

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ  
ПЕСЧАНИКОВ ДОНБАССА**

В статті приведені результати досліджень колекторських властивостей пісковиків, які свідчать про те, що при певному співвідношенні пористості і вологості можливо визначити їх газонасність.

**THE RESULTS OF DONBASS SANDSTONES COLLECTING  
PROPERTIES**

The article contains the results of sandstones collecting properties investigations that testify the possibility to define their gas-bearing feature on the base of definite correlation between porosity and humidity.

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме эффективного использования метана, содержащегося в углепородном массиве. Основными параметрами, отражающими метанонасность пород, являются их коллекторские свойства.

Важнейшим показателем, определяющим коллекторские свойства пород, является пористость. Однако пористость не дает полной информации о газонасности песчаников, так как характеризует лишь емкость, доступную флюидам, но при этом не отражает характера флюида [1]. Поэтому при изучении коллекторских свойств, необходимо также исследовать показатели, которые отражают газоемкостные свойства — влажность и степень заполнения пор газом.

Изучению изменения пористости, степени заполнения пор газом и влажности большое внимание уделено в работах [1, 2, 3, 4]. Однако, несмотря на то, что исследования проведены по большому количеству фактического материала, конечной целью их являлось использование показателей коллекторских свойств для прогноза выбросоопасности пород. В свете решения новых задач по добыче шахтного метана возникают вопросы, связанные прежде всего с определением закономерностей изменения газонасности пород в результате ведения горных работ.

В этой связи исследование коллекторских и газоемкостных свойств горных пород является актуальным вопросом.

Для исследования выбраны шахты им. А.Г. Стаханова, Красноармейская-Западная, Новгородовская, Краснолиманская, им. А.А. Скочинского, Комсомолец, им. К.А. Румянцева, Самсоновская-Западная, которые расположены в Красноармейском, Донецко-Макеевском, Центральном, Краснодонском геолого-промышленных районах. Пробы отбирались из горных выработок и из керна геологоразведочных скважин. Определены коэффициент открытой пористости ( $K_{o.p}$ ), степень заполнения пор газом ( $V_r$ ) и показатель массовой влажности ( $W$ ).

На шахте им. А.Г. Стаханова определение пористости, степени заполнения пор газом и влажности проводилось по пробам песчаников  $k_3^4 S l_1$ , отобранным

в забоях вентиляционных квершлагов № 1 (пикет 28+2 м) и № 2 (пикеты 12+1 м, 16+4 м). Мощность песчаника  $k_8^m S\ell_1$ , в районе исследования горных выработок, составляет, в основном, 24,0 м, горизонт 1136 м, близлежащие угли относятся к марке Г. По геологическим признакам песчаник  $k_8^m S\ell_1$  разделен на два слоя.

Значения открытой пористости как для верхнего, так и для нижнего слоя колеблются почти в одинаковых пределах. Средние значения Ко.п. для верхнего слоя составляет 8,6 %, а для нижнего 8,1 %. Рассматриваемые песчаники не претерпели значительных катагенетических изменений, обладают высокой пористостью и могут служить основными путями движения пластовых флюидов. Исследования характера изменения степени заполнения пор газом и влажности показали, что они колеблются в широких пределах.

Степень заполнения пор газом в песчанике  $k_8^m S\ell_1$  в забое вентиляционного квершлага № 1 (пикет 28+2 м), пробы 4065 а, 4065 б, в котором произошел выброс породы и газа, составляет 81,6 %, тогда как в забое вентиляционного квершлага № 2 (пикет 12+4 м), в котором выбросы не отмечены, этот показатель составляет всего лишь 35,1 %. Значения показателей массовой влажности песчаника варьируют в пределах от 1,43 до 2,65 %.

Следует отметить, что при одном и том же значении пористости 8,68 % для верхнего слоя (проба 4085) и нижнего слоя (проба 4113) показатели степени заполнения пор газом отличаются почти в 2 раза и составляют для верхнего слоя 59,6 %, а для нижнего соответственно - 24,5 %. Показатели влажности для этих проб также отличаются и составляют 1,50 % для пробы 4085 и 2,86 % для пробы 4113. При этом степень заполнения пор газом различна не только для отдельных слоев песчаника, но и для проб отобранных в пределах одного слоя, в одном и том же забое (вентиляционный квершлаг № 2, пикет 12+1 м), но на различном расстоянии по нормали от почвы песчаника (пробы 4084, 4285, 4086). Степень заполнения пор газом изменяется от 34,4 до 59,6 %, тогда как коэффициент открытой пористости колеблется от 8,05 до 9,14 %, влажность от 1,51 до 2,25 %.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в диапазоне изменения пористости от 7,76 до 9,47 % степень заполнения пор газом изменяется от 41,6 до 81,6 % при показателе влажности меньше 2,0 (1,50 - 1,87 %) и от 24,5 до 39,2 % при показателе влажности больше 2 %.

На шахте Красноармейская - Западная определение коэффициента открытой пористости, степени заполнения пор газом и влажности проводилось по пробам, которые были отобраны в вентиляционном квершлага (пикет 86+6 м), приемной площадке, северном полевом конвейерном штреке (пикет 11+1 м, 10+3 м), северном полевом откаточном штреке (пикет 34+7 м). Мощность песчаника  $d_3 Sd_1$ , где проходили горные выработки, составляет в среднем 15 м, горизонт 593 м, близлежащие угли относятся к марке Ж. По геолого-геофизическим данным песчаник  $d_3 Sd_1$  разделен на два слоя - верхний (мощность 10 м) и нижний (мощность 5 м).

Значения коэффициента открытой пористости на шахте Красноармейская - Западная варьируют в широких пределах. При этом более широкий диапазон изменения пористости от 6,5 до 17,7 % характерен для нижнего слоя, а для верхнего слоя этот предел изменения составляет от 8,5 до 11,4 %. Следовательно, песчаник  $d_3Sd_1$  по коллекторским свойствам является неоднородным. Массовая влажность песчаника  $d_3Sd_1$  так же, как и открытая пористость, изменяется в широких пределах от 0,9 до 6,3 %.

При этом максимальные значения влажности, как правило, соответствуют наибольшим значениям открытой пористости. Степень заполнения пор газом для верхнего слоя изменяется в пределах от 6,3 до 46,8 %, а для нижнего - от 0 до 27,0 %, то есть песчаник характеризуется низкими значениями степени заполнения пор газом и только одна проба 4654 характеризуется газонасыщенностью 74,3 %.

Сопоставление данных по пористости, влажности и степени заполнения пор газом для пробы 4654 показывает, что при пористости равной 8,7 %, влажности 0,9 %, степень заполнения пор газом достигает 74,3 %, а при влажности больше 2 % для всех остальных проб, степень заполнения пор газом изменяется от 0 до 46,8 %.

Результаты выполненных исследований подтверждают ранее полученные выводы по шахте им А.Г. Стаханова, что при низких значениях показателя влажности (меньше 2%) степень заполнения пор газом характеризуется высокими значениями, а при влажности больше 2 % - низкими значениями.

Кроме шахт им А.Г. Стаханова и Красноармейская - Западная аналогичные исследования были проведены на шахтах Краснолиманская, Новогородовская (Красноармейский геолого-промышленный район), им. А.А. Скочинского (Донецко-Макеевский район), Комсомолец, им. К.А. Румянцева (Центральный район), Самсоновская-Западная (Краснодонский геолого-промышленный район). На основе полученных данных по всем шахтам были рассчитаны средние значения коэффициента открытой пористости, степени заполнения пор газом и влажности с учетом мест отбора и количества проб (табл. 1).

Анализ данных табл. 1 показал, что при определенном соотношении пористости и влажности, степень заполнения пор газом может достигать минимальных и максимальных значений

Если влажность песчаника меньше 2 %, а пористость колеблется в пределах 7-11 %, степень заполнения пор газом превышает 50 %, а если влажность больше 2 %, при тех же значениях пористости, значения степени заполнения пор газом не превышает 50 %.

В случае, если влажность меньше 2 %, а пористость изменяется от 4 до 7 %, то степень заполнения пор газом не превышает 60 %, а для песчаников с влажностью больше 2 % степень заполнения пор газом не превышает 40 %. Для песчаников с низкими значениями коэффициентов пористости (1 - 4 %) и влажностью меньше 2 % показатель степени заполнения пор газом достигает всего 30 %.

Таблица 1 - Средние значения коллекторских и свойств песчаников с учетом мест отбора проб

Шахта	Горная выработка	Количество проб	Коэффициент открытой пористости, %	Степень заполнения пор газом, %	Влажность, %
Новгородовская	Уклон № 1, 3-й ступени	12	7,30	61,6	1,40
	Квершлаг № 23	3	12,55	0	5,49
Краснолиманская	Грузовой ходок № 1 в 140 м ниже от 3-го конвейерного штрека	3	8,45	38,2	2,15
	Грузовой ходок в 20 м ниже от 3-го конвейерного штрека	3	2,40	0	0,95
	Уклон № 1 ниже 230 м северного конвейерного штрека	3	8,62	67,8	1,15
	Уклон № 1 ниже 240 м северного конвейерного штрека	3	4,05	25,1	1,10
	Людской ходок № 1	3	8,41	62,4	1,28
им. А.А. Скочинского	Главная воздухоподающая выработка, пикет 102+2 м	6	5,92	38,1	1,35
	Главная воздухоподающая выработка, пикет 104+3 м	9	8,12	68,3	1,06
Комсомолец	Первый западный полевой штрек	9	3,41	24,9	0,98
им. К.А. Румянцева	Ход для вскрытия	3	3,04	35,7	0,73
Самсоновская Западная	Грузовая ветвь вспомогательного ствола	3	4,63	11,8	1,63
	Порожняковая ветвь вспомогательного ствола	2	4,28	5,4	1,60
	Гараж - зарядная 72 м от сопряжения № 8	4	5,18	16,5	1,70
	Гараж - зарядная 94 м от сопряжения № 8	9	5,11	49,5	1,02
	Гараж - зарядная (от сбоек)	6	6,76	35,5	1,77
	Южный магистральный штрек	6	1,41	35,7	0,37
	Северный магистральный штрек	3	4,70	41,9	2,23

Установленные количественные пределы изменения пористости, влажности и степени заполнения пор газом могут быть положены в основу типизации коллекторских свойств горных пород.

С этой целью по значениям коэффициента открытой пористости выделено три группы (табл. 2).

Таблица 2 - Пределы изменения степени заполнения пор газом с учетом коэффициента открытой пористости и влажности песчаников

Группа	Коэффициент открытой пористости, %	Степень заполнения пор газом, %	
		Показатель влажности меньше 2 %	Показатель влажности больше 2 %
I	> 7	50 - 80	0 - 50
II	4 - 7	10 - 60	0 - 40
III	< 4	0 - 30	-

В первой группе коэффициент открытой превышает 7 %. Степень заполнения пор газом песчаников изменяется в пределах 50-80 % при показателе влажности меньше 2 % и при показателе влажности больше 2 % степень заполнения пор газом не превышает 50 %.

Во вторую группу входят песчаники, коэффициент открытой пористости которых изменяется от 4 – 7 %. При влажности меньше 2 % степень заполнения пор газом будет изменяться в широком диапазоне от 10 до 60 %, то есть перекрывается область газоносного (больше 50%) и негазоносного песчаника (меньше 50 %). Поэтому для этой группы в песчаниках с пористостью 4 – 7 % и влажностью меньше 2 % для установления является песчаник газоносным или нет, требуются дополнительные исследования. В случае, если влажность больше 2 %, то песчаник является негазоносным.

В третью группу входят песчаники с пористостью не превышающую 4 % и влажностью меньше 2 %, которые относятся к негазоносным, так как степень заполнения пор газом колеблется в пределах от 0 – 30 %.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при определенном соотношении пористости и влажности песчаников можно определять их газоносность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных пород. – К.: Наукова думка, 1988. – 384 с.
2. Абрамов Ф.А., Шевелев Г.А. Свойства выбросоопасных песчаников как породы-коллектора. – К: Наукова думка, 1972. – 98 с.
3. Шевелев Г.А. Динамика выбросов угля, породы и газа. – К.: Наукова думка, 1989. – 159 с.
4. Шевелев Г.А. Метаноносность песчаников, вмещающих угольные пласты //Геотехническая механика: Межаед. сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. - К. - Днепрпетровск, 2000. – Вып. № 17. - С. 204-207.