

ПЛАСТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ КВАРЦУ ПІСКОВИКІВ ДОНБАСУ НА МЕЖІ СЕРЕДНЬОГО І ПІЗНЬОГО КАТАГЕНЕЗУ

Исследованы структурные изменения кварца песчаников угленосной толщи от периферийных к центральным частям бассейна в условиях перехода от среднего к позднему катагенезу.

PLASTIC DEFORMATIONS OF QUARTZ OF SANDSTONES IN DONBAS ON VERGE OF MIDDLE AND LATE KATAGENESIS

The structural changes of quartz of sandstones of coalbearing layer from peripheral to central parts of pool in the conditions of transition from middle one to late katagenesis are explored.

Проблема безпеки праці шахтарів не втрачає актуальності дотепер, бо зі зростанням глибини видобутку вугілля виникають нові ускладнення, передбачення яких вимагає всебічного вивчення змін умов і закономірностей природної концентрації газу в теригенних відкладах. Головною підставою для виконання цієї роботи стало вивчення структурних змін кварцу пісковиків в умовах зростання тиску на межі середнього і пізнього катагенезу, що дозволяє реконструювати палеонапругу в гірничому масиві, визначити характер деформаційних процесів і прогнозувати появу нових тріщин.

Дослідженню пластичних деформацій кристалічних речовин присвячені роботи багатьох учених – першість серед вітчизняних належить праці В.І Вернадського (1897) про явища ковзання в мінералах, а закордонним відкривачем цього процесу та слідів його на поверхні кристалів є А. Вöhm (1883). Поглиблене вивчення деформацій показало, що в багатьох випадках саме вони є шляхами для мінеральних розчинів. Хімічні реакції утворення і перетворення мінералів нерідко починаються і завершуються по „команді” деформуючих сил. Детальний огляд наукових робіт в цій галузі станом на 1995 рік подається В.А. Барановим [3]. В цій роботі та в наступних [4] – встановлено переважне (до 80 %) поширення смужок Бьома щодо інших видів мікродеформацій серед породоутворюючого кварцу пісковиків вугленосних товщ Донбасу, а також виділені два нових види. Завдяки особливостям кристалічної будови, кварц, як жодний з ряду породоутворюючих мінералів, має властивість змінювати свою структуру при певних умовах. Пластичні деформації її відбуваються по 11-и напрямках [5]. Виділяються два головних способи деформації без порушення кристалічного стану, а саме: трансляційне ковзання та механічне двійникування. Другорядні способи: вигин, скручування та злам є похідні від процесу ковзання. Всі вони відбуваються через переміщення часточок в середині кристалічних ґраток мінералів. Найінтенсивніше пластична деформація проявляється лише тоді, коли орієнтація оптичних осей в контактуючих зернах різна, що зумовлене анізотропією пружних властивостей кварцу [6].

Мета цієї роботи – простежити зміну складності комбінацій пластичних мікродеформацій від краю до центру Донбасу на межі середнього і пізнього

катагенезу. Вивчення цих структурних перетворень проводилось петрографічним методом в пісковиках стадій катагенезу МК₂ – АК₂ з вугіллям різних марок – від „Г” до „П” – в центральних і периферійних частинах вугільного басейну. Дослідження засвідчують безперечний зв’язок пластичних і крихких деформацій в мінералах і породах. Перші – на мікрорівні виконують підготовчу роботу – створюють сприятливі умови для виникнення на вищому ієрархічному рівні других (розривних) деформацій. Ряд вчених [6, 7] для певного типу мікродеформаційних структур (бьомівських смужок) виділяє конкретні кути нахилу площини порушення щодо оптичної осі зерна, які характеризують умови стискування, розтягування, зсуву. Як показали дослідження пісковиків вугленосної товщі – саме тектонічні рухи з напругою різного характеру [8] відображені та зафіксовані пластичними мікродеформаціями кварцу. Серед давно відомих і поширених зустрічаються комбінації кількох морфологічних типів і виникають нові різновиди. Це результат реакції кристалічного агрегату на зміну геологічних умов. До малодосліджених належить такий вид, що нагадує спалах вогню, його полум’я, а також своєрідні композиційно-поєднання кількох видів, які відображають неодноразові структурні перетворення на межі середнього і пізнього катагенезу. В роботі [4] виникнення структури типу „полум’я” трактується як комбінація хвилястого погасання та ірраціонального двійникування, що, на нашу думку, не відповідає дійсності, бо поєднання дещо складніше. Ірраціональні двійники – це механічні деформаційні утворення, в яких кожний шар кристалічної структури зсунувся на відстань, що сприяє дзеркальному відображенню ділянок вихідного кристалу. Обидві половинки двійника повинні бути симетричними і дезорієнтовані щодо одна одної. У структурі ж спалаху „полум’я” задіяні не двійники, а площини деформації та мікрозсуви.

У відкладах нижнього карбону в пісковиках d₄Sd₄¹ світи C₁⁴ Красноармійського району стадії катагенезу МК₅, що вміщують вугілля марки „ПС” (рис. 1), встановлені системи площин мікродеформацій. Під кутом ~ 50° першу систему перетинає друга, яка складається з 5-7 паралельних площин. Це вузькі субпаралельні площинні і лінзовидні утворення протилежного спрямування. Орієнтовані вони, зазвичай, нормально до хвилястого згасання і затухають всередині окремого зерна. Появу деформаційних площин (пластин деформації) зумовлюють системи ковзання іншої орієнтації, ніж бьомівські смуги, а це є свідченням гетерогенності деформацій. Прикметно – в різних частинах одного зерна проявляються їх різні серії. На рис. 1 в збільшеному фрагменті зерна кварцу зафіксовані два етапи деформацій, яким на макрорівні відповідають теж два періоди: стискування та розтягування різної інтенсивності [8]. Показник пористості цієї проби 4,92 %

Такі явища спостерігаються в зернах кварцу пісковиків не тільки нижнього, а і середнього карбону. Далі, на північний схід від Красноармійського району, серед відкладів середнього карбону ділянок Орджонікідзевська – Глибока (Донецько – Макіївського р-ну) та Горлівська – Глибока (Центрального р-ну), стадій катагенезу МК₅ (з вугіллям марки „ПС”) і АК₁ (відповідно марки

„П”) в умовах збільшення тиску число кварцових зерен з кількома типами мікродеформацій зростає. Різниця умов (тиск-температура) і матеріалу визначають відмінність механізмів становлення стану рівноваги в нових умовах: у високопористому агрегаті піщаної породи кварцовий матеріал із зони контакту напруженого зерна переходить в міжзерновий флюїд. У випадку вторинного росту зерен в твердому агрегаті кварцовий матеріал із напруженого зерна в зоні контакту дифундує в менш напружене зерно.



Рис. 1 – Дві системи площин деформації в зерні кварцу пісковиків $d_4Sd_4^1$, C_1^4 МК₅ (фрагмент шл. 1168^с, ш-та Красноармійська – Західна-2-3, Красноармійський р-н)

В Донецько-Макіївському районі за спостереженнями в свердловині Щ-1027 та на ділянці Орджонікідзевська-Глибока в кварці пісковиків середнього карбону стадій МК₅ і АК₁, де тиск був більший, ніж на периферії басейну, виникають структури складнішої конфігурації, нерідко деформації транслюються через кілька зерен – рис. 2. Показник пористості цих пісковиків 3,62 %. В нижніх шарах світи С₂⁶ мікродеформації кварцу пісковиків розвиваються пучком – з певної точки, яка, можливо, є місцем найбільшого тиску чи напруги (на рис. 2, 3 – вона висвітлюється). Наступні мікроссуви призвели до розгалуження порушення – „спалаху полум’я” – з деяким зменшенням напруги і затуханням деформації в цьому напрямку (рис. 4).

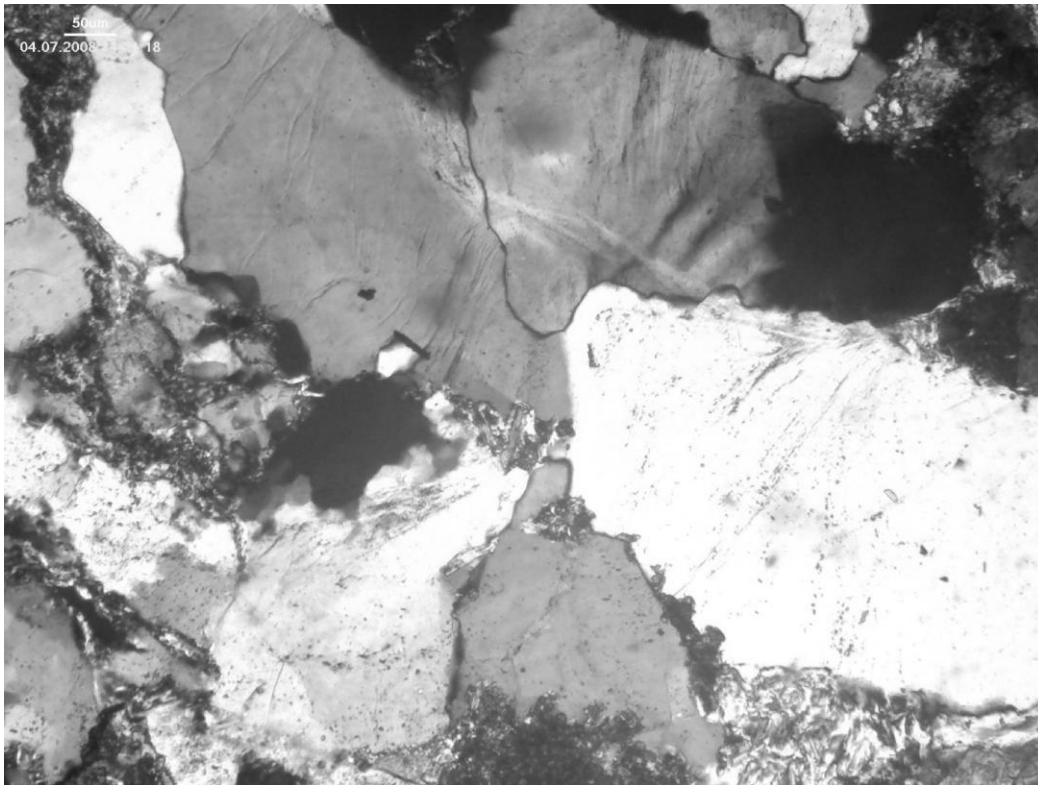


Рис. 2 - Загальний вигляд трансляції деформацій в кварцових зернах пісковика L₁S₁, МК₅, проба 776[°], діл-ка Орджонікідзевська – Глибока, Донецько-Макіївський р-н)

В Центральному районі на ділянці Горлівська – Глибока, яка розташована на південному крилі однойменної антиклінальної структури, спостерігається подальше ускладнення деформаційних комбінацій. Характерною особливістю їх є те, що вони поширюються на кілька сусідніх зерен – рис. 5 - 6. Але вид мікропорушень при трансляції напруги інакший – поряд із структурою „спалаху полум'я” може бути поєднання, наприклад, ірраціональних двійників та блокування або пластична деформація переходить в крихку і мікротріщина має вигляд зубців, сходинок, „змійок”. Цікаве спостереження – напрямок і положення смуг деформації щодо довгої осі уламків різний, що свідчить про контрастність тектонічних рухів. Як бачимо, тектонічні процеси призводять до виникнення в пісковиках диференційованого поля напруг, тобто характеристики цього поля в кожній конкретній точці можуть як збігатися, так і відрізнятися від сусідньої. Внаслідок чого, навіть на рівні шліфа спостерігаються як зони підвищених тисків, де відбуваються грануляція, формуються зубчасті стилітові шви, так і зони так званих „тіней” тиску, в які відходять легкорухомі хімічні компоненти (флюїди). „Коли границі між зернами когерентні, тобто існує структурна відповідність між кристалічними ґратками двох сусідніх мінералів, то вплив атомів одного з них на другий мінімальний і відповідно, енергія таких границь буде теж малою” [11]. У випадку нестійкого положення частини атомів одного мінералу щодо другого, зростає енергія атомів перетворюваного зерна, збільшується їх рухливість. Границі таких зерен ма-

ють дефектну структуру.

Показники пористості пісковиків Центрального району проб 2488 і 2495 становлять 1,75 % і 2,19 %, що в 2-3 рази менше показників Красноармійського району хоч рівень катагенезу однаковий. Причиною такої невідповідності є тектонічні процеси, які формували структуру басейну. Тектонічна дислокованість периферійних і центральних частин басейну відрізняється за складністю та інтенсивністю [14]. Тобто, хоч площини деформації і є характерним типом для межі середнього та пізнього катагенезу, але слід зважати на комбінацію його з іншими видами, що й позначилось на пористості. На заході – в Красноармійському районі – переважають ірраціональні двійники та грануляція кварцу, в Донецько-Макіївському – мозаїчність і деформації плагіоклазів, в Центральному – має місце максимальне поширення мікродеформацій кварцу (площини) і плагіоклазу (двійники). Все це свідчить про неоднорідність розподілу напруги (тиску) в масиві порід. Отже, застосування технологічних марок вугілля для характеристики ступеня катагенетичних змін відкладів, в яких воно знаходиться, для міжрайонного порівняння колекторських властивостей не зовсім коректне, бо відображає вплив Р-Т факторів тільки на органічну речовину вугілля.

Висновки.

Багаторічні дослідження пластичних деформацій кварцу, зокрема в пісковиках вугленосної товщі Донбасу, засвідчили зростання складності комбінацій мікродеформацій від бортових до центральних районів залежно від геодинамічних умов. „Пристаювання” кристалічного агрегату пісковиків до варіацій умов середовища та зовнішнього впливу можна пояснити через дослідження реакції анізотропних пружних властивостей їх мінералів (в уламках і цементі) на зміну зовнішніх умов – для досягнення стану рівноваги. За умов деформації вугленосної товщі загалом, в певних Р-Т умовах, виникають локальні ділянки підвищених або понижених температур і тисків.

Пластичні деформації кварцу пісковиків на певних етапах їх розвитку здійснювались внаслідок різних, необов'язково послідовних процесів – пружної деформації, розчинення нестійких і регенерації стійких індивідів, пластичної деформації, а також рекристалізації. У всякому окремому процесі зміна структурних ознак функціональна.

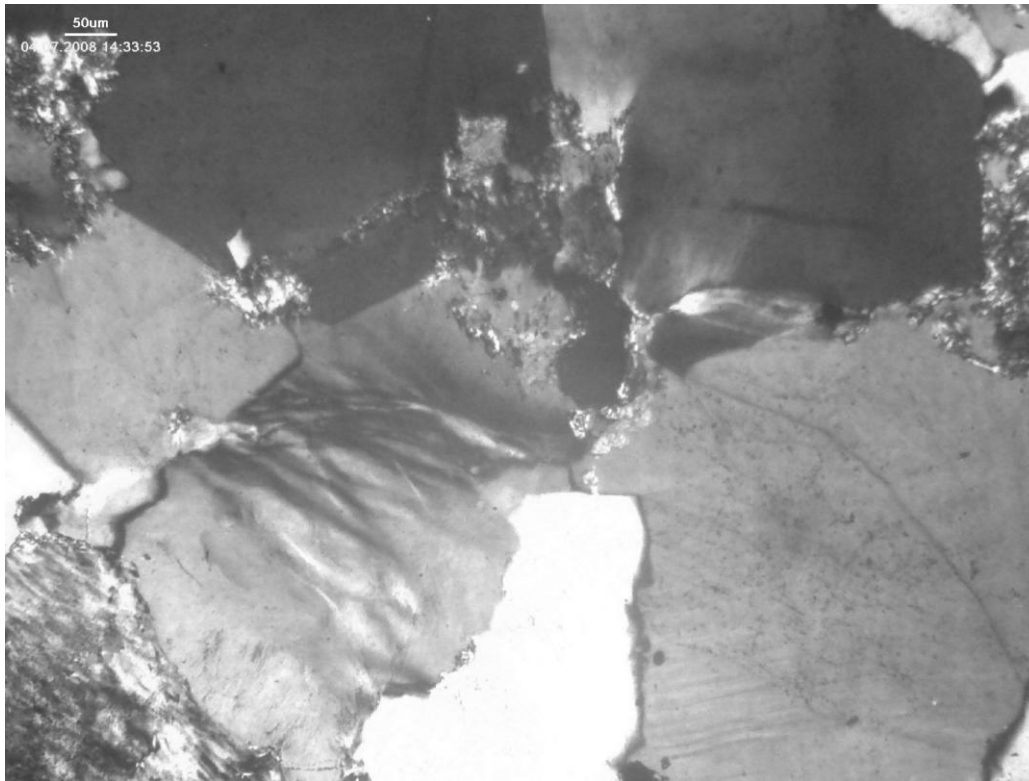


Рис.3 - Деформація типу спалаху „полум'я” між зернами кварцу
(фрагмент шл.776с, діл-ка Орджонікідзевська – Глибока,
Донецько-Макіївський р-н)

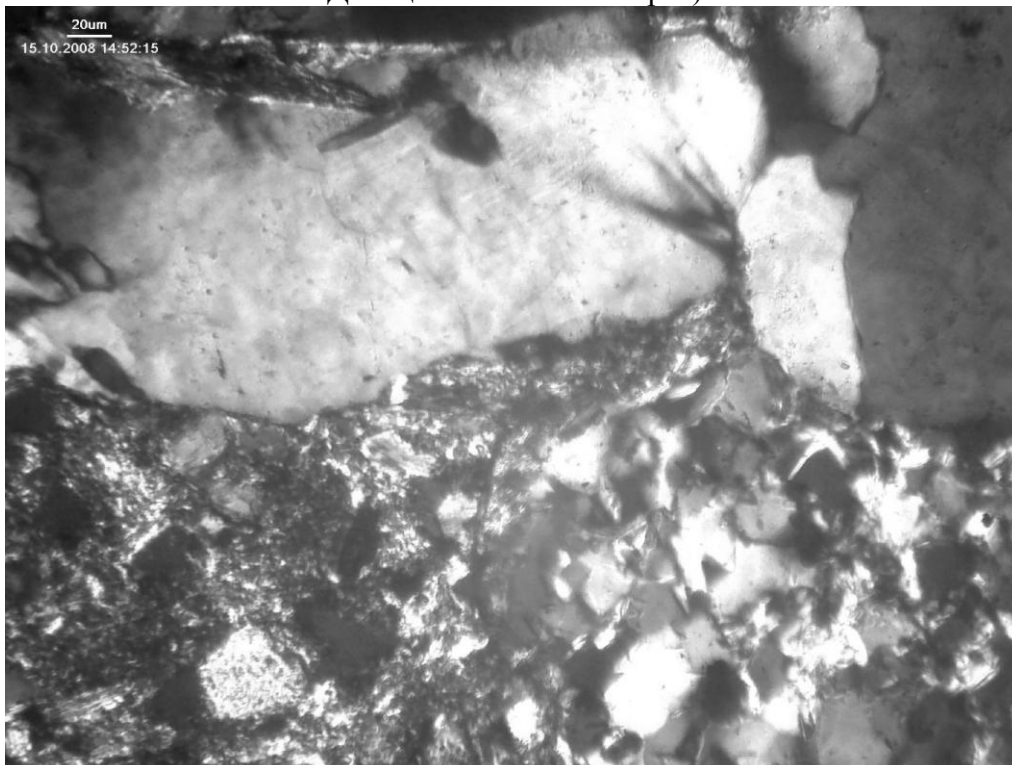


Рис. 4 - Деформація типу „спалаху полум'я”, світа C_2^5 , AK_1 , свердловина Щ 1027, гл.1985,2
м (Донецько-Макіївський р-н)

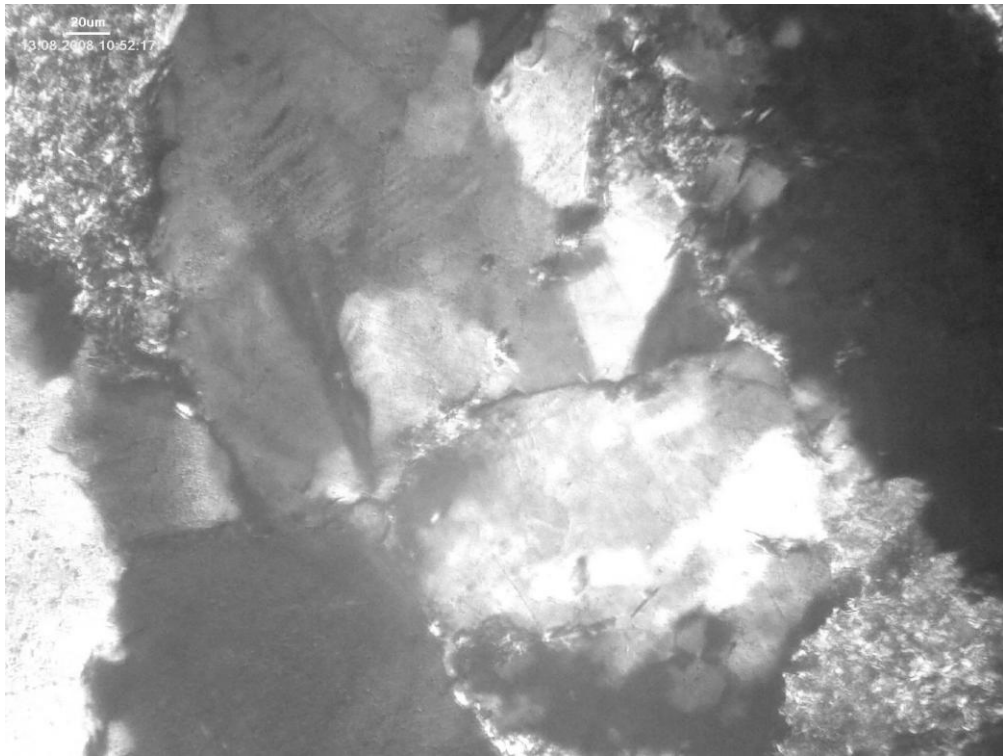


Рис. 5 - Загальний вигляд пісковика над пластом k_5 світи C_2^5 , MK_5 (шл. 2495, діл-ка Горлівська–Глибока Центрального р-ну)



Рис. 6 - Комбінація 2-х систем площин деформації в зернах кварцу, C_2^5 , MK_5 (фрагмент шл. 2488, діл-ка Горлівська–Глибока Центрального р-ну)

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вернадский В.И. Явления скольжения кристаллического вещества // Издание Московского университета. – 1897. 182с.
2. Böhm August Über die Gesteine des Wechsels. – Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen – Wien. 1883. – N. 5 (204). – S. 127-214
3. Забігайло В. Ю., Баранов В. А. Пластичні деформації кварцу пісковиків Донбасу // Геологія і геохімія горючих копалин – 1995. №1-2(90-91). С.33-45
4. Баранов В.А. Структурные и минералогические особенности углевмещающих пород Донбасса // Придніпровський науковий вісник. Геологія і географія – 1998. №118(185). С.39-48.
5. Минералогическая энциклопедия // – Л.: Недра. 1986. – С.254-255.
6. Делицин И.С. Структурообразование кварцевых пород // М.: – Наука 1985. 189с.
7. Симанович И.М. Кварц песчаных пород // М.: – Наука. 1978. – 154с.
8. Маметова Л.Ф. Чинники фізичного стану гірничого масиву, визначені на мікрорівні. // Геотехническая механика. 2006. – Вип. 67. – С.168-174
9. Бучинська І.В. Катагенетичні зміни глинистих порід вугленосних товщ Донецького і Львівсько-Волинського басейнів у зоні глибинного катагенезу // Геологія і геохімія горючих копалин – Львів, 1999. - №1(106). - С.50-53.
10. Симанович И.М. Постседиментационный литогенез терригенных комплексов в складчатых областях; структуры пород и кливаж // Литология и полезные ископаемые, 2007. – № 1. М. – С.84-92.
11. Соболев В.С. Введение в минералогию силикатов // Львов: ЛГУ 1949. – С.325с
12. Юрель Г.Н., Ставрогин А.Н., Иванова Н.И. Микропреобразования песчаников различных литогенетических типов при высоких поровых давлениях // Литология и полезные ископаемые – М.: 1986. № 6. – С.100-112
13. Мицюк Б.М., Горогоцкая Л.И. Физико-химические превращения кремнезема в условиях метаморфизма // К.: Наукова думка 1980. – С.180-182
14. Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса // К.: Наукова думка 2008. – 352 с.

Рекомендовано до публікації д.геол.н. В.А. Барановим 14.08.09