

6. Шевелев Г. А. Динамика выбросов угля, породы и газа / Г. А. Шевелев.– К. : Наук. думка, 1989. – 160 с.
7. Трифонова Н. В. О закономерностях изменения газодинамических параметров зоны разрушения в процессе выброса /Н.В. Трифонова // В сб. Выбросы угля, породы и газа. – К. : Наукова думка, 1976. – С. 60 – 64.
8. Круковская В. В. Изменение проницаемости угля и параметров течения метана на фронте выброса / В. В. Круковская // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. № 78. – С. 34 – 42.

**УДК 622.01.013**

Д-р геол. наук В.А. Баранов  
(ИГТМ НАН Украины)

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ПОРИСТОСТЬ ПЕСЧАНИКОВ ДОНБАССА**

Визначені графічні закономірності впливу структури на відкриту пористість в пісковиках Донбасу. Показано зменшення пористості з південного заходу на північний схід басейну.

## **INFLUENCE OF STRUCTURE ON POROSITY OF SANDSTONES OF DONBASS**

Certain graphic conformities to the law of influencing of structure on the opened porosity in sandstones of Donbass. Diminishment of porosity from a south-west on the north-east of pool is shown.

Коллекторские свойства осадочных пород стали предметом пристального внимания ученых после двух мировых войн, показавших однозначное преимущество военной техники противоборствующих сторон. Нефть, а позже газ, стали новыми и необходимыми энергоисточниками. Техника за несколько десятилетий перешла с угля и дров, на бензин и керосин. Первым на территории нашей республики был освоен Прикарпатский нефтегазовый бассейн, в 30-х годах 20-го века. Вторая половина этого века характеризуется небывалым подъемом технического развития особенно ведущих стран, а для этого нужно было много энергоносителей. Затраты на поиск, разведку и добычу энергоносителей как сто лет назад, так и сейчас, составляют до 70-80 % от всех затрат на геологию.

Тот факт, что ученые все чаще называют Донбасс газоугольным или углегазовым, говорит сам за себя. Интерес к энергоисточникам разных видов усиливается и работы в этом направлении ведутся достаточно интенсивно. С учетом перехода Донецкого угольного бассейна, в новый статус – углегазовый, перед учеными формулируются новые задачи, в круг которых входит исследование коллекторских свойств терригенных отложений указанного бассейна, характеризующегося (относительно других осадочных бассейнов) повышенной плотностью пород, пониженной проницаемостью и пористостью. Последние факторы особенно серьезно влияют на темпы освоения бассейна как газоносного. В этой связи исследование изменения свойств пород Донбасса в стратиграфическом разрезе и на площади, определение новых закономерностей, является проблемой актуальной как в научном, так и в прикладном значении.

Ранее были опубликованы результаты исследований изменения газоносности в разных районах [1]; формирование нового вида пористости «текстурной пористости», характерной для угольных месторождений [2]; изменение газоносности с глубиной [3]; связь газоносности с катагенезом [4].

В данной статье приведены результаты исследований влияния структуры песчаников на пористость. Песчаники выбраны в силу того, что это основные коллектора, а для условий угольных шахт, это наиболее устойчивые породы, в которых горняки стараются располагать основное количество горных выработок. Для исследований были отобраны пробы песчаников в разных районах: от Западного Донбасса (участок Брагиновский), до северо-восточного борта бассейна. Однотипные и одновозрастные песчаники в таком разрезе отобрать нельзя (в Западном Донбассе пород среднего и верхнего карбона практически нет), но сформулированная задача предполагала исследование именно региональных тенденций изменения пористости и влияние на нее структуры, то есть размеров пороодообразующих зерен в олигомиктовых песчаниках раннего и среднего карбона, среднего катагенеза.

Восточнее участка Брагиновский, исследовались песчаники Красноармейского района (участок Северо-Родинский и поле шахты им. А. Г. Стаханова); Центрального района (участки Горловский-Глубокий и Румянцевский); Краснодонского района (участок Самсоновский-Западный); Алмазного района (участок Санжаровский). Основные параметры структуры и пористости пород изученных районов приведены в таблице 1.

Определение структуры выполнялось в стандартных шлифах с применением поляризационного микроскопа при увеличении около  $100^x$ , в проходящем свете. Пористость открытая определялась в стандартизованных лабораториях по апробированным методикам методом водо- или керосинонасыщения. Следует указать, что исследования коллекторских свойств в разных осадочных бассейнах СССР, во второй половине прошлого столетия, выполнялись массово и на больших площадях [5]. Подобные исследования выполнялись и для пород Донбасса [6-7 и др.]. Тем не менее, графические зависимости пористости от структуры песчаников для региональных условий исследуемого региона не приведены. Для восполнения этого пробела выполнены построения графических зависимостей значений открытой пористости от размера обломочных зерен песчаников Донбасса (рис. 1-8).

К основным полученным результатам следует отнести положительную корреляционную связь пористости и структуры обломочных зерен песчаников для всех изученных районов, что, в целом, известно [5-7 и др.]. Наиболее тесная корреляционная связь присуща отложениям Красноармейского района ( $r = 0,53$  и  $r = 0,61$ ), при высоких значениях надежности ( $\mu = 7,86$  и  $\mu = 6,98$ ).

Для участка Брагиновский, эта связь меньше и составляет  $r = 0,33$ , при низкой надежности  $\mu = 2,13$ . Вероятной причиной такого результата, по нашему мнению, являются низкие значения структуры. Исследовался фактически алевролит и мелкозернистый песчаник, со средним размером зерен  $d_{cp} = 0,11$  мм (характерные для прибрежно-морских условий нижнего карбона). Поскольку степень катагенеза отложений Красноармейского и Павлоградско-Петропавловского районов примерно одинаковая (граница раннего и среднего катагенеза, уголь марки Г), можно констатировать, что для этих условий

Таблица 1- Данные о пористости и структуре карбоновых песчаников Донбасса

| Район исследования   | Участок разведки, шахта   | Количество проб песчаников | Структура зерен: min; max; и среднее; мм | Значения пористости: min; max; и среднее; % | Марочный состав вскрытых углей |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|--------------------------------|
| Павлогр.-Петропавл-й | уч. Брагиновский          | 32                         | <u>0,04-0,20</u><br>0,11                 | <u>4,65-18,39</u><br>10,48                  | Г                              |
| Красноармейский      | уч. Северо-Родинский      | 113                        | <u>0,08-0,54</u><br>0,24                 | <u>1,00-13,56</u><br>7,53                   | Г; Ж                           |
|                      | шх. им. А. Г. Стаханова   | 53                         | <u>0,1-0,35</u><br>0,20                  | <u>4,79-13,03</u><br>9,23                   | Г; Ж                           |
| Центральный          | уч. Горловский-Глубокий   | 82                         | <u>0,08-0,44</u><br>0,22                 | <u>0,50-4,50</u><br>1,96                    | Ж; К; ОС                       |
|                      | уч. Румянцевский-Глубокий | 38                         | <u>0,08-0,50</u><br>0,24                 | <u>1,00-6,30</u><br>2,54                    | Ж; К; ОС                       |
| Краснодонский        | уч. Самсоновский-Западный | 100                        | <u>0,10-0,41</u><br>0,24                 | <u>1,10-8,10</u><br>4,90                    | Г; Ж                           |
| Алмазный             | уч. Санжаровский          | 22                         | <u>0,10-0,36</u><br>0,17                 | <u>1,40-6,39</u><br>3,04                    | К; ОС                          |

пористость будет существенно выше в средне- и крупнозернистых песчаниках или в русловых фациях и фациях подводных выносов рек [6-7].



Дисперсия X = 0,04  
 Дисперсия Y = 2,97  
 Коэф. корреляции  $r = 0,33$   
 Дисперсия  $r = 0,16$   
 Надежность  $\mu = 2,13$   
 Коэф. вариации для Y = 28,35  
 Доверительный интервал для Y = 1,07  
 Ср. пористость = 10,48  
 Ср. разм. зерен = 0,11

Рис. 1 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Брагиновский (Павлоградско-Петропавловский район)



Дисперсия X = 0,09  
 Дисперсия Y = 2,53  
 Коэф. корреляции  $r = 0,53$   
 Дисперсия  $r = 0,07$   
 Надежность  $\mu = 7,86$   
 Коэф. вариации для Y = 33,62  
 Доверительный интервал для Y = 0,47  
 Ср. пористость = 7,53  
 Ср. разм. зерен = 0,24

Рис. 2 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Северо-Родинский (Красноармейский район)



Дисперсия X = 0,07  
 Дисперсия Y = 2,20  
 Коэф. корреляции  $r = 0,61$   
 Дисперсия  $r = 0,09$   
 Надежность  $\mu = 6,98$   
 Коэф. вариации для Y = 23,89  
 Доверительный интервал для Y = 0,61  
 Ср. пористость = 9,23  
 Ср. разм. зерен = 0,20

Рис. 3 – Зависимость пористости от размера зерен для шх. им. А. Г. Стаханова (Красноармейский район)



Дисперсия X = 0,07  
 Дисперсия Y = 0,93  
 Коэф. корреляции  $r = 0,49$   
 Дисперсия  $r = 0,08$   
 Надежность  $\mu = 5,92$   
 Коэф. вариации для Y = 47,56  
 Доверительный интервал для Y = 0,21  
 Ср. пористость = 1,96  
 Ср. разм. зерен = 0,22

Рис. 4 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Горловский-Глубокий (Центральный район)



Дисперсия  $X = 0,10$   
 Дисперсия  $Y = 1,20$   
 Коэф. корреляции  $r = 0,22$   
 Дисперсия  $r = 0,16$   
 Надежность  $\mu = 1,37$   
 Коэф. вариации для  $Y = 46,44$   
 Доверительный интервал для  $Y = 0,40$   
 Ср. пористость =  $2,58$   
 Ср. разм. зерен =  $0,24$

Рис. 5 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Румянцевский-Глубокий (Центральный район)



Дисперсия  $X = 0,08$   
 Дисперсия  $Y = 1,56$   
 Коэф. корреляции  $r = 0,23$   
 Дисперсия  $r = 0,10$   
 Надежность  $\mu = 2,38$   
 Коэф. вариации для  $Y = 31,82$   
 Доверительный интервал для  $Y = 0,31$   
 Ср. пористость =  $4,9$   
 Ср. разм. зерен =  $0,24$

Рис. 6 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Самсоновский-Западный (Краснодонский район)



Дисперсия  $X = 0,16$   
 Дисперсия  $Y = 1,34$   
 Коэф. корреляции  $r = 0,21$   
 Дисперсия  $r = 0,20$   
 Надежность  $\mu = 1,04$   
 Коэф. вариации для  $Y = 44,15$   
 Доверительный интервал для  $Y = 0,58$   
 Ср. пористость =  $3,04$   
 Ср. разм. зерен =  $0,17$

Рис. 7 – Зависимость пористости от размера зерен для уч. Санжаровский (Алмазный район)



Рис. 8 – График распределения средних значений пористости песчаников по районам Донбасса (с запада на восток)

Поскольку степень катагенеза отложений Красноармейского и Павлоградско-Петропавловского районов примерно одинаковая (граница раннего и среднего катагенеза, уголь марки Г), можно констатировать, что для этих условий пористость будет существенно выше в средне- и крупнозернистых песчаниках или в русловых фациях и фациях подводных выносов рек [6-7]. Следует отметить более высокие значения пористости в песчаниках участка Брагиновский, по сравнению с участками Красноармейского района, при существенно меньшем размере обломочных зерен. Данный факт можно объяснить только большей степенью уплотнения пород Красноармейского района, что на марочный состав углей существенного влияния не оказало.

Для изучения указанных закономерностей в Центральном районе, было отобрано два участка: Горловский-Глубокий на юго-западе Главной антиклинали и Румянцевский-Глубокий на северо-восточной ее части. Несмотря на сопоставимость по возрасту отобранных проб (из отложений Московского яруса), получилась существенная разница в результатах. Значение парной корреляции для проб участка Горловский-Глубокий ( $r = 0,49$ ) существенно выше, чем для участка Румянцевский-Глубокий ( $r = 0,22$ ), несмотря на то, что средний размер зерен в песчаниках последнего даже выше ( $d_{ср} = 0,24$  мм), чем у первого ( $d_{ср} = 0,22$  мм). К этому прибавляется относительно высокая надежность полученных результатов ( $\mu = 5,92$ ) для участка Горловский-Глубокий и достаточно низкая ( $\mu = 1,37$ ) для участка Румянцевский-Глубокий. Объяснить такую разницу, по нашему мнению, можно только разной степенью уплотнения пород (минералогия обломочных зерен и цемента рассматриваемых отложений сопоставимы). Кроме этого, значения коэффициента вариации пористости для проб рассматриваемых районов в 1,5 – 2 раза выше, чем в других районах и составляют  $V = 47,56$  и  $V = 46,44$ . Причина заключается в существенном уменьшении

нижних значений пористости для исследованных участков и, вероятно, для всего Центрального района. Так, если для Красноармейского района меньшее значение пористости отличается от большего в три раза, то для Центрального района меньшее значение отличается от большего примерно в девять раз.

Песчаники районов северо-востока Донбасса, Краснодонского и Алмазного, характеризуются сравнительно низкой корреляционной связью пористости и структуры:  $r = 0,23$  и  $r = 0,21$ , соответственно, при надежности менее 3-х. Несмотря на то, что они, как и в Красноармейском и Центральном районах относятся к Московскому ярусу, средняя пористость в полтора раза меньше, чем в Красноармейском районе и немногим выше, чем в Центральном. Между собой, породы выбранных участков исследуемых районов по значениям пористости отличаются незначительно, несмотря на то, что пробы Алмазного района отобраны из отложений, вмещающих угли более высоких стадий углефикации, чем пробы Краснодонского района. Все перечисленные выводы наглядно отражают одну общую закономерность, представленную на рис. 8. С юго-запада Донецкого бассейна, на северо-восток, наблюдается увеличение степени уплотнения. Если учесть, что исследовались сопоставимые песчаники средней стадии катагенеза (градаций МК<sub>2</sub>-МК<sub>5</sub>), такая закономерность может быть объяснена лишь одним фактором – усилением тектонических воздействий в этом направлении.

В этой связи достаточно логично укладывается экспериментальный результат существенного увеличения нарушенности пород Бахмутской котловины, относительно Кальмиус-Торецкой [8]. Полученные результаты являются предварительными, необходимо проверить их на большем количестве участков и районов, а также сопоставить с данными других анализов, характеризующих степень уплотнения пород. Тем не менее, общая тенденция изменения степени уплотнения в указанном направлении нуждается в дальнейших исследованиях с возможными объяснениями такой закономерности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов В. А. Связь петроструктурных критериев и фациальных условий формирования песчаников Донбасса с их метаноносностью / В. А. Баранов, В. А. Гончаренко, Л. Ф. Маметова // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. № 53. – С. 154 – 160.
2. Баранов В. А. Формирование техногенных коллекторов метана на примере шахты им. А. Ф. Засядько / В. А. Баранов, И. А. Ефремов, Б. В. Бокий [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. № 53. – С. 143 – 148.
3. Баранов В. А. Изменение газоносности с глубиной на примере шахты им. А. Ф. Засядько / В. А. Баранов, И. А. Ефремов, Б. В. Бокий [и др.] // Сб. научн. тр. НГУ, №19, т.3. – Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – С. 69 – 74.
4. Баранов В. А. Основные геологические факторы катагенеза, газоносности и выбросоопасности углеватующих пород Донбасса / В. А. Баранов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. № 67. – С. 121 – 128.
5. Физические свойства осадочного покрова территории СССР / Под ред. М. Л. Озерской и Н. В. Подобы. – М.: Недра, 1967. – 772 с.
6. Забигайло В. Е. Геологические факторы выбросоопасности пород Донбасса / В. Е. Забигайло, А. З. Широков, И. С. Белый [и др.]. – К.: Наук. думка, 1974. – 271 с.
7. Забигайло В. Е. Выбросоопасность горных пород Донбасса / В. Е. Забигайло, В. В. Лукинов, А. З. Широков. – К.: Наук. думка, 1983. – 288 с.
8. Баранов В. А. Региональная прогнозная оценка нарушенности горных пород / В. А. Баранов, П. Н. Калашник // Материалы междунар. конф. „Форум гірників – 2008”. – Дніпропетровськ, НГУ. – С. 24 – 28.