

«Экзокливаж» - как одна из структур течения в пластах каменных углей

Павлов И.О.¹, Корчемагин В.А.¹, Никитенко А.В.¹

¹ Донецкий национальный технический университет МОНМС Украины, geolog @ dgtu.donetsk.ua

В своей практической деятельности, решая вопросы, связанные с закономерностями размещения рудных тел, при изучении тектоники, гидрогеологических, горно-геологических условий месторождений и во многих других случаях, геологам приходится сталкиваться с трещиноватостью горных пород. Знание особенностей трещиноватости часто позволяет прогнозировать ориентировку и морфологию рудных тел, геометризовать их положение на глубине, что имеет большое значение при разведке МПИ. При отработке месторождений использование трещиноватости при проведении горных выработок и выемке полезного ископаемого позволяет повысить производительность и безопасность труда.

Чаще всего трещины, развитые в горных породах классифицируются по их пространственной ориентировке, либо исходя из условий их образования. В первом случае классификация трещин отражает лишь геометрические особенности, во втором случае классификация имеет генетический характер.

Породы угленосной толщи, в том числе и угли, разбиты многочисленными трещинами различной морфологии и генезиса. При этом трещиноватость, наблюдаемая в углях, обладает некоторой спецификой.

Одна из первых генетических классификаций трещин в каменных углях была предложена Г.А. Ивановым [1]. Все трещины в углях он разделил на две основные группы – экзогенные, образование которых обусловлено внешними причинами, и эндогенные, образовавшиеся под влиянием процессов, происходящих в самом угле. Тогда же им для обозначения явления образования всех этих трещин был предложен уже существующий термин «кливаж», хотя морфологически эти образования мало напоминают классические трещины кливажа. Основными геологическими факторами, вызывающими образование трещин «эндокливажа» (первичного кливажа) Г.А.Иванов считал диагенез и последующие процессы метаморфизма пород угленосной толщи, а трещин «экзокливажа» - тектонические процессы. Аналогичных взглядов придерживалось в последующем и большинство других исследователей [2].

Происхождение, механизм образования трещин «эндокливажа» в настоящее время особых дискуссий не вызывает. Обычно под этим термином понимают трещины первичной отдельности. В морфологическом отношении – это прямолинейные слабо приоткрытые трещины, пересекающие слои и отдельные пачки пород с ровными, гладкими стенками, без следов тектонических перемещений. Обычно эти трещины резко заканчиваются на границах отдельных пачек или пластов. Характерной особенностью является то, что они практически всегда ортогональны плоскостям напластования (отсюда ещё одно название – нормальносекущие). Их пространственная ориентировка зависит от элементов залегания пласта. На стереограмме они формируют отдельные максимумы или непрерывный пояс вдоль следа плоскости напластования.

Подобные трещины развиты как в углях, так и во вмещающих породах. В ископаемых углях интенсивность проявления трещин этого типа значительно выше, чем в породах. Если во вмещающих породах угленосной толщи интенсивность их проявления не превышает десятков на метр, то в углях она может достигать сотен трещин на метр (максимальная интенсивность была отмечена в пласте l_1 на шахте им. А.Ф. Засядько – более 500-600 трещин на метр). Наибольшей интенсивностью проявления подобных трещин характеризуются угли средних стадий метаморфизма (марки Ж, К, ОС).

Значительно меньше определенности с «экзокливажем». Под этим термином чаще всего понимается вся совокупность трещин, которые образовались в результате эндогенных процессов – это и обычные тектонические, и весьма своеобразные, т.н. трещины «со струйчатыми поверхностями». Последние одни из исследователей (Эз В.В., Аммосов Н.И., Еремин И.В.) считали разновидностью тектонических сколов, образованных в результате действия максимальных касательных напряжений, другие (Йейте Е.С.) выделяли их в самостоятельный класс. Механизм образования именно этих трещин остаётся дискуссионным до сих пор.

Морфологически трещины «экзокливажа» отличаются как от тектонических трещин, так и от трещин первичной отдельности («эндокливажа»). Чаще всего они косесекущие по отношению к напластованию. Пересекающиеся системы этих трещин создают ромбовидную отдельность углей. В морфологическом отношении трещины со струйчатыми поверхностями похожи на обычные

сколовые трещины: имеют сравнительно ровные поверхности, на которых отчётливо видны своеобразные линейные морфологические элементы («струйчатость») – характерные тонкие штрихи, бороздки и валики, часто сходящиеся под острым углом (угол может колебаться от 5 до 20°). Эти элементы похожи на обычные штрихи и борозды тектонических сколов, но не являются их полным аналогом.

Вследствие густой штриховки, поверхности этих трещин никогда не бывают идеально гладкими (как у трещин «эндокливажа») и приполированными, блестящими (как у тектонических зеркал скольжения). Вдоль них не отмечается также перетёртого угла, впрочем, как и каких-либо заметных смещений маркеров. Они всегда ограничиваются контактами угольных пластов и не распространяются во вмещающие породы.

При статистической обработке замеров на сетке стереографических проекций было установлено, что ориентировка трещин «экзокливажа» существенно отличается как от ориентировки тектонических сколов, так и первичных трещин («эндокливажа») (рис.1).

В Донецко-Макеевском районе были выполнены замеры и статистическая обработка более 600 трещин этого типа. Замеры трещин выполнялись на различных шахтах района, расположенных в разных геолого-структурных условиях, в угольных пластах различных свит карбона. Установлено, что трещины «экзокливажа» в пределах отдельных шахтных полей часто не имеют какой-либо заметной симметрией относительно плоскостей напластования. Но на сводной для всего района стереограмме полюса этих трещин формируют конические поверхности, ось симметрии которых имеет элементы залегания: - аз.пад.300-305°∠5° (рис.2а).

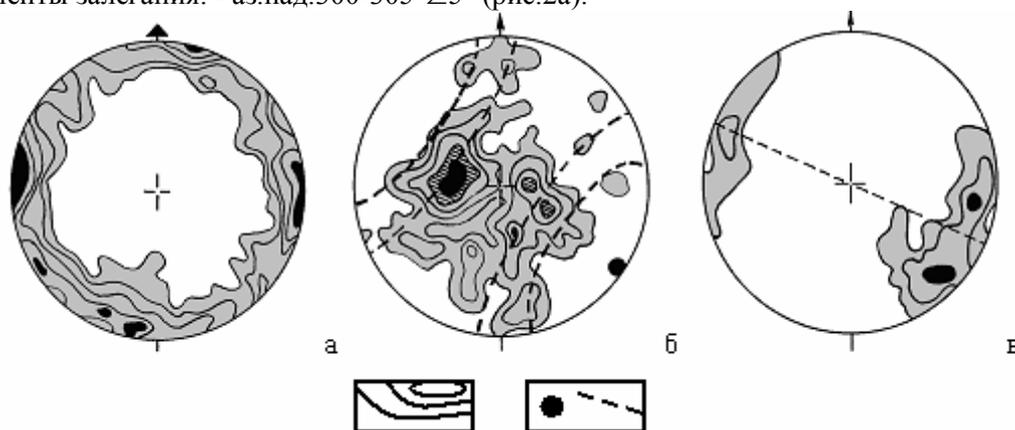


Рис.1. Стереограммы ориентировок трещинно-разрывных структур Донецко-Макеевского района: ориентировка трещин «эндокливажа» (а); ориентировка трещин «экзокливажа» (б) и «струйчатости» (в) на их поверхностях (поле шх.им. А.Ф.Засядько).

1 – изолинии плотности распределения полюсов трещин (или линейных элементов); 2 – оси симметрии.

В свое время, В.В. Эз [3], анализируя ориентировку трещин «экзокливажа» в пределах Главной антиклинали (Центральный геолого-промышленный район Донбасса), установил, что они ориентированы под углом 18-35° к оси складки (рис. 2б). На стереограмме полюса этих трещин формируют конус, ось которого совпадает с осью Главной антиклинали (аз.пр.300-305°). Т.е. полученный структурный рисунок близок к тому, что был получен авторами для Донецко-Макеевского района. Отождествляя этот структурный рисунок с конусом скалывания, В.В. Эз в своё время предположил, что на определённой стадии развития ось тектонического сжатия σ_3 была ориентирована вдоль оси антиклинали.

Одновременно с ориентировкой самих трещин «экзокливажа», авторами замерялась ориентировка линейных элементов («струйчатости») на их поверхностях. При статистической обработке этих замеров было установлено, что эти линейные элементы («струйчатость») на стенках трещин различных ориентировок близкопараллельны, лежат в плоскости пласта, (т.е. их кинематические плоскости коллинеарны и пересекаются вдоль единой оси (аз.пр.300-305°), совпадающей с осью вышеописанных конических поверхностей симметрии для полюсов трещин) (рис.3).

На самой периклинали Главной антиклинали, где складка приобретает коническую геометрию, картина распределения трещин «экзокливажа» и «струйчатости» усложняется. В пределах каждого крыла складки полюса самих трещин рассеиваются вдоль конических поверхностей симметрии. Оси этих поясов обнаруживают определенную симметрию относительно плоскостей напластования. Ориентировка «струйчатости» в пределах каждого крыла также довольно выдержана и однообразна:

в северном крыле преобладает её субширотная ориентировка, в юго-западном - субмеридиональная. В условиях периклинали оси поясов в противоположных крыльях сходятся под углом 25° к оси антиклинали (аз.пр.310°). Т.е. и здесь отмечается симметрия этого типа трещин и «струйчатости» относительно элементов складки.

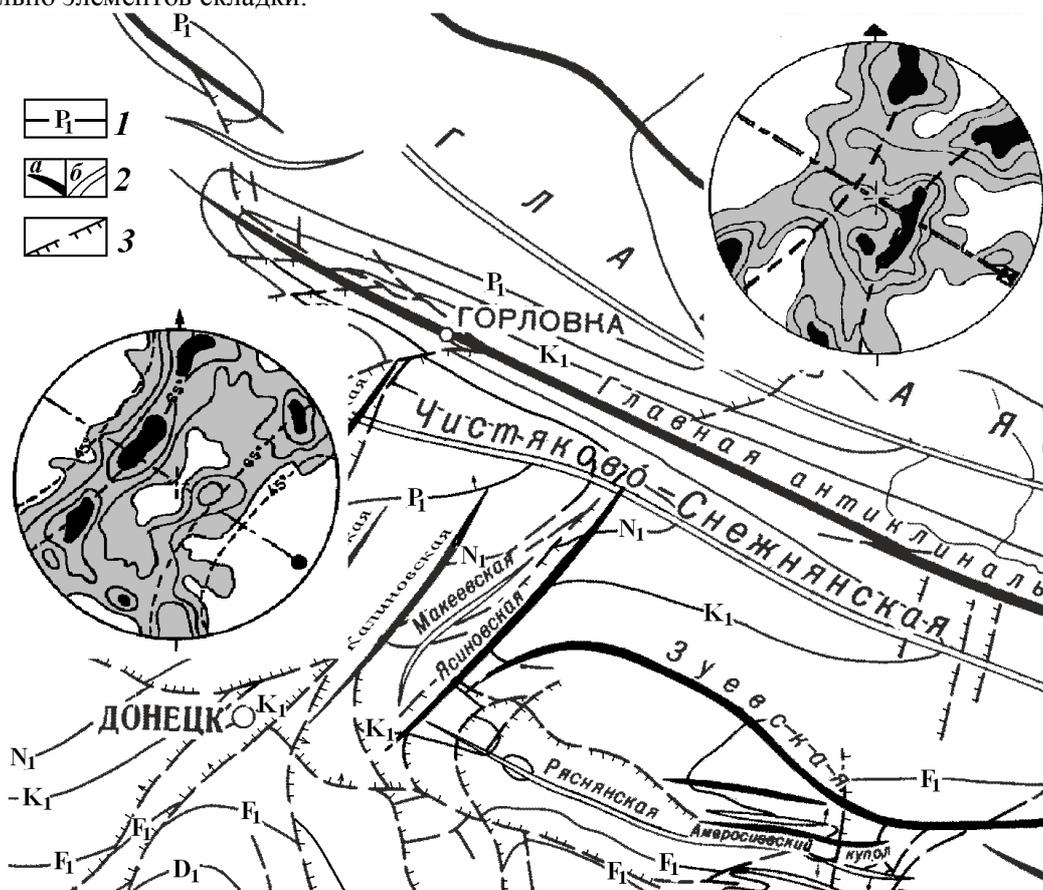


Рис.2. Геолого-структурная схема юго-западной части Донецкого бассейна со стереограммами ориентировок трещин «экзокливажа» в Донецко-Макиевском (а) и Центральном (б) [по 3] районах.

1 – маркирующие горизонты (известняки); 2 – оси складок: а – антиклиналей, б – синклиналей; 3 – тектонические разрывы. Условные обозначения для стереограмм см. на рис. 1.

Установленная упорядоченная ориентировка линейных элементов («струйчатости») отражает линейную направленность движения материальных частиц в пластах угля. При этом перемещение материала угольных пластов происходит в плоскости пластов по системе разноориентированных трещин в одном направлении. В целом, полученный структурный рисунок можно охарактеризовать, как «пояс течения» [4,5].

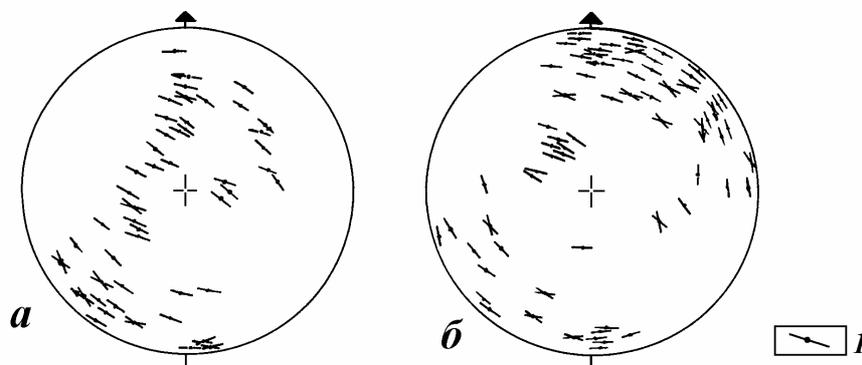


Рис.3. Кинематические стереограммы трещин «экзокливажа» (Донецко-Макиевский район): а – поле шх. «Холодная балка» № 3, (пл. h_{10}°) б – шх. № 13 «бис» (пл. l_7°).

1 – полюс трещины с ориентировкой «струйчатости».

Выдержанность ориентировки «струйчатости» в пространстве на значительной площади свидетельствует о региональном характере этого процесса. Симметричность всех выделенных

деформационных элементов складчатой структуре (например, аз.пр. оси Главной антиклинали 300-305°, Ряснянской синклинали – 295-300°) позволяет предположить их генетическую связь, т.е. то, что установленные деформации являются складчатыми. Обычно линейные элементы, возникающие синхронно с образованием складки ориентированы закономерно относительно её шарнира и осевой плоскости. По отношению к тектонической транспортировке вещества, образующиеся линейные структурные элементы подразделяются на «а»- и «b»-линейность. «а»-линейность совпадает с направлением скольжения, «b»-линейность перпендикулярна направлению движения. Возникающие в процессе движения плоскости скалывания обычно расположены под углом к основной плоскостной структуре (напластованию) и пересекаются по оси, совпадающей с «b»-линейностью. Т.о., «струйчатость», субпараллельная этой оси, указывает на перемещение вещества угольных пластов вдоль шарниров складок, перпендикулярно направлению проскальзывания пород в крыльях. В этом случае данный тип линейности может рассматриваться как «b»-линейность.

При подобной интерпретации этих структур можно предположить следующий механизм их образования. В ходе формирования основной складчатости в Донбассе реализовывался механизм продольного изгиба и продольного расплющивания. При этом на слоистую угленосную толщу синхронно воздействовали горизонтальные сжимающие усилия ортогональные бортам бассейна и объёмные вертикальные нагрузки, обусловленные весом самих пород. Уголь по своим физико-механическим свойствам наиболее пластичен среди вмещающих его пород и способен к интенсивным дислокациям. При складкообразовании происходил не только изгиб слоёв с проскальзыванием по плоскостям напластования (механизм продольного изгиба), но и одновременное выдавливание пластичного угольного материала («твёрдо-вязкое течение») вдоль шарниров формирующихся складок. Это перемещение вещества в сплошной среде приводило к возникновению напряжений, противодействующих подобному перемещению. Под влиянием подобных напряжений в пластах углей и формируются многочисленные плоскости трещин «экзокливажа», формирующих в пространстве структурный рисунок типа «конуса сжатия».

Т.о., трещины «экзокливажа» в углях образованы при складчатых деформациях угленосной толщи при твёрдо-вязком однонаправленном течении материала угольных пластов. Ориентировка систем трещин, при этом, на различных участках может меняться в зависимости от местных условий, но общий структурный рисунок, в целом, остаётся неизменным. Ориентировка «струйчатости» более выдержана и обычно субпараллельна осям складок.

В целом, трещины со струйчатыми поверхностями в углях можно рассматривать как своеобразный аналог кливажа. Сама «струйчатость» в этом случае является аналогом b-линейности.

Литература

1. Иванов Г.А. Кливаж (отдельность) в углях и вмещающих породах и пути его практического использования. М-Л.: ГОНТИ, 1939. Ч.1. Вып.110. 108 с.
2. Аммосов И.И., Ерёмин И.В. Трещиноватость углей. М.: Наука, 1961.120 с.
3. Эз В.В. К вопросу о связи трещиноватости в каменных углях Донбасса со складчатой структурой.// Складчатые деформации земной коры, их типы и механизм образования. М.: Наука, 1962. С.250-264.
4. Расцветаев Л. М. Выявление парагенетических семейств тектонических дизъюнктивов, как метод палеогеомеханического анализа полей напряжений и деформаций земной коры// Поля напряжений и деформаций в земной коре. – М.: Наука, 1987.
5. Расцветаев Л. М., Тверитинова Т. Ю. О выявлении некоторых параметров тектонических деформаций по результатам статистического геолого-кинематического исследования «малых» дизъюнктивов// Экспериментальная тектоника и полевая тектонофизика. – К: Наук. думка, 1991.