

УДК 622.3:551.24.052:553.94

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ СДВИГООБРАЗОВАНИЯ

Дьяченко Н. А.

(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Привалов В. А.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Вивчені особливості тектонічної порушеності кам'яновугільних відкладів у межах гірничих відведень шахт Західного геолого-промислового району Донбасу. Вперше встановлено, що середнь- й малоамплітудні розриви, що традиційно інтерпретуються як скиди, у більшості випадків є порушеннями, які утворилися у контурі лівозсувної зони широтного простягання.

The tectonic features of coal-bearing deposits within western Donbas region have been studied. Instead of traditional normal faulting model first time, small – displacement faults here are interpreted as strike-slip structures related with sinistral shear zone of latitudinal strike.

Введение. В рамках геотектонической концепции мобилизма, отдельные тектонические плиты представляют собой тонкие оболочки, перемещающиеся по сравнительно пластичной астеносфере. В результате этих процессов в верхних горизонтах земной коры генерируются преимущественно сдвиговые поля напряжений с субгоризонтальным расположением осей главных нормальных напряжений сжатия σ_1 и растяжения σ_3 и субвертикальным положением оси промежуточных напряжений σ_2 . Именно эти условия определяют повсеместное и доминирующее распространение сдвигов в земной коре, которые зачастую из-за невозможности определения реальных горизонтальных амплитуд перемеще-

ния блоков ошибочно интерпретируются как средне- и малоамплитудные сбросы и взбросы [1, 2]. Основанием для таких выводов служит геометрическое толкование наблюдаемой картины сдвигания или срыва слоеобразующих поверхностей без учета вектора истинного перемещения по разрыву. Сложность выделения сдвиговой компоненты смещения заключается в необходимости нахождения маркеров, по которым диагностируется собственно горизонтальное смещение на геологических картах и погоризонтных планах. Тем не менее, широкое распространение в природе дислокаций, связанных со сдвиговыми смещениями по разломам, позволяет считать их одним из ведущих механизмов структурообразования в земной коре [3, 4]. В отсутствии реальных маркеров смещения, «надвиг и сброс в плане представляют собой простой сдвиг».

Сдвиговые зоны – важнейшие элементы тектонических комплексов. Они представлены круто падающими, узкими интенсивно деформированными зонами, по которым смещены блоки относительно слабо деформированных пород.

Термин «сдвиговая тектоника» подразумевает сложный комплекс структурных форм, образованный в режиме сдвигания, включающий: а – структуры сжатия: складки (F), взбросы и надвиги (C); б – субвертикальные дизъюнктивные структуры растяжения – трещины отрыва и сбросы T ; в – структуры сдвига: сопряженные сколы Риделя R_1 и R_2 , вторичные синтетические сколы P и параллельные основной зоне смещения Y -сдвиги.

Результаты натуральных наблюдений в полевых условиях и экспериментальных исследований [3-6] показывают, что, как правило, сдвиговые дислокации в реальных геологических обстановках сопровождаются не только горизонтальными смещениями блоков земной коры, но имеют и подчиненную вертикальную составляющую. Последняя обусловлена как локальными возмущениями в структуре сдвигового поля напряжений, так и тензорами напряжения, возникающими на участках локального сжатия и растяжения. Сдвиговые подвижки развиваются в импульсном режиме, где перемещения могут происходить как по сместителю разрыва, так и в пределах прилегающей зоны, вызывая в ней перекос и образование комплекса разрывных структур, переходя-

щих в сбросы, надвиги, сдвиго-надвиги и сбросо-сдвиги. Особенность развития сдвиговых зон заключается в том, что именно к ним приурочены интенсивные в т.ч. и приповерхностные деформации. Трассировка таких зон, безусловно, существенно приближает геолога к созданию более реалистичных моделей геодинамических режимов разрывообразования. А это, в свою очередь, может значительно оптимизировать проведение современных прикладных геологических исследований: от прогноза различных катастрофических явлений, в т.ч. газодинамических, до выявления региональных закономерностей и локальных особенностей влияния сдвиговой тектоники на развитие современных деформационных процессов земной поверхности, возникающих в процессе подземной разработки угольных месторождений [7, 8].

Анализ ранее проведенных натуральных исследований тектонической нарушенности в пределах Донбасса. Исследования последних десятилетий убедительно доказывают очевидность существования сдвиговых деформаций, с которыми связаны главные эпизоды формирования особенностей реальной тектонической структуры углевмещающих осадочных отложений Донецко-Макеевского, Красноармейского, Центрального районов Донбасса.

Например, расчеты векторов динамических амплитуд для ряда региональных разрывов Донбасса с использованием литолого-фациальных реперов в смещенных крыльях дизъюнктивов, приведенные в работах А. К. Михалева [9], О. А. Куца [10], позволили выделить сдвиговую компоненту смещения. По данным [10], полученным на основании кинематического анализа разрывных нарушений Донецко-Макеевского района (ДМР), ось максимальных сжимающих напряжений σ_1 имеет субмеридиональное простирание, ось максимальных растягивающих напряжений σ_3 – субширотное, а ось промежуточных напряжений σ_2 близка к вертикальной.

Расчет вектора истинного перемещения по разрывам ДМР в работе [1], где в качестве маркеров по угольным пластам использовались контуры изозональности и линии расщепления и выклинивания пластов, показал, что сдвиговая (горизонтальная) компонента смещения преобладает над надвиговой (вертикаль-

ной) для Французского, Первомайского, Итальянского, Мушкетовского и Калининского надвигов более чем на 30 %; контрастность «плитообразных в пространстве, полосовидных в плане, выдержанных по простиранию объемных зон концентрированного развития малоамплитудной тектоники сдвигового генезиса» - тектонополос на окружающем фоне определяется интенсивностью сдвиговых деформаций. При этом, их пространственное положение связано с ориентировкой векторов главных нормальных напряжений (ось максимальных сжимающих напряжений σ_1 занимает положение биссектрисы острых углов $2\theta = 52...78^\circ$ (среднее значение 60°) на пересечении сопряженных тектонополос, к которым приурочены газодинамические явления [11, 12, 13]. По данным о векторах смещения по основным разрывам района в работе [12] рассчитаны параметры деформационного режима (положение осей главных нормальных напряжений, численные значения дилатации, сдвиговых деформаций и вращения отдельных тектонических блоков, возникших в условиях сдвигового поля напряжений (поле шх. им. М.И. Калинина - ось сжатия σ_1 : $115...125^\circ$, ось растяжения σ_3 : $25...35^\circ$, σ_2 - субвертикальна; поля шахт им. газеты "Донбасс" и "Заперевальная" - ось сжатия σ_1 : $120...130^\circ$, ось растяжения σ_3 : $30...40^\circ$, σ_2 - вертикальна; поля шх. Глубокая - ось сжатия σ_1 : $135...145^\circ$, ось растяжения σ_3 : $45...55^\circ$, σ_2 - субвертикальна).

Реконструкция палеотектонических полей напряжений и деформаций на основании пространственного распределения сдвиговых зон на площади центральной части ДМР в работе [14] позволила выделить авторам две сопряжённые зоны сдвигов регионального структурного уровня, в частности: северо-западную – субширотную (аз. пр. $270-300^\circ$ - правые сдвиги) и субмеридиональную (аз. пр. $320-350^\circ$ - левые сдвиги).

Анализируя системы нарушений Главной антиклинали Донбасса В. В. Эз [15] впервые рассматривает разрывы, как систему сдвигов, направления которых обусловлены изменением ориентировки региональных напряжений вокруг антиклинали и продольных сбросов в ее ядре, т.е. приводит аргументы, доказывающие их принадлежность к типу сдвиговых дислокаций.

Тектонофизические наблюдения и реконструкции, проведен-

ные В. А. Корчемагиным, [16] указывают, что на постгерцинском этапе развития Донбасса преобладало сдвиговое поле напряжений при северо-западной ориентировке оси сжатия, которое привело к правосдвиговой активизации в осевой части Горловской антиклинали. При этом ось растяжения совпадает с простиранием слабо-выраженных мезозойских складок.

Изучение структурного рисунка в осадочных отложениях Западного Донбасса с позиции сдвигообразования осталось без должного внимания.

Цель и задачи исследований. Проблемы. Изучение тектонической нарушенности Западного Донбасса с точки зрения сдвиговой тектоники - объективно назревшая необходимость. Знание закономерностей пространственного положения зон тектонической нарушенности необходимо для их последующей интеграции в системы управления рациональным и безопасным ведением горно-эксплуатационных работ. Для решения данной проблемы необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ аналитического, геологического и горно-графического материалов по тектоническому строению и составу угленосных отложений юго-западной Новомосковско-Петропавловской моноклинали.

2. Создать цифровую горно-геометрическую модель фактической разрывной тектонической нарушенности исследуемой территории и изучить закономерности ее распространения и условия возникновения на экспериментальных участках по данным горных работ.

3. Классифицировать разрывные нарушения, образованные в тектоническом режиме сдвигания и определить кинематические характеристики сдвиговых зон.

4. Выявить региональные закономерности и локальные особенности тектонического строения массива горных пород в пределах горных отводов шахт Благодатная, им. Героев Космоса, Павлоградская, Терновская, Западно-Донбасская и Самарская.

Особенности геоструктурной позиции и тектонического строения юго-западной Новомосковско-Петропавловской моноклинали. Юго-западная Новомосковско-Петропавловская моноклинали (НПМ) зона - Царичанско-Павлоградский и Сама-

ринско-Волчанский блоки [17], охватывает южный борт ДДВ и контролируется Орехово-Павлоградской на западе и Криворожско-Павловской на востоке зонами глубинных разломов, отличаюсь своеобразием тектонического строения как региональных, так и малоамплитудных разрывов, представленных сбросами.

Орехово-Павлоградский глубинный разлом расчленил территорию Западного Донбасса на Приднепровскую и Самарскую глыбы, выделенные по палеозойскому структурному этажу.

НПМ наклонена в сторону складчатого Донбасса под пологими углами, которые, как правило, не превышают 2-5° и отделена от центральной части ДДВ Михайловским глубинным разломом [18]. Являясь тектоническим элементом переходной зоны от ДДС к ДДВ, НПМ расположена между Северо-Донецким и Михайловским глубинными разломами.

В геоструктурном отношении исследуемая территория (рис. 1) расположена в прибортовой части юго-западного крыла Днепровско-Донецкой впадины, примыкает к северо-восточному склону Украинского кристаллического массива, в пределах Самарского горстового поднятия на моноклинальном склоне Украинского щита, который возник в зоне влияния глубинного Орехово-Павлоградского шовного разлома, представленного в палеозойском структурном этаже ступенчатой структурой Павлоградского грабена, состоящего из обособленных клинообразных блоков и системой сбросов север-северо-западного простирания.

Наиболее полный систематический материал по тектоническому строению и составу угленосных отложений Западного Донбасса [17-20] и анализ геологического и горно-графического материалов позволили обобщить основные закономерности геологического и тектонического строения Западного углепромышленного района:

1. В геологическом строении исследуемой территории принимают участие породы докембрийского фундамента, перекрытые мощным комплексом осадочных продуктивных отложений нижнего и среднего карбона, триаса, юры, палеогена, неогена и четвертичного возраста. Мощность вскрытых палеозойских каменноугольных отложений увеличивается в северо-восточном

направлении, приурочена к Самарской свите нижнего отдела карбона (C_1^3) и достигает 480м (между маркирующими известняками C_1 и C_5).

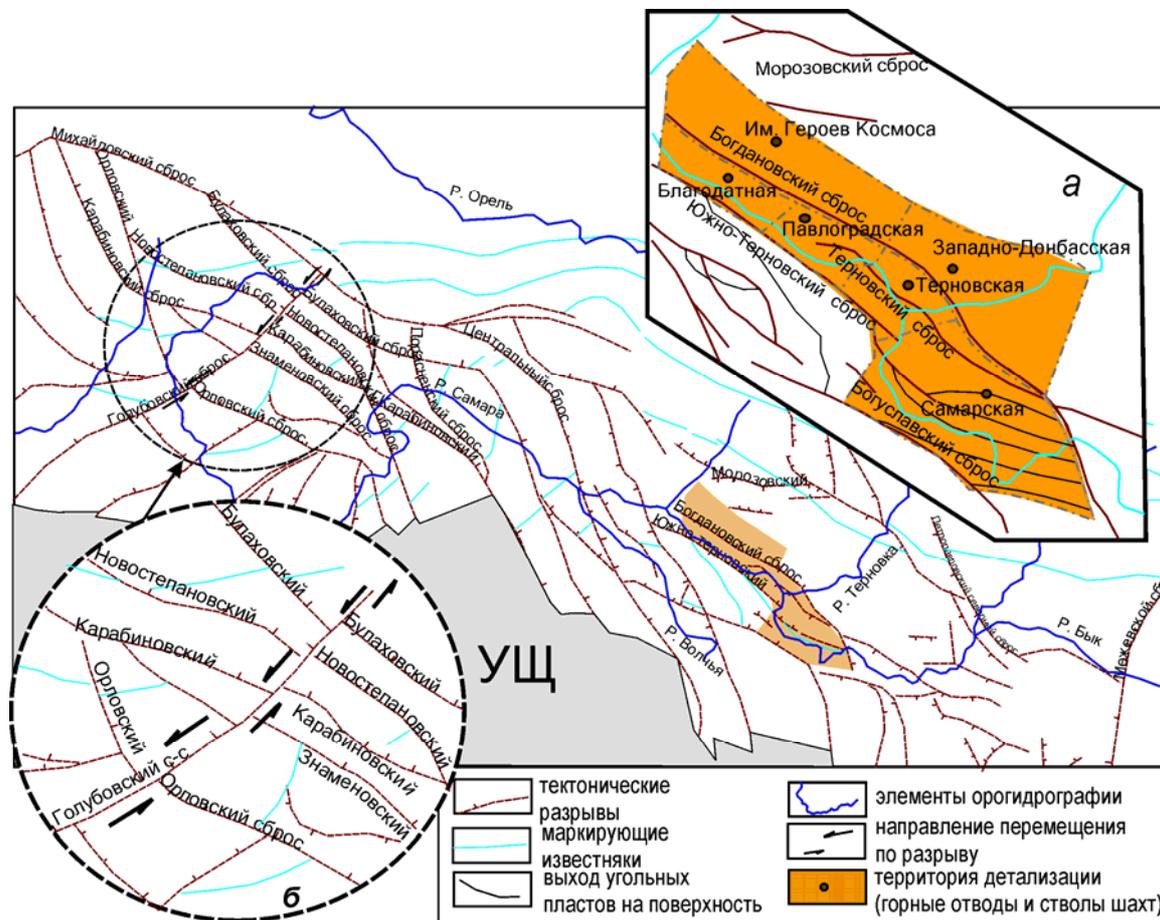


Рис. 1. Выкопировка геолого-промышленной карты Западного Донбасса (М: 1:200000, 1983 г, под ред. С. Г. Храпина) с детализацией района исследований (а, б)

2. Отложения характеризуются невыдержанностью литологического состава как по простиранию, так и по падению, частыми литологическими замещениями вмещающих пород и зонами проявления неустойчивого угленакопления, где переслаивающиеся угольные пласты и углистые прослои крайне изменчивы по мощности и зольности. Геологоразведочными работами вскрыто 53 угольных пласта и прослоя, из которых промышлен-

ное значение имеют 12 пластов: c_{10}^B , c_8^B , c_8^H , c_7^B , c_6 , c_5^B , c_5^H , c_4^2 , c_4^1 , c_3 , c_2 , c_1 .

3. Морфологически все крупно- и среднеамплитудные нарушения района представлены сбросами. Среди них выделяется:

– система субмеридиональных сбросов северо-западного простирания (аз. пр. 330-340°), наследующих ориентировку Криворожско-Павловской и Орехово-Палогоградской зон (Новостепановской, Попасненский, Булаховский (южная ветвь), Центральный, Алексеевский, Павлоградско-Вязовский, Петропавловский северный и Криворожско-Павловский сбросы) северо-восточного и юго-западного падения плоскостей сместителей – Павлоградская структура субмеридиональных сбросов. По данным сейсмических работ [21] Криворожско-Павловский сброс северо-западного простирания и северо-восточного крутого падения (уг. пад. 60°) представляет собой многоступенчатую сбросовую зону общего северо-западного простирания, состоящую из группы четырех сбросов с общей амплитудой 1200-1400м. Структурный рисунок нарушений – веерообразное сочленение малоамплитудных разрывов в зоне затухания, свидетельствующее о правосторонних сдвиговых смещениях в зоне динамического влияния основного разрыва [19]. Орехово-Палогоградская шовная зона в палеозойском структурном этаже осадочных отложений выражена Карабиновским сбросом - главным разрывным нарушением северо-западной ориентировки и крутого северо-восточного падения (до 60°). Вдоль плоскости сместителя последнего выявлено горизонтальное смещение до 15-20 км, что в совокупности с особенностями его образования, как результата расщепления основного сброса, на собственно Карабиновский, Знаменовский сбросы и Апофизу «А» и особенностью образованного перечисленными разрывами структурного рисунка их сочленения - структура «конский хвост» [22], позволяет предполагать участие сдвигового поля напряжений в период его возникновения, обусловленного правосторонним смещением осадочных отложений по Орехово-Павлоградскому шовному разлому [19]. В. Н Гавришем [23], изучавшим Павлоградский выступ, установлены многочисленные сбросо-сдвиги с большой горизонтальной амплитудой смещения (Карабиновский сбросо-сдвиг), образование которых обусловле-

но подвижками тектонических блоков докембрийского фундамента по глубинным разломам. По мнению автора, этот фактор благоприятствовал заложению грабена, ограниченного Павлоградско-Вязовским и Центральным сбросами. Главную роль в формировании грабена – «борозды» [23]. играли горизонтальные смещения (сдвиги);

– вторая, так называемая, Богдановская структура субширотных сбросов (аз. пр. $290-320^\circ$) представлена Богдановским, Вербовским, Терновским, Южно-Терновским, Петропавловским, и Богуславским сбросами, простирание которых практически параллельно ориентировке борта Украинского кристаллического массива (УЩ) – аз. пр. граничной зоны выступов кристаллического фундамента $290-300^\circ$.

– третья, близкая к широтной ориентировка, наследующая простирание Михайловского сброса (восточной части), нашла свое отражение в простирании Морозовского, и отдельных отрезков Терновского, Никольского и др. сбросов юг-юго-западного и север-северо-восточного падения;

– последняя, четвертая система разрывов представлена сбросами северо-восточного простирания (аз. пр. $40-50^\circ$). Сбросы северо-восточной ориентировки имеют подчиненное значение и представлены единичными разрывами: Межевой, Косьминский (крайняя юго-восточная часть территории исследования) и мощными сбросовыми зонами в западной части геолого-промышленного района (Новомосковская площадь) – Голубовским, Спаским, Диагональным. При этом, Голубовский сброс северо-западного падения, контрастно смещает многочисленные ветви Карабиновской сбросовой зоны и Булаховский сброс (западная ветвь), Орловской и Новостепановской сбросовых зон, демонстрируя левостороннее смещение (см. рис. 1, б) до 1 км и, следовательно, имеет более позднее заложение. В свою очередь Новостепановский сброс северо-западного простирания, отчетливо смещает ветвь Карабиновского сброса (см. рис. 1), с характерным рисунком правостороннего сдвига вдоль сместителя на расстоянии 1000-1200 м, и так же свидетельствует о его более позднем заложении. Такое геометрическое сочетание разрывов харак-

терно для деформаций, образованных в условиях сдвигового поля напряжений.

5. Противоположное падение сместителей Карабиновского и Межевого сбросов с запада на восток создают сложную структуру Павлоградского грабена, состоящего из обособленных клинообразных чередующихся грабен-горстовых блоков, образованных противоположно падающими Центральным и Павлоградско-Вязовским сбросами (грабен), Павлоградско-Вязовским и Богдановским сбросами (горст), Богдановским и Петропавловским северным сбросами (грабен), Петропавловским северным и Криворожско-Павловским сбросами (горст), Криворожско-Павловским и Межевым сбросами (грабен). В направлении с юга на север структура представляет собой сбросовый уступ, обращенный к ДДВ и осложненный горст-грабеновыми клинообразными блоками, южной границей которого служит северо-восточный склон Украинского кристаллического массива, выступы фундамента последнего ограничивают мобильные структурные элементы, сформировавшие сложный структурный рисунок современных разрывов.

6. Сбросы имеют крутое падение и тенденцию к смене направления простирания, расщеплению на несколько ветвей, прилегающих к сбросам других ориентировок под острым углом. Зачастую они прерываются, смещаются один относительно другого. Зоны дроблений нарушений сопровождаются разнообразными деформационными эффектами (приразрывными складками), разрывами-спутниками, параллельными основному сместителю, сколовыми трещинами, расположенными под углом к основному сместителю.

7. Наблюдается существенное различие в строении динамической зоны влияния между диагональными и продольными по отношению к простиранию пород сбросами. Диагональные характеризуются мощной зоной дробления (до 50 м), продольные – небольшая зона деформированных пород (до 10 м) и достаточно сильное уплотнение, свидетельствующее о преобладании режима сжатия, направленного перпендикулярно к простиранию последних, в период их формирования. Стратиграфические амплитуды

сбросов характеризуются высокой изменчивостью по простиранию разрывов.

8. Складчатые дислокации представлены пологими складками и флексурами, слабо выраженной волнистостью и имеют подчиненное значение. Северо-западное простирание длинных осей складок параллельно простиранию сместителей сбросов.

Методика и результаты исследований на территории горных отводов шахт Благодатная, им. Героев Космоса, Павлоградская, Терновская, Западно-Донбасская и Самарская. В тектоническом строении Западного геолого-промышленного района Донбасса принимают участие как крупно- и среднеамплитудные нарушения, так и малоамплитудные разрывы. Изученность малоамплитудных нарушений на сегодняшний день недостаточна для полного понимания пространственно-кинематических особенностей и закономерностей их образования и требует дополнительного комплексного исследования парагенезов трещинных структур методом анализа структурных рисунков на основе данных детального подземного структурно-геологического картирования.

Интерес к данному участку исследований не является случайным. Именно здесь развиты дизъюнктивы широтной и близкой к широтной ориентировок (Морозовский, ветви Терновского, Никольского и разрывов, простирание которых не характерно для Западного Донбасса (см. рис. 1)

Выполнена дигитализация 872 трасс разрывных нарушений в условной системе координат с сохранением фактического масштаба совмещенных гипсометрических и планов горных работ (табл. 1).

Для детализации тектонического строения на территории горных отводов ш. Павлоградская, Благодатная, Терновская, Самарская, Западно-Донбасская и им. Героев Космоса, выполнены работы по созданию цифровой горно-геометрической модели фактического положения разрывов (рис. 2), охватившей площадь порядка 135 км². Разрозненные графические материалы подземных геологических съемок в пределах отработанных участков использованы для построения роз-диаграмм простираний дизъюнктивов (рис. 2, а - е) по методике [24].

Таблица 1

Характеристика погоризонтных планов горных работ наиболее нарушенных шахтопластов

№ п/п	Название шахт	Погоризонтные планы пластов	Кол-во малоамплитудных разрывов в пределах горного отвода, шт.
1	Благодатная	c ₅ , c ₇ ^H	48
2	им. Героев космоса	c ₁₀ , c ₁₁ ,	79
3	Павлоградская	c ₅ , c ₆ , c ₇ , c ₈	110
4	Самарская	c ₁ , c ₄ , c ₅	289
5	Терновская	c ₄ , c ₅ , c ₆ , c ₈	214
6	Западно-Донбасская	c ₈ ^H , c ₁₀ ^B	132
ИТОГО			872

С целью установления геометрической выдержанности и распределения максимумов простираний разрывных нарушений в пределах территории исследования, в данной работе использовался частотный метод построения роз-диаграмм азимутов простирания тектонических неоднородностей.

Статистическая обработка имеющихся данных о простирании трасс разрывных нарушений (для исследуемых участков) производилась с использованием демонстрационной версии пакета программ "Rock Works" – 2004, предназначенного для работы с геологическими данными в режиме "скользящего окна", анализа и визуализации структурных данных. Расчет азимутальных углов производился по данным концевых точек разрывов с координатами x, y.

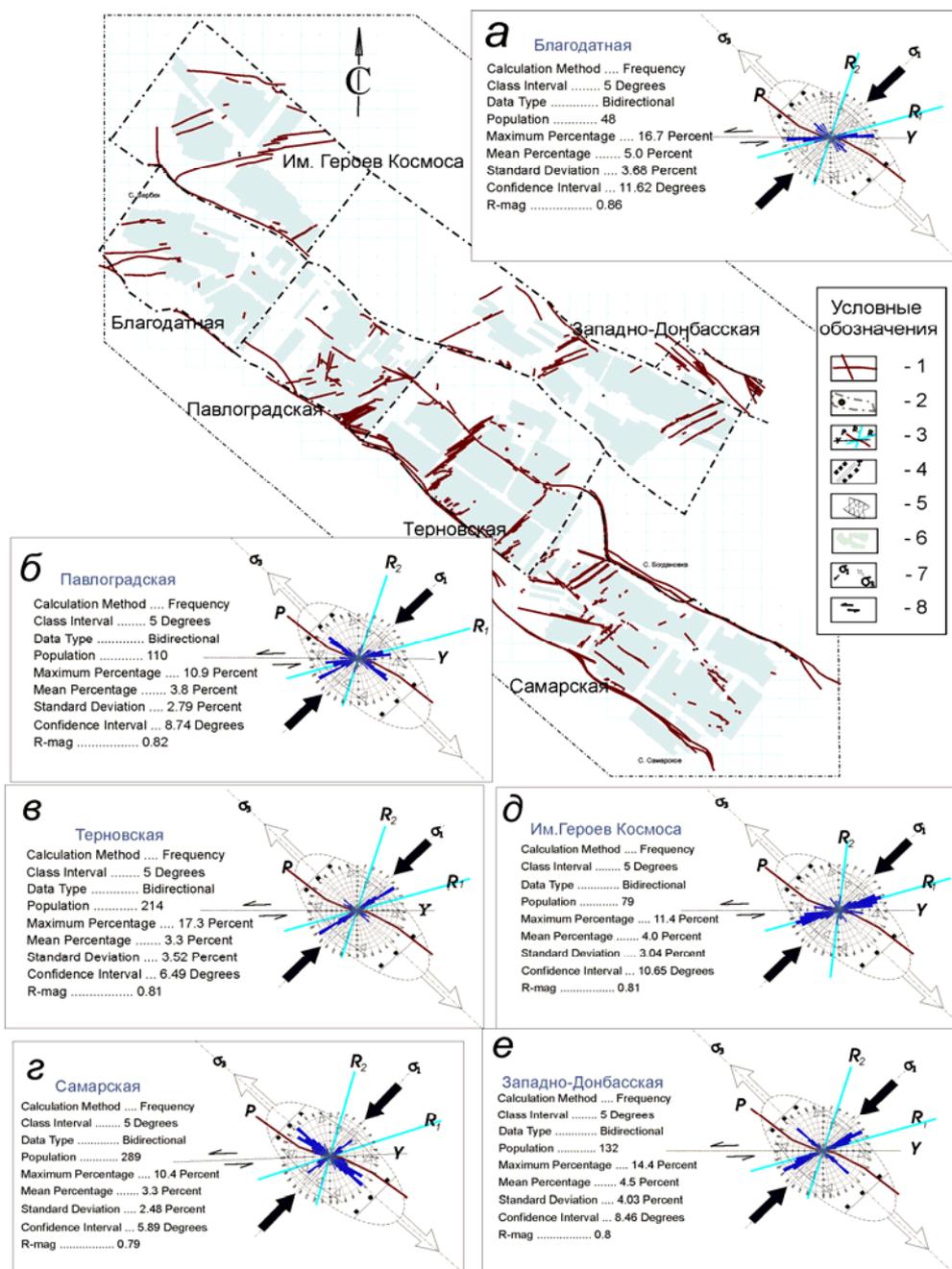


Рис. 2. Цифровая горно-геометрическая модель разрывной тектонической нарушенности массива горных пород в пределах территории исследований, дополненная розами-диаграммами простирания разрывов в пределах горных отводов шахт (а-е)

1 – разрывные нарушения, 2 – горные отводы шахт, 3 – синтетические (R_1 , P , Y) и антитетические (R_2) сдвиги, 4 – трещины растяжения и сбросы (T), 5 – складки (F) и надвиги (C), 6 – контур горных работ, 7 – положение осей сжатия (σ_1) и растяжения (σ_3), 8 – направление движения по разрывам

Установка азимутального фильтра (указание диапазона) позволила идентифицировать типы сколов в пределах территории исследований. Дополнительно произведена визуализация оценки азимутальных направлений разрывов методом диапазонной фильтрации (рис 3, а).

Специфичность сдвигового рисунка, трассировка сопряженных сколов Риделя R_1 и R_2 , а также P и Y — сколов, трещин растяжения T и структур сжатия F , позволяет реконструировать положение осей главных нормальных напряжений (см. рис. 2).

Следующий этап заключается в анализе пространственных закономерностей распространения тектонической нарушенности и условий ее возникновения - построение структурно-кинематических схем, отражающих геодинамическое развитие исследуемых районов и реконструкции (восстановления) полей напряжений сжатия и растяжения и направление сдвигания (рис. 3, б, в)

Анализ фактических горно-эксплуатационных данных, отраженных на горно-геометрической модели, и максимумов трещиноватости простираний трасс разрывных нарушений (см. рис. 2, а-е) показал, что:

1. Наиболее проявлены две системы нарушений субширотной северо-восточной (аз. пр. 40-50°) и северо-западной ориентировки (аз. пр. 290-320°). Перпендикулярные к простиранию пород сбросы первой из указанных ориентировок наиболее контрастно выражены в пределах территории ш. Павлоградской, Терновской, Самарской (висячее крыло Богдановского сброса северо-восточного крутого падения).

2. Сбросы северо-западного простирания имеют повсеместное распространение. Подчиненное значение (западная часть территории – Благодатненский, Павлоградский участки) имеют разрывы субмеридиональной (аз. пр. 0-20°) и близкой к широтной ориентировки (аз. пр. 70-90°), выраженной в простирании фрагмента Богдановского сброса на участке резкой смены его простирания с субширотного на субмеридиональное, близкое к меридиональному, образуя структуру расщепления основного разрыва на серию мелких сбросов № I-IV, и Диагонального сброса соответственно (ш. Героев Космоса). Аналогичное сочетание разры-

вов указанных простираний прослеживается в пределах горного отвода ш. Павлоградская.

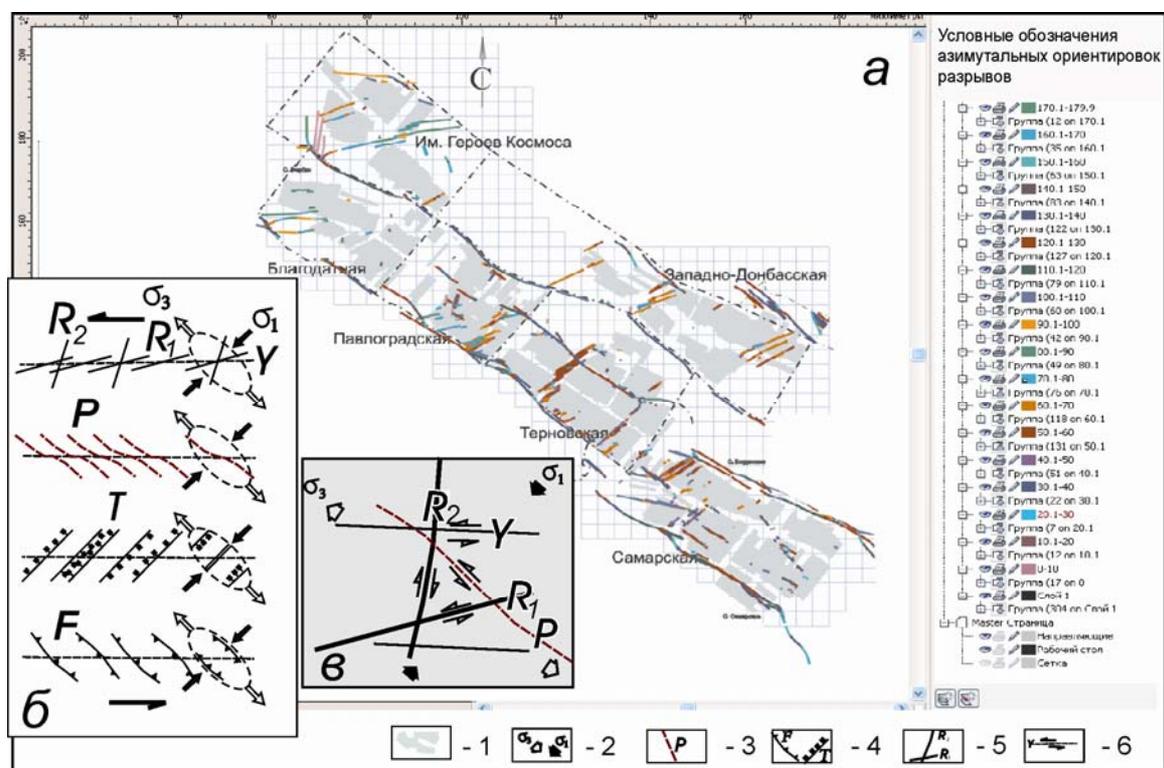


Рис. 3. Визуализация оценки азимутальных направлений разрывов методом диапазонной фильтрации в интервале 10° (а), дополненная структурной схемой ориентировок складчатых и разрывных нарушений сдвигового генезиса в контуре левосдвиговой зоны широтного простирания (б): структурно-кинематическая схема реконструкции полей напряжений сжатия и растяжения с детализацией направления смещения по сдвигам (в):

1 – контуры горных работ, 2 – оси сжатия (σ_1) и растяжения (σ_3), 3 – вторичные синтетические сколы (P), 4 – трещины растяжения и сбросы (T), оси складчатости (F), 5 – синтетические и антитетические сколы (R_1 , R_2), 6 – направление перемещения по разрыву.

3. Малоамплитудные разрывные нарушения, на первый взгляд, распространены достаточно неравномерно. Наиболее нарушены участки ш. Павлоградская, Самарская и Западно-

Донбасская. На фоне наиболее устойчивых максимумов северо-западных и северо-восточных простираний разрывов в пределах горных отводов ш. им. Героев космоса, Благодатная, Павлоградская, Западно-Донбасская отчетливо прослеживается система разрывов практически меридиональной ориентировки (аз. пр. 10-20°). Система малоамплитудных нарушений практически широтного простирания (аз. пр. 70-90°), выраженная двумя дискретными направлениями: 70-80° и 80-90°, характерна для участков ш. Благодатная, им. Героев Космоса, Павлоградская, в единичных количествах разрывы указанной ориентации встречаются на полях шахт Терновская, Самарская, Западно-Донбасская. Наиболее устойчивый максимум (аз. пр. 290-320°) наблюдается на всей территории исследований, разделяясь на несколько дискретных направлений: аз. пр. 290-310° и 310-320°.

4. Разрывы первых двух ориентировок (10-20° и 70-80°) группируются в системы тектонополос, образованных сопряженными сколами с углом сопряжения $2\theta = 60-70^\circ$, наиболее встречающееся значение 62° (см. рис. 2, а - е; рис. 4, а).

5. В пределах анализируемой территории контрастно прослеживаются тектонические разрывы сдвигового генезиса (рис. 4, а, б) и реконструировано положение векторов главных нормальных напряжений сжатия (σ_1) и растяжения (σ_3):

– нарушения с азимутом простирания 70-80° (250-260°) – образуют R_1 -сколы (сколы Риделя) или синтетические левые сдвиги;

– нарушения с азимутом простирания – 10-20° (190-200°) – образуют сопряженные риделевские сколы (R_2) или антитетические правые сдвиги;

– нарушения с азимутом простирания 110-130° (290-310°) образуют вторичные синтетические левые сдвиги (P -сколы).

– нарушения с азимутом простирания 80-90° (260-270°) образуют разрывы, параллельные основной зоне смещения - вторичные синтетические сдвиги (Y);

– нарушения с азимутом простирания 40-50° (220-230°) представлены трещинами растяжения (T) и нормальными сбросами;

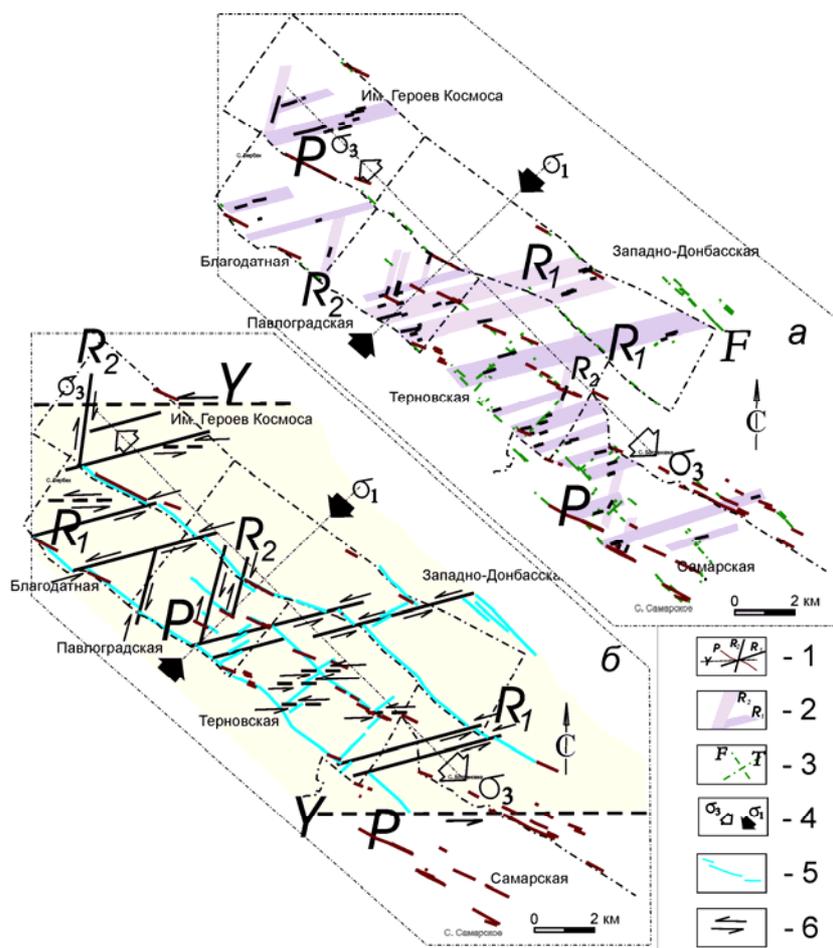


Рис. 4. Результаты интерпретации фактических данных разрывной тектонической нарушенности в пределах участка исследований и реконструкции положения тектонодинамических осей сжатия и растяжений в контуре левосдвиговой зоны широтного простирания: а) схема распределения тектонополос в пределах участка исследований, образованных синтетическими левыми (R_1) и антитетическими правыми (R_2) сдвигами Риделя, б) детализация маркеров смещения трасс разрывных нарушений в контуре сдвиговой зоны

1 – синтетические (R_1, P, Y) и антитетические (R_2) сдвиги, 2 – тектонополосы, 3 – положение трещин растяжения, нормальных сбросов (T) и осей складчатости (F), 4 – положение кинематических осей сжатия (σ_1) и растяжения (σ_3). 5 – маркеры смещения трасс разрывных нарушений по синтетическим и антитетическим сдвигам, 6 – направление движения по разрывам

– нарушения с азимутом простирания $130-140^\circ$ ($310-320^\circ$) представлены осевыми поверхностями складок поперечного сжатия (F), простирание длинных осей которых параллельно простиранию сместителей нормальных сбросов.

6. Характерный рисунок сколов Риделя, кулисное расположение которых свидетельствует о левом сдвиге (см. рис. 3, б, в, рис. 4, б), позволяет сделать вывод о наличии на участке исследования зоны левосдвиговой кинематики. Сколы R_1 ориентированы под углом $15-20^\circ$ к зоне главного смещения (Y) аз. пр. которых $80-90^\circ$ ($260-270^\circ$), следовательно разрывы сформировались в условиях формирования сдвиговой зоны широтного простирания; $\sigma_1 - 40-50^\circ$ ($220-230^\circ$) - ось сжатия; $\sigma_3 - 130-140^\circ$ ($310-320^\circ$) - ось растяжения левосдвиговой кинематики.

7. Следует отметить, преобладание синтетических сдвигов P и R_1 . Последние контрастно смещают участки нарушений, являющихся границами шахтных полей (рис 4, б) и образованных в более ранние этапы деформации. Разрывы, параллельные зоне главного смещения (Y) группируются в зоны широтного простирания, а горизонтальные подвижки вдоль сместителей проявляются в виде смещения трасс разрывных нарушений, образованных вторичными синтетическими сдвигами P (см. рис. 4, б).

8. Наиболее интенсивные перемещения по разрывам, образованным в контуре выделенной сдвиговой зоны, территориально приурочены к горным отводам шахт им. Героев Космоса, Благодатная, Павлоградская и Западно-Донбасская (см. рис. 4, а, б).

9. Сопряженные тектонополосы левых синтетических и правых антитетических сдвигов придают участкам характерные для сдвиговых зон геометрические очертания параллелограммовидных тектонических блоков (см. рис. 4, а).

10. Судя по тому, что зоны тектонических нарушений по разным пластам, т.е. на различных гипсометрических уровнях проекционно совпадают (рис. 5), тектонополосы – субвертикальны, а их формирование связано именно с разлинзовкой массива плоскостями максимальных касательных напряжений в условиях горизонтального положения главной кинематической плоскости $\sigma_1-\sigma_3$. [25].

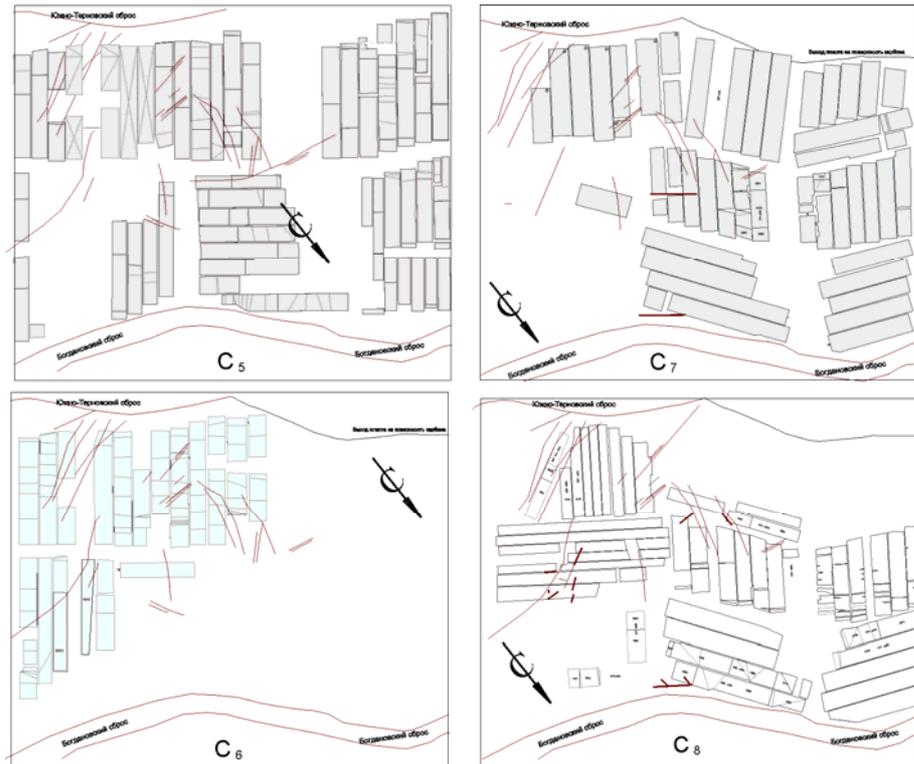


Рис. 5. Пример проекционного совпадения тектонических нарушений по разным пластам (ш. Павлоградская)

9. Сложившийся структурный рисунок трасс малоамплитудной нарушенности вполне соответствует полистадийному деформационному процессу [3], в результате которого линейные участки развития сколовой и отрывной трещиноватости постепенно трансформируются в единую сдвиговую зону смещения, а малоамплитудные нарушения ориентировок $10-20^\circ$, $70-80^\circ$, $80-90^\circ$, $290-310^\circ$ морфологически представлены сдвигами и сдвигосбросами.

10. При приближении к крупноамплитудным разрывам количество сбросов малой амплитуды значительно возрастает. При этом, разрывы малой амплитуды или среднеамплитудные нарушения представлены жилоподобными ответвлениями от основного тела разрыва. Отдельные сместители имеют прерывистый характер. Для большинства нарушений характерно наличие кулисообразного и ступенчатого расположения сместителей в пределах одной нарушенной зоны.

11. Характерная особенность малоамплитудных и средне амплитудных нарушений (1105 лаве шахты им. Героев космоса) – смена азимутов падения сместителя по простиранию, т.е. один и тот же разрыв на разных участках проявляется в виде сброса и взброса – «шарнирное» искривление сместителей.

Подтверждение о наличии вышеуказанной зоны мы находим в ступенчатом специфическом расположении меандр р. Самары (рис. 6, з) на участке горного отвода ш. Павлоградская.

Любые ослабленные зоны, например, зоны повышенной трещиноватости, подвергаются эрозии в первую очередь, на них укрепляется гидросеть, способная к перестройке в результате тектонической эволюции. Очевидно, что на участке исследований ступенчатый рисунок меандр не случаен. Меандры широтного простирания азимутально соответствуют Y-сколам, которые параллельны основной зоне смещения. Участки реки субширотного простирания наследуют антитетические сдвиги.

В то же время, в пользу подтверждения существования сдвиговой зоны, свидетельствует смещение частей локального размыва угольного пласта с₅, (ш. Павлоградская) диагонально секущего центральную часть шахтного поля (рис. 6, б, д). Направление подвижки по разрыву описывается сдвиговой кинематикой выявленной сдвиговой зоны широтного простирания. Горизонтальная амплитуда смещения до 300-320 м.

Выделенная зона контролирует простирание Терновского сброса (на восточной окраине шахтного поля) и характерные ступенчатые плановые «изгибы вдавливания» и левостороннего смещения фрагментов линии скрещения Богдановского сброса с угольными пластами (поле ш. Терновская, Павлоградская, Благодатная).

Интерпретация левосдвиговой зоны широтного простирания - результат экспериментальных исследований авторов, подтверждается данными о строении субширотного, фрагментарно широтного Михайловского разрыва, образование которого связано со значительными горизонтальными усилиями, направленными с юга (юго-запада) [19].

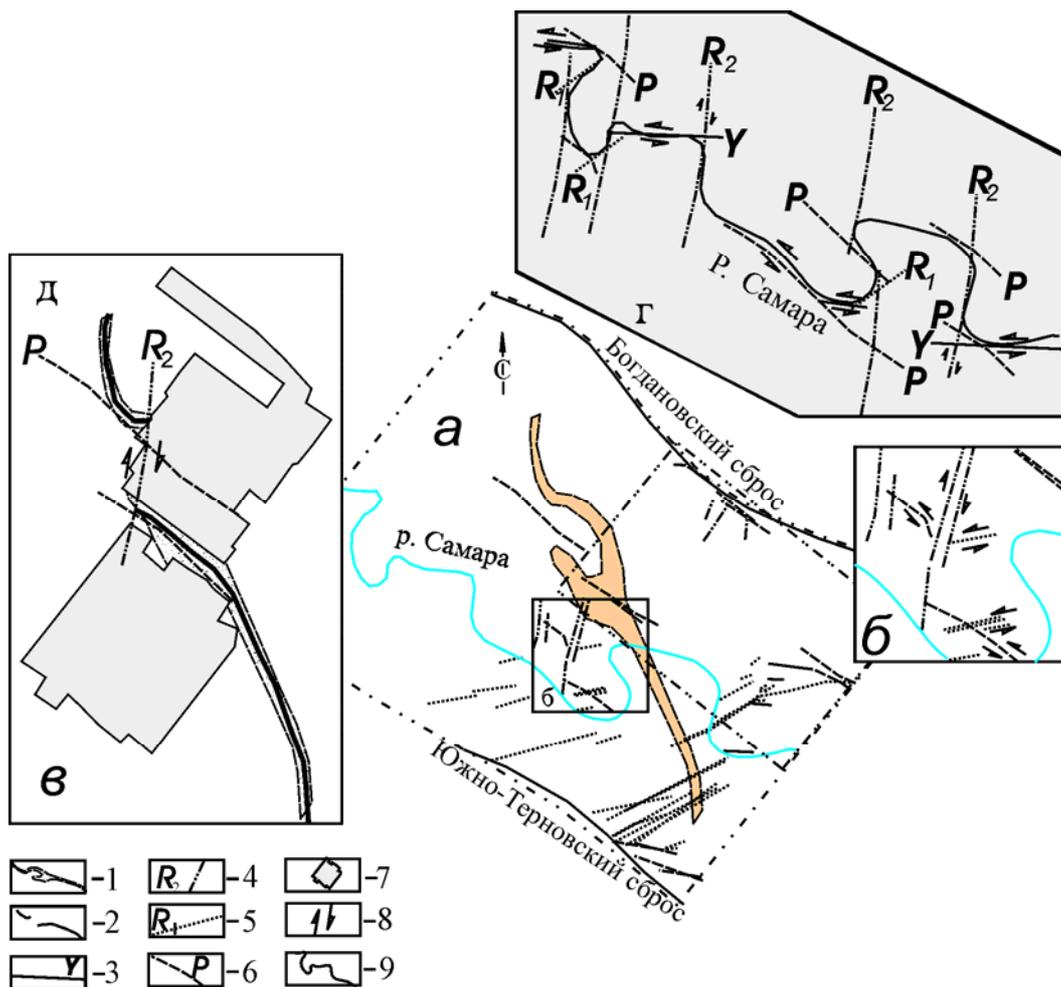


Рис. 6. Результаты пространственного распределения группы малоамплитудных разрывов и анализ их взаимоотношений: а) распределение разрывов в пределах горного отвода ш. Павлоградская б) детализация разрывов сдвиговой кинематики; в) правый антитетический сдвиг в контуре левосдвиговой зоны; г) детализация меандр р. Самары в контексте сдвиговой зоны; д) определение подвижки по разрыву по разобщенным частям размыва

1 – размыв угольного пласта по данным разведочных работ; 2 – размыв угольного пласта по данным добычных работ; 3 – сдвиги параллельные основной зоне смещения; 4 – антитетические сдвиги; 5 – синтетические сдвиги; 6 – вторичные синтетические сдвиги; 7 – контур горных работ; 8 – направление движения по разрыву; 9 — русло р. Самара

Выводы. Впервые установлено, что специфичный рисунок дизъюнктивов и их взаимоотношения на площади северной периферии и в центральной части Самарского горста (Западный геолого-промышленный район), свидетельствует о наличии на участке исследования зоны левосдвиговой кинематики широтного простирания (Y), азимутальная ориентировка которой соответствует $80-90^\circ$ ($260-270^\circ$), сформированной под воздействием сжимающих и растягивающих напряжений: $\sigma_1 - 40-50^\circ$ ($220-230^\circ$) - ось сжатия; $\sigma_3 - 130-140^\circ$ ($310-320^\circ$) - ось растяжения. Разрывы с азимутом простирания $70-80^\circ$ ($250-260^\circ$) и $10-20^\circ$ ($190-200^\circ$) – образуют сопряженные сколы Риделя R_1 (синтетические левые сдвиги) и R_2 (антитетические правые сдвиги). Вторичные синтетические сдвиги представлены ориентировками P -сколов с аз. пр. $110-130^\circ$ ($290-310^\circ$). Разрывы ориентировок $10-20^\circ$ и $70-80^\circ$ группируются в системы тектонополос, образованных сопряженными сколами с углом сопряжения $2\theta = 60-70^\circ$ (наиболее встречающееся значение 62°). Элементы дренажных речных систем, весьма чувствительные к горизонтальным тектоническим движениям, повторяют ориентировку тектонических нарушений различной кинематики смещения независимо от их амплитуд. В нашем случае выраженный гидрографический контроль свидетельствует о том, что выявленные сдвиговые зоны имеют долгоживущий характер и оказывают существенное влияние на современный рельеф.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Привалов В. А. Закономерности распространения и эволюции тектонической нарушенности в Донецко-Макеевском районе Донбасса // Изв. высш. уч. зав.: Геология и разведка. - 1990.- № 3.- С. 46-55.
2. Дьяченко Н. А., Привалов В. А. Структуры Риделя в сдвиговой тектонике Донецкого и Львовско-Волынского каменноугольных бассейнов // Геология і геохімія горючих копалин, № 4. – 2008. – С. 21-36

3. Riedel, W. Zur Mechanik Geologischer Brucherscheinungen. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paleontologie B, 1929.- P. 354–368.
4. Tchalenko, J. S., Similarities between shear-zones of different magnitudes. Geological Society of America Bulletin 81, 1970. – P. 1625–1640.
5. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. М.: Недра. – 1981. – 245 с.
6. Привалов В. О. Тектонотермальна еволюція Донецького басейну Автореф. дис. доктор. геол. наук. - Дніпропетровськ: НГУ. - 2005. – 35 с.
7. Дьяченко Н. А., Киселев Н. Н., Панова Е. А., Привалов В. А. Тектоническая делимость и современные деформационные процессы на субширотном участке Французского недрвига / Зб. Проблеми гірського тиску”, Донецьк: Вид. ДонНТУ, 2004. С. 26-42.
8. Дьяченко Н. А., Дуброва Н. А. Блочная делимость и современные геодинамические процессы в Донецко-Макеевском районе Донбасса / Сб. научных трудов Национального горного университета,- Днепропетровск: НГУ, - 2005,- № 23.- С. 110-120.
9. Михалев А. К. О горизонтальной составляющей амплитуды Каменского надвига в Донбассе // Геол. журн. – 1988. – № 1. – С. 127-129.
10. Куш О. А. Разрывная тектоника и прогноз нарушенности юго-западного Донбасса. Автореф. дис.. канд. геол.–мин. наук. – Днепропетровск, 1987. – 16 с.
11. Привалов В. А. Тектоническая природа зон выбросоопасности в Донбассе // Уголь Украины. – 2008. - № 3. – С. 33 - 37.
12. Привалов В. А. Закономерности развития малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов и ее прогнозирование (на примере Донецко-Макеевского района Донбасса). Автореф. дис. канд. геол. - мин. наук. - Ленинград: ВСЕГЕИ. - 1987. - 23 с.
13. Привалов В. А. О прогнозе тектоногазодинамической обстановки угольного пласта. // Изв. высш. уч. зав.: Геология и разведка.- 1985. - № 11.- С. 49-55.

14. Бурлуцький М. С., Павлов І. О. Особенности мелкоамплитудной тектоники Донецко-Макеевского района. // Уголь Украины. – 2004. - № 1. – С.43-46.
15. 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.: Изд. АН СССР, 1962. – С. 250-264.
16. Корчемагин В. А., Емец В. С. Поля напряжений и структуры тектонических трещин Донбасса // Докл. АН СССР. – 1986. – № 5. – С. 1191–1194.
17. Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины/ Радзивилл А. Я., Иванова А. В., Майданович И. А. и др.; Отв. Ред.. Шпак П. Ф. – К.: Наук. думка, 1990. – 220 с.
18. Гаркаленко И. А. О глубинных разломах юга и юго-востока Украины. / геологический журнал, т. 30, вып.. 3. – 1970. – С. 3-14.
19. Лукинов В. В., Пимоненко Л. И. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса. К.: Наукова думка. – 2008. – 351с.
20. Приходченко В. Ф., Приходченко С. Ю. Особливості малоамплітудної порушеності вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського району Донбасу // Наук. вісник НГАУ. – 2000. – № 4. – С. 4-5.
21. Дослідження тектоніки шахтних полів геофізичними методами. Звіт про НДР (закл.). Фонди УкрНДМІ інв. № 2088; Донецьк, 2002.-140 с., Державний інформаційний геологічний фонд “Геоінформ України” № 58773.
22. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР / Под. ред.. И. А. Кузнецова, В. В. Лапушина, М. Л. Левенштейна и др. – М.: Гос. научн.-тех. изд-во лит. по геологии и охране недр. – 1963. – Т. 1. – 1209 с.
23. Гавриш В. Н. Глубинные разломы, геотектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенов. К.: Наук. думка. – 1974. – 159 с.
24. Дьяченко Н. А., Панова Е. А. Привалов В. А. Анализ тектонической нарушенности во Львовско-Волынском бассейне с

использованием геоинформационных технологий // Геоінформатика, № 4. – 2007. – С 62-68.

25. Дьяченко Н. А., Привалов В. А. Влияние сдвиговой тектоники на формирование рельефа земной поверхности шахты «Павлоградская» при подработке / Уголь Украины, № 11.- 2006.- С. 36-39.