,0 ÷ 99,0	0,1 ÷ 4,0	0,1 ÷ 24,0	0,1 ÷ 14,0	установлено присутствие

Примечание: \* - в отдельных пробах



Таблица 6

**Компонентный состав гомологов метана в угольных газах метановой зоны (метоморфогенной группы по Б.М. Косенко, М.Л. Левенштейну, 1968 г.)**

Компонент	Содержание, % к общему объему газа	Количество проб		Частота встречаемости компонента, %
		проанализированных	в которых обнаружены компоненты	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,1 ÷ 8,52 (1,985*)	114	114	100
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,05 ÷ 2,9 (0,576*)	114	114	100
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0 ÷ 1,4 (0,184*)	114	85	74,6
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0 ÷ 0,64 (0,07*)	114	58	50,9
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,0 ÷ 0,43 (0,02*)	114	6	5,3

Примечание: \* - среднее значение

При характеристике газоносности угленосных бассейнов применяется следующая терминология. *Природная газоносность угольного пласта* – объем газа, содержащийся в единице массы угля в естественных условиях, м<sup>3</sup>/т горючей массы (г.м.); если расчет ведется по метану, то употребляется термин «природная метаносность». *Газоемкость угля* – способность угля поглощать газ в определенных термодинамических условиях: см<sup>3</sup>/г г.м. (или м<sup>3</sup>/т г.м.). *Абсолютная газообильность* – объем выделяющегося газа в горные выработки в единицу времени, м<sup>3</sup>/сут. (или м<sup>3</sup>/мин.). Газоносность угольных пластов повышается с глубиной и с увеличением степени метаморфизма углей от 6÷8 до 30÷40 м<sup>3</sup>/т г.м. Метаносность высокометаморфизованных антрацитов независимо от глубины залегания не превышает 2÷3 м<sup>3</sup>/т г.м.

Газообильность в шахтах на глубинах 500÷600 м может достигать 40÷50 м<sup>3</sup>/т, а на больших глубинах – 50÷90 м<sup>3</sup>/т. К настоящему времени состав газов угольных месторождений хорошо изучен. Накоплен большой фактический материал, проведены работы обобщающего характера. Более чем столетняя история изучения газов угольных месторождений развивалась, в основном, в двух направлениях – исследование химического состава газов и определение газоемкости углей. Вопросам генезиса газов и оценке масштабов их генерации при катагенезе органического вещества углей уделялось значительно меньшее внимание.

Неоднозначно решается и вопрос о происхождении гомологов метана в составе газов угольных месторождений. До определенного времени гомологи метана из-за несовершенства методов анализа в составе газов не фиксировались. После установления их в составе газов, преимущественно метановой зоны, встал вопрос об их происхождении. Решение этого вопроса было важно и в научном, и в практическом отношении, поскольку присутствие гомологов метана повышает взрывоопасность газов. Их происхождение связывалось с рассеянным органическим веществом глинистых пластов в месторождении углей, с вероятностью подтока из нефти. Несмотря на более детальное изучение закономерностей распространения и зависимости качественного состава от степени метаморфизма углей дало необходимые доказательства сингенетичности гомологов метана ОВ углей (Ласточкин, 1964; Зимаков, 1965; Косенко, Левенштейн, 1968; Лидин, 1968; Букин, Пашаева, 1971; Трофимов, 1972; Петросян и др., 1973).

Наиболее полно и детально гомологи метана исследованы в составе газов метановой зоны углей Донбасса. Как отмечалось выше, в составе газов

углей установлены гомологи метана (от этана до гептана) с преобладанием этана и пропана. Более высокомолекулярные гомологи не являются характерными и обязательными компонентами (табл. 7).

Таблица 7

**Компонентный состав гомологов метана в угольных газах метановой зоны (метаморфогенной группы по Б.М. Косенко, М.Л. Левенштейну, 1968)**

Компоненты	Содержание, % к общему объему газа	Всего проанализировано проб	Количество проб, в которых выявлены компоненты	Частота встречаемости компонента, %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,10÷8,52 (ср. 1,982)	114	114	100,0
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,05÷2,90 (ср. 0,576)		114	100,0
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0÷1,40 (ср. 0,184)		85	74,6
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0÷0,64 (ср. 0,070)		58	50,9
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,0÷0,43 (ср. 0,020)		6	5,3

Выше показаны объемы, состав газов угольных бассейнов и необходимость восполнения запасов природного горючего газа за счет его нетрадиционных запасов, что указывает на экономическую целесообразность добычи метана угольных пластов (МУП) в промышленных объемах.

Таким образом, согласно теории углефикации для добычи МУП пригодны далеко не все угли, а лишь занимающие промежуточное положение между бурными углями и антрацитом. В метанугольных месторождениях метан сорбирован углем или защемлен в мельчайших трещинах подобно сланцу.

Для извлечения МУП необходима специальная технология: гидроразрыв угольного массива и откачка пластовых вод. Метан собирается и подается на поверхность через специально пробуренные скважины. Глубина скважин – от 150 до 1000 метров. Средний период от обезвоживания пласта до выхода на максимальную добычу метана – 1÷2 года.

США занимают лидирующее положение в мире по добыче МУП, которая началась в США в начале 1980-х гг., а уже к 2005 г. его добывали 50 млрд м<sup>3</sup>, что соответствует 8 % от традиционного газа в США. Бассейн Сан-Хуан является ведущим добывающим регионом США, он дает 60 % угольного метана в стране и более 60 % всей добычи метана из угольных пластов в США. Число скважин для дегазации угольных пластов в бассейне превышает 20 тыс., а эффективность применяемых технологий извлечения из угольных пластов содержащегося в них метана достигает 80 %. В Австралии добыча МУП ведется горизонтальными скважинами, пробуренными по пласту на расстояние до 1500 м; газ поступает на очистительную фабрику, где обезвоживается, фильтруется, сжимается и далее по газопроводу высокого давления поступает в ряд населенных пунктов.

В Китае добыча метана из угольных пластов с 2005 по 2010 гг. выросла почти в 100 раз (до 10 млрд м<sup>3</sup>). Промышленная добыча метана угольных пластов ведется также в Австралии, Канаде и Колумбии [17]. Ресурсы метана угольных пластов России составляют по различным источникам 100÷120 млрд м<sup>3</sup>/год. Газообильность выработок составляет около 30÷40 м<sup>3</sup> метана на тонну добываемого угля. Выбрасывается метана в России – более 1 млрд м<sup>3</sup> в год. Первоначальной целью, предусмотренной совместным (ОАО «ГАЗПРОМ» и Администрация Кемеровской обл.) Инновационным проектом, осуществляемым на промыслах в Кузбассе с 2010 г., являлась заблаговременная дегазация угольных пластов глубоких горизонтов с одновременным использованием

извлекаемого метана. Но при расширении промышленной добычи метана в Кузбассе сформировались и другие положительные моменты, играющие для этого региона особо важное значение.

Во-первых, метан – это энергоноситель, а объемы разработок угольных залежей Кузбасса могут позволить к 2025 г. не только полностью обеспечить свои потребности (в настоящее время – 4 млрд м<sup>3</sup> в год), но и существенно расширить рынки сбыта за счет газификации населенных пунктов области, в качестве автомобильного топлива и в целях электрогенерации. К настоящему моменту суммарный объем газа, добываемого запущенным в 2010 г. на Талдинском угольном месторождении первым заводом по добыче метана из угольных пластов Кузнецкого бассейна и комплексом Нарыкско-Осташкинской площади, составляет 0,8 млн м<sup>3</sup> в месяц.

Во-вторых, безопасность труда шахтеров. В Кузбассе насчитывается более 70 действующих подземных угольных шахт, активно строятся новые. Более половины из них, относящихся к самым перспективным и мощным, имеют высокую газоносность угольных пластов (от 15 до 30 м<sup>3</sup> на 1 тонну угля). Это очень высокий показатель потенциальной опасности взрыва метана и гибели шахтеров. Горнодобывающие предприятия тратят большие средства на обеспечение безопасности работы по удалению метана, но имеющиеся технологии, значительно снижая степень риска, не способны устранить все опасности. В-третьих, кроме всего прочего внедрение современных технологий позволяет решать еще не менее важную задачу – снижение техногенной нагрузки на все объекты окружающей среды, стабилизируя экологическую ситуацию в районах разработки угольных залежей. В-четвертых, за этот период повышен научно-технический уровень технологий добычи в угольной промышленности, совершенствованы технологии стимулирования дебита, получены патенты, разработана оригинальная телеметрическая аппаратура контроля параметров работы и пр. В перспективе к 2017 г. планируется перейти к промышленному бурению, не менее чем 96 скважин в год для заблаговременной дегазации угольных пластов глубоких горизонтов с одновременным использованием извлекаемого метана.

Немаловажным фактором осуществляемого Проекта явилась успешная разработка и осуществление совместных задач газовой и угольной отраслей, что способствует устранению межведомственных барьеров и обеспечению энергетической безопасности России [6, 12, 14, 16].

*Работа выполнена в рамках ГК 14.В37.21.0586 ФЦП РФ*

#### **Список литературы**

1. Варламов А. И. Состояние сырьевой базы углеводородов Российской Федерации и предложения по обеспечению минерально-сырьевой безопасности / А. И. Варламов, А. П. Афанасенков и др. // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 2–13.
2. Гаврилов В. П. Прогноз развития газовой отрасли России в условиях глобального похолодания / В. П. Гаврилов // Газовая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 24–28.
3. Гафаров Н. А. Освоение нетрадиционных УВ-ресурсов в США: современное состояние и перспективы / Н. А. Гафаров, А. И. Глаголев // Газовая промышленность, 2012. – № 11. – С. 48–53

4. Геология и геохимия природных горючих газов : справочник / В. И. Ермаков, Л. М. Зорькин, В. А. Скоробогатов, В. И. Старосельский; под ред. И. В. Высоцкого. – Москва : Недра, 1990. – 315 с.
5. Голицын М. В. Газоугольные бассейны России и мира / М. В. Голицын, А. М. Голицын, Н. В. Пронина и др. – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 250 с.
6. Зиберт Г. К. Направления научно-технического развития в газодобыче и переработке / Г. К. Зиберт, Е. П. Запорожец, А. Г. Зиберт // Газовая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 86–87.
7. Ледовских А. И. Основные проблемы геологического изучения недр и прироста запасов углеводородного сырья Российской Федерации / А. И. Ледовских, П. В. Садовник и др. // Геология нефти и газа. – 2010. – № 5. – С. 9–23.
8. Немов В. И. Системы ценообразования на глобальном газовом рынке: региональные различия и их причины / В. И. Немов // Газовая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 10–14.
9. Природные газы осадочной толщи / под ред. В. П. Якуцени. – Ленинград : Недра, 1976. – 344 с.
10. Ресурсы нефти и газа и перспективы их освоения / М. С. Моделевский, Г. С. Гуревич и др. – Москва : Недра, 1983. – 223 с.
11. Рогозина Е. А. Состав, зональность и масштабы генерации газов при катагенезе органического вещества гумусовых углей / Е. А. Рогозина // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2008. – Т. 3, № 3. – С. 1.
12. Сластунов С. В. Угольный метан: добыча или дегазация / С. В. Сластунов, К. С. Коликов // Газовая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 60–62.
13. Соболева Е. В. Химия горючих ископаемых : учебник / Е. В. Соболева, А. Н. Гусева. – Москва : Издательство Московского университета, 2010. – 312 с.
14. Сурин Е. В. Развитие добычи метана угольных пластов в Кузбассе / Е. В. Сурин // Газовая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 63–66.
15. Химия горючих ископаемых : учебник / авт.-сост.: О. И. Серебряков, В. С. Мерчева, А. О. Серебряков, Т. С. Смирнова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 357 с.
16. Чесноков А. В. Проблемы развития нефтегазового комплекса / А. В. Чесноков // Газовая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 28–29.
17. Режим доступа: [http://www.ng.ru/energy/2007-11-13/13\\_metan.html](http://www.ng.ru/energy/2007-11-13/13_metan.html), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
18. Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

#### References

1. Varlamov A. I., Afanasenkov A. P., etc. Sostoyanie syrevoy bazy uglevodorodov Rossiyskoy Federatsii i predlozheniya po obespecheniyu mineralno-syrevoy bezopasnosti [The state of raw resources base of hydrocarbons of russian federation and proposals for providing mineral-resource base safety]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 2012, no. 1, pp. 2–13.
2. V. P. Prognoz razvitiya gazovoy otrasli Rossii v usloviyakh globalnogo pokholodaniya [Forecast of development of the gas industry of Russia in conditions of global cooling]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 11, pp. 24–28.
3. Gafarov N. A., Glagolev A. I. Osvoenie netraditsionnykh UV-resursov v SShA: sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Development of unconventional hydrocarbon resources in the United States: current status and prospects]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 11, pp. 48–53.
4. Yermakov V. I., Zorkin L. M., Skorobogatov V. A., Staroselskiy V. I.; Vysotskiy I. V. (ed.) *Geologiya i geokhimiya prirodnnykh goryuchikh gazov* [Geology and Geochemistry of natural combustible gases], Moscow, Nedra, 1990. 315 p.

5. Golitsyn M. V., Golitsyn A. M., Pronina N. V. et al. *Gazougolnye basseyny Rossii i mira* [Gazougolnye pools Russia and the world], Moscow, Publishing House of Moscow State Mining University, 2002. 250 p.
6. Siebert G. K., Zaporozhets E. P., Siebert A. G. Napravleniya nauchno-tehnicheskogo razvitiya v gazodobyche i pererabotke [Directions of scientific and technical development in the gas production and processing]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 11, pp. 86–87.
7. Ledovskih A. I., Sadovnik P. V., etc. Osnovnye problemy geologicheskogo izucheniya nedr i prirosta zapasov uglevodorodnogo syrya Rossiyskoy Federatsii [The basic problems of geological study of subsurface and hydrocarbon reserves increase of Russian Federation]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 2010, no. 5, pp. 3–9.
8. Nemov V. I. Sistemy tsenoobrazovaniya na globalnom gazovom rynke: regionalnye razlichiya i ikh prichiny [The pricing system of the global gas market: regional differences and their causes]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 11, pp. 10–14.
9. Yakutseni V. P. (ed.) *Prirodnye gazy osadochnoy tolshchi* [Natural gases sedimentary cover], Leningrad, Nedra, 1976. 344 p.
10. Modelevskiy M. S., Gurevich G. S., etc. *Resursy nefii i gaza i perspektivy ikh osvoeniya* [Oil and gas resources and prospects of their development], Moscow, Nedra, 1983. 223 p.
11. Rogozina Ye. A. Sostav, zonalnost i masshtaby generatsii gazov pri katageneze organicheskogo veshchestva gumusovykh ugley [Composition, zoning and scales of gas generation during the katagenesis of organic matter of humic coals]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika* [Oil and Gas Geology. Theory and practice], 2008, vol. 3, no. 3, p. 1.
12. Slastunov S. V., Kolikov K. S. Ugolnyy metan: dobycha ili degazatsiya [Coal Bed Methane: extraction or degassing]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 10, pp. 60–62.
13. Soboleva Ye. V., Guseva. A. N. *Khimiya goryuchikh iskopaemykh* [Chemistry of Combustible Minerals], Moscow, Publishing House of Moscow University, 2010. 312 p.
14. Surin Ye. V. Razvitie dobychi metana ugolnykh plastov v Kuzbasse [Development of production of coal bed methane in Kuzbass]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 10, pp. 63–66.
15. Serebryakov O. I., Mercheva V. S., Serebryakov A. O., Smirnova T. S. *Khimiya goryuchikh iskopaemykh* [Chemistry of Combustible Minerals], Astrakhan, Publishing House «Astrakhan University», 2010. 357 p.
16. Chesnokov A. V. Problemy razvitiya neftegazovogo kompleksa [Problems of development of the oil and gas complex]. *Gazovaya promyshlennost* [GAS Industry of Russia], 2012, no. 4, p. 28–29.
17. Available at: [http://www.ng.ru/energy/2007-11-13/13\\_metan.html](http://www.ng.ru/energy/2007-11-13/13_metan.html).
18. Available at: <http://www.newchemistry.ru>.