

**УСТАНОВЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ КРИТЕРИЕВ ИЗМЕНЕНИЯ  
ГАЗОНОСНОСТИ ПЕСЧАНИКОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ  
УГЛЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В роботі приведені результати досліджень кількісних критеріїв зміни ступеню заповнення пор газом з урахуванням показників пористості і вологості для різних типів вуглегазових родовищ.

**DETERMINATION OF QUANTITATIVE CRITERIONS OF CHANGE  
GASOGENITY SANDSTONES FOR DIFFERENT TYPES  
COAL-GAS DEPOSITS**

In work brought results of studies of quantitative criterions of change degrees of filling-gas with provision for porosity factors and moisture for different types coal-gas deposits .

В настоящее время в Украине важную роль отводится добыче природного метана на угольных месторождениях Донбасса. Решение этого вопроса позволит удовлетворить потребность нашей страны в одном из важных энергетических носителей, а также улучшить безопасность разработки угольных месторождений и в значительной степени предотвратить загрязнение окружающей среды. Над этой проблемой работают многие научно-исследовательские и производственные организации.

В отделе геологии угольных месторождений больших глубин ИГТМ НАН Украины проведены научно-исследовательские работы, направленные на изучение влияния геологических и горнотехнических факторов на распределение метана в угольных пластах и в горных породах, разработке типизации горно-геологических условий промышленной добычи метана на угольных месторождениях Донбасса.

В результате проведенных исследований на основе тектонических и физико-механических показателей в пределах Донецкого бассейна выделено три типа углегазовых месторождений -А, Б, В.

Каждый тип углегазовых месторождений значительно различается по тектоническим, литологическим показателям, мощности накопленных отложений, степени их катагенетических преобразований, количества угольных пластов, мощности песчаников, относительной мощности песчаника, степени неоднородности песчаников, относительной нарушенности и характеризуется различными условиями газонакопления:

тип А – невысокие (0,01-0,02) показатели региональной дислоцированности, мощность угленосной толщи менее 3 км, незначительное (<10) количество угольных пластов, значения относительной нарушенности меняются от 0 до 30-40 %, что указывает на низкую степень катагенетических преобразований, повышенную пористость (до 15-20 %), проницаемость и благоприятную обстановку газонакопления при наличии мощных коллекторов, аргиллитовых покрышек и структурно-литологических условий, благоприятствующих данному процессу; для этого типа характерны рифогенные, структурные, тектонические

и литологические классы скопления метана (Павлоградско-Петропавловский, Лисичанский, Южно-Донбасский, Красноармейский районы);

тип Б – показатели тектонической дислоцированности изменяются от 0,06 до 0,42, мощность угленосной толщи 3-5 км, количество угольных пластов 2-25, значения относительной нарушенности меняются от 10-20 % до 50-60 %, что указывает на среднюю степень катагенетических преобразований, сравнительно значительную пористость (до 8-12 %), среднюю или низкую (при карбонатном цементе очень низкую) проницаемость и относительно благоприятную обстановку газонакопления при наличии структурно-литологических и тектонических условий; для этого типа характерны техногенные, структурные, тектонические и литологические классы скопления метана (Донецко-Макеевский, Краснодонский, Луганский, Алмазно-Марьевский районы);

тип В – характеризуется наиболее высокими показателями региональной тектонической дислоцированности от 0,16 до 0,89, мощность угленосной толщи > 5 км, значения относительной нарушенности изменяются от 40-50 % до 70-80 %, что указывает на высокую степень катагенетических преобразований, относительно низкую пористость (до 7-8 %), возможность появления трещинной (вторичной) пористости, низкую проницаемость и малоблагоприятную обстановку газонакопления свободного газа (без учета сорбированных газов); для этого типа характерны техногенные, структурные, тектонические классы скопления метана (Центральный, Чистяково-Снежнянский, Боково-Хрустальский районы).

Авторами работ [1, 2] проанализированы и обобщены результаты работ по каждому типу месторождений и даны конкретные рекомендации наиболее перспективных участков для добычи метана.

Однако, несмотря на большой объем проведенных исследований, не установлены количественные оценки изменения показателей газоносности для каждого типа углегазового месторождения.

Поэтому определение количественных критериев изменения газоносности для каждого типа углегазового месторождения является вопросом актуальным, так как позволит не только качественно определять обстановку газонакопления свободного газа в горных породах.

Суммируя фактические данные об изменении пористости и степени заполнения пор газом, которые проведены ранее, обращает на себя внимание тот факт, что для установления количественных критериев изменения этих показателей для каждого типа углегазовых месторождений необходимо учитывать показатель массовой влажности [3].

Основанием для этого является то, что коэффициент открытой пористости не дает полной информации о газоемкости песчаника, так как характеризует лишь ее емкость доступную флюидам, но при этом не отражает характера флюида [4, 5].

Исследования проводились по двум направлениям: первое - в пределах шахт им. А.Г. Стаханова и Красноармейская - Западная, которые расположены на территории углегазового месторождения типа А и второе для шахт, которые расположены на территории углегазовых месторождений А, Б, В. На этих шахтах в различное время производились горные работы, и проводился отбор проб, по которым определены коэффициент открытой пористости ( $K_{o.n.}$ ), степень заполнения пор газом ( $V_2$ ) и показатель массовой влажности ( $W$ ).

На шахте им. А.Г. Стаханова определение пористости, степени заполнения пор газом и влажности проводилось по пробам песчаников  $L_1Sl_1$ , отобраным в забоях вентиляционных квершлагов № 1 (пикет 28+2м) и № 2 (пикеты 12+1м, 16+4м). Мощность песчаника  $L_1Sl_1$ , где проходили горные выработки, составляет, в основном, 24,0 м, горизонт 1136 м, близлежащие угли относятся к марке Г. По физическим свойствам песчаник  $L_1Sl_1$  разделен на два слоя.

Средние значения  $K_{o.n.}$  для верхнего слоя составляет 8,6 %, а для нижнего 8,1 %. Это говорит о том, что 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  $L_1Sl_1$  в забое вентиляционного квершлага № 1 (пикет 28+2 м), проба 4065а, 4065б), в котором произошел выброс пород и газа, составляет 81,6%, тогда как в забое вентиляционного квершлага № 2 (пикет 12+4 м) этот показатель составляет всего лишь 35,1%. Значения показателя 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 1,5 до 2,2 %.

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 %.

Однако этот вывод требует подтверждения на других шахтах, которые относятся к областям как типа А, так и Б, В.

Аналогичные исследования были проведены на шахте Красноармейская - Западная, которая находится на территории одного углегазового месторождения, что и шахта им. А.Г. Стаханова.

На шахте Красноармейская - Западная определение коэффициента открытой пористости, степени заполнения пор газом и влажности проводилось по пробам, которые были отобраны в вентиляционном квершлагае (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  $d_3Sd_4$ , где проходили горные выработки, составляет в среднем 15 м, горизонт 593 м, близлежащие угли относятся к марке Ж. По геолого-геофизическим данным песчаник  $d_3Sd_4$  разделен на два слоя - верхний (мощность 10 м) и нижний (мощность 5 м).

Значения коэффициента открытой пористости 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  $d_3Sd_4$  по коллекторским свойствам является неоднородным. Массовая влажность песчаника  $d_3Sd_4$  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 Красноармейской-Западной исследования проводились на шахтах Краснолиманская, Ново-Гродовская, Южно-Донбасская, им. А.А. Скочинского, Самсоновская-Западная, Комсомолец, им. Румянцева.

Отбор проб по шахтам осуществлялся в одном или нескольких забоях горных выработок. При этом в одном и том же забое проводился отбор нескольких проб в зависимости от положения пробы в забое. По отобраным пробам песчаников определены показатели коэффициента открытой пористости, степени заполнения пор газом и массовой влажности и рассчитывались их средние значения.

Анализ результатов показывает, что нет четко выраженных закономерностей изменения средних значений  $K_{o,n}$ ,  $V_c$ ,  $W$  как в пределах одного типа углега-

зового месторождения, так и для различных типов. В пределах углегазового месторождения типа А находятся шахты им. А.Г. Стаханова, Красноармейская - Западная, Ново-Гродовская, Краснолиманская, Южно - Донбасская. Вычисленные средние значения показателей  $K_{o.n.}$ ,  $V_z$ ,  $W$  для каждой шахты имеют свои отличительные особенности, Для шахты Южно-Донбасская значения  $K_{o.n.}$  достигают 16,4 %, при массовой влажности 5,6 %. Значение  $V_g$  при этом составляет не более 20 %. Однако, анализируя средние значения  $K_{o.n.}$ ,  $V_z$ ,  $W$  для каждой шахты, обращает на себя внимание, что как для шахты им. А.Г. Стаханова и Красноармейская - Западная, так и для других шахт 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 %, то 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 %.

Характеристика пределов изменения  $K_{o.n.}$ ,  $V_z$ ,  $W$  для каждого типа углегазового месторождения приведена в табл. 1.

Таблица 1 - Пределы изменения степени заполнения пор газом с учетом коэффициента открытой пористости и влажности для различных типов углегазовых месторождений

Тип	Коэффициент открытой пористости, %	Степень заполнения пор газом, %	
		Показатель массовой влажности меньше 2 %	Показатель массовой влажности больше 2 %
А	7 - 11	50 - 80	0 - 50
Б	4 - 7	10 - 60	0 - 40
В	1 - 4	0 - 30	-

Анализ таблицы 1 еще раз подтверждает ранее полученные результаты, что для месторождений типа А при изменении коэффициента открытой пористости песчаников в пределах 7-11 % и массовой влажности меньше 2 %, степень заполнения пор газом превышает 50 %. Это говорит о том, что такие песчаники газоносны, а если влажность песчаников больше 2 %, при тех же показателях пористости, степень заполнения пор газом не превышает 50 % и песчаник относится к негазоносным.

Для месторождений типа Б при изменении коэффициента открытой пористости в пределах 4-7 % и 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 этого типа углегазового месторождения 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.

Для типа месторождения В влажность песчаников не превышает 2 % и песчаники относятся к негазоносным, так как степень заполнения пор газом колеблется в пределах от 0 до 30%.

Таким образом, проведенные исследования позволяют на основе количественных критериев установить пределы изменения степени заполнения пор газом с учетом пористости и влажности для каждого типа углегазовых месторождений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукинов В.В, Пимоненко Л.И, Капланец Н.Э., Гребенщикова Л.К. Типизация региональных геологических условий горного массива //Геотехническая механика. Межведомственный сб. научн. трудов.- Днепропетровск.-2002.-№32.-С.184-190.
2. Лукинов В.В, Гончаренко В.А., Пимоненко Л.И, Капланец Н.Э. Тектонические основы типизации горно-геологических условий для промышленной добычи метана //Геотехническая механика.. Межведомственный сб. научн. трудов.- Днепропетровск.-2002.-№35.-С.88-96.
3. Шкуро Л.Л. Результаты исследований газоносности песчаников Донбасса //Геотехническая механика. Межведомственный сб. научн. трудов.- Днепропетровск.- 2003.-№41.-С.68-73.
4. Забигаило В.Е, Широков А.З. Выбросоопасность горных пород.- К.: Наукова думка, 1988-384 с.
5. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений.- К.: Наукова думка, 1972.-170 с.

**УДК 622.83.551.24**

В.Н. Потураев, Б.А. Грядущий,  
А.М. Брюханов, А.Н. Зорин,  
М.В. Чурадзе, В.П. Вдовиченко

### **ОБРАЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН ПОРОДНОГО МАССИВА И МЕТОД ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Розглянуті умови утворювання техногенних зон породного масиву, а також метод їх визначення з допомогою способу площинних вертикальних перерізів

### **FORMATION TECHNOGENOUS ZONES OF MASSIVE AND THE METHOD OF ITS DETERMINATION**

There are discerned the conditions of formation and also the method of determination by the method of plane vertical vein

Увеличение объемов разработки месторождений полезных ископаемых сопряжено с ростом глубины рудников и шахт, которая в некоторых странах к настоящему времени достигла 3500 м, а в угольных шахтах Донбасса горные работы ведутся на глубине до 1500 м. Разработка месторождений на этих глубинах сопровождается возрастанием горного давления, которое достигает 2500 т на м<sup>2</sup>, кроме того, в большинстве случаев горные породы насыщены различными газами, находящимися под давлением до 10 МПа.

Все это создает огромные запасы потенциальной энергии. Которые реализуются в виде негативных проявлений, в том числе в виде газодинамических явлений [1, 2].