

3. Единые правила безопасности при взрывных работах –Киев: " Норматив".-1992.-171 с.

4. А.С. СССР № 1678099, Е 02 F 3/38, Е 02 F 9/00, F 42 D 1/16. Устройство для забойки взрывных скважин /А.И. Чайковский и др.- №4774018 / 31 –03; Заявлено 26.12.89; Зарегистрировано 15.05.91.

УДК 622.831

Канд. техн. наук В.В. Зберовский
(ИГТМ НАН Украины)

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Розглянуто гіпотезу вуглеводневого стану системи “вугілля-газ”, запропоновано положення фрактальної подоби процесу бродіння та вугільного генезису твердих вуглеводнів.

PHENOMENOLOGICAL REPRESENTATION ABOUT FORMATION OF SOLID HYDROCARBON FIELDS

The hypothesis hydrocarbon status of system "coal - gas" is reviewed, the positions of a fractal similarity of the process of fermenting and coal genesis of solid hydrocarbons are proposed.

По результатам исследований угольного вещества и газовой выделения при его разрушении написаны десятки научных отчетов, монографий и статей, перечислять которые не имеет смысла. Однако, несмотря на их значительное количество, единой теории образования и взаимодействия твердой (угля) и газообразной (метана) составляющих углеводородных соединений до настоящего времени нет. Предложенные гипотезы и сформировавшиеся на их основе представления о состоянии системы “уголь-газ” стали общепринятыми, но не общепризнанными, и не претерпели никаких значительных изменений по настоящее время [1].

Принято считать, что в условиях длительных стадий метаморфизма углерод образовал месторождения торфа, бурого и каменного угля, а всевозможные связи углерода с водородом, кислородом, азотом, серой и многими другими элементами и их составляющими образовали жидкие углеводороды (нефть и газовый конденсат). Углерод и водород являются основными составляющими природных газов, которые сопровождают запасы нефти и угля. Нефть и газ образовали нефтегазовые месторождения, а уголь и газ месторождения угля, которые при их освоении разделяются на категории по газу с газонасыщенными и выбросоопасными угольными пластами. Система “уголь-газ” на протяжении всего периода разработки угольных месторождений рассматривается как угольное вещество и метан, который в нем содержится, а фазовый переход “твердое-газообразное” как явление сорбции.

Освоение больших глубин, где в геологической толще угольные пласты представляют газонасыщенный и выбросоопасный массив, в котором проявляются новые, ранее неизвестные, явления и процессы, потребовало фундаментального исследования взаимодействия угля и метана. В результате первоначальное мнение – уголь это пористое вещество, в порах которого содержится

газ, изменилось. Сорбированное, а затем состояние твердого раствора метана в угле получило научное обоснование и развитие. Но, не смотря на это, до настоящего времени нет общепризнанного научного обоснования явлению мгновенного газовыделения из массива в атмосферу выработок в объемах на порядок и более превышающих возможное теоретическое содержание метана в угле. Внезапные выбросы угля и газа и некоторые другие явления, происходящие в углегазовом массиве, по-прежнему относятся к феноменам.

Сложность решения проблемы метана заключается в том, что все исследования взаимодействия угля и газа осуществляются на уже трансформированных образцах. Научно обосновано, что при разрушении угольное вещество, теряя метан, через три часа приобретает новое молекулярное строение. Нарушение природного равновесия в системе “уголь-газ” влечет развитие фазового перехода “твердое-газообразное” [1]. Поэтому сомнения в наличии фазовых переходов, явления сорбции и того, что любое нарушение равновесного состояния в массиве, влечет изменение структуры твердых углеводородов, не имеют смысла. Вопрос в другом, в каком первоначальном (природном) виде, взаимосвязанном (едином на атомарном уровне) или сопутствующем (молекулярном), находятся два различных по своей физической структуре углеводородных вещества твердое – уголь и газообразное – метан. Решение этой проблемы позволит принимать новые научно-технические решения в развитии геотехнологий и ведении горных работ в условиях больших глубин.

Применение в горной науке законов прикладной синергетики и фрактального подобия позволяет рассмотреть систему “уголь-газ” с феноменологической точки зрения. Подобные приемы уже известны [2, 3]. Рассмотрим легко доступный всем процесс брожения, который лежит в основе виноделия и изготовления газосодержащих напитков. Известно два, научно-обоснованных и широко применяемых в производстве, метода их изготовления. Первый, основанный на природном процессе брожения, аналога угольного генезиса, и второй – на ускоренной технологии искусственного газонасыщения, аналога газонасыщения образцов угля в лабораторных условиях. После процесса брожения или принудительного газонасыщения рассматриваемые нами газонасыщенные вещества хранятся в замкнутом непроницаемом пространстве (емкости). Условия их хранения соответствуют условиям природного состояния твердых, жидких или газообразных углеводородов, находящихся в геологической толще. Все вещества обладают одним, общим для них, свойством – газонасыщенностью. Однако при этом отдельно взятый вид имеет только ему присущие показатели и свойства.

Любой исследователь может проделать следующий опыт. Взять два напитка различного способа изготовления, например шампанское, и аккуратно (не допуская интенсивного газовыделения) извлечь пробки. Через некоторое время искусственный напиток полностью дегазируется, а настоящий только частично. Содержащийся в емкости продукт самопроизвольно разлагается (трансформируется) на газообразную и жидкую фазы. Затем, не удерживая пробки, откупорим бутылки. Из емкости с настоящим шампанским может вылиться до 1/3 час-

ти напитка, а с искусственным около 1/7-1/8 части или совсем ничего. Далее, если перед открытием емкость встряхнуть, то в первом случае выльется больше половины, а во втором меньше половины. И последнее, если усилить возмущение, то настоящее шампанское выльется полностью, а искусственное нет. Описанное явление характеризует эффект проявления фазового перехода с генерацией газа жидким веществом в зависимости от интенсивности возмущения природной системы. Данный пример будет не полным, если не добавить, что из одного и того же исходного материала при различных условиях и внешних факторах образуются разные по своим свойствам вещества. Например, из виноградного сока можно получить шампанское, сухое или крепленое вино, а также коньяк.

Используя законы фрактального подобия, отметим следующие положения.

Первое – разнообразие видов образуемых веществ из одного исходного материала, что соответствует образованию жидких, твердых и газообразных углеводов.

Второе – наличие разнообразия показателей, характерных для каждого вида изготовленных продуктов, что соответствует различным структурным, физическим, метаморфическим и т.д. свойствам угля (его классификациям).

Третье – наличие явления трансформации при нарушении равновесного состояния покоя, что соответствует механизму газовой выделению из угольного вещества.

Четвертое – способы изготовления (образования) газосодержащих напитков, что соответствует образованию системы “уголь-газ”.

Второе и третье положения явным образом следуют из четвертого. От того, каким образом будет сформирована система “жидкое-газообразное”, а, следовательно, и система “уголь-газ”, зависят все основополагающие показатели и свойства. Если рассмотреть процесс образования твердых углеводов и фазовый переход “твердое-газообразное” в соответствии с положениями фрактального подобия можно отметить, что в геологической толще в одних условиях образовались твердые углеводороды в других жидкие. Как первые, так и вторые сопровождаются третьим видом углеводов - газообразным. В зависимости от природных факторов и условий эти полезные ископаемые образовали соединения, которые имеют свои особенности и свойства.

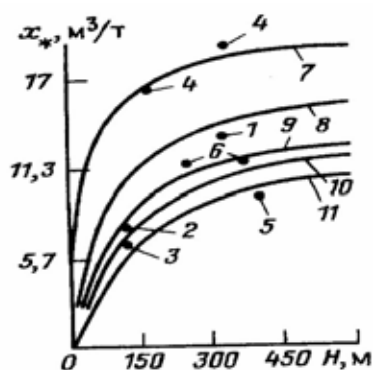
Многочисленными инструментальными измерениями установлено, что при переходе горными работами зоны выветривания, интенсивный, практически прямолинейный, рост метаноносности угля наблюдается только до определенных глубин [4, 5]. При достижении этих глубин, темпы роста замедляются и даже прекращаются (рис. 1, 2).

В угольных бассейнах мира метаноносность углей колеблется от 2 до 40 м³/т. В таблице 1 приведены среднестатистические данные по изменению метаноносности угольных пластов в некоторых бассейнах.

Изменение значений давления газа в угольных пластах, установленных при инструментальных измерениях на шахтах стран СНГ, при анализе динамики природного давления газа носит аналогичный характер (таблица 2). Интенсив-

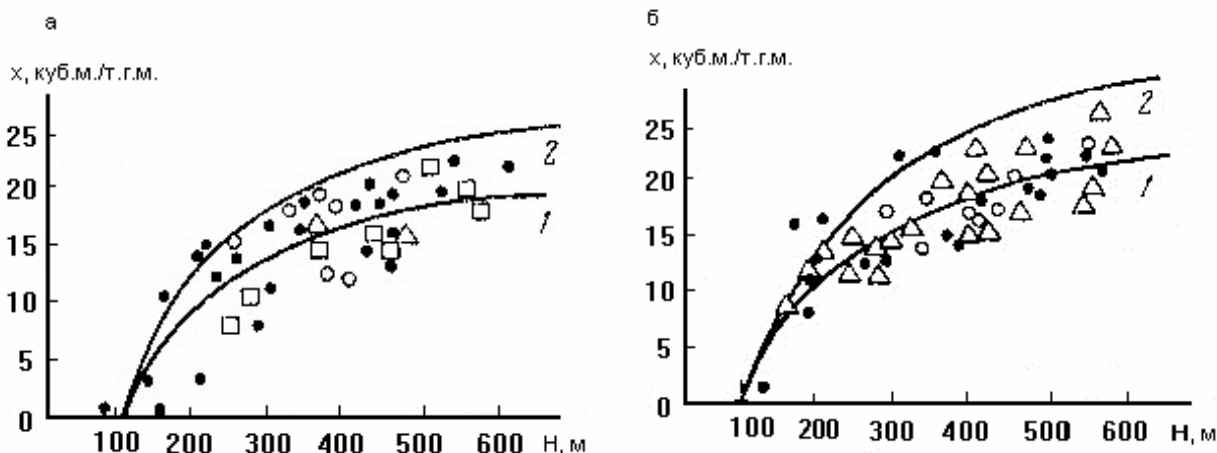
ный рост давления газа наблюдается только до определенных глубин.

Давление метана в угольных пластах в месторождениях за рубежом на глубинах 600-800 м в Австралии и США достигает 5 МПа, в КНР – 8 МПа, в Германии на глубине 800 м – 4-4,5 и на глубине 1200 м – 8 МПа.



Фактические данные для основных угольных бассейнов и месторождений: 1 - Блу-Крик; 2 - Покахонтас; 3 - Питтсбург; 4 – Пенсильвания; 5 – Юинта; 6 – Ричмонд. Расчетные кривые для углей с выходом летучих веществ, %: 7 – 10; 8 – 11 ÷ 20; 9 – 21 ÷ 30; 10 – 36 ÷ 45; 11 – 36 ÷ 45.

Рис. 1 – Изменение с глубиной природной метаноносности углей США [4].



(а) – газоносность пластов $k_{18} - k_{13}$ и (б) – $k_{12} - k_{10}$; 1- средние значения; 2 – верхняя огибающая

Рис. 2 – Газоносность пластов в зависимости от глубины их залегания на Чурабай-Нуринском участке Карагандинского бассейна [5].

Анализ результатов исследований метаноносности угольных пластов и динамики изменения давления газа показывает, что в результате произошедших природных процессов в земной коре, в зонах выхода угольных пластов под наносы и на поверхность, определенных границей зоны выветривания, твердые углеводороды представлены дегазированными угольными пластами, т.е. уже имеют трансформированное состояние. С увеличением глубины залегания месторождения система “уголь-газ” приближается к своему природному состоя-

нию. На больших глубинах углегазовые пласты находится в аналогичных условиях, что и шампанское.

Таблица 1- Среднестатистические данные по изменению метаноносности угольных пластов

Угольный бассейн	Глубина зоны выветривания, м.	Природная метаноносность угля, м ³ /т с.б.м. на глубинах, м.				
		До 300	300-600	600-900	900-1200	1200-1800
Кузнецкий	65-370	2-17	11-24	14-30	16-35	17-40
Печерский	20-150	3-24	5-32	7-36	9-38	10-40
Донецкий	100-300	3-20	4-24	8-28	10-32	12-35
Карагандинский	до 150	4-14	10-20	18-20	н.д.	н.д.
КНР ш. «Шаду»	до 200	3-5	15-25	до40	н.д.	н.д.
США:						
Юинта	до 350	0	1-5	1-10	н.д.	н.д.
Пенсильвания	60-100	4-19	до21	н.д.	н.д.	н.д.
Ричмонд	до 190	1-5	5-10	10-12	н.д.	н.д.

Таблица 2 - Динамика изменения давления газа в угольных пластах

Глубина залегания, м	Давление газа в угольных пластах бассейнов стран СНГ, МПа			
	Кузнецкий	Печерский	Донецкий	Карагандинский
200-300	1-2	2-3	Н.д.	1-3
301-400	3-4	4-4,5	1-3	2-5
401-500	4-5	5-6	3-5	4-6
501-600	5-6	6-6,5	4-6	5-6,5
601-700	6-7	6,5-7	6-8	6-7
701-800	-	7-7,5	7-9	7-8
801-1000	-	7-8	8-10	-
1001-1100	-	8-9	9-11	-
1101-1200	-	-	10-12	-
Свыше 1200	-	-	12-14	-

При любом нарушении состояния равновесия в системе происходит трансформация вещества, которое в результате фазового перехода претерпевает физико-химические изменения и разлагается на твердое вещество – уголь и газообразное – метан (аналогично шампанское, генерируя газ, разлагается на газообразную и жидкую составляющие). В зависимости от интенсивности нарушения состояния покоя, горно-геологических условий и свойств угольного вещества в твердых углеводородах процесс трансформации протекает с различной скоростью и сопровождается различными эффектами. Нам известны явления естественной дегазации, самовозгорания, выбросы угля и газа и другие, которые проявляются при ведении горных работ на больших глубинах и шахтных экспериментах. Все эти процессы звенья одной цепи – нарушения природной системы “уголь-газ”.

Для моделирования явлений и процессов, происходящих в угольном веществе, используется вариант искусственного газонасыщения образцов угля и создания условий, подобных природным. Профессор Зорин А.Н., при разработке гидроимпульсного способа добычи угля, разрушение опытных образцов гид-

ровоздействием, после их газонасыщения, назвал эффектом шампанского. Что в полной мере соответствует рассмотренным нами положениям фрактального подобия.

Однако, исходя, из этих же положений, лабораторные исследования в отличие от природных процессов позволяют смоделировать и обосновать только факт наличия или образного подобия (образного потому, что образцы угля всего лишь наполняются газом) явления трансформации твердых углеводородов при их разрушении. Вместе с тем, подобие процесса трансформации искусственно изготовленного шампанского и разрушения газонасыщенных образцов угля в лабораторных условиях позволяют сопоставить процессы брожения и угольного генезиса. Следовательно, результаты исследований, которые получены в промышленных условиях на больших глубинах при разрушении углегазового массива через скважины, можно рассматривать в рамках аналогии явления трансформации продуктов брожения с проявлением эффекта генерации метана угольным веществом.

К сожалению, контактными методами исследований, невозможно установить химическое строение или физическую структуру природного состояния твердых углеводородов. Это задача будущего. Пока же нам известны только продукты распада и предложены новые виды технологий, позволяющие вести добычу полезных ископаемых бесшахтными способами и механизм гидродинамического разрушения с кратковременным поддержанием газодинамического саморазрушения углегазового массива через скважины.

Таким образом, наиболее вероятно, что система “уголь-газ” представляет собой твердое углеводородное соединение, которое при нарушении природного равновесного состояния (в любой форме проявления) трансформируется на твердую и газообразную составляющие. В природе явление трансформации проявляется постоянно, но в зависимости от интенсивности ведения горных работ в подготовительных или очистных забоях, при бурении скважин или испытаниях нетрадиционных технологий, а также в подработанном или надработанном массиве имеет свои отличительные особенности, свойства и характер проявления от внезапного выброса до естественной дегазации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. Фундаментально прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2000.- 519 с.
2. Шестопапов А.В. Фрактально-синергетическая модель системы "горный массив - выработка" сильно удаленной от своего механического равновесия. - Сб. ФиПС-01: Фракталы и прикладная синергетика (Тезисы докладов Второго Международного междисциплинарного симпозиума, г. Москва, ИМЕТ РАН, 26-30.11.2001г.) - М.: Изд-во МГОУ, 2001. - С. 130-132.
3. Астахов А.В., Беленький А.А., Широчин Д.Л. Скейлинговые особенности порового пространства ископаемых углей // Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ, 2003.-№3.- С.5-8.
4. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т. Комплексная дегазация угольных шахт. М.: Издательство Академии горных наук, 1999.- 327с.
5. Васючков Ю.Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. – М.: Недра, 1986. – 255с.