

## ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНИКОВ В УСЛОВИЯХ РАННЕГО КАТАГЕНЕЗА

*Я.В. Антипович, Институт геотехнической механики НАН Украины*

Рассмотрены особенности изменения коллекторских свойств песчаников Донбасса на основе изучения закрытой пористости и ее непосредственной связи с микроструктурными деформациями зерен кварца. Описан процесс преобразования закрытой пористости, начиная с единичных газовых включений заканчивая ярко выраженными полосками Бёма.

Для эффективного решения задачи поиска и добычи газа, а также наиболее острой проблемы - борьбы с выбросами углей и вмещающих песчаников Донбасса, необходимы новые качественные данные о коллекторских свойствах пород, содержащих данное полезное ископаемое. Актуальность данной темы вызвана фактической сменой указанного бассейна из чисто угольного, в углегазовый, за последние годы. Возможность добычи угольного газа, как попутного энергетического сырья, рассматривается достаточно широко в научной литературе. По этой причине, исследование свойств пород вообще и песчаников, как основного коллектора газа, в частности, может привести к выявлению новых закономерностей как научно-го, так и прикладного характера.

Изучение коллекторских свойств, в большей степени, основывалось на определении открытой, или, другими словами, эффективной, насыщенной пористости, то есть той пористости, в пределах которой возможно нахождение жидкости и газов при определенной температуре и давлении.

В указанном угольном бассейне недостаточно внимания уделялось изучению закрытой пористости, поскольку в ней не возможно движение жидкостей и газов, соответственно считалось, что данная задача не имеет практического или научного интереса [1].

Если доказательства практического интереса изучения закрытой пористости малоизвестны, то вопросы научного интереса все-таки были затронуты в научных публикациях.

Как известно, с увеличением глубины залегания, уплотнением пород, степенью их преобразования происходит уменьшение открытой пористости, как в углях так и во вмещающих породах (рис.1а, 1б). Ранее было установлено, что при уменьшении открытой пористости закрытая увеличивается, при равном объеме породы [2]. Отсюда возникает вопрос о том, какие процессы происходят с газом, содержащимся в поровом пространстве.

Позже было доказано, что газ, находящийся в порах песчаников, под большим давлением, диффузионным путем проникает в зоны развития пластических деформаций, образуя тем самым полоски Бёма. [4].

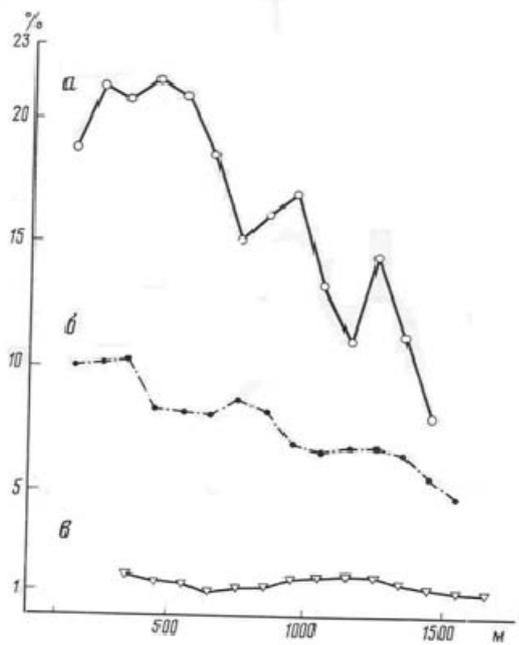
Впервые эти полоски были описаны немецким петрографом Августом Бёмом. При изучении кварцевых сланцев он отметил многочисленные цепочки газожидких включений, которые были представлены рядами и одиночными включениями [5]. Причину их образования он не объяснял, поскольку не имел возможности детально изучить этот процесс.

В конце 20 в. этот вопрос рассматривался в ИГТМ НАН Украины при исследовании микроструктурных деформаций породообразующего кварца песчаников нижнего и среднего карбона Донецкого бассейна. В результате проведенных исследований полоски Бёма были выделены как отдельный тип микроструктурной деформации, представляющий собой выходы плоскостей скольжения на поверхность среза или скола зерна, декорированные газожидкими включениями. Преобладающее развитие полосок Бёма в кварцевых зернах песчаников Донбасса объясняется повышенным содержанием газов, которые образуются в процессе углефикации из углей и рассеянной органики в углевмещающих отложениях.

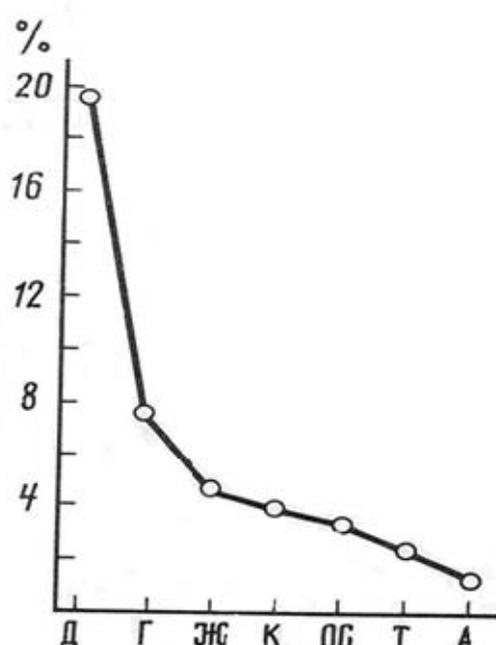
Таким образом, в основу данного исследования легло изучение формирования закрытой пористости с целью выяснения вопроса связанного с преобразованием газовых включений на ранних стадиях катагенеза.

Для решения данной задачи исследовались шлифы представленные песчаниками, отобранными в Красноармейском районе, в зонах распространения марок углей Д, Г. Шлифы исследовались с использованием микроскопа ПОЛАМ – Р111 при увеличении от 100 до 1200 крат с применением иммерсионной жидкости. Включения и микродеформации в кварцевых зернах учитывались при размере не менее 0,05 мм, который соответствует минимальному

размеру зерен песчаной фракции. Поскольку, увеличение 100 крат не позволяет детально рассмотреть включения и микродеформации в кварцевых зернах, последующие исследования проводились при увеличении 1200 крат.

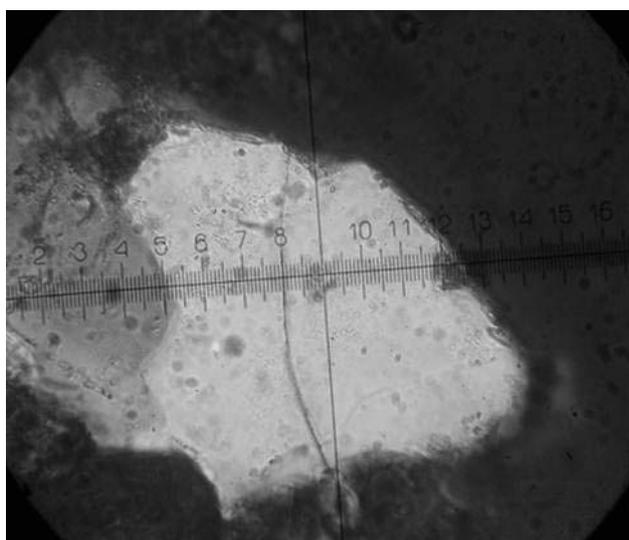


1а

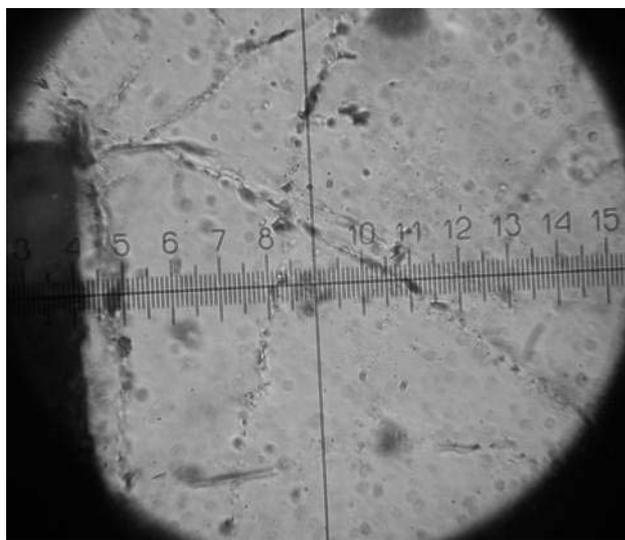


1б

Рис. 1а - изменение коэффициента открытой пористости в зависимости от глубины залегания пластов углей марки Д (а), марки Г (б), марки А (в); 1б - изменение коэффициента открытой пористости песчаников Донбасса в зависимости от их связи с углями различных марок [3]



2а



2б

Рис. 2а – шлиф песчаника, микротрещина в кварцевом зерне, ув. 1200<sup>x</sup>; 1б - шлиф песчаника, субперпендикулярное расположение полосок Бёма, ув. 1200<sup>x</sup>

При исследовании кварцевых зерен песчаников наблюдались однофазовые (газовые) включения, микротрещины и образованные по ним полоски Бёма. Для некоторых зерен характерна очень сильная микронарушенность обусловленная наличием в кварцевых зернах плоскостей скольжения, по которым при определенных давлениях разрушение происходит в первую очередь.

На рисунке 2а, микротрещина представлена изогнутой полосой, длина которой составляет 6 мк. Данная микротрещина еще не залечена поровыми растворами, что указывает на начальную стадию процесса.

В данном шлифе встречаются зерна кварца, представленные уже достаточно хорошо сформированными полосками Бёма, располагающимися субперпендикулярно по отношению

друг к другу (рис. 2б). Длина полосок в среднем 10 мк, поры неправильной формы размером от 1 до 3 мк (при соответствующем увеличении – 1200 крат).

Для большинства зерен кварца характерно системное расположение микротрещин, являющихся результатом катагенеза и тектонических напряжений. В одном зерне можно наблюдать от 1 до 2 системных трещин, располагающихся под углом от  $10^\circ$  до  $90^\circ$ . Данные системы хорошо залечены, результатом чего являются поры, совокупность которых представляет собой полоски Бёма (рис. 3а).

Особенностью полосок Бёма является их изменчивость видимой ширины, которая зависит от угла наклона плоскости скольжения к плоскости среза или скола препарата.

Минимальная ширина, отображающая действительный размер, характерна для случаев, когда плоскость скольжения перпендикулярна плоскости среза (рис. 3б). Ранее доказано, что подобные полоски Бёма повсеместно отмечаются в зернах кварца песчаников раннего, среднего и позднего катагенеза, но в разных количествах [4].

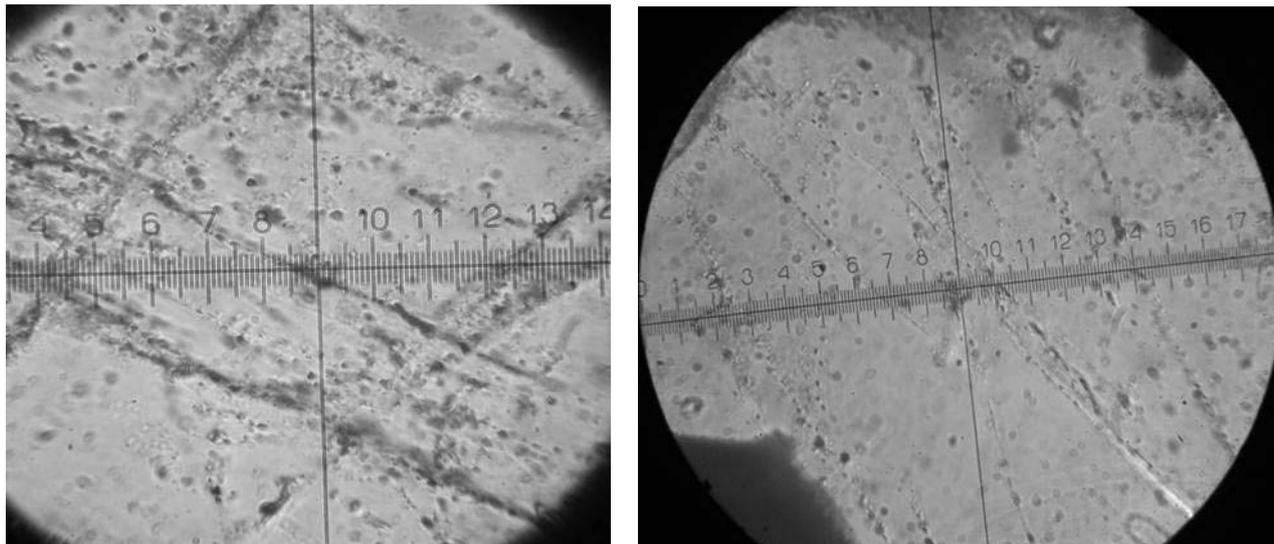


Рис. 3а – шлиф песчаника, системное расположение полосок Бёма под углом  $80^\circ$ - $90^\circ$  в кварцевом зерне, ув.  $1200^x$ ; 3б – шлиф песчаника, минимальная ширина полосок Бёма в кварцевом зерне, ув.  $1200^x$

Таким образом, для кварцевых зерен карбоновых песчаников Донбасса в условиях раннего катагенеза характерен начальный этап формирования закрытой пористости в зернах кварца, поскольку на этой стадии кварцевые зерна начинают деформироваться, с появлением в них микротрещин. Газ, содержащийся в поровом пространстве, переходит в микронарушения, которые при увеличении степени преобразования пород залечиваются поровыми растворами и образуют полоски Бёма. Преобразование полосок Бёма и газовых включений, декорирующих плоскости скольжения, происходит параллельно с увеличением степени катагенеза, соответственно усиление термодинамических условий может приводить к дифференциации газовых включений до мельчайших размеров, которые будут изучены в последующих исследованиях.

#### Литература

1. Петриченко О.И., Кловалевич В.М. Проблемы применения термобарогеохимических методов при исследовании осадочных пород – В кн.: Термобарометрия и геохимия рудообразующих флюидов. Ч. I. Тезисы докладов УП Всесоюзного совещания: Львов, 1985, с.189-190
2. Баранов В.А. Микронарушенность кварца песчаников Донбасса в связи с их выбросоопасностью: Автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук. – Днепропетровск, 1989.- 17 с
3. Айруни А.Т., Галазов Р.А., Сергеев И.В. и др. Газообильность каменноугольных шахт СССР. Комплексное освоение газоносных угольных месторождений – М.: Наука, 1990.–216 с
4. Баранов В.А. Пластичні деформації кварцу пісковиків Донбасу // Геол. і геох. горючих копалин, 1995.- №1-2(90-91).- С. 33-45.
5. Böhm August. Tschennaks mineralogische und petrographische Mitteilungen. - Wien. 1883. - V. 5, 204. - S. 127-214.