

УДК 622.01.016

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ И СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Мазур А. М., аспирант

Ким Т. Л., к.т.н., доцент

Мезенцев Н. С., Михайленко А. А., Трифонов И. А., Неживилова А. А.

студенты гр. МРБ-191, II курс

Научный руководитель: Дырдин В. В., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева,

г. Кемерово

Проблема внезапных выбросов угля и газа в угольных шахтах остается для Кузбасса актуальной по мере перехода на глубины отработки 300-350 м, на которых особенно наблюдаются зоны дизъюнктивных нарушений: антиклинальных и синклиналиных складок. При нарушении внутренней структуры пласта, повышении природной газоносности ( $15-20\text{м}^3/\text{т}$ ) ограждающая дегазация становится не эффективной.

Эффективность проходки выработки можно повысить, если выбрать соответствующие методы управления состоянием массива в этих зонах. Выбор методов основывается на фильтрационных процессах десорбированного газа в углях, зависящих от проницаемости среды. В этой связи нами разработано устройство, представленное на рис. 1.



Рис.1. Схема экспериментальной установки

Устройство содержит газовый баллон (1) с манометром (2), газовые краны (3) и (4), резервуар для газа (5), манометры высокого (6) и низкого (7) давлений, газовый фильтр (8), контейнер с угольным материалом (9), шаровый кран (10), газовый расходомер (11).

Для исследований были отобраны образцы угля с шахты «Березовская», угленосные отложения которой характеризуются моноклиналильным западным залеганием с углами падения 18-29° в северной части поля (марка угля К), и образцы угля марки Т с разреза «Бунгурский – Северный».

Уголь дробился, затем пропускаться через сито с размерами ячеек 0,25 и 1,0 мм. Таким образом, были выделены по две фракции с каждого образца угля. Затем поочередно каждый углематериал закладывался в контейнер и сжимался с силой сжатия 25 Н/м.

В начале эксперимента газ подается из кислородного баллона (1) в газовый резервуар (5) объемом 700мл. По условиям эксперимента приходится проводить многократные и частые измерения с различным углематериалом при разных давлениях, поэтому в установке применен газовый резервуар, который позволяет в известном объеме выставить известное давление. Затем кислородный баллон отключается газовым краном (3), а газовым краном (4) газ подается через газовый фильтр (8) в контейнер с исследуемым угольным материалом. Газовый фильтр (8) необходим для фильтрации влаги и масел, которые могут присутствовать в газе.

Остается найти давление газа на входе и выходе и определить дебит газа.

Возьмем один из примеров. Первоначально устанавливаем давление на манометре (6)  $P_1=2,3$  МПа. Давление  $P_2$  на манометре (7) ( $P_2=0$ ) появляется через 90 секунд ( $P_2=0,02$  МПа). Дальнейшее наблюдение дает нам основание заключить, что закон фильтрации все же линейный. Результаты эксперимента приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты эксперимента для угля марки «Т»

№	Время $T$ (мин) для угля фракции 0,25 мм	Время $T$ (мин) для угля фракции 1,00 мм	$P_1$ (МПа)	$P_2$ (МПа)	$V_{г}$ (мл)
1	1,5	1,54	2,30	0,02	5
2	2,5	2,54	2,28	0,04	10
3	3,5	3,54	2,26	0,06	15
4	4,5	4,54	2,24	0,08	20
5	5,5	5,54	2,20	0,10	30

Таблица 2

Результаты эксперимента для угля марки «К»

№	Время $T$ (мин) для угля фракции 0,25 мм	Время $T$ (мин) для угля фракции 1,00 мм	$P_1$ (МПа)	$P_2$ (МПа)	$V_{г}$ (мл)
---	--	--	-------------	-------------	--------------

1	1,6	1,64	2,30	0,02	3
2	2,6	2,64	2,28	0,04	7
3	3,6	3,64	2,26	0,06	15
4	4,6	4,64	2,24	0,08	25
5	5,6	5,64	2,20	0,10	32

Проницаемость углей рассчитали по формуле:

$$K = \eta q \frac{h}{\Delta p S}, \text{ мД}$$

$K$ - коэффициент проницаемости, мД;

$\eta = 1,82 \cdot 10^{-5}$  - динамическая вязкость газа, Па\*с;  $h = 15 \cdot 10^{-3}$  м - толщина образца угля, м;  $S = 706,5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup> - площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup>;  $\Delta p = 23 \cdot 10^5$  Па - перепад давления, Па;  $q$  - расход газа, м<sup>3</sup>/с.

Для каждой фракции угля марки «Т» определим средний расход газа

$$q_{cp}^T = \frac{V_{T_{cp}}}{T_{cp}}$$

1. Для фракции 0,25 мм:

$$q_{0,25}^T = 0,2758 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \text{ тогда } K_{0,25}^T = 46,3 \text{ мД}.$$

2. Для фракции 1 мм:

$$q_{cp(1)}^T = 0,2711 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \text{ тогда } K_1^T = 45,5 \text{ мД}$$

Для каждой фракции угля марки «К» определим средний расход газа

$$q_{cp}^K = \frac{V_{K_{cp}}}{T_{cp}}$$

1. Для фракции 0,25 мм:

$$q_{0,25}^K = 0,2733 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \text{ тогда } K_{0,25}^K = 45,9 \text{ мД}.$$

2. Для фракции 1 мм:

$$q_{cp(1)}^K = 0,2672 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \text{ тогда } K_1^K = 44,8 \text{ мД}$$

В результате проведенных экспериментов установлено:

1. С уменьшением диаметра частиц коэффициент проницаемости уменьшается.
2. Угли ранней степени метаморфизма имеют меньшую проницаемость и дают более мелкие фракции при разрушении, поэтому проницаемость угля ранней степени метаморфизма ниже по сравнению с углями большей степени метаморфизма.

#### Список литературы:

1. Коэффициент проницаемости горных пород и устройство\* для его определения / Е. И. Гаврилов, А. М. Мазур, Т. Л. Ким //

- Материалы XI Всероссийской науч.-прак. конф. молодых ученых «Россия молодая», 16–19 апреля 2019 г. – <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/91004.pdf>
2. Диффузионный перенос метана в поровом пространстве каменных углей и углегазовом растворе // **Р. Д. Козлов, О. В. Долбня**, Т. Л. Ким, А. А. Фофанов // Материалы XI Всероссийской науч.-прак. конф. молодых ученых «Россия молодая», 16–19 апреля 2019 г. – <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/91009.pdf>