

Л.И. Пимоненко, А.К. Балалаев, В.И. Барановский

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА В ПЕРИОД ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ МАЛОАМПЛИТУДНОГО НАДВИГА ПЛАСТА I_3 (ДОНБАСС)

Проведена реконструкция локальной геохимической неоднородности в зоне малоамплитудного надвига, образованной в период седиментации. Установлена взаимосвязь между условиями осадкообразования и прочностными свойствами полосовидного участка угольного пласта. Дан анализ физико-химических механизмов и предполагаемой причины возникновения аномалии в условиях аквальных ландшафтов. Приведена количественная оценка градиента окислительного геохимического барьера. Показана генетически обусловленная геологическая корреляция между зоной тектонического нарушения в угольном пласте и местоположением геохимического барьера.

Ключевые слова: Донбасс, алмазная свита, угольный пласт, малоамплитудный надвиг, геохимический барьер, петрография, инфракрасная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.

Введение. Осадочная толща Донецкого бассейна сложена отложениями девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, палеогена – неогена и антропогена. Для топливно-энергетической отрасли Украины наибольший интерес представляют отложения карбона, в угольных пластах которого находится примерно 25 трлн м³ газа. Специфика углегазовых месторождений Донбасса состоит в том, что основные газосодержащие породы – угли и песчаники – являются практически непроницаемыми, поэтому метан в них находится зачастую в слабоподвижном, или неподвижном состоянии. Возникающая в процессе тектонических движений нарушенность газосодержащих пород повышает их проницаемость, увеличивает подвижность метана в этой системе, способствует формированию зон или отдельных скоплений метана в угленосных отложениях, отличающихся от фоновых распространений метана не объемами, а повышенной природной трещинно-пористой или трещинной газопроницаемостью. На протяжении геологической истории карбона тектонический режим и палеогеографические условия осадконакопления в бассейне периодически изменялись, что обусловило формирование многопластовой мелкослоистой толщи пород, литологические, тектонические и стратиграфические параметры которой существенно отличаются в каждом геолого-промышленном районе или региональной структуре. В работах [3, 4, 8, 10, 15, 16] отмечено многообразие генезиса структур различных районов (участков и шахт) и показано влияние типов дислокаций и времени их возникновения на эффективность и безопасность ведения горных работ, миграцию и формирование скоплений газов в массиве. Однако вопросам влияния локальных геохимических аномалий до настоящего времени не уделялось достаточного внимания. Поэтому исследование конкретных нарушений, установление времени и генезиса образования нарушений имеют важное теоретическое и практическое значение.

Материалы и методы исследований. Объект исследований – малоамплитудное разрывное нарушение типа надвиг, расположенное на шахте им. М. И. Калинина (Центральный район Донбасса). Пробы отобраны из угольного пласта I_3 алмазной свиты на горизонте 1070 м (на расстоянии 1300 м к западу от ствола № 2).

В пределах шахтного поля мощность свиты достигает 320 м и состоит на 60% из песчаников. Отложения свиты формировались в прибрежно-морских условиях; после накопления пласта I_3 русла рек, направленные с юга на север, размывали пласт на западе и востоке от поля современной шахты (рис. 1).

В структурном отношении поле шахты расположено в центральной части северного крыла Главной антиклинали Донбасса. Простирание пластов 290°–310°, углы

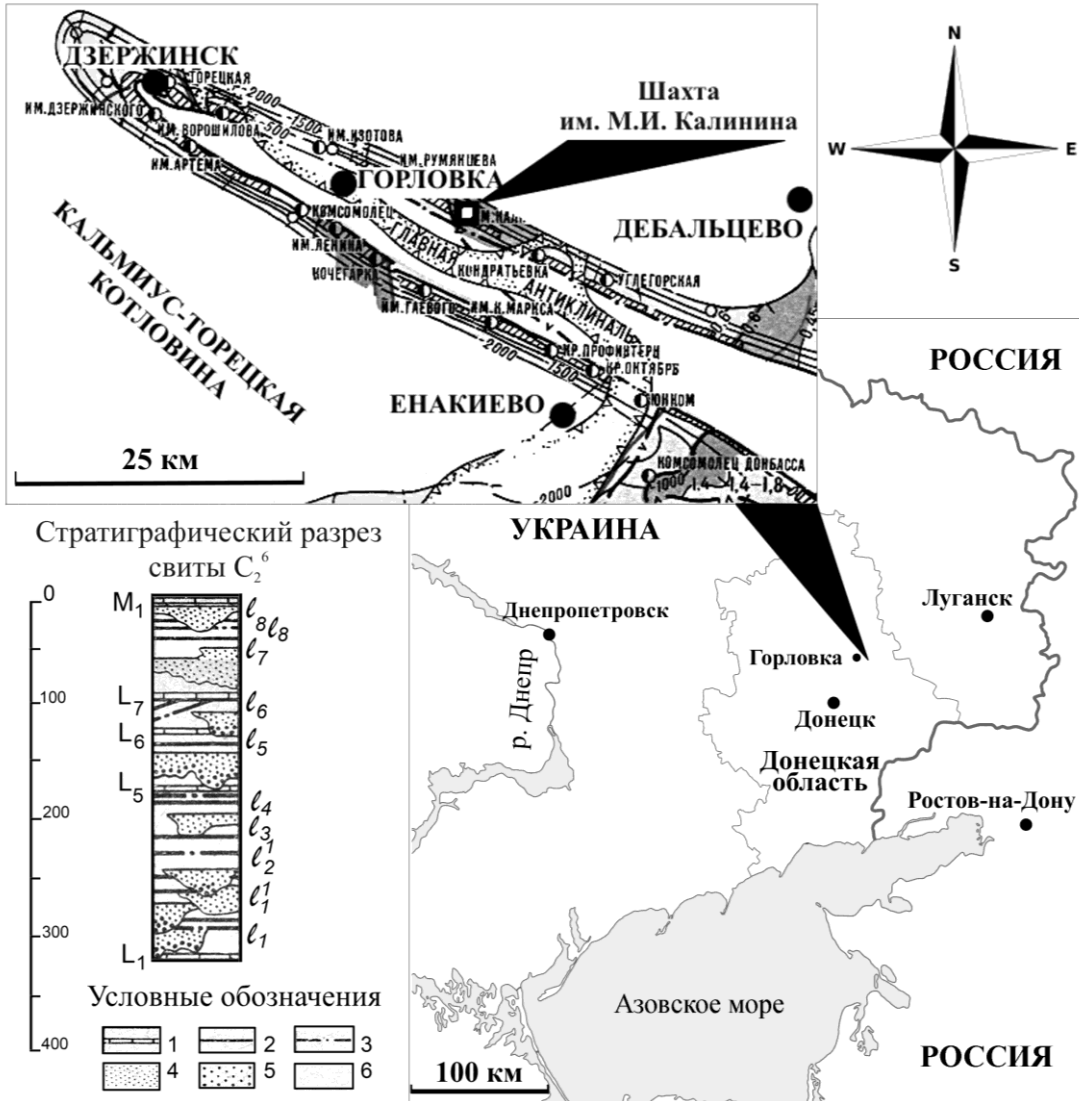


Рис. 1 Схема расположения малоамплитудного надвига. Стратиграфический разрез: 1 – известняк; 2 – угольные пласты; 3 – угольные пропластки; 4 – мелкозернистые песчаники; 5 – крупно и среднезернистые песчаники; 6 – аргиллиты и алевролиты.

падения 50° – 56° . В крайней юго-восточной части поля расположен Калининский взбросо-сдвиг, на юго-западе пласта (прослеживается только в свите C_2^7) – Румянцевский.

Пласт l_3 имеет сложное изменяющееся по площади строение: от двух пачек на юго-востоке до шести на северо-западе. Пачки разделены глинистыми и углисто-глинистыми прослоями мощностью 0,01–0,15 м. В непосредственной кровле пласта (в северо-западной части поля) залягает неустойчивый аргиллит, который легко обрушается. Подошва пласта представлена «кучерявчиком», часто с прослоями углистого материала. Залегающие выше и ниже пласта отложения сложены песчаниками.

Пробы отобраны на северо-западе шахтного поля (участок № 82) на различных расстояниях и непосредственно в сместителе малоамплитудного разрывного надвига

(горизонт 1070 м.): амплитуда нарушения – 0,3 м, угол падения сместителя 65°, азимут линии простирания сместителя – 350°.

В процессе исследования были применены следующие методы:

- геологические – анализ литолого-фациальных условий и тектоники шахты;
- петрографические – оптическая микроскопия полированных образцов углей (штупф-аншлиф, аншлиф-брикет), естественных сколов;
- спектральные – инфракрасная Фурье – спектрометрия диффузного отражения (ИКС) и рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) мелкодисперсных порошков углей.

Результаты исследований. На основании петрографических исследований установлено, что угольное вещество пласта представлено мацералами группы витринита (87–92%), инертинита (6–12%) и липтинита (5–6%).

Для характеристики степени микронарушенности угля использован показатель перераспределения инертинита в продуктах разрушения угольных проб [14]. Для количественной характеристики процесса газовыделения [2, 9] предложены такие показатели: Ку – количество следов газопроявлений на единицу исследуемой площади естественных (неполированных) поверхностей угольных образцов; Пу – отношение площади газовых пустот к единице исследуемой площади. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты петрографических исследований малоамплитудного нарушения

| Расстояние до сместителя | Схема отбора проб | | | | |
|--|-------------------|------|------|------|------|
| | 15 м | 5 м | 2 м | | 5 м |
| Номера проб | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| № образца | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Содержание инертинита, % | 12 | 6 | 6 | 7 | 12 |
| Коэффициент перераспределения инертинита | 2.42 | 2.5 | 2.83 | 0.86 | 2.42 |
| Зольность, % | 2.5 | 9.9 | 17.7 | 3.2 | 10.8 |
| Пу, % | 13.5 | 12.4 | 14 | 18.1 | 12.2 |
| Ку, от./мкм ² | 2.9 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 2.3 |

Установлено, что в плоскости сместителя (проба № 4) и на расстоянии 15 м от него (проба № 1) зольность угля составляет 2–3%. В остальных пробах она повышена до 9–17%, что может быть обусловлено рядом причин, в том числе пиритизацией. Пирит в исследуемом угле представлен не рассеянными фромбоидальными включениями, а в виде участков, конкреций, прослоев, что делает уголь очень крепким. Повышенная прочность проявляется в процессе подготовки проб. Так, уголь образцов № 2, 3 и 5 дробится значительно труднее угля из зоны сместителя.

Для характеристики нарушенности угля используется показатель перераспределения инертинита. Основные мацералы углей (витринит, инертинит и липтинит) характеризуются различными механическими свойствами. Витринит легко истирается и плохо дробится, инертинит, напротив, хорошо дробится и очень плохо истирается (в полированных препаратах всегда имеет повышенный рельеф). Исходная

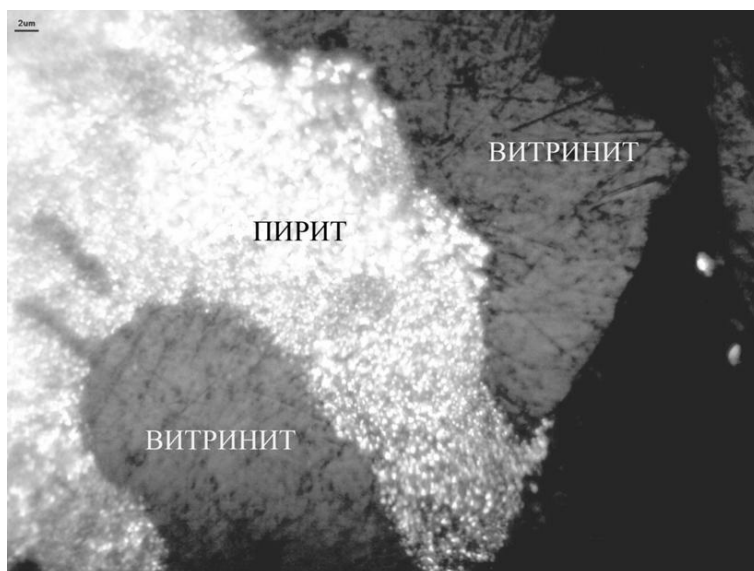


Рис. 2 Пиритизация, развитая по витриниту в пробе № 2 – 5 м от сместителя. Полированный аншлиф-брикет, размер изображения 59,7 x 45,1 мкм, иммерсия в кедровое масло

проба в лабораторных условиях измельчалась до размера частиц менее 1 мм согласно ГОСТу 9414.1-94 (ИСО 7404 – 1-84). Полученный материал рассеивался на ряде сит, из каждого полученного угольного порошка различной крупности изготавливались аншлиф-брикеты, по которым проводился подсчет петрографического состава. Инертинит, как более хрупкий мацерал, концентрируется в мелких классах частиц. Отношение его содержания в частицах менее 50 мкм к аналогичному количеству в исходной пробе представляет собой показатель перераспределения инертинита. Для ненарушенного угля это отношение стремится к единице. Если уголь в природных условиях подробен в результате тектонических напряжений, то показатель перераспределения инертинита возрастает, достигая значений 1,8-3,0 (в зависимости от марки угля). В случае преобладания процессов истирания значение этого показателя становится меньше единицы, т.е. в мелкие классы крупности угольных частиц попадает витринит.

Только проба, отобранная в зоне сместителя, имеет минимальное значение (0,86), которое меньше единицы показателя перераспределения инертинита (табл. 1). Это позволяет сделать вывод о том, что зона локализации нарушения была подвержена истиранию полосами механически крепких углей соседних участков.

Препараты (аншлиф-брикеты), изготовленные из угля перетертых зон, как правило, содержат повышенное содержание сильно разбитых, но не потерявших свои очертания угольных частиц. Это явление можно наблюдать и в пробе № 4 из зоны сместителя (рис. 3).

Следы образования и перемещения газа отмечены во всех пяти пробах, однако в образце из зоны сместителя такие пустоты встречаются значительно чаще (рис. 4).

Количественный показатель K_u (табл. 1) практически одинаков для всех проб и характеризует способность угольного вещества к выделению газов.

Показатель P_u в зоне нарушения увеличивается до 18,1 по сравнению с 12,2-14,0 для других проб. Этот факт, с одной стороны, является следствием пониженной прочности угля из зоны надвига, обусловленной локальными условиями осадконакопления. С другой стороны, зафиксированные различия можно объяснить повышенным содержанием трещин в которые мигрируют газовые флюиды, что приводит к увеличению общей площади следов газопроявлений.

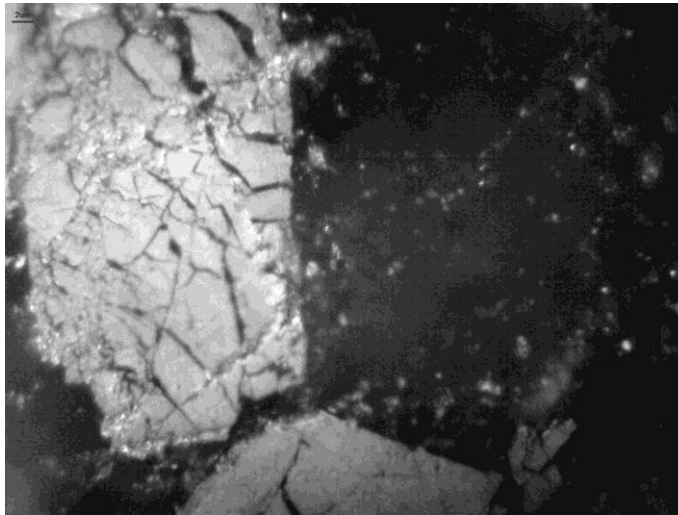


Рис. 3 Перемятая угольная частица пробы № 4 из зоны сместителя. Полированный аншлиф-брикет, размер изображения 59,7 x 45,1 мкм, иммерсия в кедровое масло

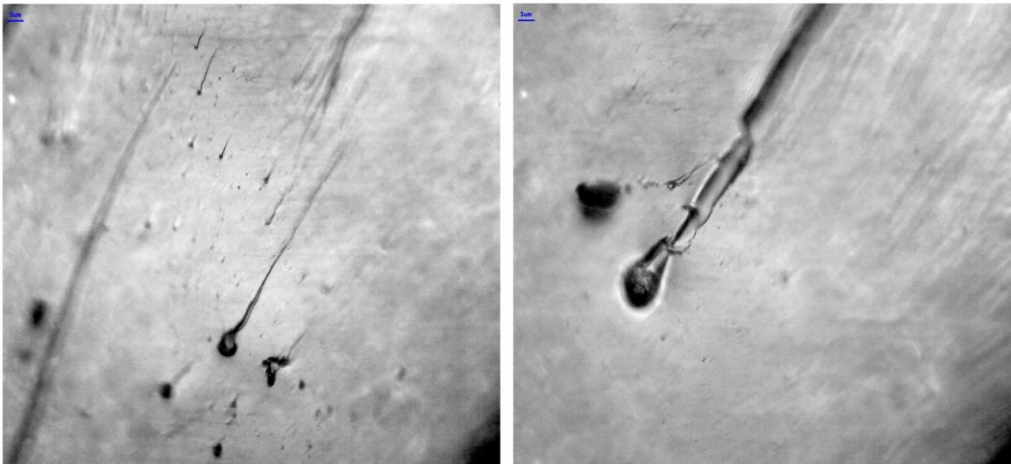


Рис. 4. Следы газопроявлений в угле из зоны сместителя на естественном сколе. Размер микроизображений 152 x 114 мкм

Таким образом, судя по петрографическим данным, зона надвига расположена между полосами более прочного пиритизированного угля, что способствовало локализации разрывного нарушения. Возникновение локальных полос, участков угля с различным составом и прочностными свойствами в пределах небольшой площади (до 20 м) может быть обусловлено геохимическими неоднородностями условий осадконакопления в палеоболоте, что согласуется с литолого-фациальными условиями накопления отложений свиты.

Проведенный РФА показал (табл. 2), что данные элементного состава в образцах углей не выходят за пределы отклонения аналогичных параметров типичных каменных углей соответствующей стадии метаморфизма [7]. В то же время в границах объекта исследования наблюдаются важные отличия в локальном содержании отдельных элементов: кремния, серы, железа, кальция, их совокупностей и отношений.

Проба № 3 отличается повышенным содержанием золы, кремния и калия, что указывает на преобладание в минеральной составляющей силикатов. Кремний и калий

тесно связаны во всех образцах (коэффициент корреляции $r = 0,96$) вследствие их единого генезиса. Еще более сильная связь наблюдается между суммой ($Si + K$) и зольностью ($r = 0,98$), где эти элементы содержатся в виде оксидов.

Таблица 2

Состав неорганических элементов в угле

| Атом | Содержание в пробе % | | | | |
|----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 | № 5 |
| Si | 0.721 | 2.679 | 3.606 | 0.99 | 2.264 |
| S | 1.423 | 2.59 | 1.209 | 1.63 | 1.35 |
| Cl | 0.098 | 0.088 | 0.085 | 0.096 | 0.082 |
| K | 0.127 | 0.268 | 0.457 | 0.161 | 0.276 |
| Ca | 0.159 | 0.367 | 0.646 | 0.21 | 1.158 |
| Fe | 0.292 | 1.385 | 0.409 | 0.226 | 0.297 |
| Σ | 2.823 | 7.378 | 6.414 | 3.314 | 5.429 |
| S/Fe | 4.865 | 1.87 | 2.958 | 7.203 | 4.545 |

Примечание: Mn, Al, V и Ti присутствуют в количествах следов.

Установленное петрографическими методами высокое содержание в пробах № 2, 3 и 5 новообразований пирита вызывает интерес к анализу концентраций серы и железа, а также их соотношений. В образце № 2 зафиксированы максимальные количества серы и железа, соответствующее отношение приближается к 2 (1,87). Повышенные значения этого параметра в оставшихся образцах показывают, что, кроме дисульфида железа, сера входит в состав других минеральных и органических соединений угля. Сниженные концентрации железа в пробах № 3 и 5 могут означать, что исходное железо уже израсходовано на образование крупных конкреций железного колчедана, которые в РФА образцов угольных порошков не задействованы.

Элементный состав пробы № 4 из зоны нарушения отличается минимумом содержания железа, низкой концентрацией кремния и максимумом отношений S/Fe.

Кроме выявленных зависимостей, необходимо подчеркнуть значительное превышение концентрации кальция в пробе № 5 над остальными образцами. Высокая неоднородность распределения неорганических элементов в районе смесителя (табл. 2) свидетельствует о локальных процессах миграции и накопления отдельных минеральных составляющих угольного вещества.

С целью выяснения формы нахождения атомов в минеральных компонентах угля и структурных особенностей строения органических соединений был выполнен молекулярный анализ ИКС. Некоторые характеристические полосы ИКС образца угля из зоны нарушения значимо отличаются интенсивностью валентных колебаний функциональных групп атомов (табл. 3).

Наблюдается значительный рост интенсивности валентных колебаний в зоне расположения SO-связей, в том числе и сульфат анионов SO_4^{2-} (рис. 5) [11].

Кроме этого, выделяются валентные вибрации конъюгированной карбонильной группы C=O в виде коротковолнового плеча сильной полосы 1600 см^{-1} , характерные для альдегидов, кетонов, сложных эфиров и т. п. [5].

Проба № 2 обращает на себя внимание повышенной интенсивностью области валентных колебаний связей S-S и M-S (M-металлы) на длинноволновом краю среднего ИК-диапазона характерных сульфидам [13]. Полученные данные подтверждают соединение этой ИК-области в данных образцах с содержанием железа ($r = 0,9$).

Таблица 3

Параметры гауссовых пиков и характеристичных полос валентных колебаний фрагментов ИКС угля

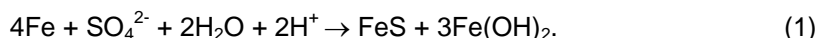
| Функциональные группы атомов | Максимум пика или граница полосы, см ⁻¹ | Площадь пика или полосы, КМ/см | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| | | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 | № 5 |
| ОН _{2H-bond} | 3403 ± 9 | 1496.1 | 880.5 | 979.0 | 1675.6 | 1411.1 |
| ОН _{1H-bond} | 3534 ± 7 | 441.8 | 213.6 | 343.2 | 666.1 | 850.5 |
| ОН _{free} | 3610-3675 | 373.7 | 258.1 | 318.6 | 329.4 | 365.8 |
| ОН _Σ | 2000-3700 | 7051 | 5714 | 5897 | 7793 | 7075 |
| SO _n , n = 1-4 | 1120-1390 | 656 | 339.9 | 342.8 | 1034.1 | 481.5 |
| M _x S _y | 390-480 | 416.7 | 714.2 | 479.3 | 316.6 | 512.4 |
| C–O | 990-1055 | 81.2 | 140.9 | 114.1 | 68 | 117.5 |
| C=O | 1650-1700 | 67.8 | 56.5 | 62.3 | 100.7 | 62.5 |
| CO ₃ ²⁻ | 1790 | 1.2 | 0.82 | 2.01 | 0.92 | 3.4 |
| Thr (thrust) | $\frac{S * SO}{Fe * MS}$ | 7.66 | 0.9 | 2.12 | 23.53 | 4.27 |

Примечание: КМ – функция Кубелка-Мунка $f(R)$, где R – коэффициент диффузного рассеяния; ОН1-3 – гидроксильные группы, ассоциированные водородными связями.

Проба № 5 выделяется относительно сильными колебаниями, свойственными карбонат- и гидрокарбонат-ионам (рис. 6). Тесная связь с содержанием кальция ($\gamma = 0,95$) доказывает наличие тонкорассеянного CaCO₃ в органической массе угольного вещества.

Анализ изложенных выше экспериментальных данных позволяет допустить следующий механизм формирования отличий в вещественном составе и молекулярной структуре исследуемых образцов. Известно, что каменный уголь образовывается путем медленного разложения растительных остатков в мелководных бассейнах, обедненных кислородом [17]. Такая гидрологическая обстановка приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) водной среды, способствует процессам брожения и гниения органических остатков, создает глеевый геохимический барьер [12]. Однако в литоральной зоне морские соленые и щелочные воды во время приливов могли периодически наполнять прибрежные лагуны, обогащая их серой и способствуя возникновению сероводородного геохимического барьера [12]. Поэтому воды рассматриваемой эстуарии, очевидно, необходимо отнести к смешанному сероводородно-глеевому типу.

В аквальных ландшафтах анаэробные сульфатредуцирующие бактерии в присутствии органического вещества восстанавливают SO₄²⁻ к сероводороду, а при наличии катионов Fe²⁺ с дальнейшим образованием сульфидов и гидроксидов железа [18]:



Теперь предположим, что на каком-либо локальном участке в целом застойного сероводородно-глеевого водоема выклинивается на поверхность источник грунтовых вод. Его подвижные воды насыщены кислородом и углекислым газом. В этом случае локальный биотоп болотной экосистемы изменится, что повлечет за собой изменение состава активного микробного пула в гидротопе и активизацию аэробных микроорганизмов. К таковым относятся тиобациллы, многие из которых способны окис-

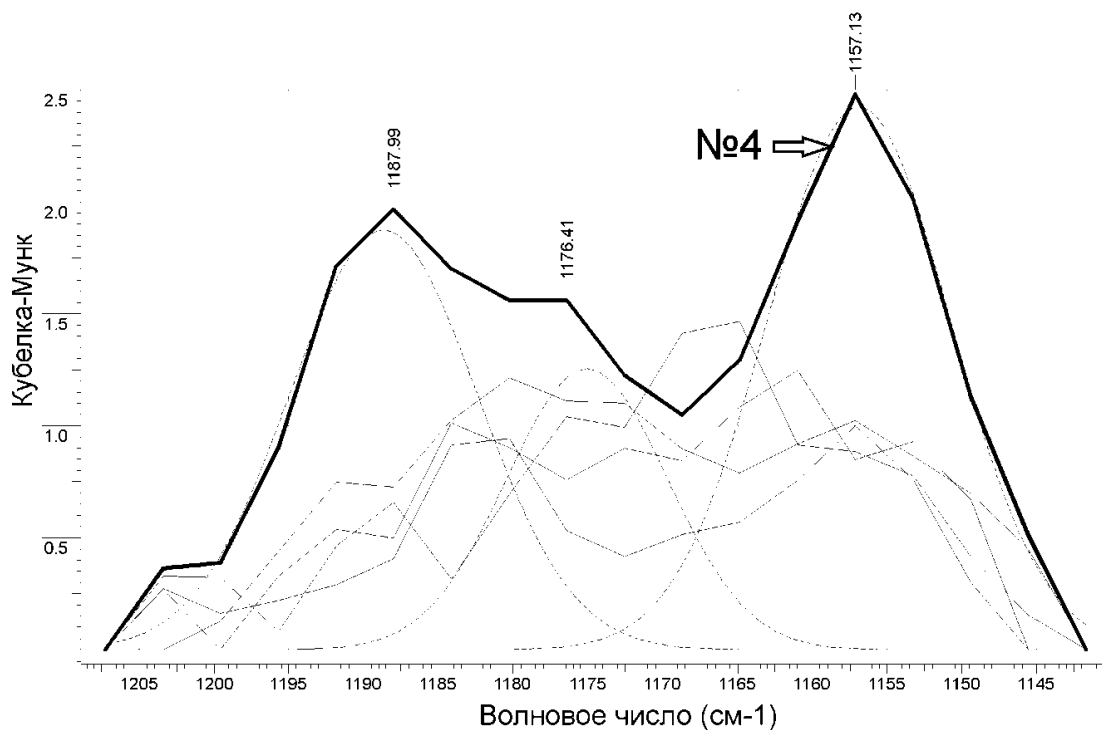


Рис. 5 Невырожденные полосы валентных асимметричных колебаний сульфатов. Отмечен самый интенсивный ИКС угля из зоны сместителя

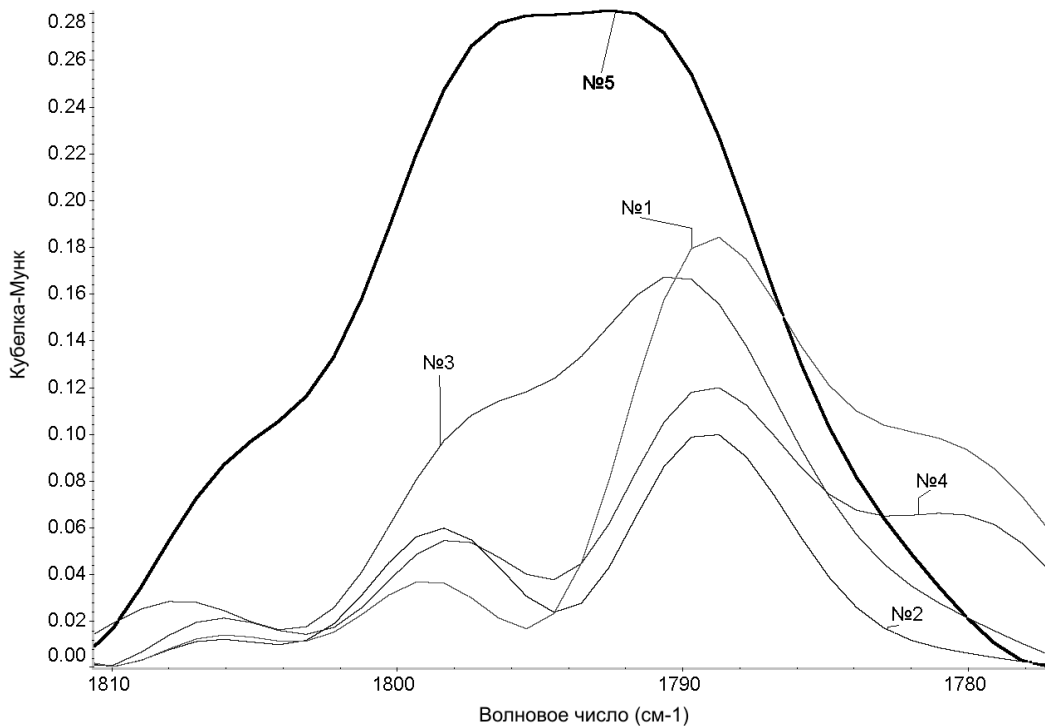
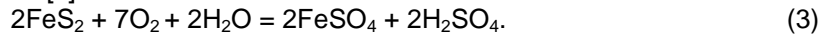


Рис. 6 Полоса валентных колебаний связи C=O в карбонатном анионе.

лять различные соединения серы до сульфатов, в частности по такой схеме:

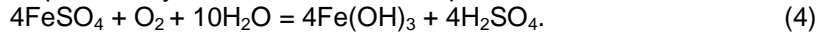


Окисление серы происходит не только биологическим, но и, значительно более медленным, химическим путем. Так, дисульфид железа окисляется с выделением сульфата и серной кислоты [1]:



Накопление сульфатов в месте окисления подтверждает увеличенная площадь SO_n -полосы. Кроме того, сульфатные минералы склонны образовывать кристаллогидраты, на что указывает повышение интенсивности ИКС полос ОН1 и ОН2 (табл. 3).

Сульфаты, в свою очередь, могут доокисляться до гидроксидов:



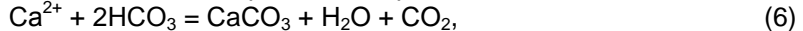
Труднорастворимые гидраты окиси железа накапливаются в зоне окисления. Напротив, в восстановительных обстановках сероводородной и глеевой сред их мало. В пробе № 2 OH_{free} принимает минимальное значение (табл. 3).

Накопление серной кислоты в свою очередь понижает pH среды и способствует выделению угольного ангидрида из карбонатов:



Это приводит к вымыванию карбонатов из зоны аэрирования (проба № 4) и вынесению потоком воды в гидратированной ионной форме на соседний участок (проба № 5), где они кристаллизуются и осаждаются в щелочных условиях, обогащая среду хемогенным $CaCO_3$. Вектор локальной миграции карбонатов определяется особенностью геоморфологии аквального ландшафта.

Если подземный источник обогащен углекислотой, то процесс осаждения карбонатов усиливает косвенное действие термодинамического барьера, связанного с резким падением давления грунтовых вод на поверхности. Растворимость CO_2 в воде резко снижается, что приводит к смещению карбонатного равновесия:



и растворимая гидрокарбонатная форма переходит в труднорастворимый минерал $CaCO_3$.

Высокий ОВП водного раствора данного участка приводит к окислению различных органических соединений. Так спирты могут окисляться до альдегидов и кетонов в присутствии H_2SO_4 в качестве кислотного катализатора и обезвоживающего агента [6]. Максимальная интенсивность колебаний карбонильной группы (табл. 3) свидетельствует об активировании такого рода реакций в пробе № 4.

Кроме этого, в сложившихся условиях кислотного катализа будут преобладать реакции этерификации над омылением с образованием сложных эфиров из спиртов. По данным ИКС спиртовых С–О групп в зоне сместителя минимум, а корреляционная связь между характерным спиртам и сложным эфирам С–О и С=О связями отрицательна ($r = -0,83$).

Следовательно, на фоне сероводородно-глеевого геохимического мезобарьера во всей лагуне в месте выхода источника грунтовых вод образовались двусторонние кислородный и карбонатный микробарьеры. Химическая активность свободного кислорода в окислительном барьере привела впоследствии к снижению прочностных свойств угольного вещества в пласте и малоамплитудному нарушению.

Так как рассматриваемое явление вызывает множество физико-химических процессов, которые изменяют различные свойства угольного вещества, то расчет градиента геохимического барьера по одному параметру объективно не отражает масштабы преобразований. В связи с этим представляет интерес комплексная количественная оценка градиента барьера. Опираясь на полученные данные об атомных концентрациях и молекулярных вибрациях, предложены оценки градиента двумя относительными критериями: отношением содержания серы к железу (S/Fe) и склонностью к сдвигу (Thr). Наибольшую чувствительность к рассматриваемому явлению имеет

комплексный атомно-молекулярный параметр Thr (табл. 3). Величина его градиента в пробе № 4 более чем в 2 раза (рис. 7) превышает аналогичный параметр в образцах из соседних участков.

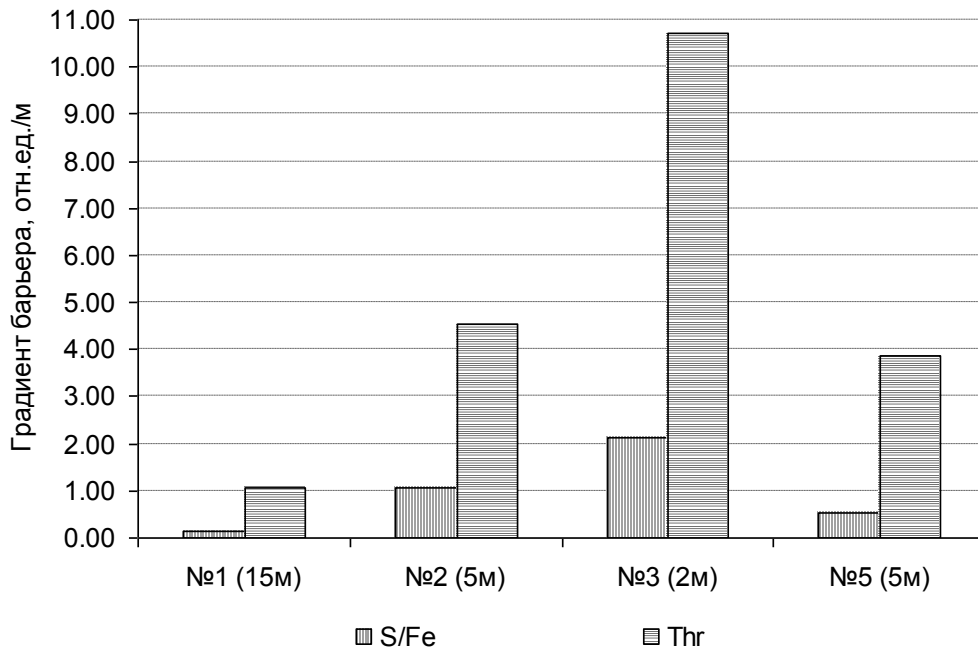


Рис. 7 Комплексные оценки градиента геохимического барьера

Безусловно, необходимо учитывать сложность, неоднозначность, а порой и невозможность выяснения причинно-следственных связей всего многообразия факторов, которые влияют на заложение и развитие естественных объектов, образованных в процессе формирования угольных пластов. Без учета результатов элементного анализа выявленные в ходе исследования изменения молекулярных свойств угольного вещества в зоне нарушения можно было бы объяснить только процессами окисления органических соединений угля на поверхности деформационных микротрещин, образованных под действием тектонических постинверсионных процессов. Элементный состав отображает естественный баланс гетероатомов в минеральной матрице, который сложился с учетом существовавших геохимических барьеров в аквальных ландшафтах. Миграция химических элементов происходит в разной форме водным или воздушным путем при определенных условиях среды и отсутствии сильной связи с твердой породой. Трудно представить, что такие значительные отличия в концентрациях отдельных элементов из проб угля, отобранного на расстояниях в десятки метров с одного пласта, связаны с каким-нибудь переносом минеральных компонентов в твердофазной среде или в состоянии геля. В то же время подобная миграция легко происходит в водном растворе на этапе осадконакопления.

Заключение. Полученные данные объективно отображают процессы, протекающие в веществе угля, по которым опосредованно можно судить о факторах, инициировавших образование нарушения. Характер отличий элементного состава, особенности молекулярной структуры, микростроение вещества угля и предложенный механизм реализации преобразований указывают на то, что образование малоамплитудного нарушения угольного пласта прежде всего является следствием влияния локальных гидрологических и экологических условий на этапе формирования угля в палеоводоеме. Наряду с этим, нельзя исключать воздействие геолого-структурных факторов на

формирование генетически обусловленной взаимосвязи между зоной тектонического нарушения и местоположением палеоисточника – допустимого виновника преобразований в угольной субстанции.

Следовательно, зафиксированные различия в петрографических и физико-химических показателях проб угля, отобранных в зоне влияния малоамплитудного надвига, свидетельствуют о наличии геологической корреляции между участками расположения сместителя и локального окислительного геохимического микробарьера в пределах сероводородно-глеевого мезобарьера, существовавшего в период осадконакопления и обусловленного геоморфологическими факторами. Это с учетом анализа литолого-фациальных условий района исследования позволяет сделать обоснованные выводы о генезисе нарушения.

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
2. *Барановский В.И.* Петрографические признаки химически активных углей / В.И. Барановский // Геотехническая механика. – 2010. – № 88. – С. 271-275.
3. *Брижанев А.М.* Влияние трещинной и мелкоамплитудной разрывной тектоники на метановыделение в подземные горные выработки угольных шахт Донбасса / А.М. Брижанев, Р.А. Галазов, О.А. Куц, А.А. Кривцов, В.В. Шершук // Геология и разведка. – 1985. – № 2. – С. 51-55.
4. *Высочанский И.В.* Особенности тектоники Днепровско-Донбасского авлакогена (роль сдвигов в структурообразовании) / И.В. Высочанский, В.В. Крот, И.И. Чебаненко и др. – Киев: ИГН НАН Украины, 1990. – 42 с. – (Препринт/НАН Украины, Ин-т геол. наук).
5. *Глебовская Е.А.* Применение инфракрасной спектроскопии в нефтяной геохимии / Е.А. Глебовская. – Л.: Недра, 1971. – 140 с.
6. *Ким А.М.* Органическая химия / А.М. Ким. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд., 2002. – 971 с.
7. *Коробецкий И.А.* Генезис и свойства минеральных компонентов углей / И.А. Коробецкий, М.Я. Шпирт. – Новосибирск: Наука, 1988. – 227 с.
8. *Лукинов В.В.* Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – Киев: Наук. думка, 2008. – 352 с.
9. *Лукинов В.В.* Петрографические и физические характеристики угольного вещества из кинкбандов / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, В.И. Барановский, А.В. Бурчак // Геолог Украины. – 2010. – № 3. – С. 91-97.
10. *Нагорный Ю.Н.* О времени и механизме образования сбросовых дислокаций Южного и Западного Донбасса / Ю.Н. Нагорный, В.Н. Нагорный // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1973. – № 3. – С. 60-69.
11. *Накамото К.* ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
12. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 610 с.
13. *Плюсина И.И.* Инфракрасные спектры минералов / И.И. Плюсина. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 175 с.
14. *Поляшов А.С.* Распределение петрографических микрокомпонентов в порошкообразных углях / А.С. Поляшов, В.И. Барановский // Уголь Украины. – 1987. – № 10. – С. 24-25.
15. *Попов В.С.* Тектоника Донецкого Бассейна / В.С. Попов // Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. – М: Недра, 1976. – С. 307-311.
16. *Структурная геология Донецкого угольного бассейна / под ред. Н.И. Погребнова.* – М.: Недра, 1985. – 149 с.
17. *Тиссо Б.* Образование и распространение нефти / Б. Тиссо, Д. Вельте. – М.: Мир, 1981. – 501 с.
18. *Шлегель Г.* Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 567 с.

Л. І. Пимоненко, О. К. Балалаєв, В. І. Барановський

РЕКОНСТРУКЦІЯ ГЕОХІМІЧНОГО БАР'ЄРА В ПЕРІОД ОПАДОНАКОПИЧЕННЯ ПО ЛОКАЛІЗАЦІЇ МАЛОАМПЛІТУДНОГО НАСУВУ ПЛАСТА I_3 (ДОНБАС)

Проведено реконструкцію локальної геохімічної неоднорідності в зоні малоамплітудного насуву, утвореної в період седиментації. Встановлено взаємозв'язок між умовами осадкоутворення та міцнісними властивостями смугоподібної ділянки вугільного пласта. Наведено аналіз фізико-хімічних механізмів і ймовірної причини виникнення аномалії в умовах аквальних ландшафтів. Подано кількісну оцінку градієнта окисного геохімічного бар'єра. Показано генетично обумовлену геологічну кореляцію між зоною тектонічного порушення у вугільному шарі та місцем розташування геохімічного бар'єра.

Ключові слова: Донбас, алмазна світа, вугільний пласт, малоамплітудний насув, геохімічний бар'єр, петрографія, інфрачервона спектроскопія, рентгенофлуоресцентний аналіз.

L. Pymonenko, O. Balalayev, V. Baranovskiy

GEOCHEMICAL BARRIER RECONSTRUCTION DURING THE PERIOD OF SEDIMENTATIONS ALONG LOW AMPLITUDE THRUST FAULT LOCALIZATION OF THE COAL BED l_3 (DONBAS)

Reconstruction of local geochemical heterogeneity in low amplitude thrust fault zone formed in sedimentation period is carried out. The interrelation between the conditions of sedimentation and the strength properties of the coal bed line is determined. The analysis of physicochemical mechanisms and the prospective reason of anomaly appearance under aquatic landscapes conditions is given. The quantitative appraisal of oxidizing geochemical barrier gradient is shown. Genetically caused geologic correlation between a tectonic disturbance zone in a coal bed and geochemical barrier location is shown.

Keywords: Donbas, diamond suite, coal bed, low amplitude thrust fault, geochemical barrier, petrography, FTIR, X-ray fluorescence analysis.

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпропетровськ
Пимоненко Людмила Іванівна,
Балалаєв Олександр Костянтинович
Барановський Володимир Ігнатович
e-mail: gvrvg@meta.ua

Стаття надійшла: 19.11.2014