

УДК 6223:551.24.052:553.94 + 622.83

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ СДВИГОВОЙ ТЕКТониКИ И ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ ЗОН ГИДРО- И СУФЛЯРОАКТИВИЗАЦИИ

Дьяченко Н. А.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

У роботі розглянуті та проаналізовані результати статистичного оброблення структурно-геологічних даних про простягання трас розривних порушень та особливості локалізації зон гідро- та суфляроактивізації у межах гірничого відводу шахти «Добропільська» Красноармійського вуглевидобувного району Донбасу. На основі реконструкції механізму виникнення зсувної тектоніки у зв'язку з розвитком у районі досліджень зони правозсувних дислокацій, встановлено, що локалізація зон гідро- та суфляроактивізації приурочена до структур призсувного розтягування (малих улоговин просідання), що утворені в умовах тектонічного режиму зсуву в обстановці правосторонньої трансценсії.

The outcomes of statistical processing of structural-geological data related to the extension of faultings and peculiarities in localization of the zones of flowing of underground water and gas blowers within the territory of Dobropilska mine (Krasnoarmiisk coal mining district in Donbas) are considered and analyzed. On basis of rebuilding of the mechanism of strike-slip structures occurrence due to the development of right-hand dislocations in the survey area is determined that localization of the zones of flowing of underground water and gas blowers is confined to the structures of strike-slip tension (small subsidence troughs) that have formed in conditions of pull-apart tectonics in the environment of right-hand transtention.

Введение. Разрывные дислокации принадлежат к структурам земной коры, распространение которых наблюдается повсеместно. Именно они определяют развитие геологического строения, пространственно контролируют разнообразные проявления ряда опасных явлений и процессов, которые существенно отражаются на условиях безопасности труда, сдерживают темпы добычи угля, повышают себестоимость энергетического сырья.

Сегодня не вызывает сомнения, что подземная разработка угольных месторождений Украины требует проведения исследований касательно не только прогнозирования тектонического строения угольных пластов, но и прогноза возникновения катастрофических ситуаций (внезапные выбросы метана, суфляры и водопроявления в горных выработках, зоны аномального протекания деформационных процессов и др.), связанных с геологическими процессами, воздействие которых, как правило, не учитывается при планировании общей стратегии отработки месторождения.

Мировая практика показывает, что определение параметров геотектонических полей напряжений, в результате воздействия которых формируются тектонические неоднородности, имеет большое практическое значение не только для прогноза опасных явлений в горных выработках, но и их состояния. Анализ результатов ряда научно-исследовательских и опытно-практических работ [1–5] показывает, что газодинамические явления, резкое ухудшение состояния пластовых *выработок* с позиций их устойчивости и гидрологический режим при затоплении горных выработок определяется *полем* регионального *тектонического напряжения*.

Проблема труднопрогнозируемых природных опасностей геологического, гидрогеологического и геомеханического характера и связанные с ней материальные потери в современной угледобыче характерна для горных предприятий Красноармейского угледобывающего района, в частности, шахты «Добропольская», которая и определена в качестве базового объекта исследований.

Актуальность работы. Как показывает практический опыт, зоны повышенных водопритоков и суфляровыделений в выработках обычно приурочены к участкам, осложненным разрывами,

размывами с заполнением полости размыва песчаниками и т.д. При этом, наблюдается неоднозначность приуроченности зон гидро- и суфляроактивации к различным по амплитуде, морфологии и генезису разрывным структурам как в разрезе, так и по площади отработки.

Учитывая, что среди основных причин современного снижения темпов угледобычи на шахте «Добропольская» преобладают сложные горно-геологические условия, обусловленные наличием малоамплитудной тектоники, обилием размывов угольных пластов, капежом или струйчатыми *водопроявлениями* в горные выработки, повышенной трещиноватостью и слабой устойчивостью вмещающих пород на локальных участках, изучение закономерностей пространственного положения зон тектонической нарушенности, реконструкция механизма их возникновения и влияния разрывов на локализацию зон гидро- и суфляроактивации весьма актуальны.

Постановка задачи. Целью настоящего исследования является анализ структурно-геологических и гидрогеологических данных геологической и эксплуатационной разведки для выявления закономерностей пространственного положения тектонической нарушенности, реконструкции механизма ее возникновения и влияния на локализацию зон гидро- и суфляроактивации в пределах горного отвода шахты «Добропольская».

Исследуемый район расположен в северо-западной части Красноармейского угольного района Донбасса. В геоструктурном отношении исследуемая территория (рис. 1) расположена в юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины.

Геологическое строение рассматриваемого региона характеризуется развитыми осадочными породами среднего и верхнего карбона, перекрытыми более молодыми осадками (кайнозойскими, триасовыми, юрскими), суммарная мощность которых увеличивается с юга на север. Каменноугольные отложения представляют собой чередование различных по составу и мощности слоёв угля, известняков, песчаников, аргиллитов и алевролитов.

Водоносность отложений карбона наблюдается в трещиноватых песчаниках и известняках. По условиям накопления и циркуляции данные воды относятся к напорным. Фильтрационные

свойства каменноугольных отложений изменяются существенно даже на небольших расстояниях в зависимости от их трещиноватости как по глубине, так и относительно площади их залегания. Трещиноватые известняки и песчаники отличаются высокой водообильностью, а непосредственный контакт воды с горными породами негативно сказывается на прочности последних. Углевмещающие породы имеют невысокую прочность, они легко размокают, насыщены водой, что существенно ухудшает условия поддержания горных выработок.



Рис. 1. Карта-схема района исследований с детализацией основных тектонических разрывов и маркирующих горизонтов

В структурном отношении горный отвод занимает тектонический блок, ограниченный Добропольским надвигом на юго-

востоке и Добропольским сбросом на севере. Именно здесь Добропольский надвиг резко меняет свое простирание: с северо-восточного на северо-западное (см. рис. 1). Простирание каменноугольных пород на указанной площади северо-западное с азимутом 320° . Падение северо-восточное с углами падения $6-12^\circ$. Вблизи тектонических нарушений углы падения пород достигают 25° . Сравнительно спокойное залегание горных пород осложняется рядом разрывных тектонических нарушений, среди которых преобладают крутопадающие сбросы: Добропольский, Карловский, Кутузовский, сброс «А» и др. Надвиговые (всбросовые) структуры представлены Добропольским разрывом и взбросом № 1 (рис. 2).

Кроме перечисленных крупно- и среднеамплитудных разрывов, горными работами шахты вскрыт ряд малоамплитудных тектонических нарушений (см. рис. 2) с зонами ослабленных пород, достигающих 1–15 м, и многочисленные размывы угольных пластов, которые прослеживаются на одной и той же площади по всем угольным пластам, зачастую на ограниченных расстояниях приобретают, по данным горных работ, структуру «конского хвоста». По всем разрабатываемым пластам размывы выполнены песчаниками или запесоченными глинистыми сланцами.

В горных выработках на пластах l_3 и l_2^1 зафиксировано 12 случаев проявления суфляров метана (рис. 2, 3) которые приурочены не только к малоамплитудным нарушениям, но и к зонам повышенных водопроявлений в горных выработках. Необходимо отметить, что интенсивный приток воды наблюдался практически по всем разрабатываемым пластам (82 случая) на различных глубинах отработки, как в южных, так и северных лавах (см. рис. 2, 3). Например, в восточном крыле: по пласту l_2^1 – 1, 2 южные лавы (горизонт -300 и -350 м), 3, 4 северные лавы (горизонт -400 и -450 м), 3, 4 северные лавы; по пласту l_3 – 1, 2 южные лавы (горизонт -300 и -350 м), 4 северная лава (примыкание к взбросу № 1).

Интенсивность водопроявлений неравномерная и имеет характерную особенность: практически все случаи гидроактивизации сконцентрированы в диагональной ступенеобразной зоне се-

веро-западного простирания (рис. 2, 3) в восточной части горного отвода.

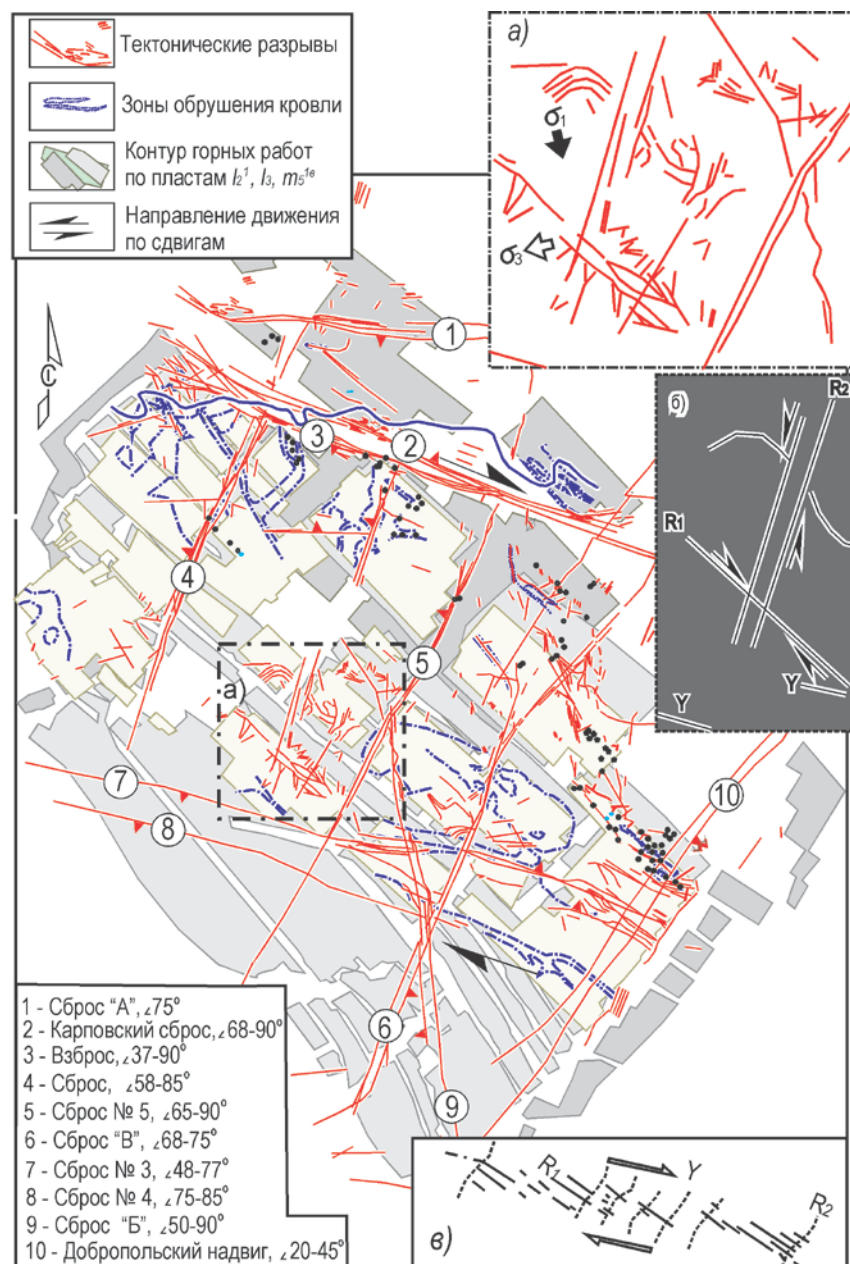


Рис. 2. Цифровая горно-геометрическая модель тектонической нарушенности угольных пластов l_2^1, l_3, m_5^{1B} с детализацией: *a* – восстановленных ориентировок тектонодинамических осей сжатия (σ_1) и растяжения (σ_3); *б* – фрагмента сопряженных «тектонополос» сдвигового генезиса; *в* – схемы формирования сколов Риделя (R_1, R_2) в условиях правосдвиговой активизации основной зоны сдвига (Y)

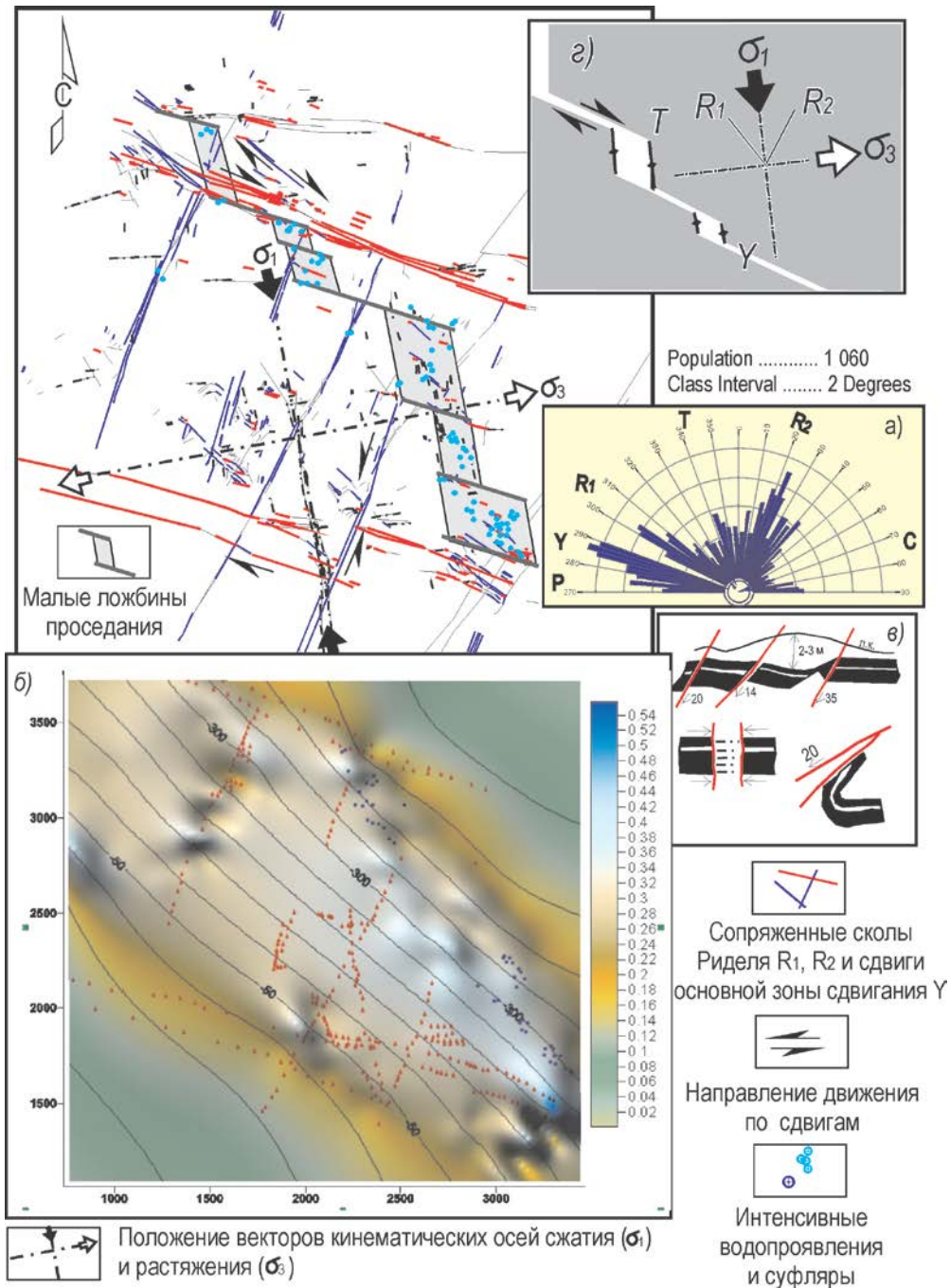


Рис. 3. Результаты диапазонной фильтрации ориентировок тектонических разрывов, образованных в контуре сдвиговой зоны в условиях правосдвиговой активизации в режиме трансенсии, дополненные: розой-диаграммой встречаемости ориентировок (а); результатом морфотектонического анализа пласта l_3 (б); геологическими разрезами (в) и схемой формирования структур присдвигового растяжения – ложбин проседания (z)

По оценкам В. Ф. Приходченко [6], большинство суфляров метана на шахте «Добропольская» (пласт l_3) приурочены к малоамплитудным тектоническим нарушениям, которые сгруппированы в четыре интенсивно нарушенные зоны, три из которых имеют северо-восточное и одна юго-восточное простирание. Параллельно последней на севере располагается среднеамплитудный Карповский сброс. Автором отмечено, что «пласт l_3 поля шахты Добропольская разделяется зонами разрывов на четырехугольные блоки, сжатые по оси с северо-запада на юго-восток. Выделенные зоны связаны с крутопадающими многопластовыми разрывами, распространяются практически вертикально вниз». Анализ тектонической нарушенности [7] угольного пласта l_3 методом расчета интенсивности малоамплитудной нарушенности и тектонофизических реконструкций в пределах горного отвода шахты им. XXI съезда КПСС, которая граничит с исследуемой территорией (естественная граница – Добропольский надвиг), позволил авторам сделать допущение, что вертикальные зоны малоамплитудной тектонической нарушенности возникли под действием одних и тех же тектонических сил, при которых оси сжимающих и растягивающих напряжений располагаются в горизонтальной плоскости, а ось средних нормальных напряжений – практически вертикальна.

Не смотря на то, что авторы не рассматривают особенность взаимоотношений тектонических элементов с позиции сдвигообразования, приведенная оценка тектонической нарушенности дает все основания полагать о существовании на участке исследований сдвиговой зоны, образованной в режиме сдвигания, при котором имеет место сочетание горизонтального сжатия (σ_1) и горизонтального растяжения (σ_3) при субвертикальном положении промежуточной оси (σ_2).

Реконструкции параметров полей напряжений кинематическим методом анализа трещинно-разрывных структур в исследованиях И. О. Павлова [8], где исходными данными служили замесы, выполненные в горных выработках шахты «Краснолиманская» по пластам l_3 и m_4 «характеризуются следующими параметрами: ось растяжения (σ_1) практически горизонтальна – азимут падения 332° , угол падения 6° , ось максимального сжатия (σ_3)

субвертикальна – азимут падения 290° , угол падения 60° и промежуточная ось σ_2 – азимут падения 125° , угол падения 30° » (наименование осей в авторской интерпретации).

Некоторые несовпадающие оценки полученных ранее результатов [6, 7, 8] и существующие разногласия по вопросам взаимоотношенного кинематического развития разрывных нарушений, послужили основой для проведения в настоящей работе анализа структурного рисунка пространственной геометризации тектонических разрывов, образованных в сдвиговом поле напряжений в пределах исследуемой территории (рис. 2) с целью уточнения параметров тектонических сил и детализации структурно-кинематической организации основной зоны сдвига.

Традиционно в Донбассе разрывы рассматриваются исключительно по морфологическим признакам как сбросы и надвиги (частный случай взбросов). Основанием для таких выводов служит исключительно геометрическое толкование наблюдаемой картины сдвигания слоев без учета вектора истинного перемещения по разрыву. В отсутствии реальных маркеров смещения (реперов), «надвиг и сброс в плане представляют собой простой сдвиг» [9]. Внутренняя структура сдвиговой зоны у большинства сдвигов подобна и определяет специфичность «сдвигового структурного рисунка». Сложность выделения сдвиговой компоненты смещения заключается в необходимости нахождения маркеров, по которым диагностируется собственно горизонтальное смещение на геологических картах и планах горных работ. Результаты натурных наблюдений в полевых условиях и экспериментальных исследованиях [10–16] показывают, что сдвиговые дислокации в реальных геологических обстановках сопровождаются не только горизонтальными смещениями блоков земной коры, но имеют и вертикальную составляющую.

Методы исследований. Для реконструкций сдвиговых полей напряжений применены методы цифровой геологической картографии, горно-геометрического моделирования, структурно-геологического анализа (диагностическая геометрия парагенезов разрывных структур), морфотектонического градиентного анализа, статистической обработки фактических данных (рис. 3) о: тектонической нарушенности (оценка частоты встречаемости

разрывов методом роз-диаграмм и диапазонной фильтрации), литолого-фациальных неоднородностях 3 угольных пластов и зонах обрушений, которые развиваются унаследовано по первично заложенным ослабленным зонам.

Результаты исследований. Для анализа особенностей малоамплитудной тектонической нарушенности использованы данные о простирании 1060 трасс разрывных нарушений пластов l_3 , l_2^1 , k_5^{1B} в пределах горного отвода шахты Добропольская (см. рис. 2, рис. 3, а). Малоамплитудные разрывы многочисленны, сконцентрированы в системы субвертикальных кулисообразно расположенных сопряженных «тектонополос», достаточно равномерно распределены по площади и проекционно совпадают в разрезе. 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. 300–310°, максимум соответствует 300–304°) и антитетические левые R_2 -сдвиги (аз. пр. 12–28°, максимум соответствует 22–24°), симметричные относительно оси сжатия (σ_1) параллельно которой развиваются трещины отрыва (T) (см. рис. 2, б, рис. 3, а). Трещины отрыва занимают положение биссектрисы угла, образованного сопряженными сдвигами R_1 и R_2 , при среднем значении угла сопряжения 66° (минимальное значение 60°, максимальное 78°), азимут простирания трещин отрыва варьирует в диапазоне 340–350°. Характерно, что системы сопряженных разрывных нарушений – сколов Риделя R_1 и R_2 на рис. 2, в, полученная в результате тектонического моделирования в экспериментах Риделя [15] и на схеме интерпретации натуральных структурно-геологических данных в горных выработках на участке исследований (рис. 2, а, б) практически идентичны.

Сколы R_1 – диагональные и составляют с осью зоны сдвига-ния (Y) (по направлению сдвига) острый угол α , который изменяется от 5° до 20–30° (наиболее часто встречающиеся значения 15–20°) – являются синтетическими, т. е. направление движения по разрывам соответствует направлению движения основной зоны сдвига. Сколы R_2 – поперечные и, соответственно, антитетические, т.е. сдвигание крыльев разрыва противоположно

направлено относительно направлению движения основной зоны сдвига. Последние образуют с осью сдвиговой зоны угол β , который может изменяться от $65\text{--}70^\circ$ до 80° . Величина углов α и β обусловлена внутренним трением, возникающим в процессе деформации сдвига. По мере роста общей деформации сдвига сколы Риделя испытывают некоторое вращение, поэтому значения углов, как правило, увеличиваются. Антитетические сколы из-за своей поперечной по отношению к общему перемещению ориентировки, частично искривляются, приобретая в плане Z-образную форму в пределах граничных участков деформируемой полосы вследствие краевого эффекта при увеличении размеров полосы в направлении оси сдвига. Именно этой особенностью (искривлением) и объясняется диапазонный разброс в азимутальных ориентировках антитетических сколов Риделя и, соответственно, вариации значений величины угла сопряжения сколов R_1 и R_2 .

Так как в сдвиговой зоне не существует абсолютно линейных систем, зоны разрывов зачастую прерываются, смещаются один относительно другого, а зоны дробления нарушений и ослабленных пород сопровождаются разнообразными деформационными дефектами (рис. 3, в), трассы «тектонополос» на исследуемой территории представлены отдельными многочисленными сместителями, которые прерываются, расщепляются на несколько ветвей, а их стратиграфические амплитуды и азимут падения характеризуются высокой изменчивостью как по простиранию, так и в разрезе. Оценка азимутальных ориентировок разрывов методом диапазонной фильтрации (рис. 3) позволила выявить синтетические разрывы основной зоны сдвига (Y), которые выражены ориентировками крутопадающих разрывов З-СЗ простирания (азимут простирания $280\text{--}290^\circ$) – Карповской системой, морфологически представленной взбросом и сбросом, а кинематически – сдвигом, и, соответственно, сдвигами (морфологически сбросами) № 3, № 4.

Совместный анализ структурного рисунка (см. рис. 2) и диапазонной фильтрации азимутальных ориентировок тектонических разрывов (рис. 3) в пределах территории исследования позволил выделить синтетические разрывы – сколы P , которые

впервые были выявлены А. Скемптоном. По отношению к оси основной сдвиговой зоны они практически симметричны сколам R_1 и имеют такой же знак смещения крыльев. Как правило, эти сколы соединяют концы активных сколов Риделя, что отчетливо проявилось на участке исследований (см. рис. 2). Следует отметить, что данная группа разрывов выражена немногочисленными сместителями, но они имеют специфическую особенность – падают в противоположные стороны и являются сопряженными (Сброс «А» и зона сдвигов в северной части горного отвода, примыкающей к Карповскому разрыву – сдвигу).

Интерпретация полученных данных позволяет говорить о том, что разрывы исследуемой территории 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 160 – 170° (340 – 350°), ось σ_3 (ось удлинения) – 70 – 80° (250 – 260°).

Тектонические разрывы сгруппированы в «тектонополосы» диагональной северо-западной и поперечной северо-восточной ориентировки, которые придают участку характерные для сдвиговых зон геометрические очертания параллелограммовидных тектонических блоков с величиной острого угла сопряжения 60 – 78° . 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 48 – 90° , преобладают крутопадающие разрывы с углами падения 75 – 85° . Следует отметить, что «тектонополосы» расположены достаточно регулярно. Антитетические сколы (R_2) удалены друг от друга на расстояние, которое для крупных «тектонополос» с шириной нарушенной зоны от 50 м до 100 м составляет 1600 – 2500 м, для более мелких (с шириной нарушенной зоны до 50 м) – 800 – 1100 м (рис. 3). Расстояние между синтетическими сколами (R_1) изменяется в пределах 400 – 600 м.

По разрывам северо-восточной ориентировки фиксируются левосдвиговые смещения с характерным подворотом кулис (рис. 2, в), по разрывам северо-западной ориентировки – правосдвиговые смещения, что характерно для правосдвиговой зоны. Антитетические левые сколы Риделя (R_2) выражены более отчетливо, чем синтетические правые сколы (R_1) и соосны простиранию крутопадающих сбросов № 5, «В» и фрагмента Добропольского надвига, в лежащем крыле которого отрабатывались анализируемые угольные пласты.

Выявленная закономерность подтверждается фактическими ориентировками штрихов скольжения на плоскостях сместителей, которые были зафиксированы при документации разрывов в горных выработках, т. е. наряду со сбросовыми и сбрососдвиговыми смещениями задокументированы правосдвиговые подвижки по субширотным и левосдвиговые смещения по субмеридиональным разрывам [8]. На проявление тектонических процессов в режиме горизонтального сдвига указывает и ряд литологических признаков. Это, прежде всего, зоны замещения угля, которые контролируются зонами сгущения трещиноватости, свидетельствуя о том, что русла древних водотоков дренировали зоны нарушений.

Дополнительно к приведенным в настоящем исследовании аргументам, обосновывающим сдвиговую природу тектонической нарушенности в связи с развития в районе исследований зоны правосдвиговых дислокаций, следует привести результаты исследований В. А. Привалова [17], в рамках которых в Красноармейском районе выделена зона правосдвиговой активизации на продолжении Михайловско-Юрьевского глубинного разлома запад-северо-западного простирания.

Особенный интерес вызывает ступенеобразная зона тектонической нарушенности, диагонально пересекающая исследуемую территорию с юго-востока на северо-запад, в области которой наибольшее развитие получили малоамплитудные разрывы, интерпретируемые как трещины растяжения (T) и разрывы, параллельные основной зоне сдвига (Y) – набор разрывов растяжения и сдвигов, к которой приурочена гидро- и суфляроактивизация (рис. 3). По мнению В. Ф. Приходченко [6] большинство

суфляров метана концентрируется в области крупной пологой локальной антиклинали северо-западного простирания (в юго-восточной части горного отвода вблизи Добропольского надвига с превышением более 100 м), примыкающей к Добропольскому надвигу, которая была выделена в ходе анализа локальных складчатых структур методом аппроксимации региональной поверхности залегания угольного пласта l_3 поля шахты Добропольская. При этом, «повышение интенсивности здесь связано с появлением дополнительных более резких перегибов в залегании пород».

В то же время, анализ структурного рисунка тектонических разрывов и, в целом парагенеза деформаций, который отвечает сдвиговому полю напряжений (горизонтальное положение главной кинематической плоскости сжатия - растяжения) с север-северо-западным направлением сжатия и восток-северо-восточным – растяжения, в котором по разрывам происходят сбросо-сдвиговые смещения позволил предположить, что в восточной части горного отвода сформировались мелкие впадины (малые ложбины проседания) присдвигового растяжения типа пулл-апарт (рис. 3, z). Последние представлены параллелограммовидными впадинами, в которых границы диагональных ориентировок представлены косыми сдвигами, а субмеридиональные границы – отрывами и сбросами. По данным [18] эти пары разрывных или пластических сдвигов и сбросов развиваются благодаря локальному коровому растяжению, цепочки расположенных рядом дуплексов имеют характерную ломанную или ступенчатую конфигурацию. Термин пулл-апарт (растянутый в стороны сдвиг-раздвиг), или структуры присдвигового растяжения, был предложен Б. Берчфилом и Дж. Стюартом в 1966 г.

Отдельный вопрос вызывает модель формирования комплексов пулл-апарт. Структуры присдвигового растяжения (осадочные мульды) могут образовываться либо как «чистые» пулл-апараты на изгибах крупных сдвигов, либо как впадины присдвигового проседания в зонах кулисного перекрытия сдвигов. По всей видимости, на исследуемой территории геодинамические события развивались по трансенсионному сценарию, приводя к образованию системы кулисообразных пулл-апарт структур.

Применение в настоящей работе приемов морфотектонического анализа, который заключается в поиске структурной упорядоченности рельефа структурных поверхностей в той или иной степени отражающей закономерности общего тектонического строения осадочного чехла, в котором особое значение имеют градиентные структуры, характеризующие степень контрастности изменения глубины погружения поверхности, а также аномалии общего структурного плана, позволило выявить малые ложбины проседания в рельефе угольного пласта l_2^1 . Результат выделения градиентных структур (рис. 3, б) с характерной системой перегибов изогипс (отличия фрагментации рельефа) в зоне ступенчатой структуры свидетельствует о контрастности изменения глубины погружения анализируемой поверхности. При этом, сочетание обрамляющих и Y и T разрывов в условиях трансенсии, по всей видимости, обеспечивает не только газопроницаемость зоны (суфляроактивизация), но и водопроницаемость (гидроактивизация), поскольку цепочки газовых и водопроявлений трассируют фрагменты разрывов.

Выявленная закономерность согласуется с теорией активизации конвективных потоков в зонах растяжения, которые с точки зрения нарушения термомеханического равновесия характеризуются повышенной проницаемостью для диффузно-фильтрационных глубинных подтоков водно-газовых флюидов и газовых струй [19] и формированием термически аномальных областей. В частности, формирование термически аномальной области к северу от г. Красноармейска (в т.ч. на участке исследования) на пересечении Мариупольско-Курского лениамента, зоны разрывов Волноваха-Лозовая и поперечного глубинного разрыва в зоне локального растяжения, где зафиксированы повышенные тепловые потоки, отмечено в работах [17, 20].

Выводы. Впервые на площади шахты «Добропольская» Красноармейского угледобывающего района Донбасса выявлены закономерности пространственного положения зон тектонической нарушенности и реконструирован механизм их возникновения в связи с развитием в районе исследований зоны правосдвиговых дислокаций, азимутальная ориентировка которой соответствует $270\text{--}280^\circ$, сформированной в обстановке сдвигового поля

напряжений (горизонтальное положение главной кинематической плоскости сжатия – растяжения ($\sigma_1 - \sigma_3$), положение оси промежуточных напряжений σ_2 – вертикальна). Ось σ_1 – ось укорочения пространства вследствие горизонтального сдвига в горизонтальной плоскости ориентирована по азимуту $160-170^\circ$ ($340-350^\circ$), ось σ_3 (ось удлинения) – $70-80^\circ$ ($250-260^\circ$). Разрывы с азимутом простирания $300-310^\circ$ и $12-28^\circ$ группируются в системы «тектонополос» – сопряженных сколов Риделя и представлены синтетическими правыми (R_1) и антитетическими левыми (R_2) сдвигами соответственно. Установлено, что локализация зон гидро- и сульфуроактивизации приурочена к структурам присдвигового растяжения (малым впадинам проседания), которые образованы по типу пулл-апарт в условиях тектонического режима сдвига в обстановке правосторонней трансенсии. Структуры присдвигового растяжения имеют в плане форму параллелограмма, в котором границы диагональных ориентировок представлены косыми сдвигами, а субмеридиональные границы – отрывами и сбросами. Цепочки расположенных рядом дуплексов имеют характерную ломанную или ступенчатую конфигурацию. Выявленная закономерность согласуется с теорией активизации конвективных потоков в зонах растяжения, которые характеризуются повышенной проницаемостью для диффузно-фильтрационных глубинных подтоков водно-газовых флюидов и газовых струй.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Короновский Н. В. Напряженное состояние земной коры [Электронный ресурс] / Н. В. Короновский // Соровский Образовательный Журнал, 1997. — № 1. — С. 50—56. — Режим доступа : <http://www.vevivi.ru/best/Napryazhennoe-sostoyanie-zemnoi-kory-ref212165.html>.
2. Привалов В. О. Розвиток систем кліважу і малоамплітудної тектоніки та їх вплив на викидонебезпечність вугільних пластів у межах гірничого відведення шахти ім. О. Ф. Засядька / В. О. Привалов, О. А. Панова, Р. Ф. Саксенхофер, Д. Рейшенбахер та ін. // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — Донецьк : УкрНДМІ НАНУ, 2012. — № 11 — С. 153—175.

3. Bonneher F., Fairhurst C., Determination of the regional stress field from «Doorstopper measurements». — J. S. Afr. Inst. Metal, 1968, № 68 (12), July.
4. Марков Г. А. Тектонические напряжения и горное давление в рудниках Хибинского массива. Л. : «Наука», 1977. — 213 с.
5. Дьяченко Н. А. Гидродинамика затопления угольных шахт в условиях деформационного режима сдвиговой зоны. / Н. А. Дьяченко, Е. Н. Шевченко, В. Ф. Кучук // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — Донецьк : УкрНДМІ НАНУ, 2012. — № 10 — С. 192—218.
6. Приходченко В. Ф. Тектонический контроль суфляров метана / В. Ф. Приходченко, С. Ю. Приходченко // Геотехнічна механіка: Між від. зб. наук. праць. Ін-т Геотехнічної механіки НАН України.—Дніпропетровськ, 2010. — вип. 88. — С. 54—59.
7. Приходченко В. Ф. Генетические типы малоамплитудных разрывов поля шахты им. XXI съезда КПСС / В. Ф. Приходченко, С. С. Козлов, С. Т. Шлюпоченко, С. Ю. Приходченко // Уголь Украины. — 1992. — № 2. — С. 53—56.
8. Павлов И. О. Поля напряжений и особенности разрывной тектоники шахтных полей Красноармейского района Донбасса / И. О. Павлов, В. А. Кочемагин, Е. В. Сухинина // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — Донецьк : УкрНДМІ НАНУ. — 2009. — № 5 (Ч. II) — С. 181—188.
9. Морозов Ю. А. Об «обратном» кинематическом эффекте при надвигообразовании и его структурных и тектонических следствиях. // Геология / Доклады Академии Наук, 2002. — т. 384. — № 3. — С. 368—371.
10. 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.
11. Дьяченко Н. А. Тектоническое строение Западного Донбасса в контексте сдвигообразования / Н. А. Дьяченко, В. А. Привалов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — Донецьк : УкрНДМІ НАНУ, 2009. — № 5 (Ч. II) — С. 67—91.

12. Дьяченко Н. А. Малоамплитудная тектоника Петро-Донецкой антиклинали (на примере ш. Луганская) / Н. А. Дьяченко, В. А. Привалов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — Донецьк : УкрНДМІ НАНУ, 2010. — № 8 — С. 163—175.
13. Tchalenko J. S. Similarities between shear-zones of different magnitudes / J.S. Tchalenko // Geological Society of America : Bulletin 81, 1970. — P. 1625—1640.
14. Sylvester A. G. Strike-slip faults / A. G. Sylvester // Bull. Geol. Soc. Am, 1988. — V. 100. — P. 1666—1703.
15. Riedel W. Zur Mechanik Geologischer Brucherscheinungen / W. Riedel // Zentral-blatt fur Mineralogie, Geologie und Paleontologie, B, 1929. — P. 354—368.
16. Результаты определения величины и направления главных напряжений в углепородном массиве пласта l_1 шахты им. А. Ф. Засядько методом локального разрыва / В. С. Кулинич, В. Г. Перепелица, И. А. Ефремов и др. // Геотехническая механика : Межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины. — Днепропетровск, 2003 — Вып. 44. — С. 156—164.
17. Привалов В. А. Вращение блоков и сценарий тектонической эволюции Донецкого бассейна // Геологія і геохімія горючих копалин. — 1998. — № 4. — С. 142—158.
18. Новикова М. С. Пулл-апартовые бассейны. Механизм возникновения и распространение / М. С. Новикова, В. А. Привалов // Геолого-мінералогічний вісник, 2008 — № 2 (20). — С. 56—59.
19. Занкевич Б. А. Тектоническая позиция зоны газовых факелов северо-западной части Черного моря / Б. А. Занкевич, Н. В. Шафранская // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2009. — № 3. — С. 35—54.
20. Привалов В. Розвиток процесів вуглефікації у Донбасі як послідовність тектонічних і термальних подій / В. Привалов, Р. Заксенгофер, К. Шпігель, О. Панова та ін. // Праці Наукового товариства ім. Шевченка : Геол. Збірник (Львів). — 2007. — Т. XIX. — С. 164—174.