

УДК 551.24:622.831

## Следы процесса газогенерации в углях Донбасса

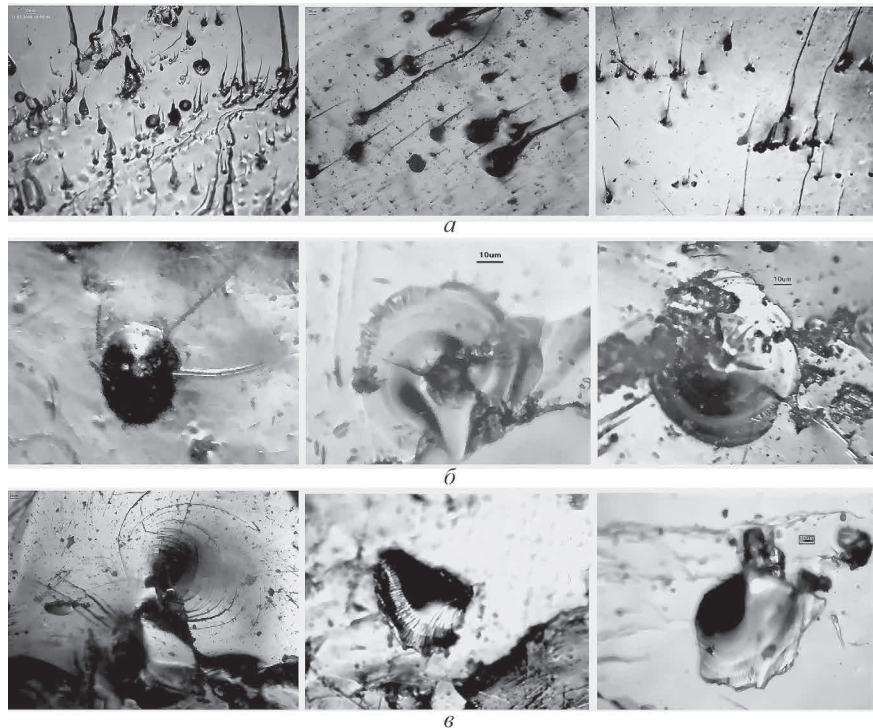
Углетрографическими методами установлено наличие следов газогенерации в углях Донбасса всего углефикационного ряда (от длиннопламенных до суперантрацитов). Проанализированы их количество, формы и размеры. Сделан вывод о том, что в процессе газогенерации твердое угольное вещество проходит стадию газовой-жидкой субстанции (флюида).

**Ключевые слова:** уголь, метан, газогенерация.

**Контактная информация:** gvrvg@meta.ua

Исследование процессов преобразования ископаемого угольного вещества и генезиса угольного метана – актуально и позволяет установить закономерности, научно обосновать условия выделения, миграции, накопления и сохранения природных и техногенных газовых залежей в угленосной толще.

В настоящее время большинство исследователей считают, что газ, находящийся в угольных пластах, образовался из угля в результате химических превращений в процессе углефикации [1–4], а не привнесен из угле-вещающих пород или из глубин мантии. Теоретические расчеты сгенерированного углем газа свидетельствуют о наличии сотен кубических метров газа на 1 т угля. Процессы такого масштаба не могли не оставить в угле следов этой деятельности.



**Рис. 1.** Формы следов газогенерационной деятельности в углях: *a* – газовые пузырьки; *б* – кратеры; *в* – воронки.



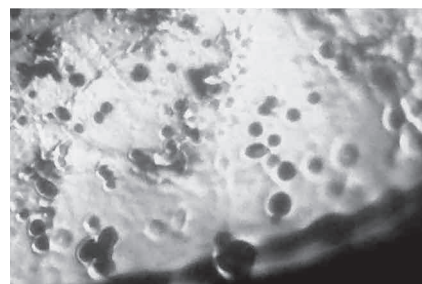
**К. А. БЕЗРУЧКО,**  
доктор геол. наук  
(ИГТМ им. Н. С. Полякова НАН  
Украины)



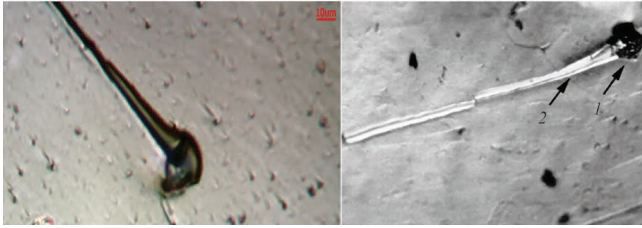
**В. И. БАРАНОВСКИЙ,**  
инж.  
(ИГТМ им. Н. С. Полякова НАН  
Украины)

В результате петрографических исследований следы выявлены на поверхностях естественных сколов углей всего ряда углефикации (от марки Д до суперантрацитов). Вновь образованные элементы структуры углей (полости) имеют форму пузырьков, кратеров или воронок (рис. 1).

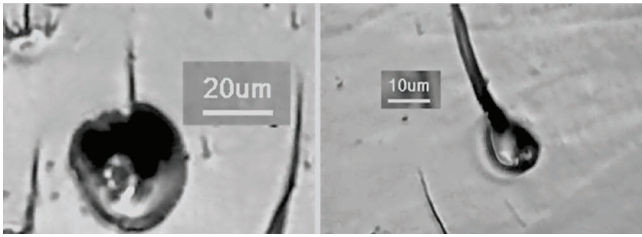
Следы газогенерационной деятельности внешне похожи на пузырьки газа, искусственно получаемые при нагреве образцов угля



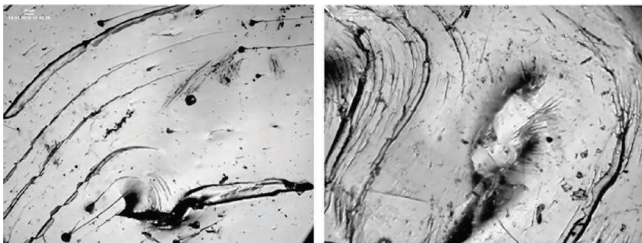
**Рис. 2.** Пузырьки газа, искусственно получаемые при нагреве образцов угля в лабораторных условиях.



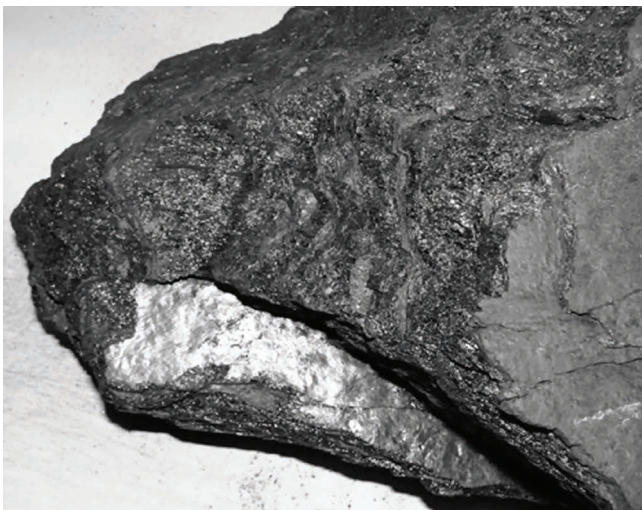
**Рис. 3.** Газоотводящие каналы пузырьков, образованных в природных условиях: 1 – газоотводящие каналы; 2 – полости, образованные газом.



**Рис. 4.** Пленки, выстилающие внутреннюю поверхность следов газогенерации.



**Рис. 5.** Слияние пузырьков и приобретение углем пластических свойств.



**Рис. 6.** Застывшая на межслоевой поверхности пленка флюида.

в лабораторных условиях (рис. 2). В этом случае пузырьки образуются на свободной поверхности и не имеют газоотводящих каналов – отличительной особенности пузырьков, образованных в пластах, где уголь зажат вмещающими породами и подвержен статическому и тектоническому давлению (рис. 3).

При более детальном рассмотрении отдельных следов газогенерации определили, что внутренние стенки как газовых пузырьков, так и отводящих каналов покрыты пленкой (рис. 4). Петрографический анализ пленок показал, что они состоят из однородного вещества, т. е. в отличие от материнского угольного вещества, проходящего стадию гелификации, но все же сохраняющего элементы структуры исходных растений – углеобразователей (витринит), пленки изначально были жидкими.

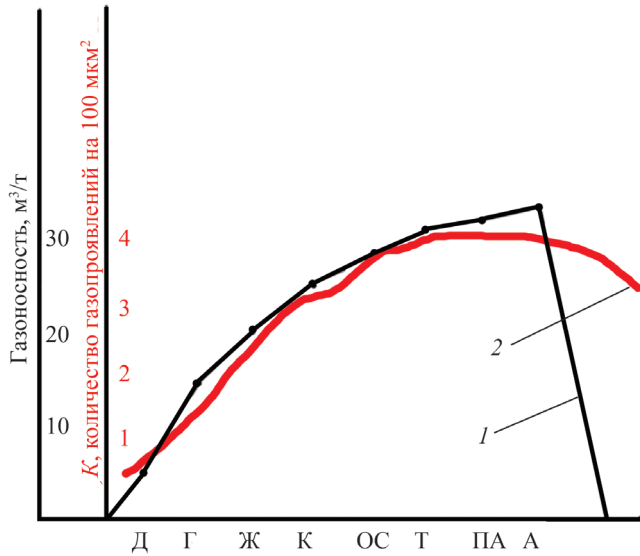
Таким образом, процесс образования газа из твердого угольного вещества проходит стадию флюида. Вероятно, химические реакции, приводящие к газогенерации, экзотермичны (на рис. 4 стенки газового пузырька как бы оплавлены). В локальных микроскопических точках уголь приобретает пластические свойства, затем трансформируется в газово-жидкую субстанцию – флюид. Газовая составляющая флюида проникает в трещины, межслоевые пространства либо в более крупные газовые пузырьки. Процесс слияния мелких пузырьков в крупные и приобретения углем пластических свойств показаны на рис. 5.

Перемещаясь по трещинам и межслоевым пространствам, газ может как покинуть пласт, так и образовать локальные скопления. Жидкая же составляющая флюида переоткладывается на стенках артерий перемещения флюида. На межслоевых поверхностях угольных пластов, куда устремляется большая часть флюида, образовавшегося в процессе газогенерации, подобные пленки покрывают значительные площади (рис. 6).

Количество следов газогенерации без учета их размера характеризует газогенерационную способность угля как функцию свойства гелифицированного вещества (микрокомпонентов группы витринита) данного угля и степени его преобразования в ряду углефикации.

Для изометаморфных углей близкого петрографического состава площадь, занимаемая следами газогенерации, зависит от количества имеющихся трещин, в которые стремится проникнуть газ, прокладывая при этом в угольном веществе газоотводящие каналы разной длины и ширины. Таким образом, по размеру площади следов газогенерации можно судить о тектонической нарушенности угольных пластов.

Учитывая указанное, предложили два показателя: *K* – количество следов газогенерации без учета площади, которую они занимают на поверхности образца; *П* – площадь, занимаемая всеми следами газогенерации на этой поверхности. Оба показателя (*K* и *П*) можно рассчитать по фотоизображениям поверхностей естественных сколов углей в графическом редакторе (например,



**Рис. 7.** Изменение газоносности и показателя  $K$  в углефикационном ряду: 1 – газоносность; 2 – показатель  $K$ .

Photoshop) или специализированной программе (например, Image J). Значения показателя  $K$  были проанализированы для углей во всем ряду углефикации (рис. 7).

В результате изучения более 800 поверхностей естественных сколов углей марок Д–А установлено:

- следы газогенерации:

в различных количествах присутствуют в углях всех марок;

не исчезают и у безгазовых суперантрацитов, хотя их количество несколько снижается относительно антрацитов, содержащих газ;

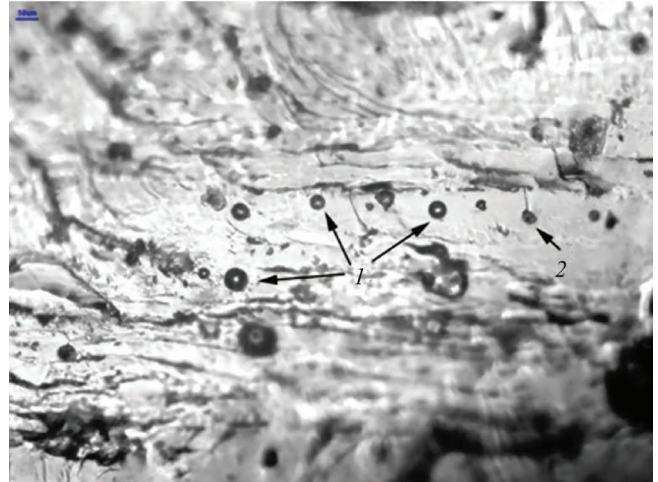
в теле угольного пласта распределяются крайне неравномерно как по мощности, так и по площади;

- размер следов колеблется от долей микрона до 50 микрон и более, причем на низких стадиях углефикации это единичные крупные следы, на средних – и мелкие, и крупные, у высокоуглефицированных углей – преимущественно мелкие;

- наибольшим разбросом значений показателя  $K$  характеризуются угли средних стадий углефикации.

О перманентности процесса газообразования из углей свидетельствует и следующий факт: на поверхностях образцов, которые хранились от одного до трех лет в лабораторных условиях, обнаружили вновь образованные следы газогенерации, которых не было при первоначальных исследованиях, т. е. этот процесс не прекращается и на дневной поверхности (рис. 8).

**Выводы.** Газогенерационная деятельность оставляет в угольном веществе следы, которые можно идентифицировать углепетрографическими методами. Количественный анализ этих следов, кроме прогнозных данных, позволяет понять процессы, происходящие во



**Рис. 8.** Следы газогенерации в лабораторных условиях: 1 – вновь образованные при хранении образцов в лабораторных условиях; 2 – образованные в естественных природных условиях.

время трансформации угольного вещества в ряду углефикации.

При газогенерации твердое угольное вещество проходит стадию газовой-жидкой субстанции (флюида). Газовая составляющая, которая стремится к трещинам и в межплоскостные полости, создает локальные участки скопления метана, а жидкая составляющая переоткладывается на их поверхностях в виде блестящих или матовых пленок.

Процесс газогенерации контролируется не только углефикацией, но и стрессовыми нагрузками тектонической деятельности. Он также перманентен во всем ряду углефикации от длиннопламенных углей до антрацитов. У суперантрацитов с нулевой газоносностью следы газогенерационной деятельности присутствуют. Не прекращается он и при извлечении угля на дневную поверхность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эттингер И. Л. Распределение метана в порках ископаемых углей / И. Л. Эттингер, Н. В. Шельман. – М.: Наука: 1975. – 112 с.
2. Лидин Г. Д. Газообильность каменноугольных шахт СССР / Г. Д. Лидин, А. Т. Айруни. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 351 с.
3. Узіюк В. І. Метано-генераційний потенціал, сучасна газоносність Південно-Західного вугленосного району Львівсько-Волинського басейну і перспектива видобутку метану / В. І. Узіюк, С. С. Сокоренко, І. В. Шайнога // Геотехнічна механіка. – 2010. – Вип. 88. – С. 86–100.
4. Майборода А. А. Газогенерирующее рассеянное органическое вещество и его распределение в угленосных формациях Донбасса / А. А. Майборода, В. А. Анциферов // Наук. праці УкрНДМІ НАН України. – 2007. – № 1. – С. 21–38.