

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 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, $\text{м}^3/\text{с}$;

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

S -площадь поперечного сечения образца, м^2 ;

ΔP -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 фильтрующего воздуха и искажения результатов измерения, он предварительно проходил через хлоркальциевую 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, η	Температура, T_1	Температура, T_2	Коэффициент проницаемости, K
	м	м	10^5 Па	10^5 Па	с	m^3	$(H \cdot c)/m^2$	°C	°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:

1. Новик, Г. Я. Основы физики горных пород / Г. Я. Новик, В. В. Ржевский // Недра. – Москва. –1984– 359 с.
2. 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.