

ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗАПАДНОГО ЗАМЫКАНИЯ ГЛАВНОЙ АНТИКЛИНАЛИ ДОНБАССА

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

Донецкий национальный технический университет МОНМС Украины,

(geolog@dgту. donetsk.ua)

Общая задача тектонофизических исследований заключается в установлении закономерностей распределения напряжений и развития тектонических деформаций, возникающих в земной коре. Знание закономерностей и механизмов образования, пространственного размещения тектонических дислокаций имеет не только теоретическое, но и важное прикладное значение. В теоретическом плане сведения о механизмах образования тектонических дислокаций необходимы для создания физической теории деформационных процессов в земной коре. Результаты тектонофизических исследований могут быть использованы при прогнозе, поисках и разведке месторождений, при прогнозировании горно-геологических условий их отработки, при оценке сейсмической опасности. Для решения тектонофизических задач в настоящее время широко используются различные виды моделирования. Существенные дополнения в теоретические построения и результаты моделирования могут вносить данные полевой тектонофизики. Весьма благоприятные условия для подобных тектонофизических наблюдений создаются при отработке месторождений полезных ископаемых, особенно при карьерной или подземной разработке пластовых месторождений. В этом случае осуществляется сплошная выемка полезного ископаемого с детальной геологической документацией на инструментальной основе на больших площадях, что позволяет непосредственно изучать геологические структуры различного уровня в реальном масштабе и фиксировать изменения их морфологии по площади и в разрезе.

Особое значение при тектонофизических исследованиях уделяется механизму образования крупных сложно построенных деформационных структурных элементов.

К подобным структурам можно отнести Главную антиклиналь Донбасса. Главная антиклиналь отчетливо прослеживается с юго-востока на северо-запад через весь бассейн на расстоянии около 300 км. Антиклиналь представляет собой линейную, симметричную складку, ось которой ориентирована по аз.290-305°. К западу от Нагольного кряжа (наиболее приподнятой части Донбасса) Главная антиклиналь распадается на ряд кулисообразно продолжающих друг друга складок: Ольховатско-Волинцевскую, Горловскую и несколько обособленную Дружковско-Константиновскую брахиантиклиналь. Крылья Главной антиклинали моноклиналиные, крутопадающие (60-65°), сводовая часть сложно дислоцирована. Свод осложнен продольными взбросами и сдвигами, он относительно широкий и плавный на западе и узкий и острый на востоке. Наиболее изученной во всех отношениях является Горловская антиклиналь. Здесь, помимо многочисленных угледобывающих шахт в крыльях, находится Никитовское рудное поле, приуроченное к присводовой части складки. Собственно Никитовское рудное поле приурочено к 5 купольным складкам, усложняют свод Горловской антиклинали. Это Чернокурганский, Катушкинский, Софиевский, Новый, Чегарникский купола. Оси этих складок закономерно повернуты против часовой стрелки на 15-30° относительно оси антиклинали. Купола имеют размеры 1.0×0.4 км и располагаются примерно через равные интервалы – 1.4 км. С севера и юга они ограничиваются от свода антиклинали продольными разломами, входящими в систему Осевого надвига. К востоку и западу от центральной части приблизительно на равных расстояниях (3-3.5 км) располагаются четыре более крупные складки: Чегарникская и Кировская брахиантиклинали - на востоке и Дылеевская и Держинская – на западе (рис. 1).

В этом районе на протяжении многих лет выполнялись тектонофизические исследования. Благодаря тщательной геологической документации были геометризованы различные деформационные элементы горного массива, установлена их морфология, кинематика разрывов, а также реконструированы поля напряжений для многих локальных объемов, шахтных полей, месторождений и района в целом. Так, было установлено, что среди разрывов различного структурного уровня здесь доминируют сдвиги. Причем по крутопадающим разрывам северо-западной ориентировки практически повсеместно фиксируются правые сдвиги, а по субмеридиональным и северо-восточным – левые. Восстановленное для отдельных участков (более 200 реконструкций) и для всего района месторождения поле тектонических напряжений также является сдвиговым [Корчемагин и др., 1982; Сим и др., 1987], с близгоризонтальной ориентировкой осей главных нормальных напряжений σ_1 и σ_3 . Ось максимального сжатия при этом ориентирована в

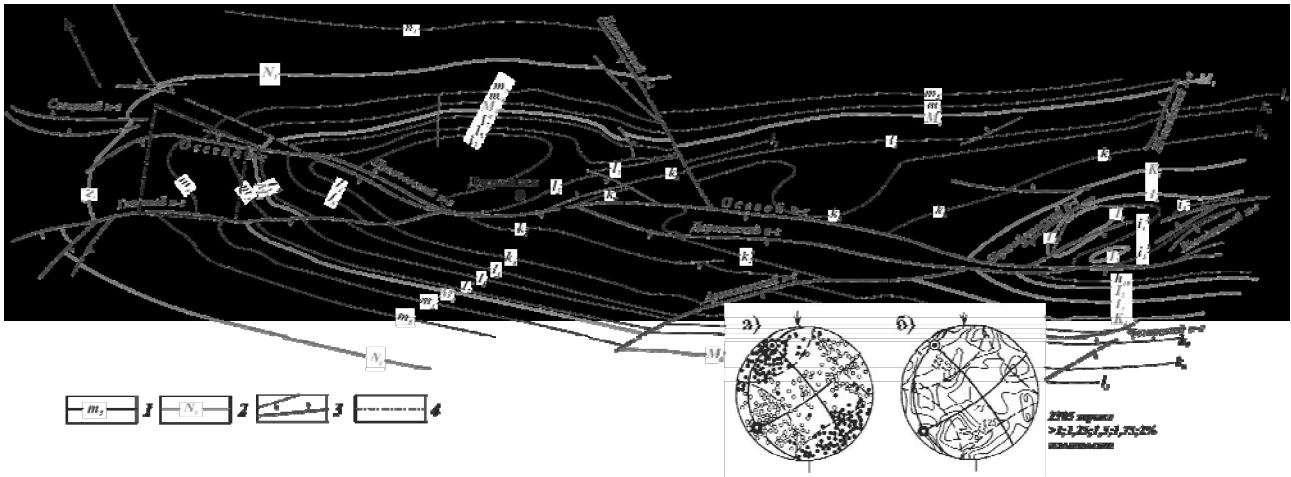


Рис. 1. Схематическая геолого-структурная карта Горловской антиклинали (западная часть). На стереограммах: реконструкция поля напряжений и трещинная структура Никитовского рудного поля. 1 – угольные пласты; 2 – известняки; 3 – тектонические разрывы, направление падения их сместителей; 4 – поле шх. «Новодзержинская» (условные обозначения для диаграмм см. рис. 6)

северо-западном – юго-восточном направлении, практически вдоль оси Горловской антиклинали, ось растяжения – в северо-восточном направлении, параллельно осям купольных структур (рис. 1, а).

С учетом реконструированных параметров полей напряжений, кинематики разрывов и ориентировки структурных деформационных элементов был предложен механизм структурообразования на этом участке Главной антиклинали. Этот механизм предполагает, что структура свода Горловской антиклинали и Никитовского рудного поля была сформирована в результате правосдвиговых подвижек по зоне Центрально-Донецкого глубинного разлома. Отражением этого разлома в современной геологической структуре является т.н. Осевой надвиг, прослеженный вдоль оси Главной антиклинали практически на всём её протяжении. При подобной интерпретации все известные деформационные элементы (складки, разрывы) рудного поля выступают элементами структурного парагенезиса сдвиговой зоны, т.е. сформировались в один этап при неизменном направлении осей общего поля напряжений (при неизменной ориентировке системы внешних сил). Эти выводы подтверждаются результатами моделирования, выполненного в своё время сотрудником кафедры «Разведка МПИ» ДПИ Емцем В.С. в лаборатории ИФЗ.

В последние годы, по мере развития горных работ в зоне западного периклинального замыкания Горловской антиклинали проводились структурно-тектонифизические исследования, в результате которых были получены новые данные о геологической структуре этого района, о кинематике разрывов и выполнены реконструкции тектонических полей напряжений.

Самой западной в этом районе является шахта «Новодзержинская». Шахтой отрабатываются угольные пласты свит C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 на самой периклинали Горловской антиклинали. В зоне замыкания складки породы плавно изгибаются с изменением простирания от субширотного до субмеридионального, а затем до юго-восточного. Погружение пород на север - северо-запад и на юго-запад. Углы падения от 30-35 до 10-12 градусов. Залегание пород осложняется многочисленными малоамплитудными тектоническими нарушениями, которые в своём большинстве сосредоточены на площадях, прилегающих к крупным разломам. Среди них преобладают нарушения субширотной, северо-западной и субмеридиональных ориентировок. От крыльев складки шахтное поле ограничивается тектоническими разрывами. Северной границей шахтного поля является Алмазный сброс северо-западной ориентировки с крутопадающим на север сместителем. Юго-восточной - широтный Главный надвиг, сместитель которого погружается на юг. По обоим нарушениям установлены существенные правосдвиговые подвижки. Шахтное поле можно разделить на два структурных блока, граница между которыми проходит по зоне Осевого надвига: первый блок - с преимущественно северным и второй блок – с преимущественно юго-западным падением пород (рис. 2).

Более простым тектоническим строением характеризуется второй блок. По простиранию он ограничен сместителями Осевого (на северо-западе) и Главного (на юго-востоке) надвигов. Залегание пород здесь спокойное, слабоволнистое, дизъюнктивная нарушенность незначительная.

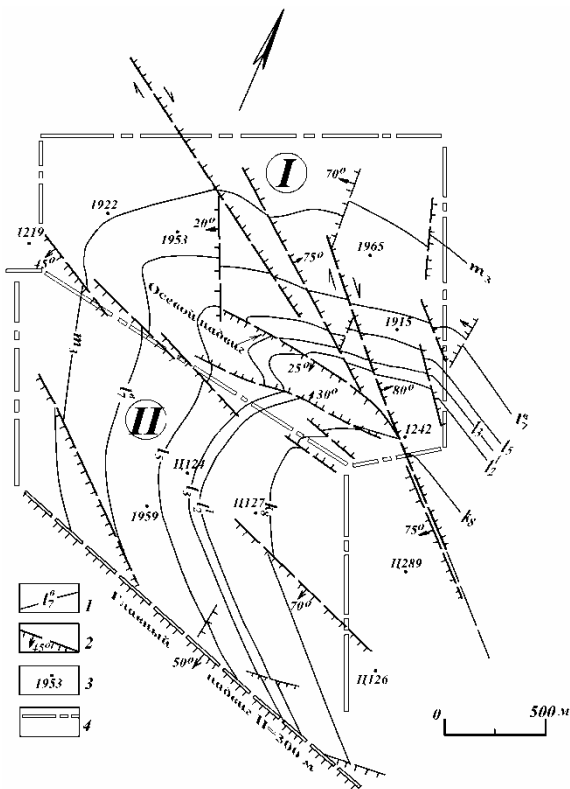


Рис. 2. Структурная схема поля шх. «Новодержинская» (план горизонта -502 м). 1 – основные угольные пласты; 2 – тектонические разрывы; 3 – разведочные скважины; 4 – границы структурных блоков

Более сложной геологической структурой характеризуется первый блок. Он насыщен многочисленными разрывами и интенсивными пликативными дислокациями. Среди дизъюнктивов преобладают разрывы трёх пространственных ориентировок (Рис. 3, *а*): крутопадающие северо-западные (аз. пад. $40^\circ \angle 75^\circ$) и меридиональные (аз. пад. $272^\circ \angle 80^\circ$), а также пологие северо-западного простирания (аз. пад. $205^\circ \angle 40^\circ$).

По характеру тектонических дислокаций первый блок, в свою очередь, может быть разбит на два домена. Один из них охватывает восточную часть блока, где развита мощная зона крутопадающих разрывов северо-западной ориентировки. Горными и разведочными работами эта зона трассируется к востоку в свод Главной антиклинали, где она сливается с Осевым надвигом. В пределах шахтного

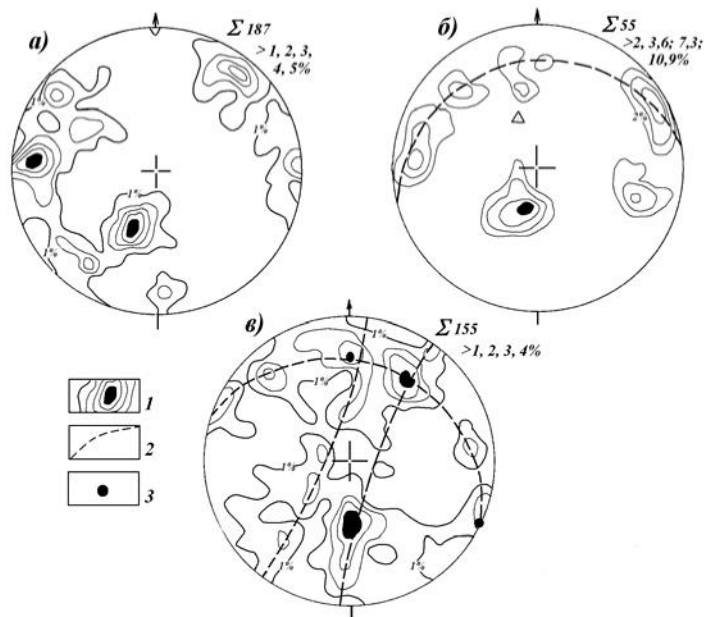


Рис.3. Стереогаммы ориентировок трещинно-разрывных структур: *а*) – ориентировка тектонических разрывов первого блока, *б*) – ориентировка тектонических разрывов зоны Осевого надвига, *в*) – ориентировка штрихов и борозд скольжения на зеркалах в зоне Осевого надвига. 1 – изолинии плотности распределения полюсов разрывов (штрихов); 2 – след поясов симметрии; 3 – ось поясов симметрии

поля выделенная зона имеет ширину до 300 м. Она состоит из нескольких субпараллельных сместителей круто падающих преимущественно на север (аз. пад. $40^\circ \angle 70-80^\circ$) и формирующих в плане правый ряд кулис. Расстояние между кулисами 100-150 м. По простиранию горными работами отдельные разрывы прослеживаются на 500-800 м. Нормальная амплитуда смещения по отдельным наиболее крупным сместителям этой зоны составляет 10-20 м. Штрихи, замеренные на плоскостях сместителей этих нарушений, имеют угол наклона от 10 до 30° , что с учетом видимого смещения маркеров позволяет охарактеризовать их как правые сбросо-сдвиги.

Пространство между этими основными разрывами рассечено системой практически ортогональных им левых сбросо-сдвигов. Морфологически – это крутопадающие разрывы северо-восточного простирания (аз. $20-25^\circ$) с нормальными амплитудами смещения до 5-7 м. По простиранию эти нарушения прослеживаются на 400 м и ограничиваются, как правило, сместителями основных правых сдвигов (рис. 4).

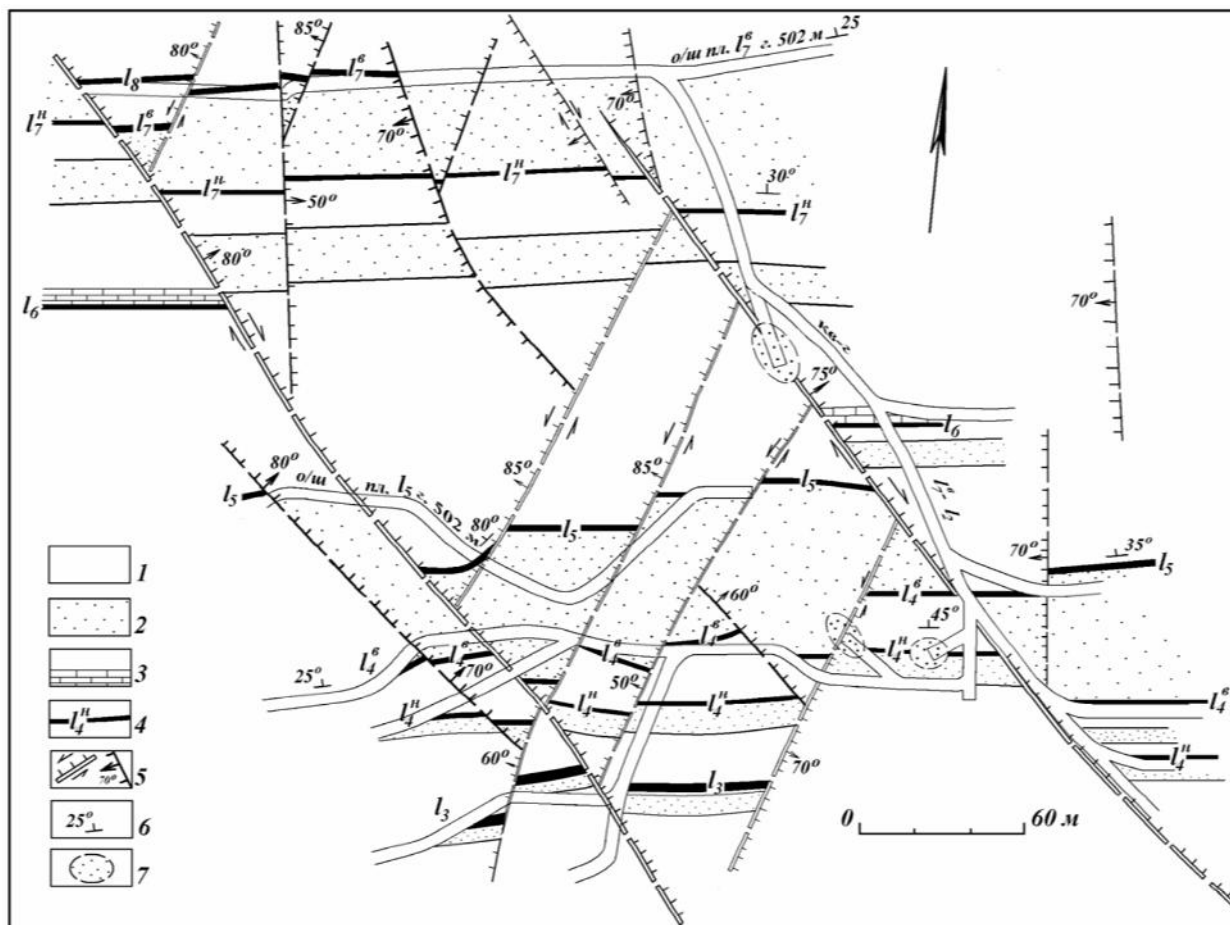


Рис.4. Морфология сдвиговой зоны (выкопировка с плана гор.502 м). 1 – аргиллиты и алевролиты; 2 – песчаники; 3 – известняки; 4 – угольные пласты; 5 – тектонические разрывы, углы их падения и направление сдвиговой подвижки по ним; 6 – элементы залегания пород; 7 – завалы горных выработок

С учётом кинематики и пространственной ориентировки эти две системы разрывов (т.е. северо-западные правые и северо-восточные – левые сбросо-сдвиги) можно рассматривать как сопряжённую пару сколов.

Структура западной части первого блока определяется, прежде всего, выявленной здесь горными работами брахиантиклинальной складкой. Эта складка в современном эрозионном срезе (на геологической карте района) не отражена. Она начинает отчетливо проявляться по данным горных работ на глубинах более 450 м. Выше складка как бы экранируется плоскостью Осевого надвига. На современной глубине развития горных работ отчетливо фиксируется периклиналь (особенно по пластам l_5, l_4^e, l_3, l_2^l) и северное крыло складки, её южное крыло срезается системой пологих разрывов, входящих в систему Осевого надвига.

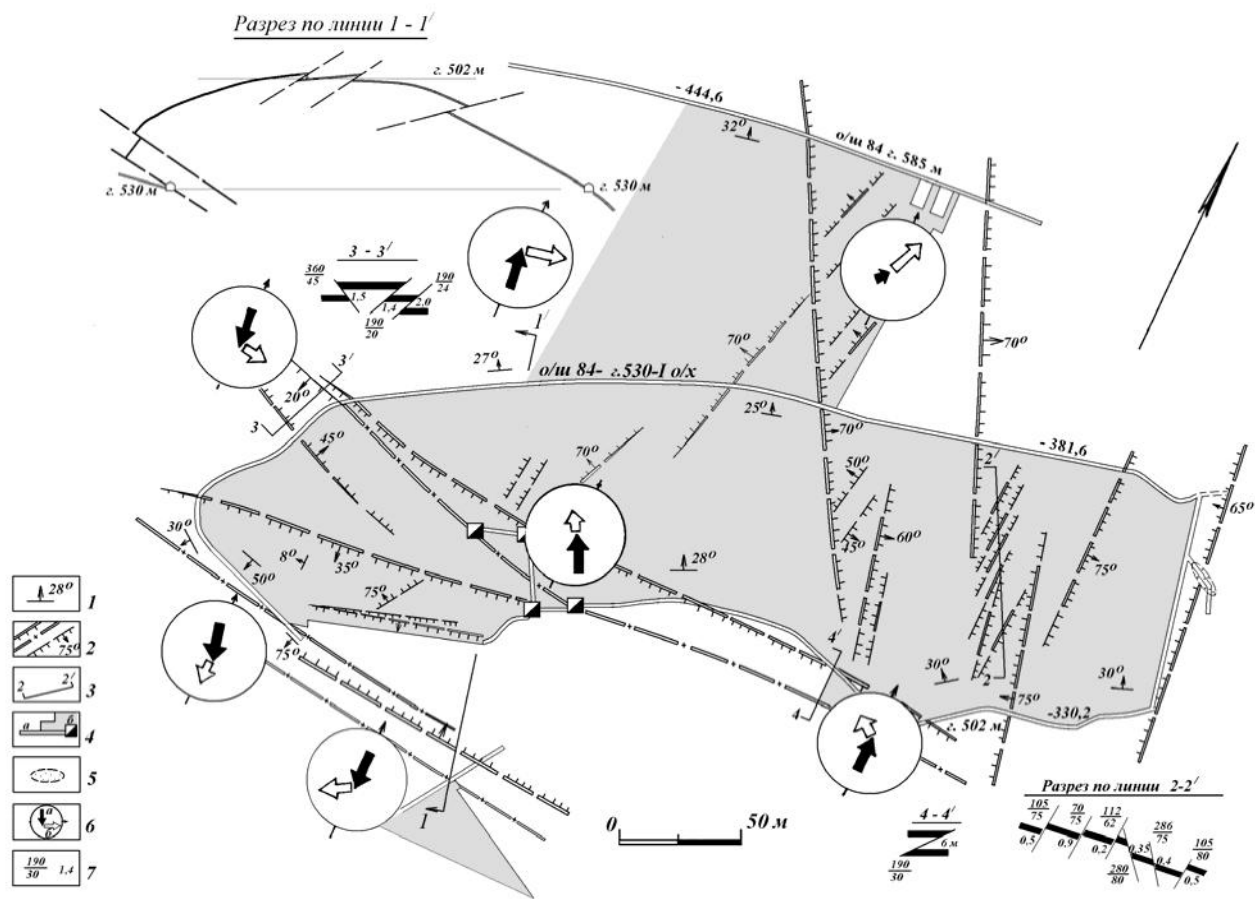


Рис. 5. Тектонические разрывы и поле напряжений Осевого надвига (выкопировка с плана горных работ по пл. l_2^1). 1 – углы падения пласта; 2 – тектонические разрывы (для пологих разрывов – линии обреза пласта в лежачем и висячем крыльях); 3 – линии разрезов; 4 – горные выработки: горизонтальные (штреки) (а); вертикальные (восстающие) (б); 5 – завалы выработок; 6 – точки реконструкций полей напряжений: а – ориентировка оси σ_3 , б - σ_1 ; 7 – элементы залегания тектонических нарушений и их амплитуда

На стереограмме полюса плоскостей напластования рассеиваются по малокруговой траектории, чётко фиксируя конический характер этой складки (рис. 4). Основные геометрические элементы складки характеризуются следующим залеганием: шарнир – аз. пад. $275^\circ \angle 20^\circ$; осевая плоскость – аз. пад. $188^\circ \angle 82^\circ$. Перегиб слоев в своде плавный, усреднённые элементы залегания пород в крыльях: аз. пад. $347^\circ \angle 34^\circ$ (для северного) и $267^\circ \angle 18^\circ$ (для юго-западного). По своим размерам (1.4×0.6 км по гор. 502 м), геометрическим параметрам и пространственной ориентировке эта купольная складка подобна брахискладкам Никитовского рудного поля и расположенным западнее Дылеевскому и Держинскому куполам.

Характер тектонической нарушенности пород этого блока несколько отличается от структурного рисунка, наблюдаемого в вышеописанной сдвиговой зоне. Здесь преобладают продольные оси брахиантиклинали встречнопадающие пологие надвиги (аз. пад. $190-200^\circ \angle 20-30^\circ$ и $360^\circ \angle 30^\circ$), входящие в систему Осевого надвига (рис. 5).

Нормальная амплитуда смещения по отдельным нарушениям достигает 20 м. Штрихи на плоскостях сместителей ориентированы преимущественно по падению. В крыльях надвигов развиты многочисленные крутопадающие разрывы. Наиболее крупные и протяженные из них (с амплитудой до 3-4 м) имеют северо-западную ориентировку (аз. пад. $60^\circ \angle 75^\circ$). Среди более мелких (с амплитудами от нескольких дм до 1.0-1.5 м), развитых преимущественно в западных крыльях этих основных сместителей, преобладают меридиональные и северо-восточные разрывы (аз. пад. $270^\circ \angle 70-75^\circ$ и $310^\circ \angle 70^\circ$, $110^\circ \angle 55-60^\circ$). Характерной особенностью последних является незначительная протяженность по простиранию. Они зарождаются в виде тектонических трещин в нескольких дециметрах – первых метрах от основного сместителя, затем быстро (на протяжении нескольких метров) достигают максимальной амплитуды и через 20-30 м по простиранию полностью затухают. Кинематика разрывов разнообразна – от сдвигов до сбросов. В количественном отношении

преобладают сбросо-сдвиги. Для основных сместителей (северо-западного простираения) установлена правосдвиговая составляющая, для «оперяющих» их северо-восточных – левосдвиговая.

На стереограмме полюса всех этих разрывов формируют несколько максимумов, рассеивающихся вдоль общего пояса симметрии, ориентировка которого в пространстве близка к элементам залегания Осевого надвига (рис. 3, б).

Статистический анализ ориентировок штрихов и борозд скольжения на плоскостях зеркал скольжения, замеренных в этой зоне, также показывает симметрию этих линейных элементов относительно положения плоскости Осевого надвига. На стереограмме они образуют несколько поясов (рис. 3, в), один из которых совпадает со следом плоскости основного сместителя, а два других малокруговых пояса имеют общую ось симметрии, лежащую в плоскости надвига.

Приведенные данные позволяют предположить, что подвижки по всей совокупности разрывов в выделенном домене были подчинены генеральному смещению породного массива по плоскости основного разрыва.

Реконструкции тектонических напряжений в локальных объёмах горного массива выполнялись кинематическим методом с использованием всей совокупности замеренных тектонических сколов. Параметры поля мезорегионального уровня (для отдельных выделенных блоков шахтного поля) восстанавливались путём статистической обработки на стереографической сетке данных локальных реконструкций. В результате было установлено, что оси сжатия (σ_3) концентрируются в северо-западном и юго-восточном секторах стереограммы, а оси растяжения (σ_1) – в северо-восточном и юго-западном (рис. 6). В целом, для всего шахтного поля ось растяжения ориентирована по аз. 50-60°(230-240)°, а ось сжатия – по аз. 320-330°(140-150)°. При выдержанной общей ориентировке осей главных нормальных напряжений, установлены некоторые особенности этой ориентировки в различных структурных доменах. Так, во втором блоке оси имеют следующие элементы залегания: σ_1 – аз. пад. 232° ∠30°, σ_3 – аз. пад. 140° ∠5° и лежат в усредненной плоскости напластования для этого крыла (рис. 6, в). В западной части первого блока (сдвиговая зона) оси ориентированы следующим образом: σ_1 – аз. пад. 65° ∠24°, σ_3 – аз. пад. 330° ∠20° и также лежат близко к усредненной плоскости

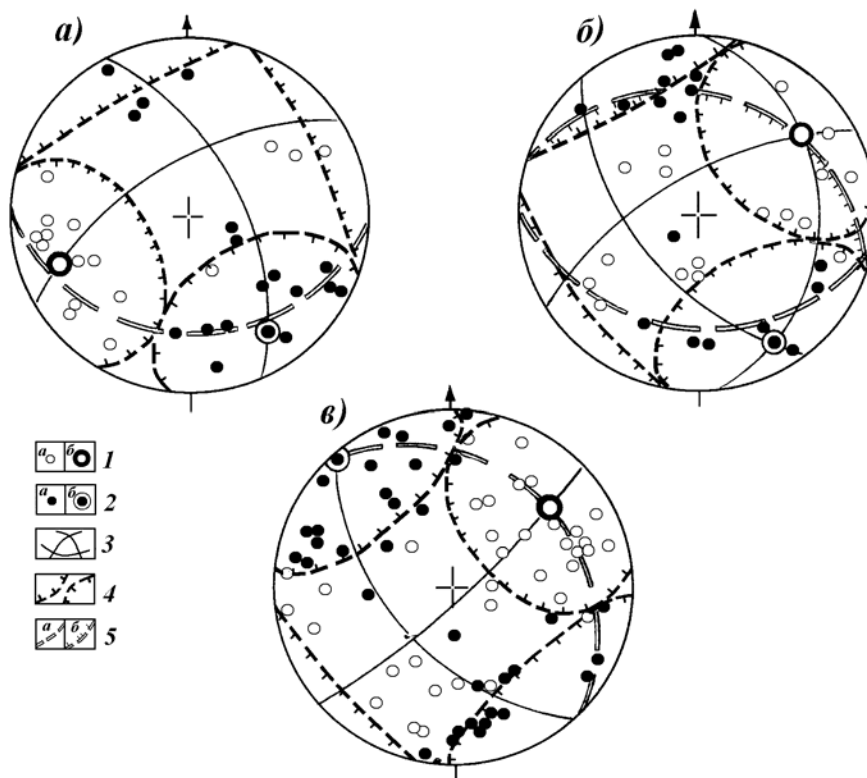


Рис. 6. Реконструкции тектонических напряжений для разных блоков поля шахты «Новодзержинская»: первый блок – сдвиговая зона а), зона Осевого надвига б); в) второй блок; 1 – оси растяжения: а – локального уровня, б – мезорегионального; 2 – оси сжатия: а – локального уровня, б – мезорегионального; 3 – плоскости действия главных нормальных напряжений; 4 – конические поверхности, ограничивающие области развития осей одного знака; 5 – плоскости: а – напластования; б – Осевого надвига

напластования для этого блока (рис. 6, *a*). В зоне Осевого надвига (восточная часть первого блока) оси имеют следующую ориентировку: σ_1 – аз. пад. $230^\circ \angle 28^\circ$, σ_3 – аз. пад. $330^\circ \angle 18^\circ$. Ось сжатия здесь расположена близко плоскости напластования, а ось растяжения лежит в плоскости Осевого надвига (рис. 6, *b*).

В целом, восстановленное поле напряжений по своим параметрам (особенно по ориентировке осей главных нормальных напряжений) совпадает с данными, полученными в своё время для Никитовского рудного поля. Это поле является самым молодым для Донбасса и датируется ларамийской фазой альпийского тектогенеза [Корчемагин, Рябоштан, 1987; Корчемагин, Емец, 1987].

С учетом приведенных выше материалов, можно предположить следующий механизм образования деформационных элементов этой части Главной антиклинали.

Описанная сдвиговая зона в западной части первого блока является непосредственным продолжением регионального правого сдвига приосевой части Главной антиклинали. Реализация здесь правосдвиговых смещений на завершающих фазах альпийского тектогенеза привела к образованию сопряженной пары сколов, которые были закартированы в самой сдвиговой зоне. Горизонтальные смещения масс к западу в её южном крыле сопровождалось сжатием в близгоризонтальной плоскости. Это приводило к продольному изгибу слоистой толщи с образованием брахиантиклинали с осложняющими её крылья продольными субширотными надвигами. Горизонтальные смещения в крыльях формирующихся надвигов при наклонном залегании толщи приводили к образованию систем сбросо-сдвигов, которые в дальнейшем могли развиваться уже как сбросы.

Таким образом, весь набор отмеченных деформационных элементов западного замыкания Главной антиклинали можно рассматривать как единый структурный парагенезис, образование которого было вызвано правосдвиговыми горизонтальными перемещениями вдоль системы продольных сдвигов приосевой части Главной антиклинали.

ЛИТЕРАТУРА

- Корчемагин В.А. и др.* Структура, рудоносность и тектонические поля напряжений центральной части Никитовского рудного поля // Ртутные месторождения Донбасса. Киев: Наукова Думка. 1982. С. 70–79.
- Корчемагин В.А., Рябоштан Ю.С.* Тектоника и поля напряжений Донбасса // Поля напряжений и деформаций в земной коре. М.: Наука. 1987. С. 164–170.
- Корчемагин В.А., Емец В.С.* Особенности развития тектонической структуры и поля напряжений Донбасса и Восточного Приазовья // Геотектоника. 1987. №3. С. 49–55.
- Сим Л.А., Васильев Н.Ю., Корчемагин В.А., Емец В.С.* Поля напряжений и формирование структур рудных полей // Поля напряжений и деформаций в земной коре. М.: Наука. 1987. С. 159–164.