

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПОРОД И УГЛЕЙ УГЛЕННОЙ ТОЛЩИ ДОНБАССА.

Аленикова Ю., Павлов И.О.

Решая вопросы, связанные с закономерностями размещения рудных тел, при изучении тектоники, гидрогеологических, горно-геологических условий месторождений и во многих других случаях, геологам приходится заниматься наблюдениями над трещиноватостью горных пород. При этом выясняется генезис трещин, их ориентировка в пространстве (азимуты и углы падения), проводится изучение интенсивности трещиноватости, описывается строение поверхности трещин и их минерализация.

В итоге этих наблюдений в руках геолога скапливается большой фактический материал, нуждающийся в дальнейшей обработке и систематизации. Конечными результатами работ по изучению трещиноватости являются выводы о происхождении и преобладающих направлениях трещин, интенсивности трещиноватости по каждому из направлений, влиянии трещин на форму и размеры рудных тел, зависимости между характером минерализации и направлением трещин, направлении наиболее обводненной системы трещин, строении и развитии нарушений в горных породах, а также выводы о направлениях сил, приводящих к тектоническим дислокациям.

Возможность применения результатов изучения трещиноватости весьма разнообразна. 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.

Трещинами называются разрывы в горных породах, перемещения по которым либо совершенно отсутствуют, либо имеют очень незначительную величину. Совокупность трещин, разбивающих тот или иной участок земной коры, называется трещиноватостью.

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 и называется геометрической. Во втором случае классификация имеет генетический характер.

При геометрической классификации учитывается обычно ориентировка трещин относительно слоистости, сланцеватости или элементов складчатой структуры (в стратифицированных толщах), либо элементов прототектоники (для магматических тел).

В геометрической классификации выделяются следующие группы трещин: а) поперечные, ориентированные в плане перпендикулярно к простиранию слоистости. Они могут быть как вертикальными, так и наклонными; б) продольные – параллельные линии простирания и секущие слоистость (сланцеватость) в вертикальном разрезе; в) косые (диагональные) – секущие слоистость или сланцеватость под углом относительно простирания и направления падения; г) согласные трещины – ориентированные параллельно слоистости или сланцеватости как в плане, так в разрезах.

Генетические классификации весьма разнообразны. В них за основу принимаются – характер движений, направление и происхождение действующих сил, характер деформаций. В большинстве генетических классификаций выделяются тектонические трещины и трещины, возникшие под воздействием иных причин нетектонического характера.

В целом, можно предложить генетическую классификацию в следующем виде:

Нетектонические трещины.

1. Первичные трещины.
2. Трещины выветривания.
3. Трещины оползней и обвалов.
4. Техногенные трещины (при взрывах, ударах, сдвигения горных пород при отработке полезных ископаемых и т.д.).

Тектонические трещины.

1. Трещины скола.
2. Трещины отрыва.

Наиболее распространенным и многочисленным классом трещин в горных породах являются первичные трещины. Они встречаются как в осадочных, так и магматических породах. В первом случае – это типичные диагенетические трещины, возникшие преимущественно в процессе диагенеза, т.е. на стадии превращения осадка в породу. В это время происходили дегидратация и уплотнение осадка. При этом в формирующихся породах возникали растягивающие силы, которые приводили к массовому развитию первичных трещин. Т.о., по генезису это явные трещины отрыва. В магматических породах подобные силы, приводящие к образованию первичных трещин, возникают при остывании и раскристаллизации магмы.

Породы угленосной толщи, также как и породы других осадочных формаций разбиты многочисленными трещинами различной морфологии и генезиса. При этом в углях трещиноватость 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. Г.А. Иванов дал им подробную характеристику и рассмотрел условия их образования. 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 метаморфизм пород угленосной толщи, т.е., процессы, происходящие внутри самого осадка, а трещин «экзокливажа» - тектонические процессы. Аналогичных взглядов придерживались в последующем и все остальные исследователи [1-3]. «Определяющим фактором в развитии экзогенных трещин является тектоника» (Аммосов И.И. [1], с.16). Некоторые разногласия касались лишь механизмов образования различных систем трещин в углях и правомерности употребления самого термина «кливаж».

Трещины первичной отдельности или «эндокливажа» являются самым многочисленным и распространённым видом трещинно-разрывных структур в угленосной толще. Здесь они с разной интенсивностью развиты как в углях, так и во вмещающих породах. Их генезис связывают с процессами литификации и последующего метаморфизма первичных осадков. Главную роль при этом играли дегидратация осадка и гидроразрыв образующихся пород [4]. Подобные трещины не пересекают сколь-нибудь мощные толщи тех или иных пород, а тесно связаны с отдельными пластами или небольшими пачками. Частота этих трещин находится в зависимости от мощности и состава пород. В менее вязких и тонких прослоях частота этих трещин выше. В морфологическом отношении – это прямолинейные слабо приоткрытые трещины, рассекающие 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 – нормальноразрывные). В плане направления трещин в каждом отдельном пласте часто отличаются от направлений трещин в выше и ниже лежащих пластах.

В ископаемых углях интенсивность проявления трещин этого типа значительно выше, чем во вмещающих породах. Если в осадочных 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 разными исследователями подразумеваются различные по морфологии и генезису трещины. При этом часто под «экзокливажем» углей 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, т.к. они отличаются как от первичных («эндокливажа»), так и от типичных тектонических трещин. Механизм их образования остаётся дискуссионным до сих пор.

Трещины «экзокливажа» в отличие от широко распространенных первичных трещин («эндокливажа»), а также тектонических трещин, которые рассекают как угольные пласты, так и вмещающие их породы, наблюдаются в основном в углях, где они могут образовывать несколько систем. Чаще всего они кососекущие по отношению к напластованию. Пересекающиеся системы этих трещин создают ромбовидную отдельность углей.

Обычно подобные трещины фиксируются лишь в углях средних стадий метаморфизма определенного петрографического состава. Они распространены в пластах сложенных преимущественно гелефицированными компонентами – клареном и витреном. В углях содержащих значительное количество фюзена, дюрена и близких к ним по содержанию окисленной органической массы компонентов – эти трещины практически отсутствуют. Подобная избирательность обусловлена, скорее всего, физико-механическими свойствами углей различных марок и петрографического состава: прочностные свойства (микротвёрдость, крепость) гелефицированных компонентов и, в целом, углей средних стадий метаморфизма в 1,5-2 раза ниже, чем у углей остальных марок и типов.

В морфологическом отношении трещины со струйчатыми поверхностями похожи на обычные сколовые трещины: имеют сравнительно ровные поверхности, на которых отчётливо видны морфологические элементы («струйчатость») – характерные тонкие штрихи, бороздки и валики, часто сходящиеся под острым углом (угол может колебаться от 5 до 20°) (рис. 1).

Вследствие густой штриховки, поверхности этих трещин никогда не бывают идеально гладкими и блестящими, как у трещин «эндокливажа». В тоже время, вдоль них не отмечается зеркал скольжения и перетёртого угля, впрочем, как и каких-либо заметных смещений маркеров. Они всегда ограничиваются контактами угольных пластов.

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. 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.2.).

Последние практически всегда ортогональны плоскостям напластования и чаще всего образуют две наиболее чётко выраженные системы трещин – продольных и поперечных к простиранию пород (рис.). Мелкие тектонические сколы обычно образуют системы, совпадающие по ориентировке с более крупными тектоническими разрывами.

Трещины «экзокливажа» в пределах отдельных шахтных полей не имеют какой-либо заметной симметрией относительно плоскостей напластования. Но на сводной для района стереограмме полюса этих трещин формируют конические поверхности, ось симметрии которых имеет элементы залегания: - аз.пад.300-305°∠5° (рис.2а).

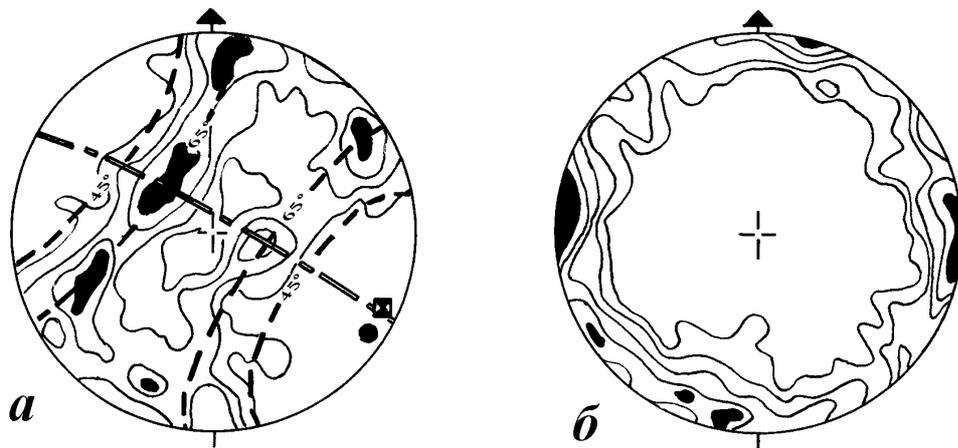


Рис.2. Ориентировка трещин в углях Донецко-Макеевского района: «экзокливажа» (а), «эндокливажа» (б).

Аналогичный структурный рисунок распределения полюсов трещин этого типа был получен В.В. Эзом [3] для Главной антиклинали Донбасса. Анализируя ориентировку этих трещин в пределах Центрального геолого-промышленного района, он установил, что они ориентированы под углом 18-35° к оси этой структуры (рис.3).



Рис.3. Ориентировка трещин «экзокливажа» в пределах Главной антиклинали Донбасса.

На стереограмме их полюса формируют конус, ось которого совпадает с осью Главной антиклинали (рис.3). Отождествляя этот структурный рисунок с конусом скалывания, В.В. Эз предположил, что на определённой стадии развития ось тектонического сжатия σ_3 была ориентирована вдоль оси антиклинали.

Помимо ориентировки самих трещин «экзокливажа», авторами замерялась ориентировка «струйчатости» на их поверхностях. Было установлено, что «струйчатость» (линии скольжения) на стенках трещин любой ориентировки лежат в плоскости пласта, субпараллельны (т.е. их кинематические плоскости коллинеарны) и пересекаются вдоль единой оси (аз.пр.300-305°), совпадающей с осью вышеописанных конических поверхностей симметрии (рис.4).

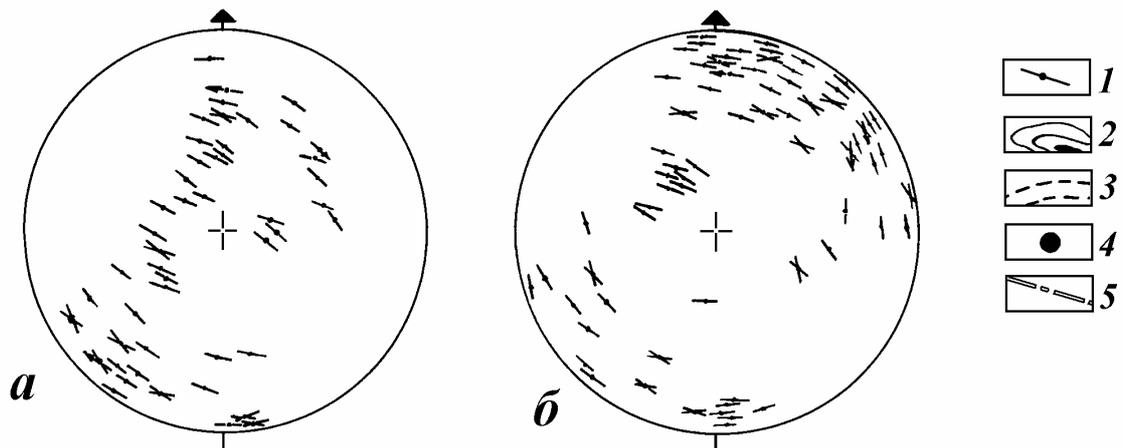


Рис.4. Кинематические стереограммы трещин «экзокливажа» (Донецко-Макеевский район): а – поле шх. «Холодная балка» № 3, б – шх. № 13 «бис».

1 – полюс трещины с фрагментом кинематической плоскости; 2 – изолинии плотности распределения полюсов трещин; 3 – конические поверхности симметрии; 4 – ось симметрии; 5 – осевые плоскости основных складок.

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. Полученный структурный рисунок можно охарактеризовать, как «пояс течения» [4,5].

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 $300-305^\circ$, Ряснянской синклинали – $295-300^\circ$) позволяет предположить их генетическую связь, т.е. то, что установленные деформации являются соскладчатыми. 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 «б»-линейность. «а»-линейность совпадает с направлением скольжения, «б»-линейность перпендикулярна направлению движения [6]. Возникающие в процессе движения плоскости скалывания обычно расположены под углом к основной плоскостной структуре (напластованию) и пересекаются по оси, совпадающей с «б»-линейностью. «Струйчатость», субпараллельная этой оси и указывающая на перемещение вещества угольных пластов вдоль шарниров складок, перпендикулярно направлению проскальзывания пород в крыльях в этом случае является аналогом «б»-линейности. Выделенная ось симметрии (линия пересечения плоскостей этих трещин) совпадает, с осью максимального удлинения ϵ_1 эллипсоида соскладчатых деформаций.

При подобной интерпретации этих структур можно предположить следующий механизм их образования. В ходе формирования основной складчатости в Донбассе 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 приводит к возникновению напряжений, противодействующих

подобному перемещению. Под влиянием подобных напряжений в пластах углей и формируются многочисленные плоскости трещин «экзокливажа».

Т.о., трещины со струйчатыми поверхностями образованы при пластических деформациях углевмещающей толщи при твердо-вязком течении материала угольных пластов. Ориентировка систем трещин, при этом, на различных участках может меняться в зависимости от местных условий, но ориентировка «струйчатости» и общий структурный рисунок, в целом, остаются неизменными. В этом их основное отличие от классических определений кливажа. Избирательное распространение этих трещин в пластах лишь определённого марочного состава соответствует аналогичной избирательности трещин классического кливажа.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- трещины со струйчатыми поверхностями в углях являются своеобразным аналогом кливажа;

- сама «струйчатость» является аналогом b -линейности.

Понимание механизма образования этого типа трещин позволит прогнозировать их пространственную ориентировку, так как в отличие от трещин «эндокливажа», ориентировка которых определяется, прежде всего, положением плоскостей напластования, ориентировка систем трещин «экзокливажа» определяется региональной складчатой структурой (прежде всего простиранием осей складок).

Участки максимального развития трещин «экзокливажа», по-видимому, соответствуют участкам горного массива с наиболее интенсивными межпластовыми подвижками. Выделение подобных участков позволит прогнозировать дислокации, вызванные послойным перемещением вещества угольных пластов: мелкоамплитудную тектонику, зоны раздувов и пережимов (вектор тектонического перемещения обычно ортогонален простиранию подобных структур).

Литература

1. *Аммосов И. И., Ерёмин И. В.* Трещиноватость углей. – М.: Наука, 1961.
2. *Эз В. В.* Микротектоника угольных пластов и внезапные выбросы// Борьба с внезапными выбросами угля и газа в шахтах. – М: Тр. Геофиз. института АН СССР, 1956. - № 34.
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.
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.