На правах рукописи

Трощенко Виктор Владимирович

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МАЛОАМПЛИТУДНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Специальность: 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

18 МАР 2010

Ростов-на-Дону -2010

Диссертация выполнена в Учреждении Российской академии наук - Южном научном центре (ЮНЦ РАН)

Научные руководители:	доктор геол.-мин. наук *Н.Н. Погребнов* доктор геол.-мин. наук *С.Г. Парада*, (ЮНЦ РАН), г. Ростов-на-Дону
Официальные оппоненты:	доктор геол.-мин. наук, профессор *А.А. Тимофеев* (ЮФУ), г.Ростов-на-Дону кандидат геол.-мин. наук *В.Г. Коломенская* (ЮГНЕДРА), г. Ростов-на-Дону
Ведущая организация:	Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск

Защита состоится «08» апреля 2010г. в 14^{00} часов на заседании диссертационного совета Д 212.208.15 при Южном федеральном университете по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, геолого-географический факультет, ауд. 201.

Факс: (863) 222-57-01. E-mail: dek_geo@rsu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в ЗНБ Южного федерального университета по адресу: 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 148.

Автореферат разослан «4» марта 2010г.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью, просим направлять по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 40, к. 110, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.208.15.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.208.15
канд. геол.-мин. наук, доцент В.Г. Рылов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Прогнозируемое на ближайшие десятилетия снижение мировой добычи нефти и природного газа приводит к повышению роли угля в энергетическом балансе и, как следствие, к возрастанию потребности промышленности в его детально изученных и подготовленных к эксплуатации запасах. Закономерен в этой связи интерес инвесторов к Восточному Донбассу как поставщику высококачественных антрацитов для удовлетворения текущих и потенциальных энергетических потребностей России и на экспорт.

При выборе объектов эксплуатации необходимо получение информации об условиях залегания угольных залежей, их разрывной и складчатой нарушенности. Несвоевременный учет этого фактора, особенно – выявляемой обычно с запозданием – разрывной тектонической нарушенности малой амплитуды, приводит к снижению эффективности эксплуатации, потере запасов, а иногда и к закрытию шахт.

Проблема повышения полноты и достоверности выявления малоамплитудной разрывной тектонической нарушенности сохраняет свою актуальность не только на стадии разведки, но и в процессе эксплуатации. Реально достигнутая разрешающая способность традиционных технических средств выявления разрывных нарушений составляет 5-10 и более метров по их вертикальной амплитуде, что совершенно недостаточно для обеспечения потребностей организации современной угледобычи. Научное обоснование решения вопроса развито всё ещё недостаточно.

В то же время, по общему мнению, имеются значительные резервы для решения этой задачи на основе выявления и использования закономерностей проявлений и взаимосвязи элементов малоамплитудной тектоники. Этому вопросу только в последней четверти минувшего столетия посвящены исследования В.А. Букринского, И.Н.Власова, В.Е. Забигайло, И.А. Очеретенко, В.В. Попова, В.Ф. Твердохлебова, В.В.Трощенко и многих других. Этими учёными и их многочисленными последователями выявлен ряд закономерностей генезиса и распространения малоамлитудных разрывных тектонических нарушений и характера их влияния на условия эксплуатации, разработаны технологии их разведки и прогнозирования. Однако степень решенности вопроса остается неудовлетворительной.

Настоящая диссертационная работа посвящена усовершенствованию имеющейся научно-методической базы решения проблемы на основе обобщения информации о закономерностях проявления и влиянии малоамплитудной разрывной тектонической нарушенности на условия разработки угольных пластов с использованием массива данных, накопленных в регионе Донбасса и, в частности, восточной его части, по состоянию на 2008 г.

Помимо решения чисто прикладных задач, расшифровка условий проявления малоамплитудной тектоники Восточного Донбасса будет способствовать выявлению фундаментальных аспектов геологии, в частности, других угольных месторождений, где эти вопросы стоят столь же остро.

Цель работы – анализ формы, пространственных взаимоотношений элементов структуры, кинематики и динамики их образования, выявление закономерностей проявления малоамплитудной тектонической нарушенности и её влияния на локализацию благоприятных и неблагоприятных для эксплуатации участков угольных пластов, совершенствование методов изучения и моделирования тектонической структуры угольных месторождений в процессе их разведки и освоения.

Задачи исследований:

1. Сбор, анализ, обобщение данных и представлений о тектонической структуре бассейна и влиянии малоамплитудной тектонической нарушенности на эффективность горных работ.

2. Совершенствование методов получения первичной информации о залегании горных пород и их разрывной нарушенности, её обработки и интерпретации.

3. Уточнение общих особенностей тектонического строения Восточного Донбасса, установление взаимоотношений между тектоникой кристаллического фундамента, палеозойского структурного этажа и мезозой-кайнозойского чехла.

4. Выявление генетических связей между пликативными и дизъюнктивными дислокациями угленосной толщи Восточного Донбасса.

5. Определение влияния малоамплитудной тектонической нарушенности на степень благоприятности для эксплуатации участков угольных залежей.

6. Разработка практических рекомендаций по выявлению и прогнозированию малоамплитудных нарушений и общей нарушенности в процессе разведки и освоения угольных месторождений.

Фактический материал и методика исследований. Исходный материал для диссертационной работы собран автором за период работы в отделе геологии, нефтегазовых и водных ресурсов Южного научного центра РАН в 2004-2008 гг. Использованы также результаты натурных исследований тектоники Донецкого и других угольных бассейнов, проводившихся с участием автора в ДонбассНИЛ-ВНИГРИуголь. Использована геолого-маркшейдерская документация по 24 шахтам Донбасса. По 13 шахтам Восточного Донбасса проведена при непосредственном участии автора геологическая документация горных выработок и керна скважин.

Методы исследований включают сбор натурных данных в полевых и шахтных условиях. Для решения поставленных задач использованы специально разработанные методики геолого-структурных наблюдений и интерпретации их результатов. К ним, в первую очередь, относится методика структурно-тектонического анализа горизонтальных срезов складчато-разрывной структуры на двух гипсометрических уровнях (– 200 и – 800 м) с использованием подземного крупномасштабного геокартирования, а также дистанционных методов исследований. Также разработаны методы определения истинных элементов залегания слоёв по измеренным в керне скважин и восстановления истинной ориентации трещин по данным измерений в керне.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- уточнены особенности тектонических структур Восточного Донбасса и сценарии их формирования на микро-, мезо- и макроуровне.
- выявлено типологическое сходство пространственной конфигурации сместителей разрывных нарушений различных видов в причинной связи с их генезисом.
- развиты научные основы методов изучения и прогнозирования тектонической нарушенности угленосных массивов и выбора схемы разработки в условиях дефицита информации о структуре угольных залежей и вмещающего массива.

Практическая значимость. Разработан и усовершенствован комплекс методов выявления, изучения и прогнозирования в ходе геологоразведочного процесса малоамплитудной тектонической нарушенности угольных месторождений и ее влияния на технологию разведки и эффективность эксплуатации угольных залежей.

Разработаны методические рекомендации по изучению тектонической нарушенности и кернометрии в углеразведочных скважинах, а также защищённые авторскими свидетельствами «Способ дефектоскопии горных пород» и «Способ оконтуривания приповерхностных подземных неоднородностей».

Основные выводы и положения диссертации внедрены в производство и использованы в ходе поисково-оценочных и разведочных работ на угольных месторождениях, при проектировании, строительстве и обеспечении функционирования угледобывающих предприятий. Методические рекомендации по изучению тектонической нарушенности и кернометрии в углеразведочных скважинах использованы в ходе разведочных работ на уголь. Результаты исследований могут использоваться при выборе наиболее перспективных объектов и планировании поисково-оценочных и разведочных работ на угольных месторождениях.

Основные защищаемые положения.

1. **Разработан и апробирован для стадии разведки комплекс методов прогнозирования, выявления и количественной оценки малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов Восточного Донбасса, включающий оригинальные способы получения первичной геологической информации и её обработки.**

2. **Установленный характер малоамплитудной тектонической нарушенности горно-породного массива определяет вещественно-структурные особенности шахтных полей, технологию вскрытия и условия отработки угольных пластов Восточного Донбасса.**

3. **Показано, что наиболее сложнодислоцированные участки шахтных полей приурочены к зонам кулисообразной складчатости, сформированным под воздействием горизонтальных смещений по разломам кристаллического фундамента.**

4. **Предложены критерии количественной оценки сложности горно-геологических условий отработки шахтных полей Восточного Донбасса по фактору малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов.**

Апробация работы. Результаты и основные положения работы регулярно докладывались на III, VII, VIII, X, XI Всесоюзных и Всероссийских угольных совещаниях (1976-2005), V Международной научной конференции «Проблемы геологии, геоэкологии и минерагении Юга России и Кавказа» (2006), Международной конференции «Проблемы геологии и освоения недр юга России» (2006), «Геодинамические и генетические модели рудных месторождений» (2007), региональном научно-практическом семинаре «Перспективные технологии добычи и использования углей Донбасса» (2009), VII Международной научно-практической конференции «Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования» (2009), VIII Международной научно-практической конференции «Международные и отечественные технологии освоения природных минеральных ресурсов и глобальной энергии» (2009) и других научных форумах.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 36 научных работ, в том числе 8 статей в реферируемых журналах из перечня ВАК и 2 монографии, 2 изобретения защищены авторскими свидетельствами.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и заключения, изложена на 160 страницах, включает 39 рисунков и список литературы из 126 наименований.

В **первой главе** изложены современные взгляды на положение Донецкого бассейна в общей геологической структуре и краткие сведения об его геологическом строении, обоснована принятая схема тектонического районирования бассейна.

Во **второй главе** кратко описаны методы изучения и моделирования тектоники угольных месторождений Донбасса, дающие возможность наиболее полно использовать получаемую в процессе разведки информацию для выявления и прогнозирования типа и количества малоамплитудных тектонических нарушений.

Третья глава посвящена морфогенетическому анализу тектонической нарушенности шахтных полей Донбасса, на основании которого дано определение малоамплитудной нарушенности и разработана классификация малоамплитудных разрывов и складок по форме и генезису с указанием их характерных признаков.

Четвёртая глава демонстрирует общий порядок действий по прогнозированию структуры шахтных полей на основе анализа материалов геологоразведочных работ с оценкой влияния различных форм малоамплитудной тектонической нарушенности угольных месторождений на горно-геологические условия отработки запасов угля.

Благодарности. Автор искренне признателен своим учителям и наставникам д.г.-м.н. Н.И. Погребнову, к.г.-м.н. И.А. Очеретенко, д.г.-м.н. Б.В. Смирнову, д.г.-м.н. Н.Н. Погребнову, а также своему научному руководителю д.г.-м.н. С.Г. Параде за внимание, помощь и ценные замечания.

Ценные советы, рекомендации и практическая помощь в решении ряда вопросов со стороны сотрудников ВНИГРИуголь Т.В. Будариной, С.С. Леонова, ЮНЦ РАН к.г.-м.н. А.В. Мохова также были добрым подспорьем в процессе работы над диссертацией.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

Первое защищаемое положение **Разработан и апробирован для стадии разведки комплекс методов прогнозирования, выявления и количественной оценки малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов Восточного Донбасса, включающий оригинальные способы получения первичной геологической информации и её обработки.** На разведочной стадии в комплекс включены методы аналогии, максимальное использование структурно-*геологической информации по данным буровых скважин и дешифрирования* материалов дистанционных съёмок Земли, на стадии эксплуатационной разведки – методы анализа морфологии сместителей разрывных нарушений, их кинематики и геодинамической обстановки формирования.

При возобновлении интереса промышленности к углю как энергетическому и технологическому сырью, в условиях Восточного Донбасса фактор тектонической нарушенности может приобретать существенное влияние на выбор перспективных объектов *для разведки и эксплуатации* в Белокалитвенском и Тацинском геологопромышленных районах, где имеются прогнозные ресурсы каменных энергетических и коксующихся углей, условия залегания которых можно считать относительно сложными – здесь развита мелкая складчатость, характеризующаяся значительным диапазоном колебания углов падения пластов и высокой вероятностью наличия малоамплитудных разрывных нарушений.

В Сулино-Садкинском и Задонском районах, где находятся основные прогнозные ресурсы и подтверждённые запасы антрацитов, ожидаемые условия залегания можно считать спокойными в отношении тектонической нарушенности. Такие же спокойные условия залегания ожидаются и в Миллеровском угленосном районе, где пласты низкометаморфизованных каменных и переходных к бурым углей залегают почти горизонтально. В этих районах определяющими факторами при выборе участков будут глубины залегания пластов, качественные показатели углей, мощность и состав перекрывающих продуктивную толщу комплексов, гидрогеологические, экологические и другие условия.

Предложенные И.А. Очеретенко способы определения истинных элементов залегания слоёв пород и тектонических трещин по замерам в неориентированном керне вертикальных и наклонных скважин были доведены до практического применения, для чего применён аппарат стереографических проекций и сферической тригонометрии (Очеретенко, Трощенко, 1971, 1974, 1978). Учитывая, что керн трещиноватых пород часто оказывается настолько непрочным, что рассы-

пается на отдельные куски вскоре после извлечения из колонковой трубы, был разработан также способ газовой дефектоскопии (Трощенко, 1986), позволивший фиксировать ориентировку слоистости и трещин сразу же после подъёма керна и затем измерять необходимые угловые и линейные величины по его газовому автографу.

В процессе разведки часть малоамплитудных тектонических нарушений оказываются невыявленными, даже будучи пересечёнными скважинами, по причине недостаточно выраженных признаков нарушения или неполного выхода керна, другие же – за счёт того, что редкая сеть скважин не обеспечивает пересечение каждого нарушения хотя бы одной скважиной, а также из-за низкой (± 5 и более м) точности определения высотных отметок пластов по скважинам. Восполнить, хотя бы частично, дефицит информации о тектонической нарушенности разведываемых участков призваны созданный при непосредственном участии автора метод тектонического статистического анализа мощностей межпластовых интервалов и разработанный самостоятельно вероятностный метод определения фактической степени нарушенности участка по отдельным выявленным разведкой нарушениям.

Известно, что нормальные мощности стратиграфических интервалов угленосных толщ, например, междупластовые расстояния, изменяются по площади чаще всего достаточно плавно и постепенно, резкие изменения этой величины свидетельствуют о присутствии разрывных нарушений, пост- или конседиментационных, либо о наличии в разрезе литологических неоднородностей, обусловливающих изменение мощности за счёт неодинаковой способности пород к уплотнению. На этом принципе основывается методика выявления таких нарушений при помощи статистического анализа значений нормальной мощности межпластовых интервалов, полученных по сети разведочных скважин. Точность определения мощности слоёв и их групп по скважинам значительно выше точности определения высотных отметок.

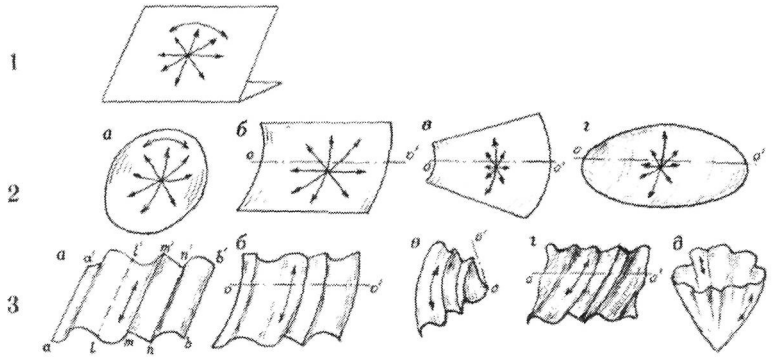
Проверка методики моделирования на реальных шахтных полях показала её способность выявлять конседиментационные и постседиментационные малоамплитудные разрывные нарушения.

Если морфология и размеры выявленных разрывов установлены, появляется возможность прогнозировать предполагаемое количество аналогичных нарушений на объекте разведки, для чего предложен вероятностный метод.

Необходимость определения направления относительного перемещения крыльев разрывного смещения возникает в процессе анализа тектонического строения угольных бассейнов и месторождений и истории их геологического развития, а также в случаях решения сугубо практических задач, например, отыскания смещенного крыла угольного пласта в угольных шахтах. Помимо известных стратиграфических и тектонофизических способов восстановления кинематики разрывов, существенную помощь в решении таких задач может оказать геометрический анализ поверхностей их сместителей (рисунок 1).

Таким образом, предложенный автором метод геометрического анализа морфологии сместителей разрывных нарушений (Трощенко, 1977) предназначен

для наиболее полного восстановления генетического типа разрывов, встреченных горными выработками шахт. В качестве инструмента для моделирования поверхностей сместителей применены стереографические проекции.



1 – плоские поверхности; 2 – простые криволинейные поверхности (*а* – сферические, *б* – цилиндрические, *в* – конические, *г* – эллипсоидальные, тороидальные, параболоидальные и т.п., *о – о'* – ось вращения); 3 – сложные криволинейные поверхности (*а* – линейчатые или псевдоцилиндрические, *б*, *в* – сложные поверхности вращения, *г* – винтовые, *д* – коноидальные)

Рисунок 1 — Поверхности сместителей разрывных смещений и возможные направления относительного перемещения их крыльев с учетом некоторой пластической деформации пород (показаны стрелками)

Восстановление вектора смещения крыльев разрывов, встреченных горными выработками шахт, позволяет прогнозировать изменения параметров смещения по простиранию и падению сместителя на стадии эксплуатационной разведки.

Второе защищаемое положение. **Установленный характер малоамплитудной тектонической нарушенности горно-породного массива определяет вещественно-структурные особенности шахтных полей, технологию вскрытия и условия отработки угольных пластов Восточного Донбасса.**

В общем структурном плане Донецкого бассейна выделяется ряд нередко выраженных структурных зон, где рисунок складчатости осадочного чехла отражает сдвиговые смещения по разломам фундамента – зоны кулисообразной складчатости. Наиболее известная из таких зон прослеживается в ядре Горловской антиклинали (северо-западного замыкания Главной антиклинали Донбасса), где кулисообразно расположенные небольшие брахиантиклинали или «купола» демонстрируют типичную картину эшелонированной складчатости над разломом с правосторонним сдвиговым смещением крыльев (Осевой разлом). Сама Горловская антиклиналь вместе с расположенной северо-западнее Дружковско-Константиновской антиклиналью также образуют кулисовидный ряд,

демонстрирующий изменение направления того же Осевого разлома. На границе Каменско-Гундоровского и Гуково-Зверевского районов прослеживается Лиховская зона кулисообразных складок, выделенная впервые Н.М. Максимовым (1974) и, по всей видимости, приуроченная к ещё одному субширотному разлому с правосторонним сдвиговым смещением крыльев. Эта зона прослеживается и далее на северо-запад, образуя протяженную структуру, названную И.А. Очеретенко Северной линейной антиклинальной зоной. Каскад субмеридиональных флексур Донецко-Макеевского района свидетельствует о смещении Зуевского купола в западном направлении по отношению к структурам, расположенным севернее, что подтверждает наличие правостороннего смещения по Осевому разлому. Кроме того, предполагается наличие значительной правосдвиговой составляющей смещения по некоторым субширотным надвигам северной окраины Донбасса. В общем, можно констатировать, что складчато-разрывная структура Донбасса несёт следы не только общего сжатия в субмеридиональном направлении, но также и общего правостороннего сдвига.

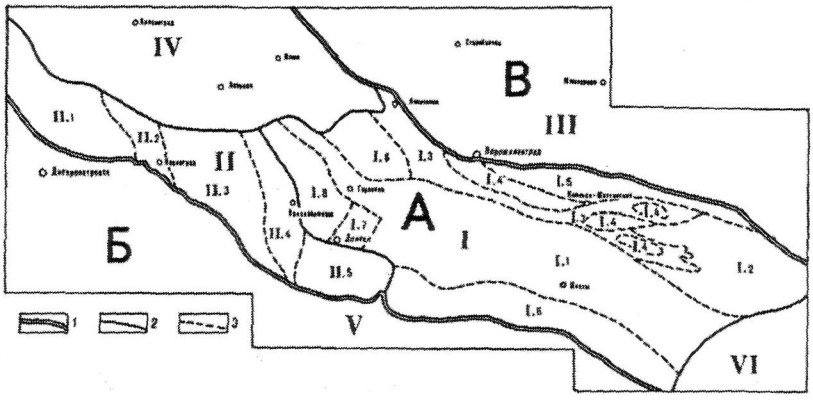
В структурно-геологическом отношении Донбасс представляет собой сложно построенную складчатую систему, где фиксируются зоны крупных линейных складок, мелкой складчатости, а западное замыкание носит характер относительно изометричных впадин, расположенных по обеим сторонам от Главной антиклинали, занимающей осевое положение в складчатой структуре бассейна, и носящих наименование Бахмутской (северная) и Кальмиус-Торецкой (южная) котловин.

В основу тектонического районирования Донецкого бассейна положено строение складчато-разрывных дислокаций основного, герцинского структурного этажа. Здесь были выделены следующие структурные зоны, различающиеся по морфологии и размерам складок (рисунок 2):

1. Центральная зона крупных линейных складок;
2. Восточная зона полной складчатости;
3. Северная линейная антиклинальная зона;
4. Обособленные брахисинклинали;
5. Северная межнадвиговая зона;
6. Южный грабен;
7. Зона поперечных флексур;
8. Западные стабильные депрессии.

В Восточном Донбассе присутствуют все перечисленные структурные зоны, за исключением двух последних.

Тектоническая структура допалеозойского фундамента определила общую локализацию Доно-Днепровского прогиба и Донецкого складчатого сооружения, однако разломная тектоника фундамента на большей частит территории бассейна не находит прямого отражения в структурах карбона. Твёрдо установленные конседиментационные тектонические структуры имеют ограниченное распространение только в юго-западных районах; на остальной территории бассейна складчатость и разрывы носят явно выраженный постседиментационный характер.



Тектонические структуры первого порядка (геотектонические элементы): А – Доно-Днепровский позднепалеозойский прогиб, Б – Украинский щит, В – Воронежская антеклиза. Тектонические структуры второго порядка (тектонические районы): I – Донецкое складчатое сооружение, II – Южно-Донбасская складчато-блоковая моноклиналь, III – Старобельско-Миллеровская моноклиналь, IV – Днепровско-Донецкая впадина, V – Приазовский массив, VI – Западно-Калмыцкое поднятие. Тектонические структуры третьего порядка (тектонические зоны): I.1 – Центральная зона крупных линейных складок, I.2 – Восточная зона мелких линейных складок, I.3 – Северная линейная антиклинальная зона, I.4 – обособленные брахисинклинали (Луганско-Краснодонская, Белокалитвенская, Краснодонецкая, Жирновская), I.5 – Северная межнадвиговая зона пологих складок, I.6 – Южный грабен, I.7 – Зона поперечных флексур (Ветковская, Чайкинская, Калиновская, Ясиновская), I.8 – Западные стабильные депрессии (Кальмиус-Торецкая и Бахмутская котловины), II.1 – Приднепровский структурный блок, II.2 – Павлоградская мелкоблоковая зона, II.3 – Самарская моноклиналь, II.4 – Красноармейская надразломная структура, II.5 – Волчанско-Кальмиусская складчато-блоковая зона. Границы: 1 – геотектонических элементов, 2 – тектонических районов, 3 – тектонических зон

Рисунок 2 — Схема тектонического районирования Донбасса, по И.А. Очеретенко и др. (Структурная геология Донецкого бассейна, 1985)

Тектоника мезозойских осадочных образований частично наследует структурный план карбона, однако интенсивность складчатых дислокаций и амплитуды разрывов здесь значительно ниже. И, наконец, кайнозойские осадки, включая четвертичные, подверглись только слабым дислокациям платформенного типа.

Угольные пласты Донбасса относятся к категории тонких и весьма тонких, что предопределяет значительную зависимость условий эксплуатации от малоамплитудной тектонической нарушенности. В пределах Восточного Донбасса 21 угольный пласт характеризуется колебаниями мощности в пределах 0,6 – 1,0 м и только 9 пластов достигают мощности свыше 1 м; максимальная мощность пластов – 1,9 м. Бóльшая часть территории Восточного Донбасса относится к районам распространения антрацитов, и только на севере, в Каменско-Гундоровском, Белокалитвенском и Тацинском угленосных районах, а также за пределами складчатого Донбасса, в Миллеровском районе распространены угли более низких групп метаморфизма.

Одним из важнейших факторов, определяющих промышленную ценность объекта разведки, наряду с величиной запасов, мощностью угольных пластов, качеством угля и т.п. является тектоническое строение угольных месторождений. При этом следует отметить, что повышение уровня механизации угледобычи приводит к ужесточению требований угольной промышленности к тектоническому строению шахтных полей. Частые переходы даже небольших разрывных нарушений приводят к повышению аварийности оборудования, потерям добычи, потерям угля в брошенных целиках, росту таких отрицательных показателей, как себестоимость угля, его зольность, метраж подготовительных выработок на 1000 т добычи, к снижению производительности труда, ухудшению условий безопасности труда, а для особо тонких и крутопадающих пластов механизированные комплексы вообще не разработаны. Разрывные нарушения, помимо всего прочего, часто являются каналами поступления в горные выработки повышенных притоков и прорывов воды, суфлярных выделений газа и т.п. Особенно неблагоприятные последствия сопровождают неожиданную встречу разрыва очистным забоем, когда отсутствует возможность заблаговременной подготовки новой лавы и вспомогательных выработок для перевода механизмов в новый забой, в связи с чем повышаются требования к изученности тектонической нарушенности шахтных полей на макро-, мезо-, и микроуровне.

Необходимо заметить, что морфология малоамплитудных разрывов и их вещественные характеристики во многом определяются литологическим составом и степенью литификации углевмещающей толщи. Так, угли средних марок обычно имеют более низкие прочностные характеристики, чем вмещающие породы, в то время как антрациты по сопротивлению деформации приближаются к боковым породам, а на самых низких стадиях углефикации (марки Д-Г и ДБ) вмещающие породы порой оказываются менее прочными, чем уголь. Это определяет различия в морфологии образующихся малоамплитудных нарушений, особенно внутрипластовых, которые отличаются наибольшим разнообразием форм именно на участках с углями средних марок (межслоевое проскальзывание при складкообразовании концентрируется в пластах или даже отдельных пачках углей, выполняющих роль своеобразной «смазки». Особо следует отметить такой тип нарушений как расштыбование (горный термин, означающий тонкую дезинтеграцию углей). Для углей средних марок зоны расштыбования представляют опасность в связи с приуроченностью внезапных выбросов угля и газа, но

иногда играют и положительную роль, облегчая процессы очистной выемки, для антрацитов же штыбы представляют наименее ценную фракцию, не находившую сбыта до второй половины 20 века.

В трещинах сместителей разрывов скалывания обнаруживается присутствие минеральных новообразований – хлорита, мусковита, иногда каолинита, которые можно считать стресс-минералами, продуктов дислокационного метаморфизма – глинок трения, милонитов, катаклазитов, особых форм шестоватого кальцита, в антрацитовых районах – кварца. Для трещин сместителей разрывов отрыва характерно жильное заполнение или инкрустация стенок кальцитом, сидеритом, анкеритом, арагонитом, в антрацитовых районах – обычно кварцем, иногда с примесью сульфидов. Вообще же рудная минерализация для Донбасса мало актуальна. Можно назвать ртутно-сурьмяное рудное поле Никитовки, незначительные полиметаллические проявления Нагольного кряжа, золоторудное Керчикское месторождение.

Соответственно разрывы скалывания обычно служат экранами для подземных вод, газов и других флюидов, а разрывы отрыва являются каналами, связывающими водоносные и газоносные коллекторы между собой и с выработанным пространством.

Внутрипластовые тектонические нарушения почти всегда оказывают отрицательное влияние на эффективность угледобычи. Они приводят к формированию «ложной кровли», вывалам кровли, сопровождаются расштыбованием угля, что является отрицательной качественной характеристикой, особенно для антрацитов, изменениями мощности пласта, также осложняющими ведение очистных работ, способствуют флюидизации раздробленного угля, приводящей к внезапным выбросам угля и газа.

Пликативная нарушенность угольных пластов оказывает меньшее влияние на добычу угля. Резкие изменения угла падения пласта отрицательно сказываются на условиях работы забойных конвейеров и механизированной крепи. Иногда пликативные осложнения влияют и на обводнённость очистных забоев.

Существенное значение имеет также ориентировка и густота трещин отдельности угля и пород кровли («кливажа»).

Кроме того, влияние тектоники сказывается не только прямым образом. Существуют глубокие связи угленосности отложений, газоносности, водообильности пород и углей, их метаморфизма с тектоническими структурами.

Следует ожидать, что появление в будущем новых технических средств добычи угля, в том числе безлюдной выемки и геотехнологий приведёт к необходимости переоценки степени влияния малоамплитудной тектоники на эффективность этих средств.

Малоамплитудная тектоническая нарушенность является осложняющим фактором также и при разведке угольных месторождений. Будучи встречены скважинами при бурении, малоамплитудные разрывы и складки не только вызывают такие осложнения, как потеря промывочной жидкости, заклинивание бурового снаряда, снижение выхода керна и аварийность, но и вынуждают изменять

методику разведки, затрачивать дополнительные средства на детализационные работы.

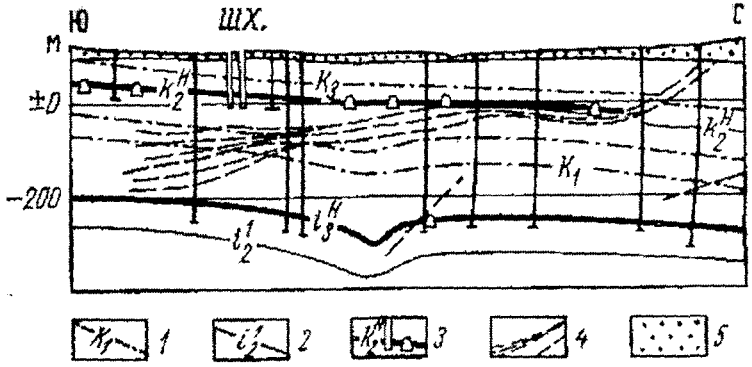
Третье защищаемое положение. **Показано, что наиболее сложнодислоцированные участки шахтных полей приурочены к зонам кулисообразной складчатости, сформированным под воздействием горизонтальных смещений по разломам кристаллического фундамента.**

Согласно установившейся традиции в разведке, все складки и разрывные смещения Донбасса целесообразно разделить по размерам на три количественные группы: крупно-, малоамплитудные, и внутрипластовые. В настоящей работе предметом рассмотрения являются две последние группы. Под общим названием «малоамплитудные пликативные и дизъюнктивные дислокации» принято объединять местные элементарные структурные формы, представляющие дисгармоничную дислокацию угленосной толщи под действием местных тектонических напряжений, возникающих в деформируемой слоистой толще в процессе формирования более крупных элементов тектоники.

Морфогенетическая классификация малоамплитудных тектонических нарушений слоистых угленосных толщ произведена на основе анализа геометрических форм малоамплитудных тектонических нарушений, их пространственной ориентировки относительно основных складчатых и разрывных структур, для чего был привлечен весь доступный фактический материал, накопленный службой шахтной геологии Донбасса, а также собственные структурные наблюдения в горных выработках действующих шахт и поверхностных обнажениях.

Складчатое сооружение Донбасса осложнено большим количеством разрывных нарушений. Среди последних выделяется класс надвигов (местное название) – наиболее значительных по амплитуде и протяжённости разрывов взбросового типа, основное количество которых развито в северной части бассейна, в том числе надвиги, разграничивающие собственно Донецкое складчатое сооружение и нескладчатый платформенный склон – Старобельско-Миллеровскую моноклиналь. Считалось, что надвиги имеют ту же природу, что и разломы кристаллического фундамента, являясь их продолжением в осадочной толще. В процессе изучения тектоники бассейна были проведены специальные исследования, имевшие целью установление действительной природы этих разрывов. Во всех случаях было выявлено выполаживание сместителей надвигов на глубину, иногда на очень небольших глубинах (рисунок 3), с одновременным убыванием их стратиграфической амплитуды, что дало основание считать надвиги дислокациями, связанными с процессом складкообразования (соскладчатыми), в отличие от крупных сбросов. В процессе работ на территории Алмазно-Марьевского района нами было установлено, что представление о Северодонецком надвиге как крупной протяжённой разломной структуре, ограничивающей Донецкое складчатое сооружение на севере, является ошибочным. Установленный в Лисичанском геолого-промышленном районе, этот крупный (амплитуда 1500м) надвиг трассировался вдоль всей северной окраины бассейна. В действительности же оказалось, что этот разрыв развит в северном крыле поднятия, образуемого

группой Лисичанских куполов, и не имеет продолжения на востоке в соседнем Алмазно-Марьевском районе.

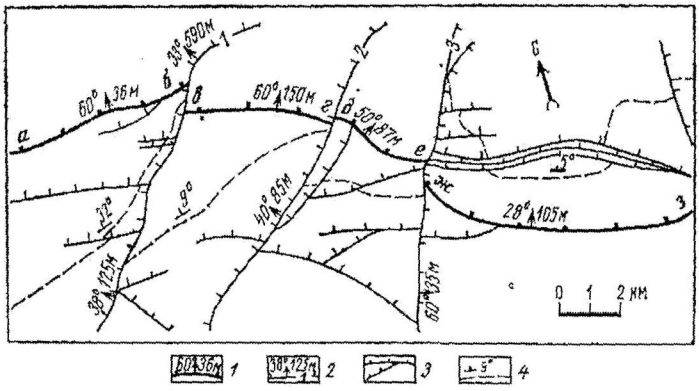


1 – известняки, 2 – угольные пласты, 3 – горные выработки (отработанные участки угольных пластов показаны жирной линией), 4 – надвиги, 5 – кайнозойские покровные отложения. Заметна дисгармоничная дислокация слоёв пород в лежачем крыле Горняцкого надвига

Рисунок 3 — Выполаживание и затухание на небольших глубинах Горняцкого надвига, Белокалитвенский промышленный район

Была также уточнена морфология Ильичёвского надвига, которому приписывалась складчатая форма сместителя, на основании чего он считался древним, образованным до формирования складок Алмазного синклинория. Нами было установлено, что под названием «Ильичёвский надвиг» описывался ряд самостоятельных разрывных нарушений, искусственно объединённых в одну якобы складчатую поверхность сместителя.

Примеры взаимного пересечения разрывных смещений в угольных бассейнах достаточно редки. Одним из таких примеров было принято считать пересечение со смещением субширотного Мушкетовского надвига (Донецко-Макеевский геолого-промышленный район) тремя субмеридиональными надвигами: Французским, Калининским и Первомайским, которые на этом основании считались более молодыми. Геометрический анализ показал, что направления векторов смещения Мушкетовского надвига по субмеридиональным надвигам не совпадают, вплоть до противоположного направления, с направлением смещения угольных пластов, векторы которого определяются по смещению границ марочного состава углей, что заставляет предположить, что Мушкетовский надвиг (рисунок 4) в действительности представляет собой не единое нарушение, а четыре самостоятельных разрыва, образовавшихся после субмеридиональных надвигов в разобщённых последними блоках угленосной толщи (Трощенко, 1982).



1 – сместитель Мушкетовского надвига; 2 – прочие надвиги (1 – Французский, 2 – Калининский, 3 – Первомайский); 3 – малоамплитудные разрывные смещения; 4 – угольный пласт h_7 (по данным маркшейдерских съёмок). Цифрами у стрелок показаны угол падения сместителей надвигов (град.) и стратиграфическая амплитуда (м)

Рисунок 4 — Перекрещивающиеся надвиги: план-срез на уровне – 200 м

Легко заметить, что в горизонтальном срезе все три субмеридиональных надвига для угольного пласта h_7 являются взбросами, тогда как для поверхности сместителя Мушкетовского надвига два из них (Калининский и Первомайский) выглядят как сбросы. Иными словами, ранее образовавшиеся разрывы представляют собой естественные барьеры для распространения более поздних разрывов, аналогично тому, как это происходит с трещинами в листовом стекле или в глазури на старых изразцах. Кроме того, оперяющие разрывы, в том числе малоамплитудные, образовавшиеся в процессе развития основного разрыва в его крыльях, также могут быть ошибочно приняты за более ранние и «смещённые».

Тектонофизической реконструкцией кинематики смещений крыльев разрывов нами установлено, что к группе сдвигов относятся разрывные смещения не только с вертикальными сместителями, но и достаточно пологие, с углами падения сместителей 45-50° (например, разрывы зоны Провиданс на Макеевских шахтах, ряд надвигов южного крыла Горловской антиклинали), что подтверждено анализом морфологии сместителей этих разрывов. Приуроченность зон мелкой кулисообразной складчатости к линиям известных разломов фундамента свидетельствует о значительных сдвиговых смещениях и по этим разломам.

Среди наблюдаемого в Донбассе разнообразия выделены (Погребнов, Очеретенко, Трощенко, 1985) четыре морфолого-генетических типа складок: 1) продольного изгиба, сформированные в условиях свободного межслоевого проскальзывания одних слоёв относительно других; 2) блокированные; 3) выжимания, возникшие под действием неравномерного тектонического давления, перпендикулярного слоистости; 4) приразрывные, образованные местными де-

формирующими силами, действующими вдоль тектонического контакта в направлении смещения крыльев разрывных нарушений. Кроме того, к малоамплитудным пликативным дислокациям следует отнести локальные флексуры и пологую волнистость залегания угольных пластов, также создающие иногда серьёзные затруднения в работе угледобывающих предприятий. Приведенные примеры дают представление о морфологических признаках и наиболее вероятном механизме формирования этих дислокаций.

К малоамплитудным разрывным смещениям относятся дизъюнктивы с амплитудой от одного до нескольких десятков метров, т. е. практически все местные разрывные смещения, наблюдаемые внутри отдельных частей угленосной толщи.

По общности геометрической формы все разрывные смещения Донбасса могут быть разделены на четыре геометрические группы: 1) взбросы, характеризующиеся перекрытием одноимённых пластов на крыльях и более крутым падением поверхности сместителя, чем пластов на крыльях; 2) сбросы, отличающиеся расхождением одноимённых пластов на крыльях в плане и более крутым падением поверхности сместителя; 3) поддвиги, для которых типично надвигание друг на друга одноимённых крутопадающих пластов на крыльях по более пологой поверхности сместителя; 4) отдвиги[1], со свойственным им раздвиганием крутопадающих пластов по пологой поверхности сместителя. В.С. Попов назвал их также «положесогласными взбросами», в отличие от аналогичных форм с надвинутыми крыльями, которые носят название «положесогласные сбросы».

По угловым соотношениям поверхностей сместителя и пластов на крыльях различают согласнопадающие нарушения (пласты и сместитель наклонены в одну сторону) и несогласнопадающие (пласты и сместитель наклонены в разные стороны).

Генетическое разделение малоамплитудных разрывных смещений основывается на теории тектонофизики, согласно которой среди них выделяются две генетические категории разрывных смещений: скалывания и отрыва.

Используя широко известное в тектонофизике понятие о полях упругих напряжений и эллипсоиде деформации, можно представить условия образования наблюдаемых в Донбассе генетических групп разрывных смещений: взбросов, взбросо-сдвигов, сбросов, сбросо-сдвигов, поддвигов, отдвигов и сдвигов. Примеры малоамплитудных разрывных смещений подобраны таким образом, что в их число вошли малоамплитудные разрывные смещения всех тектонических зон бассейна и разнообразных стратиграфических горизонтов угленосной толщи.

Отбор этого материала сопровождался анализом морфологии разрывных смещений и определением их принадлежности к тому или иному типу принятой генетической классификации. В диссертации приведены наиболее характерные признаки выделенных типов малоамплитудных разрывных смещений, в том числе характерная для каждого типа ориентировка сместителей относительно

---

[1] Термин заимствован из классификации дизъюнктивов М.А. Усова

складок и их частей. Ориентировка разрывов продемонстрирована ориентирными диаграммами, построенными по складчатым комплексам различных геологических районов бассейна.

Отдельно описаны внутрипластовые малоамплитудные тектонические нарушения – особая форма дислокаций, которую нельзя причислить ни к чисто дизъюнктивной, ни к чисто пликативной, поскольку их образование происходило в результате полного или частичного разрушения и перемещения материальной массы пластов из одного места в другое. Среди этих структурных форм выделены тектонические трещины скалывания и отрыва, трещины отдельности с характеристикой каждого типа трещин, показаны их отличия от трещин нетектонического происхождения; характерные для угольных пластов внутрипластовые тектонические нарушения разделены на следующие типы по механизму их образования:

- Внутрипластовые нарушения послойного и пологосекущего сдвига, которые широко распространены во всех складчатых зонах бассейна. Они возникают в результате скольжения одних слоёв относительно других при изгибе толщи. В угольных пластах они могут концентрироваться в одной из пачек или захватывать весь пласт целиком, при локализации в верхней части пласта приводят к формированию ложных кровель;

- Внутрипластовые нарушения секущего сдвига, проявляющиеся в виде мелких чешуй на контакте угля с породами кровли, реже почвы. Они также отрицательно влияют на устойчивость кровли и вызывают засорение добытого угля пустой породой;

- Внутрипластовые нарушения квазипластического перераспределения угольного вещества – разнообразные формы раздувов и пережимов, клиновидных внедрений раздробленного угля в трещины кровли и почвы;

- Внутрипластовые нарушения хрупкого разрушения, выражающиеся в тонкой дезинтеграции угольного вещества без изменения структуры и мощности пласта. В качестве фактора, отрицательно сказывающегося на результатах добычи, эти нарушения первоначально отмечались на антрацитовых шахтах, где получили наименование «расштыбование антрацитов». Для товарных антрацитов класс крупности продукта был главной характеристикой; при этом штыб считался практически «отходами производства». В действительности расштыбование свойственно углям практически всех марок, однако для коксующихся углей показатель крупности не имеет значения и никогда не учитывался, а в некоторых случаях расштыбование угля даже способствовало повышению производительности добычи. В условиях высокой газоносности все формы расштыбования угольного вещества увеличивают опасность возникновения внезапных выбросов угля и газа, представляя собой зоны углеводородной флюидизации.

Четвертое защищаемое положение. **Предложены критерии количественной оценки сложности горно-геологических условий отработки шахтных полей Восточного Донбасса по фактору малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов.**

Опыт геологического изучения угольных месторождений для целей разведки показывает, что благонадежность подготовленного к освоению месторождения в весьма высокой степени зависит от сложности геологического строения. Отнесение месторождения в одну из трех групп по классификации ГКЗ в некоторой степени является оценкой его благонадежности: чем больше номер группы, тем в принципе ниже благонадежность. Анализ факторов, явившихся причиной отнесения угольных месторождений ко II и III группам сложности при их геолого-промышленной оценке, включая оценку степени благонадежности для промышленного освоения (А.Г. Портнов, А.В. Внуков, 1999), показал, что основной причиной *является сложное тектоническое строение.*

Влияние малоамплитудной нарушенности сказывается в первую очередь на технологиях вскрытия и условиях разработки угольных пластов подземным способом (таблица), открытый способ разработки менее чувствителен к сложности тектонического строения.

Таблица. Критерии количественной оценки сложности горно-геологических условий отработки шахтных полей Восточного Донбасса по фактору малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов.

Вид малоамплитудной нарушенности угольных пластов	Единицы измерения	Область влияния
Разрывные смещения с амплитудами, превышающими максимально преодолимые принятыми средствами добычи	Удельная протяженность, км/км^2	Раскройка шахтных полей, размеры добычных участков
Разрывные смещения с амплитудами, допускающими их переход с подрывкой боковых пород, без перемонтажа комплекса	Удельная протяженность, км/км^2	Ухудшение экономических показателей угледобычи, потери в оставленных целиках
Разрывные смещения с амплитудами, допускающими их переход без подрывки боковых пород	Удельная протяженность, км/км^2	Снижение производительности очистных работ, ухудшение качественных показателей угля
Пликативная нарушенность – изменчивость углов падения пласта	% площадей с углами падения выше допустимых	Потери в оставленных целиках

Конкретные значения приведенных в таблице параметров, при которых месторождение должно быть отнесено к той или иной группе сложности по фактору малоамплитудной тектонической нарушенности, могут быть указаны лишь

для конкретных условий залегания угольных пластов определенной мощности при известных технических характеристиках применяемых средств угледобычи.

Помимо указанных в таблице областей влияния малоамплитудной тектонической нарушенности на условия эксплуатации, всем без исключения её видам присуща такая существенная особенность как сопутствующие зоны повышенной трещиноватости и, соответственно, пониженной устойчивости углевмещающих пород, размеры которых обнаруживают прямую, но не поддающуюся функциональному выражению связь с интенсивностью тектонической дислокации (амплитудой разрывов, кривизной складок и т.п.). Поскольку тектоническая нарушенность пород фиксируется при документации керна разведочных скважин, метраж бурения по нарушенным породам, отнесенный к общему метражу по породам продуктивной толщи, может служить приближенной количественной мерой удельного объёма нарушенных пород в массиве, км^3/км^3 и удельной поверхности угольного пласта с нарушенной кровлей и почвой, км^2/км^2 (согласно теории геометрической вероятности, эти величины численно равны между собой). Снижение устойчивости углевмещающих пород приводит к таким отрицательным явлениям, как завалы подготовительных выработок и затруднения при их проведении, вывалы кровли в очистных забоях, повышенные водопритоки и многие другие осложнения.

Если исключить подземную газификацию угля, скважинную угледобычу и другие геотехнологии, то в условиях Восточного Донбасса мощность угольных пластов, условия их залегания и рельеф местности допускают единственно возможный способ их разработки – подземный со вскрытием вертикальными или наклонными стволами. При этих ограничениях малоамплитудная тектоническая нарушенность угольных пластов приобретает значение одного из решающих факторов в определении степени сложности геологического строения шахтных полей в процессе подготовки месторождений к промышленному освоению.

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Тектоника Донецкого бассейна изучена достаточно детально в процессе его многолетней разведки и эксплуатации. Однако малоамплитудная тектоническая нарушенность с такой степенью детальности исследована впервые.

Практические рекомендации по выявлению и определению параметров малоамплитудной нарушенности в процессе разведки угольных месторождений могут быть сведены к следующему. Наиболее общие соображения о характере и степени малоамплитудной тектонической нарушенности часто могут быть высказаны на основании определения тектоногенетического типа бассейна или месторождения, к которому относится объект разведки. Затем может быть применён метод тектонического анализа мощностей межпластовых интервалов или другой адекватный метод выявления малоамплитудных разрывов. После этого по каждому из выявленных типов разрывных нарушений может быть проведен вероятностный анализ, на основании которого даётся прогноз общего количества аналогичных нарушений. Глубина анализа и детальность прогноза зависят от

стадии разведочного процесса и, соответственно, количества уже пробуренных скважин на территории участка. Результаты такого анализа могут служить основой выбора наиболее благоприятных площадей для продолжения разведочных работ и строительства горнодобывающих предприятий. Мерой степени малоамплитудной дизъюнктивной нарушенности служит удельная величина – суммарная протяженность следов пересечения сместителей малоамплитудных разрывов, отнесенная к площади пласта. Для удобства пользования эта количественная характеристика тектонической сложности угольного объекта может быть дана дифференцированно по классам разрывов, выделенным по величине их нормальной амплитуды (Трощенко, 2009).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Монографии:

1. Очеретенко И.А., **Трощенко В.В.** Стереографические проекции в структурной геологии. - Л.: Недра, 1978. - 132 с.
2. Погребнов Н.И., Очеретенко И.А., **Трощенко В.В.** Структурная геология Донецкого бассейна. - М.: Недра, 1985. - 149 с.

Авторские свидетельства:

1. **Трощенко В.В.** Способ дефектоскопии горных пород. А.С. СССР № 1242779, МКИ[4] G 01 N 21/88. Заявл. 11.03.84. Опубл. 07.07.86, бюл., № 25.
2. **Трощенко В.В.**, Погребнов Н.Н. Способ оконтуривания приповерхностных подземных неоднородностей. А.С. СССР № 1300400, МКИ[4] G 01 V 9/00, Заяв. 15.08.85. Опубл. 30.03.87, бюл. № 12.

Статьи в рецензируеуемых научных журналах по списку ВАК:

1. Очеретенко И.А., Заикин В.В., **Трощенко В.В.** Повторяемость различных форм мелкоамплитудных разрывных смещений на северной окраине Донбасса // Геол. журн. 1968. Т. XXVIII. Вып.1. С. 82-87.
2. **Трощенко В.В.** Взаимно пересекающиеся тектонические структуры угленосной толщи на юго-восточном крыле Кальмиус-Торецкой котловины (Донецкий бассейн) // Известия вузов. Геология и разведка. 1982, № 5. С. 64-71.
3. Погребнов Н.Н., **Трощенко В.В.,** Макеев В.Ф.. Автоматизированный прогноз тектонической нарушенности угленосных толщ // Советская геология. 1987, № 10. С. 3–9.
4. Погребнов Н.Н., Т.В. Бударина, **В.В. Трощенко.** Информационная технология разведки угольных месторождений // Отечественная геология. 1996, № 4. С. 79.
5. Погребнов Н.Н., Бударина Т.В., **Трощенко В.В.** Информационная технология разведки угольных месторождений//Разведка и охрана недр, 1997, № 3. С.16-19.
6. Погребнов Н.Н., **Трощенко В.В.** Прогнозирование зон тектонической нарушенности угольных месторождений по материалам дистанционных съемок // Региональная геология и металлогения, № 21, СПб, ВСЕГЕИ, 2004. С. 116-122.
7. **Трощенко В.В.** Анализ морфологии сместителей и кинематики относительных перемещений крыльев тектонических разрывов угленосных толщ / Неделя горняка – 2007 // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., 2009, № 8. С. 277-283.

Статьи и тезисы в научных сборниках и трудах конференций и совещаний:

1. Очеретенко И.А., **Трощенко В.В.** Геометрический способ определения азимутов и углов падения пластов угля по керну скважин // Геол. и разв. угольн. м-ний (Гр. ДонбассНИЛ).- М: Недра, 1971. Вып. 2. С. 24-37.

2. **Трощенко В.В.** Повышение точности построения геологических разрезов в сложных структурных условиях // Пути повышения достоверности результатов геологических исследований на угольных и сланцевых месторождениях (сборник научн. трудов). -Л: ВСЕГЕИ - ВНИГРИуголь, 1985. С. 64-68.

3. Погребнов Н.Н., **Трощенко В.В.,** Бударина Т.В., Виницкий А.Е. Методы выявления и прогноза тектонической нарушенности угольных месторождений // Сб. Геологическое изучение и использование недр. - М.: Геоинформмарк, 1996. Вып. 5. С. 3-12

4. Погребнов Н.Н., **Трощенко В.В.** Система геометрического объемного моделирования угольных месторождений // Геол. служба и мин.-сырьевая база России на пороге XXI века. Материалы научно-практ. геол. конф. - СПб.: ВСЕГЕИ. 2000. Т. 3. С. 248-249.

5. **Трощенко В.В.** Особенности геологического строения и полезные ископаемые. // Сб. Проблемы и перспективы комплексного освоения минеральных ресурсов Восточного Донбасса / Коллектив авторов. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. С. 6-17.

6. **Трощенко В.В.** Механизм формирования залежей гумусовых углей в паралических угольных бассейнах // Труды ЮНЦ РАН, т.1, Геология. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 187-208.

7. **Трощенко В.В.** Моделирование морфологии сместителей и кинематики относительных перемещений крыльев тектонических разрывов угленосных толщ // Вопросы геологии и освоения недр юга России. Сборник научных статей. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 297-303.

8. **Трощенко В.В.** К механизму формирования ритмичности осадочных формаций // Геодинамические и генетические модели рудных месторождений. Сборник научных статей / Отв. ред. В.И. Щеглов. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 274-280.

9. **Трощенко В.В.** Количественные показатели тектонической нарушенности угольных пластов как фактор геолого-промышленной оценки шахтных полей // Материалы регионального научно-практического семинара «Перспективные технологии добычи и использования углей Донбасса».– Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. С.37-44.

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Формат 60x84/16. Объем 1,0 уч.-изд.-л.
Заказ № 1609. Тираж 100 экз.
Отпечатано в КМЦ «КОПИЦЕНТР»
344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Суворова, 19, тел. 247-34-88