

УДК 622.01.016

## **КОЭФФИЦИЕНТ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД И УСТРОЙСТВО\* ДЛЯ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Гаврилов Е. И., студент гр. ГЭс-171, II курс  
Мазур А. М., старший учебный мастер  
Ким Т. Л., к.т.н., зав. каф. физики,  
Научный руководитель: Дырдин В. В., д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Знание величины проницаемости массива горных пород играет важную роль для оценки эффективности проектируемой дегазации краевых зон и возможности загазирования выработок и исключения при внезапных выбросах метана и других газов.

Способы оценки проницаемости угольных пластов и горных пород в условиях их естественного залегания – задача достаточно трудная и сложно организуемая. Основной причиной является горное давление, которое в краевых зонах неоднородно. Под действием нормальных напряжений происходит деформация (смещение) пласта в сторону выработки и образуется зона фильтрационных каналов, по которым газ из массива поступает в выработку. Проницаемость этой зоны достаточно высокая. На некотором расстоянии от забоя деформации стабилизируются и нагрузка на эту часть массива начинает возрастать, что приводит к уменьшению проницаемости и росту пластового давления газа. За зоной влияния выработки, где и расположена активная часть скважин дегазации, проницаемость постоянна, но, по всей видимости, она несколько меньше, чем у углей и пород в разгруженном состоянии. В этой связи определение проницаемости углей и горных пород является важной научной задачей, так как ее решение позволяет выбирать наиболее эффективные способы расположения дегазационных скважин, способствующих приведению горных выработок в безопасному состоянию при проведении горных выработок.

В системе СИ единицей измерения коэффициента проницаемости горных пород является  $1 \text{ м}^2$ , но это достаточно большая величина, поэтому в практических целях применяют значительно меньшую единицу 1 Дарси (Д). Соотношение между ними следующее:  $1 \text{ Д} = 1,02 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ .

Все горные породы по проницаемости условно делятся на три группы: низкопроницаемые (0-100 мД), среднепроницаемые (100-500 мД) и высокопроницаемые (более 500 мД).

---

\*Устройство разработано при активном участии А. М. Мазура

Для определения проницаемости горных пород в лабораторных условиях нами была разработана и изготовлена установка, представленная на рис. 1



Рис.1. Схема установки для определения коэффициента проницаемости горных пород

В установке фильтрация воздуха осуществляется под действием перепада давлений в камерах 1 и 2 через цилиндрический образец угля небольшой толщины. Образцы выбуривались из куска угля с учетом слоистости, их торцевые поверхности шлифовались, после чего они помещались в полость между камерами 1 и 2. Установка позволяет определить расход воздуха через образец, перепад давлений и температуру в обеих камерах, а также площадь фильтрующего сечения образца и другие геометрические параметры.

Расчет коэффициента проницаемости осуществляли с учетом обеспечения при фильтрации линейного закона Дарси по формуле:

$$K = \eta q \frac{h}{\Delta P S}, \text{ м}^2 \quad (1)$$

где - динамическая вязкость фильтрующегося воздуха, Па·с;

$q$ -расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$h$ -толщина образца, через который осуществляется фильтрация воздуха, м;

$S$ -площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup>;

$\Delta P$ -перепад давления в камерах.

Измерения производили следующим образом. Предварительно был подготовлен образец угля с различной ориентацией слоистости относительно образующей цилиндра, что позволило определить и сравнить коэффициенты проницаемости вдоль и перпендикулярно слоистости. Для уменьшения влагосодержания фильтрующегося воздуха и искажения результатов измерения, он предварительно проходил через хлоркальцевую трубку. Для обеспечения герметизации измерительных камер 1 и 2 использовалась резиновая кольцевая прокладка, а возможный зазор между конусной частью камеры и

образцом со стороны камеры 2 заливался эпоксидным компаундом. Камеры 1 и 2 стягивались болтами, после застывания и проверки системы на утечки установку можно было использовать для измерения. В качестве примера в таблице приведены результаты измерений коэффициента проницаемости углей и горных пород.

Таблица

Параметры исследованных образцов и коэффициент проницаемости угля

№ эксперимента	Толщина, $h$	Диаметр, $d_1$	Давление, $P_1$	Давление, $P_2$	Время измерения, $t$	Расход воздуха	Динамическая вязкость, $\eta$	Температура, $T_1$	Температура, $T_2$	Коэффициент проницаемости, $K$
	м	м	$10^5$ Па	$10^5$ Па	с	$м^3$	$(Н \cdot с)/м^2$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	мДарси
1	0,012	0,052	2,0	1,1	254,17	$10^{-3}$	$1,82 \cdot 10^{-5}$	20	20	59,8
2			1,8	0,4	2125,05	$10^{-3}$				
3			3,0	0,4	91,18	$10^{-3}$				
4			2,6	0,4	2520,0	$10^{-3}$				
5			1,5	0	3605,0	$10^{-3}$				

Относительная погрешность измерений геометрических параметров не превышала 3-5 %. Для расчета взяты среднеарифметические значения. Для определения расхода воздуха применялся прибор СГБ-1,8, относительная погрешность которого не превышала 2,5 %.

Таким образом, с помощью данной установки было экспериментально определено, что образец отобранного в шахтопласте угля относится к группе низкопроницаемых углей.

#### Список литературы:

- Новик, Г. Я. Основы физики горных пород / Г. Я. Новик, В. В. Ржевский // Недра. – Москва. –1984– 359 с.
- Ким, Т. Л. Газовыделение в выработку с учетом изменяющейся проницаемости угольного пласта [Текст] / Т. Л. Ким, В. В. Дырдин, С. А. Шепелева // Изв. Вуз. Горный журнал. - 2013. - № 2. - С. 128 - 130.