

УДК 622.3:551.24.052:553.94

**МАЛОАМПЛИТУДНАЯ ТЕКТОНИКА
ПЕТРО-ДОНЕЦКОЙ АНТИКЛИНАЛИ
(НА ПРИМЕРЕ Ш. ЛУГАНСКАЯ)**

Дьяченко Н. А.

(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Привалов В. А.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

У роботі розглянуті та проаналізовані результати статистичної обробки структурно-геологічних даних про простягання трас розривних порушень в межах Петро-Донецької антиклінальної зони Алмазно-Марьївського синклінорію Донецького вугільного басейну. Принципова відмінність досліджень полягає у виявленні тектонічних малоамплітудних зсувів, що сконцентровані в сполучені тектоносмуги.

The article summarizes the results of statistical processing and analysis of structural-geological data related with fault strikes within the Petro-Donetskaya anticline zone of the Almazno-Maryevsky synclinorium of the Donets coal basin. The crucial importance of such approach allows to delineate conjugated small-displacement fault zones.

Алмазно-Марьевский геолого-промышленный район является опасным в отношении проникновения шахтных газов на поверхность [1]. В период работы шахт ПО «Стахановуголь» и «Первомайскуголь» с 1954 по 1997 годы в регионе зафиксировано 31 случай воспламенения и взрывов метана в зданиях и сооружениях. Ликвидация горных предприятий усугубила эту опасность. В настоящее время выделение шахтного газа происходит на 15 участках земной поверхности горных отводов ликвидируемых шахт.

Анализ случаев газовыделения на поверхность из выработанных пространств показывает, что этот процесс может начаться спустя несколько лет после ликвидации шахты и происходить длительное время. Так, на ликвидированной шахте «Центральная Первомайская» газовыделение наблюдается с 1973 года.

Одним из основных геологических факторов, влияющих на распределение газа в угленосном массиве, является тектоническая нарушенность. В локальных зонах трещиноватости, которые чаще всего сопровождают малоамплитудные тектонические нарушения, возможно образование скоплений метана. Для установления мест скопления метана необходимо детально изучить характер и закономерности распространения малоамплитудных нарушений в условиях каждого отдельно взятого геолого-промышленного района или участка, определить интенсивность тектонической нарушенности, более достоверно установить генезис разрывов и закономерности развития разрывной тектоники угленосной толщи.

Малоамплитудные разрывные нарушения практически не устанавливаются на стадии геологоразведочных работ и выявляются в процессе отработки угля. Это вызывает необходимость более детального изучения накопленной в результате эксплуатационного картирования структурно-геологической информации с последующим ее обобщением и анализом с целью оптимизации добычи шахтного метана. В этой связи исследование малоамплитудных разрывов угольных пластов в пределах северной окраины Донецкого бассейна имеет большую научную и практическую ценность.

Основные угленосные районы Луганской области расположены в полосе северной зоны мелкой складчатости. Северо-восточная часть Алмазно-Марьевского района, заключенная между Северодонецким и Марьевским надвигами, представляет собой подзону купольных складок – брахиструктур. Здесь в висячем крыле Северодонецкого надвига продуктивные свиты карбона – C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 осложнены системой сложно-построенных антиклинальных структур, разделенных синклиналями.

На территории Кировской площади Луганской области в 7 км от г. Кировска, на левом берегу р. Лугань в пределах посел-

ков Новоташковское и Донецкий (до 1963 г. – Петро-Донецкий) расположены горные отводы ликвидированных угольных шахт «Луганская» (пущена в 1902 г., до 1972 г. – шахта № 6-7), «Пролетарская» (построена в 1962 г., до 1972 г. – шахта № 5-13 «Тошковка»), подчиненные производственному объединению «Стахановуголь» (рис. 1 а, б).

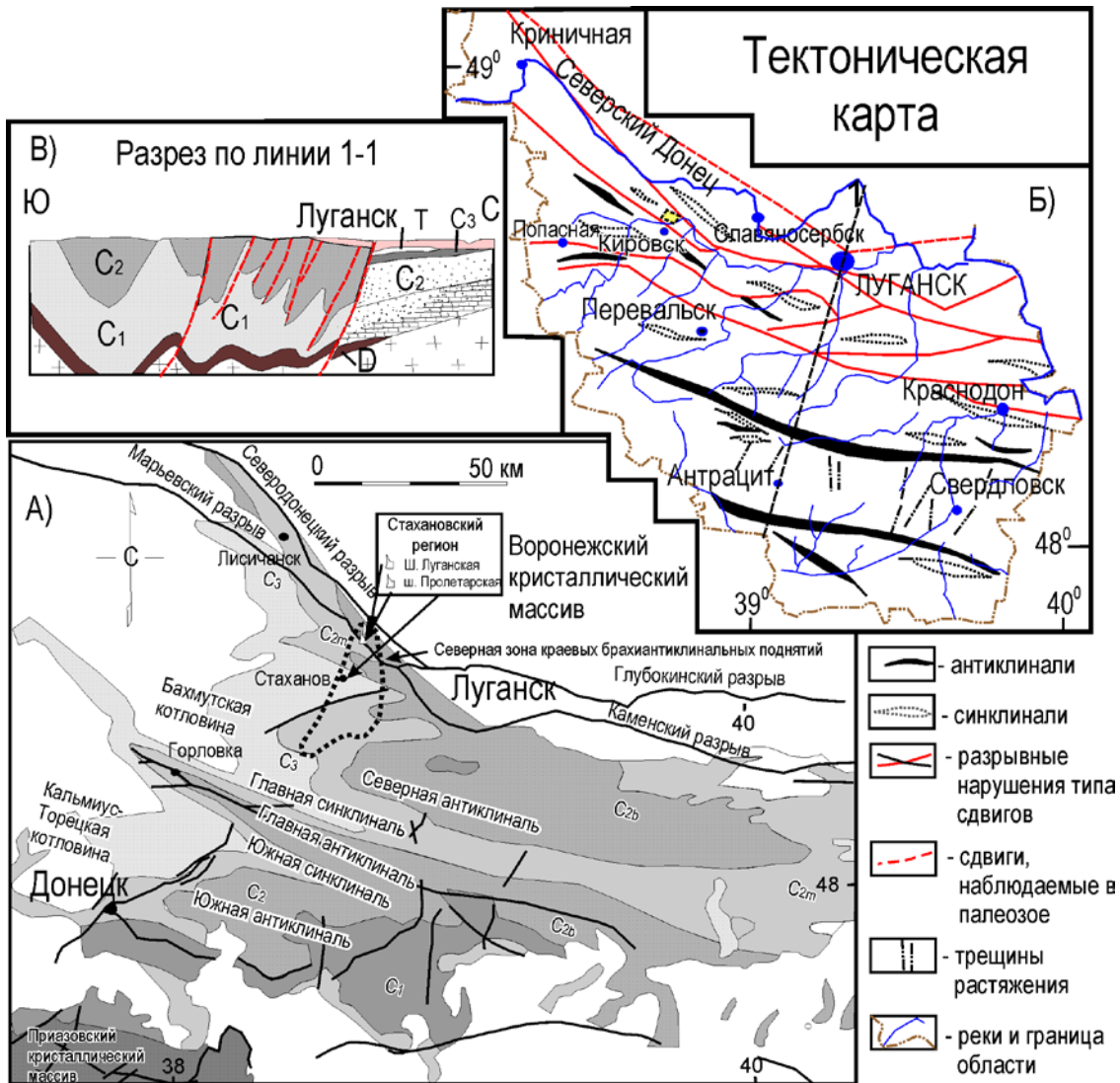


Рис. 1. Структурно-геологическая карта Донецкого бассейна (а) с детализацией тектонического (б) и литологического строения (в) в пределах северо-восточного угледобывающего региона Луганской области по материалам работ [2, 3]

В качестве объекта исследований были выбраны тектонические нарушения угольного пласта k_8 в пределах горного отвода ш. Луганская, расположенной на площади Петро-Донецкой антиклинали в зоне ее сочленения с Чехировской синклиналью (рис. 2 а, б; см. рис. 1 а).

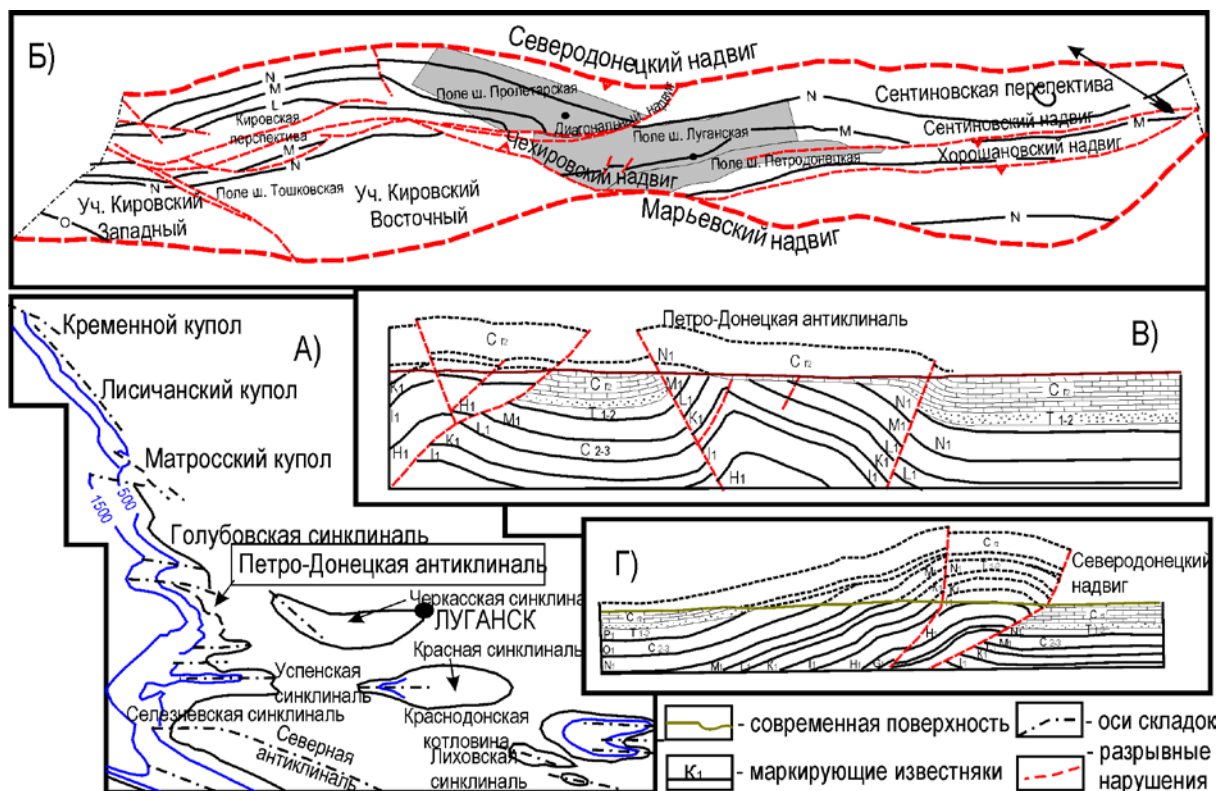


Рис. 2. Схема расположения складчатых и купольных структур [4] северной части Донбасса (а) с детализацией геологического строения участка исследований (б). На врезках – реконструкция ларамийского этапа формирования Петро-Донецкой антиклинали, смежных синклиналей и разломов (в) и смежной Лисичанской антиклинали (г) по материалам [5, 6]

По своему геоструктурному положению исследуемая территория расположена в северной зоне мелкой складчатости Алмазно-Марьевского синклинория Донецкого складчатого сооружения (ДСС) на границе Донецкого бассейна с кристаллическими породами докембрия Воронежской антеклизы между Северодонецким и Марьевским надвигами (см. рис. 2 б, в). С севера ДСС

от Воронежской антеклизы, по данным глубинного сейсмического зондирования, отделяет система глубинных шовных разломов [7] на продолжении которых в осадочном чехле сформировалось две группы региональных разрывов, отражающих разломную структуру фундамента. Первая группа трассируется под Северодонецким и Каменским надвигами, вторая – под Марьевским надвигом юго-западного падения, протягиваясь на восток под Глубокинским надвигом [8]. Заложение фрагментов Северного краевого разлома, «происходившее скачкообразно и локально» приурочено к среднему девону [9]. По данным работ [10], проводившихся с целью изучения континентального рифтогенеза, в частности, фазы его инверсии, Северный краевой разлом – пологопадающий первичный разрыв с Ю-ЮЗ азимутом падения. К северу от Северодонецкого надвига, по южному краю платформенного склона выделяется цепочка купольных структур (рис. 2 а). Зона Северо-Донбасских глубинных разрывов распадается на две пересекающиеся ветви, трассируемые соответственно под Марьевским и Глубокинским, Северодонецким и Каменским надвигами [11]. Принадлежность Марьевского и Глубокинского надвигов к единой дизъюнктивной системе была продемонстрирована в работе В. А. Разницына [8]. В работе [12] предложена аналогичная трассировка Северодонецкого и каменского надвигов как единого нарушения, пересекающего Марьевско-Глубокинский дизъюнктив под углом около 20°.

Обзор ранее выполненных исследований о характере проявления разрывов в пределах северной зоны мелкой складчатости свидетельствует о том, что подавляющее большинство крупноамплитудных нарушений характеризуется преимущественным развитием сдвиговых форм.

Например, результаты палеотектонических реконструкций Е. В. Терентьева [5] в районе Лисичанской антиклинали (рис. 2 з) позволили сделать вывод о том, что пликативная структура, оформившаяся в заальскую фазу герцинского орогенеза, в ларамийскую фазу альпийского цикла превратилась в структуру волочения и «по сместителю Северодонецкого надвига выдвинулась к северу на 2500 м». Именно сдвиг явился причиной образования на северо-восточном крыле Лисичанской антиклинали

структур подворота. По современным представлениям характер подворота пластов на крыльях разрывов указывает на горизонтальное перемещение по сместителю. Образованный в новокиммерийскую фазу Марьевский надвиг [6] обновился в период ларамийской фазы складчатости, что привело не только к интенсификации пликативных структур, но и образованию дизъюнктивных дислокаций.

В работе Ю. Н. Нагорного и В. Н. Нагорного [13] приведены данные, свидетельствующие о конседиментационном развитии разрывов (Славяносербского, Глубокинского, Каменского) северной прибортовой зоны с последующим их привращением в надвиги, образованные в результате реверсивных постседиментационных движений. Геологический разрез через Петро-Донецкую антиклиналь и Чехировскую синклинали (рис. 2 в) имеет протяженность 11 км ориентирован по азимуту СВ 40° от отражает результаты восстановления форм структур, образованных в период ларамийских перемещений [6], в период которых происходило уменьшение стратиграфической амплитуды Марьевского разрыва. В дотриасовое время общий наклон слоев был направлен на север и осложнялся флексурообразным перегибом. В новокиммерийскую фазу на месте флексуры палеосинклинали возник Марьевский надвиг по которому южная часть разреза была «приподнята на 500-700 м относительно северной», а в висячем крыле образовалась антиклинальная структура типа волочения.

Северодонецкий-Каменский глубинный разрыв разбит поперечными разрывами на ряд отдельных фрагментов, развернутых по часовой стрелке относительно серповидно простирающейся и выгнутой к юго-западу оси этой глубинной структуры [14]. Именно к западу от г. Луганска наиболее заметен поворот первого по счету фрагмента, на северо-восточной перемирии которого размещается Славяносербская структура, выраженная как горст-антиклиналь в кристаллическом фундаменте.

В работе Р. М. Смишко [15] рассмотрены сдвиговые перемещения по Северо-Донбасскому глубинному разлому, по которому на постскладчатом этапе развития Донбасса происходила правосдвиговая активизация.

Изучив разрывы, оперяющие крупно амплитудные надвиги (Ильичевский, Ирминский) в пределах близрасположенной Сулино-Садкинской синклинали, Е. Ф. Шурский [16] выделяет преобладающие оперяющие трещины отрыва и оперяющие разрывы скалывания. При этом линейный угол двухгранного угла, образованного поверхностями сместителей оперяющих разрывов скалывания и надвигов, составляет 50-70°. Острая вершина этого угла обращена по направлению движения угленосной толщи по сместителю надвига.

Расчеты векторов динамических амплитуд для ряда региональных разрывов северного Донбасса с использованием литолого-фациальных реперов в смещенных крыльях дизъюнктивов, приведенные в работах А. К. Михалева [17, 18], также позволили выделить сдвиговую компоненту смещения по разрывам.

Для анализа особенностей малоамплитудной тектонической нарушенности нами использованы данные о простирании 224 трасс разрывных нарушений пласта k_8 в пределах горного отвода ш. Луганская (рис. 3). Угольный пласт обрабатывался от отметки -150 м до -680 м. Юго-западная часть шахтного поля ограничена Чехировским надвигом СВ падения, стратиграфическая амплитуда смещения – 400-500 м. Южная граница – выход угольного пласта на земную поверхность и апофиза Чехировского надвига СВ падения (угол падения 83°), амплитуда смещения 24 м.

С севера и северо-востока горный отвод ограничен Диагональным надвигом, имеющим СВ падение под углом 65°, стратиграфическая амплитуда смещения составляет 250 м. Разрыв сопровождается многочисленными апофизами. Малоамплитудные разрывы многочисленны и обращают на себя внимание достаточно равномерным распределением. Анализ структурного рисунка и максимумов встречаемости ориентировок малоамплитудных разрывов на розах-диаграммах (рис. 3, а) позволил выделить две системы разрывных нарушений: синтетические правые R_1 -сдвиги (аз. пр. 335-350°, максимумы соответствуют 345-350°) и антитетические левые R_2 -сдвиги (аз. пр. 30-45°, максимумы соответствуют 40-45°), симметричные относительно оси сжатия (σ_1) параллельно которой развиваются трещины отрыва (T).

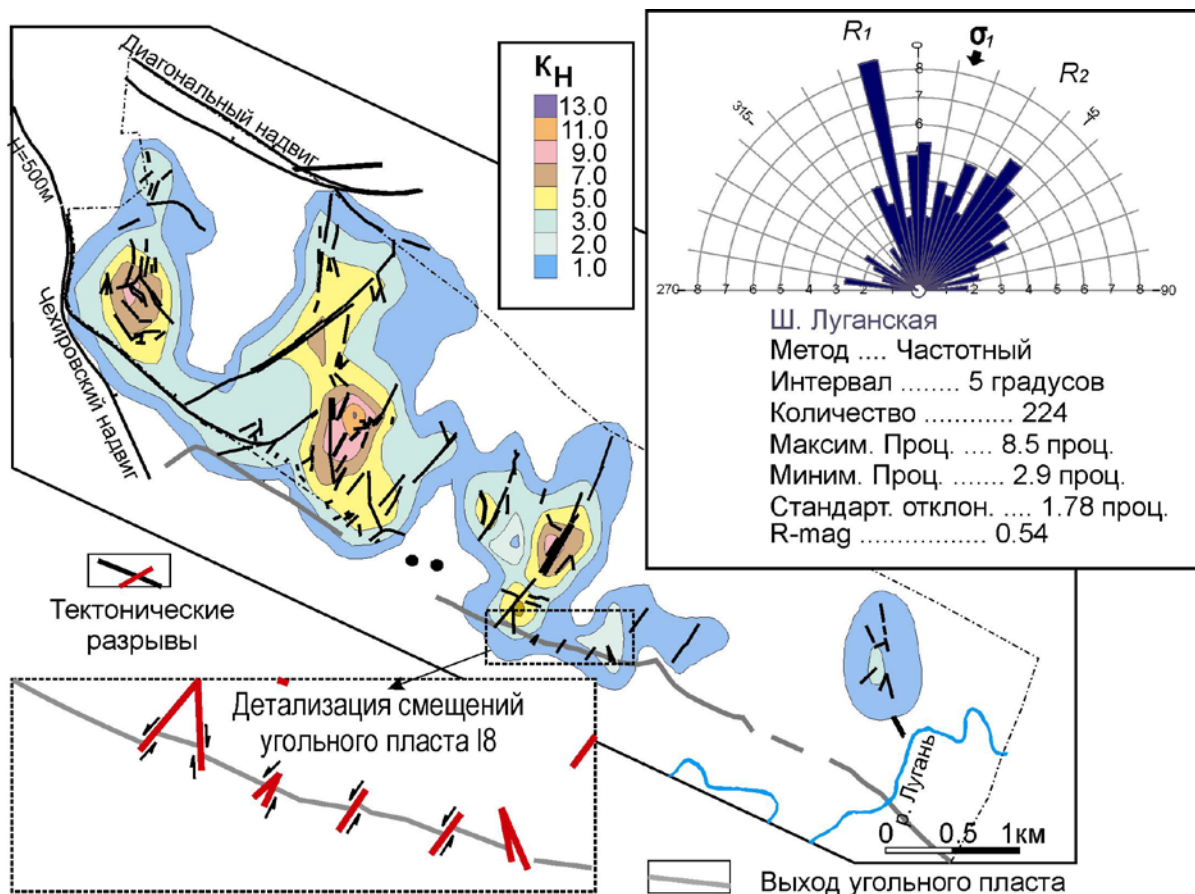


Рис. 3. Анализ тектонической нарушенности горного отвода ш. Луганская; на врезке а – роза-диаграмма частоты встречаемости ориентировок малоамплитудных разрывов; б – детализация смещений участков выхода угольного пласта l_8 на земную поверхность по сдвиговым нарушениям

Малоамплитудные тектонические разрывы сгруппированы в тектонополосы северо-западной и диагональной северо-восточной ориентировки, которые придают участку характерные для сдвиговых зон геометрические очертания параллелограммовидных тектонических блоков с величиной острого угла сопряжения $2\theta = 50-55^\circ$ (рис. 4).

Малоамплитудные разрывы, формирующие тектонополосы, редко выглядят в виде единичных смещений. Как правило, они образуют зону скопления многочисленных сместителей и образуют закономерно ориентированные кулисы. Углы падения последних составляют $66-85^\circ$, преобладают крутопадающие раз-

рывы с углами падения 75-85°. Так же выделяются вторичные синтетические правые сдвиги, параллельные основному сдвигу (Чехировскому надвигу) и фиксирующие то же направление смещения (У-сдвиги). Перпендикулярно оси сжатия сформировался Диагональный надвиг и апофиза Чехировского разрыва.

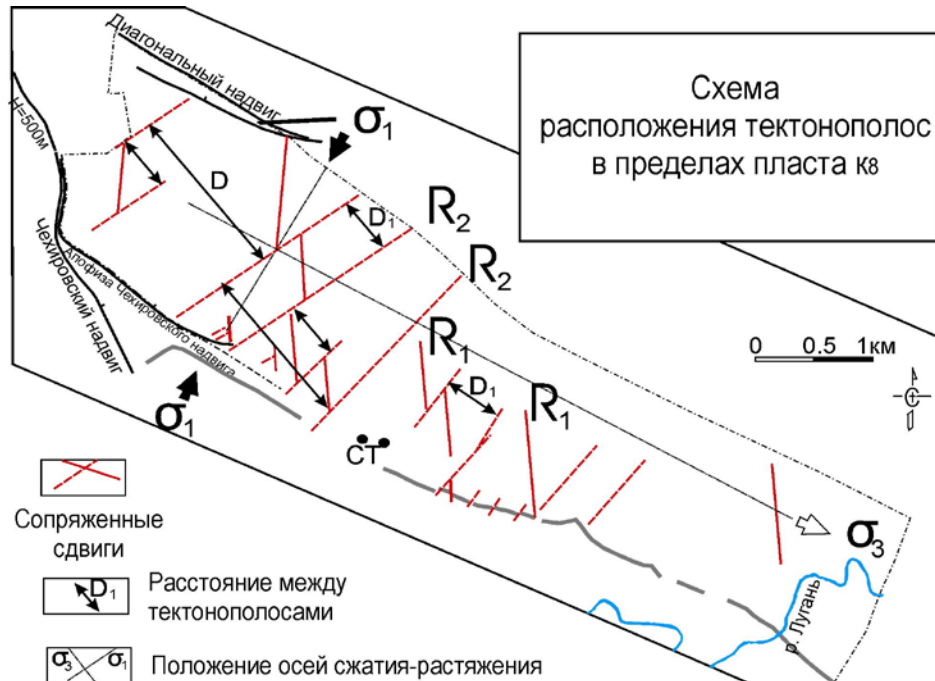


Рис. 4. Схема расположения тектонополос в пределах участка исследований

Тектонополосы расположены регулярно, удалены друг от друга на расстояние (D), которое для крупных тектонополос с шириной нарушенной зоны 100-150 м составляет 2000-2350 м, для более мелких (с шириной нарушенной зоны 50-80 м) D_1 – 600-750 м (рис. 4).

Интерпретация полученных данных позволяет предположить, что разрывы сформировались в обстановке сдвигового поля напряжений (горизонтальное положение главной кинематической плоскости сжатия - растяжения (σ_1 - σ_3), положение оси промежуточных напряжений σ_2 – вертикальна).

Ось σ_1 - ось укорочения пространства вследствие горизонтального сдвига в горизонтальной плоскости ориентирована по азимуту 0-15° (180-195°), ось σ_3 (ось удлинения) – 90-105° (270-285°).

Необходимо отметить, что внутренняя структура сдвиговой зоны у большинства сдвигов подобна и определяет специфичность «сдвигового структурного рисунка», анализ которого проводился авторами в различных районах складчатого, Западного Донбасса и Львовско-Волынского угольного бассейна [19-23].

Проведенный нами количественный анализ коэффициента тектонической нарушенности (K_d) в изолиниях (см. рис. 3) позволил выявить участки роста интенсивности проявления дизъюнктивной тектоники (K_d : 1-11). Максимумы K_d пространственно связаны со сложной изменчивой морфологией угольного пласта - локальными антиклинальным или синклинальным пликативными дислокациями. Например, на западном фланге шахтного поля в зоне, примыкающей к апофизе Чехировского надвига, сформировались приразрывные чередующиеся синклинальные и антиклинальные складки с запад-восток-юго-восточным простиранием осей. Изолинии вытянуты преимущественно в направлении синтетических сдвигов, которые стремятся удлинить область зоны основного сдвига. Расчет K_d производился по формуле, предложенной А. С. Забродиным [24], и представляет отношение суммарной длины разрывных нарушений к общей площади участка.

Полученные данные о сдвиговых малоамплитудных нарушениях и геометрической реконструкции оси сжатия как биссектрисы острого угла между сопряженными сдвигами в пределах анализируемой территории совпадают с результатами реконструкции тензоров палеонапряжений альпийского тектонического цикла в пределах северной окраины Донбасса (рис. 5) с использованием кинематического метода [25]. Исходная информация включала данные замеры элементов микротектонических смещений (зеркал скольжения и векторов тектонических борозд на берегах трещин и сместителях разрывов), а также информацию об ориентировке плоскостей напластования, стилолитовых пиков, диаклазов, осей складок, сопряженных трещин скола и эшелонированных трещин отрыва. Дополнительно анализировались структурные парагенезисы трещин скола и отрыва, а также данные о стилолитовых пиках.

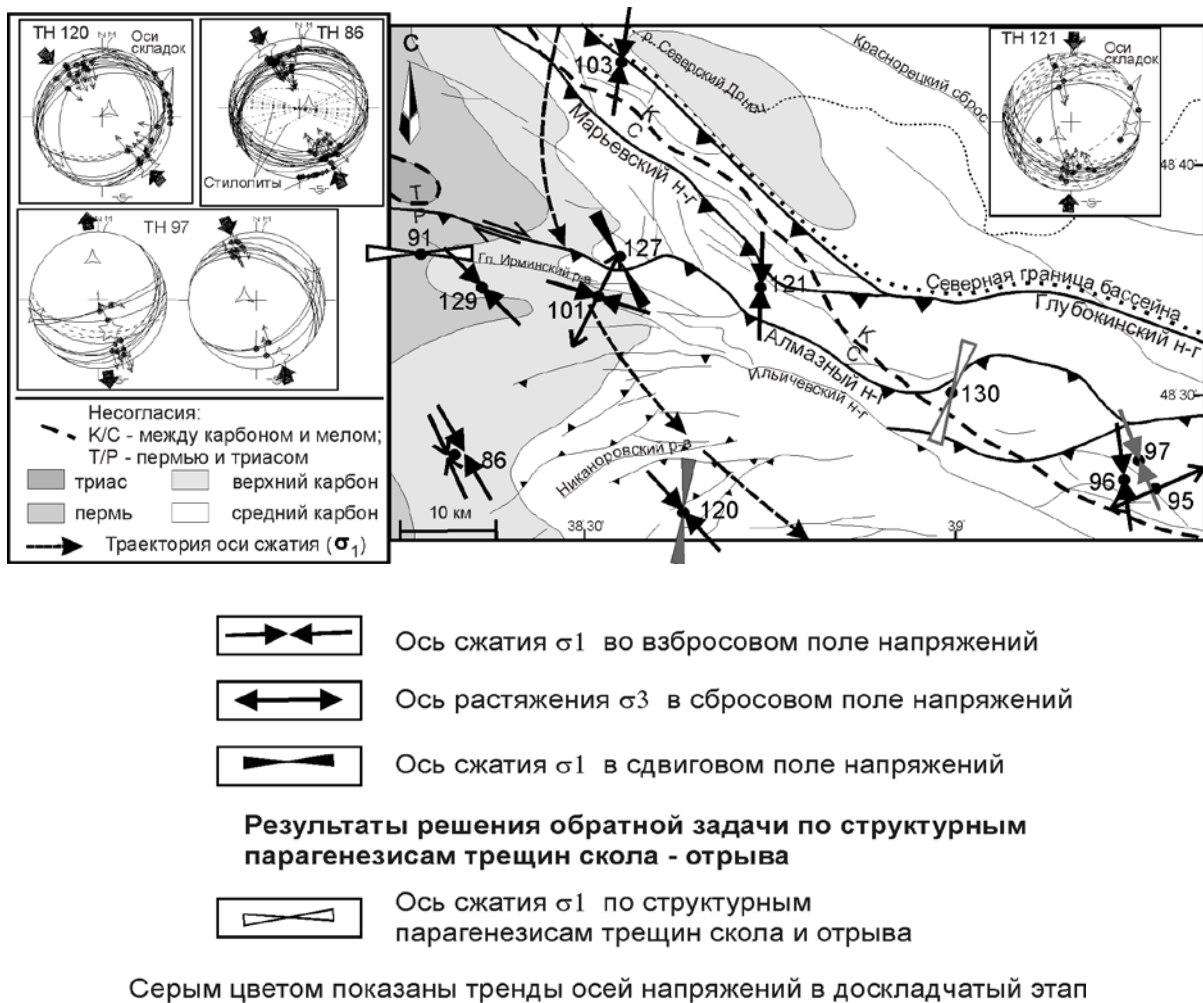


Рис. 5. Тренды палеонапряжений альпийского тектонического цикла (траектории оси сжатия σ_1) на северной окраине Донбасса

Для альпийского поля напряжений, восстановленного по результатам замеров кинематических индикаторов в меловых и каменноугольных отложениях северной зоны мелкой складчатости Донбасса, характерно искривление траектории оси сжатия σ_1 : вблизи северной границы рифта она занимает субмеридиональное положение, по мере вхождения в бассейн принимает СЗ–ЮВ ориентировку [14, 25].

Выводы: В пределах Петро-Донецкой антиклинали малоамплитудные разрывы преимущественно сконцентрированы в зонах регулярно распределенных в пространстве тектонополос сдвигового генезиса, возникших в условиях субмеридионального положения оси сжатия (с отклонением до $\pm 15^\circ$).

СПИСОК ССЫЛОК

1. О предотвращении выделения газов из ликвидируемых шахт Стахановского региона / В. Н. Ермаков, С.Я. Петренко, О. И. Касимов, В. Н. Кочерга // Уголь Украины, № 5. – 1999. – С. 15-17.
2. Газоносность угольных месторождений Донбасса: монограф. / [А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М.Т. Хохлов, В.А. Привалов и др.]. – К.: Наукова думка, 2004. – 231 с.
3. Песоцький М.Ф. Луганська область. Атлас / М.Ф. Песоцький. – К.: ДНВП „Картографія”, 2004. – 31 с.
4. Кравцов А. И. Основы геологии горючих ископаемых : [учеб. для геол.-развед. спец.] / А. И. Кравцов. – М.: Высшая школа, 1966. – 539 с.
5. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР : монограф. / [И.И. Амосов, М.В. Великанова, Г.А. Иванов и др.]. – М.: Недра, 1978. - т. 12. – 259 с.
6. Терентьев Е.В. Палеотектонические реконструкции на геологических разрезах как метод анализа истории формирования структур и тектонических движений. / Е.В. Терентьев // Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР : кн. [науч.-исслед. орг-ций] ; под. ред. Н.И. Погребнова.– М.: Недра, 1976. – 336 с.
7. Соллогуб В.С. Глубинная структура Донбасса и сопредельных регионов / В.С. Соллогуб, М.И. Бородулин, А.В. Чекунов // Геологический журнал. – 1977. – № 2. – С. 23 – 31.
8. Разницын В.А. Тектоническое районирование и генезис структур северной зоны мелкой складчатости / В.А. Разницын // Геотектоника. – 1975. – № 2. – С. 57-72.
9. Угленородный массив Донбасса как гетерогенная среда: монография / [А.Ф. Булат, Е.Л. Звягильский, В.В. Лукинов, В.Г. Перепелица, Л.И. Пимоненко и др.]. – К.: Наукова думка, 2008. – 411 с.
10. Глубинное строение Донецкого складчатого сооружения по данным работ МОГТ на профиле ДОБРЕ-2000 / С.Н. Стовба, А.П. Толкунов, Р.А. Стифенсон, У. Багер и др. // Научный вестник НГУ. Научно-технический журнал Национального

- горного университета. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2002. – Вып. 4. – С. 86-98.
11. Привалов В.О. Тектонотермальна еволюція Донецького басейну: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геол. наук: спец. 04.00.16 „Геологія твердих горючих копалин” / В.О. Привалов. – Дніпропетровськ, 2005. – 35 с.
 12. Привалов В.А. Соотношение интенсивности разновозрастных тектонических движений по региональным разрывам северной окраины Донбасса / В.А. Привалов, Н.В. Жикаляк, В.А. Овчаренко, Е.А. Панова // Мінеральні ресурси України. – 2002. – № 2. – С. 21-23.
 13. Нагорный Ю.Н. О роли конседиментационных тектонических движений в формировании складчатых структур Донецкого бассейна / Ю.Н. Нагорный, В.Н. Нагорный, Б.П. Земляной // Геотектоника. – 1973. – № 5. – С. 107-117.
 14. Привалов В.А. Вращение блоков и сценарий тектонической эволюции Донецкого бассейна / В.А. Привалов // Геологія і геохімія горючих копалин, 1998. – № 4. – С. 142 – 158.
 15. Смишко Р.М. Главные разломы Донецкого бассейна и связанные с ними сдвиги / Р.М. Смишко // Геотектоника. – 1985. – № 2. – С. 120-125.
 16. Шурский Е.Ф. О разрывах, оперяющих средне- и крупноамплитудные надвиги. Уголь Украины. – 1980. - № 11. – С. 46.
 17. Михалев А. К. О горизонтальной составляющей амплитуды Каменского надвига в Донбассе / А. К. Михалев // Геол. журн. – 1988. – № 1. – С. 127-129.
 18. Михалев А.К. О сбросах в покровных отложениях Красноармейского района Донбасса / А. К. Михалев // Геол. журн. – 1978. – № 2. – С. 57–72.
 19. Дьяченко Н.А. Сдвиговая тектоника и вращение блоков в пределах Межреченского месторождения Львовско-Волынского каменноугольного бассейна / Н.А. Дьяченко, Е.А. Панова, В.А. Привалов // Зб. наук. праць ДонНТУ: серія гірничо-геологічна. – Донецьк: РИК ДонНТУ, 2007.– Вип. 6 (125). – С. 177-185.
 20. Дьяченко Н.А. Структуры Риделя в сдвиговой тектонике Донецкого и Львовско-Волынского каменноугольных бассейнов / Н.А. Дьяченко, В.А. Привалов // Геологія і геохімія горючих

- копалин. – 2008. – № 4. – С. 21-36.
21. Дьяченко Н.А. Сдвиговая тектоника Волынского месторождения каменного угля / Н.А. Дьяченко, В.А. Привалов // Уголь Украины. – 2008. – № 4. – С. 34-39.
 22. Дьяченко Н.А. Тектоническое строение Западного Донбасса в контексте сдвигообразования / Н.А. Дьяченко, В.А. Привалов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк, 2009. – С. 67-91.
 23. Дьяченко Н.А. Региональная правосдвиговая зона в угленосной толще центральной части юго-восточного крыла Кальмиус-Торецкой котловины / Н.А. Дьяченко // Наукові праці УкрНДМІ НАНУ. – Донецьк: УкрНДМІ НАНУ, 2010. – № 6 – С. 26-49.
 24. Забродин А.С. Опыт поисков смещенной части угольного пласта в нарушенных месторождениях / А.С. Забродин. - М.: Углетехиздат, 1952. – 240 с.
 25. Paleostress field reconstruction and revised tectonic history of the Donbas fold and thrust belt (Ukraine and Russia) / Saintot A., Stephenson R., Stovba S., Privalov V., Brem A. // Tectonics, 2003. – Vol. 22. – No. 5. – 25 p.