

промышленность. – 1974. – № 2. – С.59-60.

4. Об интенсификации буровзрывных работ на железорудных карьерах / В.П.Билоконь, В.И.Ильин, М.П.Белоконь и др./ Горнорудное производство. Разрушение горных пород. – Свердловск, ИГД МЧМ СССР. – 1975. – С.42-46.

5. Патент № 37722 А. Україна, Спосіб руйнування тріщинуватих гірських порід вибуховими речовинами. Авт.: Сфремов Е.І., Петренко В.Д., Білоконь М.П. та інші. Бюл. № 4, 2001.

УДК 622.357.1.02:622.272

Д-р геол.-мин. наук, проф. В.В. Лукинов,
канд. геол.-мин. наук Л.Л. Шкуро
(ИГТМ НАН Украины)

ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНИКОВ

У статті приведені результати досліджень фізичних властивостей пісковиків, які визначені по пробам, відібраними із геологорозвідувальних свердловин і гірничих виробок. Запропоновані показники, які дозволяють кількісно оцінити ступінь зміни фізичних властивостей пісковиків в шахтних умовах.

INFLUENCE OF MOUNTAIN WORKS ON PHYSICAL PROPERTIES OF SANDSTONES

In the article there are the resulted results of researches of physical properties of sandstones, which are certain on to the tests selected from geological survey mining holes and mountain making. Offered indexes which allow in number to estimate the degree of change of physical properties of sandstones, in mine terms.

Изучение характера изменения физических свойств горных пород и, особенно, коллекторских свойств в период эксплуатации угольных месторождений является вопросом актуальным, с позиций аккумуляции в них техногенных скоплений метана.

Физические свойства изучаются преимущественно по результатам лабораторных испытаний образцов, отобранных из геологоразведочных скважин.

Это наибольший массив данных, по которым проводятся все последующие расчёты, в которых используются показатели физических свойств. Кроме этого, ранее физические свойства определялись по образцам, отобранным из горных выработок.

Необходимо отметить, что изучение изменения физических свойств горных пород, в основном сводится к изучению свойств угленосных пород, которые изменяются под влиянием первичной и вторичной группы факторов [1].

Первичная (генетическая) группа связана с вещественным и гранулометрическим составом, фациальной принадлежностью и другими показателями. Вторичная (процессы преобразования) группа обусловлена давлением, температурой, тектоническими условиями, а также влиянием подземных вод.

Однако на изменение физических свойств горных пород оказывают влияние технологии проведения горных выработок и технологии отбора и подготовки проб для исследований. Подготовительные горные выработки проводятся по

песчаникам в основном буровзрывным способом. При этом породы подвергаются воздействию ударной волны и, как следствие, развитию техногенной микронарушенности, которая накладывается на природную микронарушенность.

До последнего времени вопросы, связанные с влиянием горных работ на физические свойства горных пород, практически не изучались.

С целью изучения изменения физических свойств пород под влиянием горных работ были проведены исследования плотностных (объемной плотности и плотности твердой фазы) и коллекторских свойств (коэффициента открытой пористости), определенных по пробам песчаников, которые отобраны непосредственно из горных выработок на шахтах им. А.Г. Стаханова, Красноармейская-Западная (Красноармейский геолого-промышленный район), им. А.А. Скочинского (Донецко-Макеевский геолого-промышленный район), Комсомолец, им. К.А. Румянцева (Центральный геолого-промышленный район), Самсоновская-Западная (Краснодонский геолого-промышленный район). Исследовались песчаники, выдержанные по площади и в разрезе, по которым проходили подготовительные горные выработки. На шахте им. А.Г. Стаханова изучен песчаник $k_8^{H}Sl^1$, на шахте Красноармейская -Западная песчаник d_3Sd_4 , на шахте им. А.А. Скочинского песчаник $h_4Sh_6^1$, на шахте Комсомолец песчаник k_4Sk_5 , на шахте Самсоновская-Западная песчаник k_1Sk_2 .

Отбор проб из кернов геологоразведочных скважин проводился на участках разведки или доразведки шахт им. А.Г. Стаханова, Красноармейская -Западная, им. А.А. Скочинского, Комсомолец, им. К.А. Румянцева, Самсоновская-Западная.

Для установления существенности различий средних значений объемной плотности, плотности твердой фазы и коэффициента открытой пористости, определенных по шахтным и скважинным пробам, была проведена статистическая обработка данных. Результаты статистической обработки данных, определенных по пробам, отобраным на полях шахт им. А.Г. Стаханова и им. А.А. Скочинского, приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1 для шахтных проб минимальные, максимальные и средние значения коэффициента открытой пористости значительно выше, чем для скважинных проб. Разброс значений коэффициента открытой пористости для шахтных проб значительно больше, чем для скважинных проб. Средние значения объемной плотности и плотности твердой фазы для шахтных проб значительно ниже, чем для скважинных проб. При этом о существенных различиях средних значений с вероятностью 0,95 можно судить только для объемной плотности и коэффициента открытой пористости, для которых расчетные значения критерия Стьюдента (t -критерия) значительно выше табличных. Для плотности твердой фазы существенных различий в средних значениях по t -критерию не наблюдается, так как $t_{расч.} < t_{табл.}$. Это еще раз подтверждает положение о том, что плотность твердой фазы в пределах юго-западного Донбасса в целом стабильна и изменяется незначительно [2].

Таблица 1 – Статистические показатели физических свойств, определенных по шахтным и скважинным пробам

Статистические показатели	Объемная плотность, г/см ³		Плотность твердой фазы, г/см ³		Коэффициент открытой пористости, %	
	Шахтные пробы	Скважинные пробы	Шахтные пробы	Скважинные пробы	Шахтные пробы	Скважинные пробы
шх. им. А.Г. Стаханова						
Минимум	2,18	2,31	2,62	2,68	7,10	5,10
Максимум	2,48	2,50	2,72	2,83	17,10	12,00
Среднее	2,34	2,42	2,70	2,72	11,20	8,17
Среднеквадратическое отклонение	0,078	0,057	0,03	0,04	2,62	2,26
Дисперсия	0,006	0,003	0,0009	0,0016	6,85	5,07
Количество определений	30		30		30	
Критерий Стьюдента ($t_{табл}^{0,95}=2,04$)	3,42		1,92		3,81	
шх. им. А.А. Скочинского						
Минимум	2,34	2,32	2,71	2,65	3,99	2,33
Максимум	2,61	2,67	2,76	2,88	8,70	7,91
Среднее	2,46	2,57	2,72	2,75	7,20	5,20
Среднеквадратическое отклонение	0,081	0,005	0,01	0,06	1,53	1,88
Дисперсия	0,007	0,05	0,0002	0,003	2,35	2,77
Количество определений	30		30		30	
Критерий Стьюдента ($t_{табл}^{0,95}=2,04$)	2,75		1,58		4,18	

Кроме шахт им. А.Г. Стаханова и им. А.А. Скочинского исследования объемной плотности и коэффициента открытой пористости проводилось на шахтах Красноармейская-Западная, им К.А. Румянцева, Комсомолец и Самсоновская-Западная. Результаты определения средних значений объемной плотности и коэффициента открытой пористости приведены в табл. 2.

Анализ имеющихся материалов показывает, что средние значения объемной плотности, определенные по шахтным пробам, значительно ниже, чем для скважинных проб. При этом средние значения коэффициента открытой пористости, определенные по шахтным пробам значительно выше, чем для скважинных проб.

Сопоставление результатов определения средних значений плотности и пористости по шахтным пробам с аналогичными, но определенными по скважинным пробам, позволили выявить тенденцию увеличения пористости и уменьшения объемной плотности по шахтным пробам, относительно скважинных проб и вы-

сказать предположение о том, что на физические свойства пород в шахтных условиях влияет главным образом как вторичная трещиноватость, так и их микронарушенность. Если вторичную трещиноватость можно в определенной степени исключить, так как для определения пористости и плотности отбираются пробы небольших размеров из наиболее однородной (нетрещиноватой) части породного массива, то развитие микротрещиноватости, которая образуется под действием условий разработки горных выработок, исключить нельзя.

Таблица 2 – Средние значения физических свойств, определенных по шахтным и скважинным пробам

Поле шахты	Объемная плотность, г/см ³		Коэффициент открытой пористости, %	
	шахтные пробы	скважинные пробы	шахтные пробы	скважинные пробы
им. А.Г. Стаханова	2,34	2,42	11,2	8,1
Красноармейская-Западная	2,42	2,46	10,2	7,9
им. А.А. Скочинского	2,49	2,56	7,2	5,2
им. К.А. Румянцева	2,59	2,63	3,2	2,7
Комсомолец	2,59	2,62	3,4	2,6
Самсоновская-Западная	2,53	2,56	8,1	6,8

С целью количественного учета изменения плотности и пористости, определенных по шахтным пробам и керну скважин предложены показатели: P_γ - отношение значений объемной плотности, полученных по шахтным пробам к аналогичным определениям по скважинным пробам и P_κ - отношение значений коэффициента открытой пористости, определенные по шахтным пробам к аналогичным значениям полученным по керну скважин. В таблице 3 приведены значения P_γ и P_κ определенные для песчаников в пределах шахтных полей Красноармейского, Донецко-Макеевского, Центрального и Краснодонского геолого-промышленных районов Донбасса.

Таблица 3 – Значения показателей P_γ и P_κ , рассчитанных для песчаников

Показатели объемной плотности и открытой пористости	Поле шахты					
	им. А.Г. Стаханова	Красноармейская-Западная	им. А.А. Скочинского	им. К.А. Румянцева	Комсомолец	Самсоновская - Западная
P_γ	0,966	0,983	0,972	0,984	0,988	0,989
P_κ	1,372	1,261	1,385	1,181	1,306	1,193

Как видно из табл. 3 расчетные значения показателя плотности $P_\gamma < 1$, а показателя пористости $P_\kappa > 1$.

Необходимо отметить, что чем меньше значение показателя P_γ и чем выше значение показателя P_k , тем существеннее изменялись плотностные и коллекторские свойства песчаников при проведении горных выработок и, наоборот, если значения P_γ и P_k приближаются к 1, физические свойства песчаников в горных выработках незначительно отличаются от природных.

Анализ табл. 2, 3 показывает, что значительные расхождения плотности и пористости, и соответственно показателей P_γ и P_k , наблюдается для проб, которые отобраны на полях шахт им. А.Г. Стаханова и им. А.А. Скочинского. Причиной высокой степени изменения физических свойств на этих шахтах является то, что песчаники $k_8^HSl_1$ и $h_4Sh_6^I$, которые выбраны для исследований, являются выбросоопасными. Как известно, выбросоопасные песчаники являются более нарушенными, чем песчаники, в которых выбросов пород и газа не происходило. Они характеризуются повышенной пористостью и трещиноватостью. Поэтому выбросоопасным песчаникам, которые находятся в одном и том же напряженном состоянии, что и выбросоонеопасные песчаники, свойственно после разгрузки иметь повышенную вторичную трещиноватость и микронарушенность. При этом коэффициент микронарушенности также характеризуется высокими значениями. Для шахты им. А.Г. Стаханова он составляет 55,9 %, для шахты им. А.А. Скочинского – 70,8 % [3].

На шахте им. К.А. Румянцева песчаники характеризуются низкой степенью выбросоопасности (зарегистрированы единичные выбросы пород и газа). Коэффициент микронарушенности песчаников на этой шахте составляет всего 17,0 %, то есть песчаники не претерпели значительных изменений при проведении горных работ. Поэтому показатели P_γ и P_k значительно отличаются от аналогичных показателей, вычисленных для условий шахт им. А.Г. Стаханова и им. А.А. Скочинского.

В результате проведенных исследований установлены существенные различия в средних значениях объемной плотности и пористости по пробам, отобранным в горных выработках и ядрах геологоразведочных скважин. Предложены показатели, которые позволяют количественно оценить степень изменения физических свойств песчаников в шахтных условиях.

СПИСОК Литературы

1. Дзевань И.П. Акустический метод выделения коллекторов с вторичной пористостью. - М.: Недра, 1981. - 285 с.
2. Забигаило В.Е., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – К.: Наук. думка, 1972. - 170 с.
3. Баранов В.А. Определение нижней и верхней границ выбросоопасности пород // Уголь Украины. - № 2. - 1999. - С. 38-40.