

УДК 551.24:553.94:622.83

О формировании тектонических и деформационных структур, определяющих характер деформирования массива горных пород

Шамаев В. В.

ДонНТУ, Донецк, Украина

Поступила в редакцию 02.01.10, принята к печати 15.10.10.

Аннотация

В работе предпринята попытка обосновать существование единого механизма, под воздействием которого, происходит формирование тектонических структур, влияющих на перераспределение и механизмы проявления деформационных процессов в массиве. Главный действующий фактор – поля деформаций – рассматриваются как генераторы энергопередающей волны. Рассмотренные положения обуславливают особенности развития деформационных полей на уровне структурных элементов тектоносферы – массивов горных пород и определяют характер деформационных процессов

Ключевые слова: формирование, тектонические структуры, деформации.

Природа, характер и механизмы проявления геомеханических процессов в массиве горных пород обусловлены геологическим строением массива и, в первую очередь, его тектоникой. Особенно актуально это положение для горнодобывающих регионов, характеризующихся высокой концентрацией подземных и поверхностных объектов, систем коммуникаций и т. д.

Каждое горнодобывающее предприятие проходит одни те же этапы развития (разведка, строительство и ввод в промышленную эксплуатацию, отработка балансовых запасов, консервация и выведение шахтного поля из эксплуатации). Интенсивное освоение месторождений полезных ископаемых, научно необоснованная стратегия и политика освоения недр привели к тому, что отраслевая горная наука не имеет теоретических основ оценки и прогноза деформирования тектонически нарушенных массивов, включающих отработанные шахтные поля. Горнодобывающие районы превратились в «бомбы замедленного действия». Геологи накопили достаточный фактографический материал по тектоническим нарушениям для каждого конкретного месторождения, а горные практики экспериментально выявили взаимосвязь процессов сдвижения и деформирования массивов горных пород в зонах тектонических нарушений.

Таким образом, для успешного решения проблемы прогноза деформирования отработанных массивов горных пород, одной из фундаментальных задач является задача изучения природы формирования тектонических нарушений определяющих характер развития деформационных процессов в отработанных массивах. Этому вопросу и посвящена настоящая работа.

Пространственное размещение тектонических нарушений в земной коре (и как следствие, в блоках и в массивах шахтных полей) является одним из важнейших факторов, определяющих ее архитектуру и, как следствие, внешний геоморфологический облик планеты (поверхности блоков) т. к. элементы геоморфологии отражают внутреннее строение литосферы и процессы в ней происходящие. Изучение разломов стало одним из направлений теоретической и региональной тектоники.

В данной работе предпринята попытка обосновать существование единого механизма, под воздействием которого, происходит формирование тектонических структур, влияющих на перераспределение и механизмы проявления деформационных процессов в массиве. Главный

действующий фактор – поля деформаций - рассматриваются как генераторы энергопередающей волны.

Как известно, форма Земли близка по форме к эллипсоиду вращения, экваториальный радиус $6278,245 * 10^3$ м, полярный – $6356,863 * 10^3$ м. Разность между большой и малой полуосью экватора составляет 210 м. Отступление по высоте геоида достигает порядка 150 м. Ядро Земли ограничено сферической поверхностью со средним радиусом $3473,0 \pm 4,0 * 10^3$ м. Разница между экваториальным и полярным радиусом – $21,378 * 10^3$ м.

Удельный вес поверхности суши составляет 29%, воды - 71%. Граница Мохоровичича - от 10000 до 85000 м, раздел мантии ядра соответствует глубинам 2500- 2900 * 10^3 м. Сжатие Земли вдоль оси ее вращения - $21,4 * 10^3$ м. Приведенные параметры определяют динамическую устойчивость геоида. Величина сжатия (21400 м) обуславливает амплитуду вертикальных перемещений вдоль радиуса земли. Отсюда следует, что предельная высота гор – 8848 м, а глубина впадин – 11034 м. При таких параметрических данных КПД геоида равен 0,93.

Процесс образования блоков схематически можно представить следующим образом. При любой деформации твердого тела, происходит разделение его на зоны деформации и на разделяющие эти зоны, слабо деформированные блоки, причем, в таких зонах могут быть образованы отдельные блоки низшего порядка. Таким образом, земная кора разделилась зонами повышенной деформации на блоки разных уровней иерархии. На начальном этапе развития земная кора была разделена однородными блоками. Блоки образованы в результате пересечений четырех основных направлений тектонических нарушений. Так была образована первичная глобальная сеть трещиноватости земной коры. Причиной образования глобальной сети трещин стало поле деформаций сжатия геоида и возникновение трещин при остывании первичной земной коры.

Понятие об эллипсоиде деформации было введено Беккером в 1893г. [1]. Беккер при помощи своей теории объяснил выявленные повсеместно закономерности в расположении трещин и генезисе кливажа. При оценке зон развития деформаций теоретически целесообразно пользоваться осями деформации и ориентировкой трещин по отношению к этим осям. В полевых наблюдениях, чаще всего, встречаются две серии трещин скалывания, пересекающихся под углом близким к прямому и трещины разрыва, перпендикулярны направлению максимального растяжения. Эти серии трещин позволяют определить положение эллипсоида деформации в пространстве.

Геомеханики базируют свои представления на изучении трещин, которые дают основания для решения вопроса о характере деформаций в изучаемом блоке земной коры. При этом они учитывают, что данная схема относится лишь к начальной деформации, а в дальнейшем имеет место значительное усложнение, требующее специального изучения, т.е. массив нужно рассматривать как открытую систему.

Массив, а также располагающиеся в нем и на его поверхности природные и инженерные объекты, представляет собой сложную динамическую систему, развивающуюся в пространстве и во времени. Геотехническая структура - это совокупность объектов различной природы, определенным образом связанных друг с другом в единое целое и состоящих из большого числа элементов. Как и любой сложной системе, массиву присущи свойства, которых не имеют образующие его объекты (эмерджентность). Система является кибернетической, если она имеет хотя бы один управляющий объект, который не зависит от реализации самих объектов.

Методология исследования. Любая концепция должна быть отражением материального мира, общие законы развития которого, едины для любой его части. Разнообразие явлений представляет различные формы движущейся материи. Геологическое движение - одна из форм существования развивающегося вещества земной коры. Категория геологических движений объединяет различные формы движений материальной системы Земли (механическое, физическое, перенос энергии волной и др.). Выделяют тектонический тип геологических движений - как результат механических и физических форм движений и, магматический - сложных механических и физико-химических движений вещества.

Закономерное размещение тектонических нарушений, размещение по определенной сетке рудных тел и месторождений и циклический характер эволюционного развития, - все это есть признаки существования единого механизма, действующего постоянно. К магматическому и тектоническому типу движения добавляется волновой механизм энергопереноса вещества, как один из основных действующих факторов, осуществляющих взаимосвязь между глобальными и

региональными процессами. Основным методом познания и анализа природы, происходящих в массиве процессов, был и остается – диалектический, рассматривающий их во взаимосвязи и взаимозависимости, позволяя выявить причинно-следственные связи.

Геометрическая правильность расположения тектонических нарушений, указывает на то, что глубинные процессы, лежащие в основе вертикальных движений земной коры, развивались в недрах не беспорядочно, а вдоль некоторых линий, подчиненных определенным направлениям. Анализ пространственного расположения глубинных разломов позволил выявить их системность. Сближенные на 30-40 км друг к другу глубинные разломы определяют формирование и развитие геосинклиналей. Анализ термина «разлом», показал, что для характеристики понятия используют 27 признаков, причем, нет ни одного признака, который встречался бы во всех определениях. Общим (т.е. встречающимся более чем в 50% определений), является понимание того, что разлом следует рассматривать как тело или структуру. Рассмотрение разлома как геологического тела, обладающего определенной формой, составом и структурой, позволяет определить его место в иерархии геологических тел. Всем разломам присуще свойство «разрыв сплошности», т.к. они повсеместно разбивают земную кору и создают ее делимость. Все прочие геологические особенности разлома - протяженность, глубина заложения, линейность, проницаемость и т.п. позволяют дать его качественно-количественную характеристику.

Вращение Земли и сжатие ее по оси на 21400 м обусловило возникновение общепланетного поля деформаций. Разгрузка поля деформаций выразилась в образовании тектонических нарушений и появлении глобальной сети трещин. Генетический тип трещин - разрывы и сдвиги. Ортогональная динамопара имеет меридиональное и широтное простирание, субортогональная (диагональная) - простирание $310^0 \pm 5^0$ и $60^0 \pm 5^0$. Разрывы - следствие прохождения продольной волны, а сдвиги - поперечной волны поля деформаций. Тектонические нарушения - элементы земной коры, генезис которых связан с формированием общепланетного поля деформаций растяжения. Разломы северо-восточного направления характеризуются надвигами, а разломы северо-западного направления - сдвигами.

Пересекаясь, динамопары разбивают земную кору на полигональные блоки, тем самым, определяя ее строение как блоковое. Разломы развиваются сингенетично с накоплением осадков, подчиняясь действующему закону наследования структур, действие которого обусловлено постоянно действующему в пространстве и времени волновому механизму энергопередачи.

В силу того, что разломы являются первичными структурами, они располагаются линейно, что позволяет успешно применять геометризацию для целей прогнозирования. Морфология сместителя разлома - волнистая как по простиранию, так и по падению. Зеркало скольжения обладает низкой проницаемостью за счет образования милонита. Это свойство разломов позволяет осуществлять контроль перемещения вещества (газов, гидротерм и углеводородов). Разломы контролируют движение магмы, не подвергаясь ассимиляции, в отличие от вмещающих горных пород. Разломы обладают высокой проницаемостью, имеют три вида трещин оперения: подходящие под острым углом, под прямым углом и располагающиеся субпараллельно разлому. В трещинах оперения часто происходит локализация рудных тел. Способность разломов отражать и проводить упругие волны выражается в формировании по их простиранию трещинно-брекчиевых зон, генезис которых связан с волновыми эффектами (резонансом и интерференцией).

Блоковое строение земной коры способствует контролю над миграционными процессами вещества, определяет способ размещения месторождений в блоках. С разрывами связывается выведение гидротермальных растворов, несущих полезные компоненты из недр Земли. Локализация рудных тел, обычно, происходит в диагональной системе тектонических нарушений.

Блоковое строение Земли способствует равномерному распределению масс вещества по вертикали на единицу площади, вследствие чего Земля находится в равновесии (изостазии), это определяет закономерность основных путей миграции вещества (депресссионные структуры, срединные массивы, зоны спрединга и т.п.).

Основными, постоянно действующими во времени и пространстве факторами формирования тектонических нарушений являются: волновой механизм энергопередачи; гравитационное поле Земли; глобальное, региональные и локальные поля деформаций растяжения. Солнце и Луна также относятся к постоянно действующим факторам, воздействие которых отражается на состоянии полей деформаций и формировании тектонических нарушений

(амплитуда колебаний земной коры под воздействием Луны дважды за сутки составляет в среднем порядка 0,43 м).

Волновой процесс четко прослеживается для условий угольных месторождений. Для центрального района Донбасса, установлены волны с длиной полуволны: 7,6-10,0; 1,9-2,7; и 0,35-0,45 км (В.Н. Волков). Для угольных пластов Канско-Ачинского бассейна, длина полуволны составляет 6,0-8,0; 2,0-4,0; и 0,5-1,0 км (К.В. Гаврилин).

Тектонические структурные формы образующиеся в земной коре отображаются в виде определенных форм рельефа. Эпейрогенические процессы выражаются в виде периодических деформаций, которые возникают при прохождении волны, генерируемой в недрах Земли. Колебания разных порядков, возникающие в Земле, установлены путем инструментальных измерений. Суммирование колебаний приводит к возникновению явления резонанса. Геометрическая правильность расположения морфоструктур связана с существованием геоволн и отражает некоторые общепланетарные закономерности, в том числе геометрическую правильность формы Земли (по Ю.А. Мещарикову). Меридионально-широтное расположение геоволн, выраженных в рельефе связывается с положением оси вращения Земли.

Слоистые системы. Для наложенных формаций характерна периодичность - неизменная повторяемость в пределах области распространения формаций, некоторой группы ее структурных элементов. Периодичность отражает эпейрогенические условия развития литосферы, указывает на наличие деформационных процессов поднятий и опусканий. Периодичность отражает смену областей сноса областями осадконакопления, причиной возникновения которых являются радиальные колебания литосферы. Слоистая система формируется под воздействием силы тяжести и волнового механизма (постоянно действующих факторов). Вращение Земли также относится к постоянно действующему фактору и влияет на распределение деформаций тангенциального характера, что приводит к асимметрии их распределения (зоны Беньофа - Архангельского), в литосфере.

Волновой механизм образования очагов трещинных зон. Разрушение горных пород начинается в той части массива, где формируются области концентрации деформаций, потенциал которых превышает предельную прочность пород. Поскольку сопротивление горных пород деформациям растяжения примерно на порядок (в 6-15 раз) меньше их сопротивления деформациям сжатия, то процессы разрушения, как правило, начинаются в области действия концентраций деформаций растяжения.

Когда волны распространяются внутри блока, являющегося трехмерной структурой, они испытывают отражение от ее границ, образуются стоячие волны с периодом (длиной), зависящим от размеров, формы отражающих поверхностей и свойств геологической среды, т.е. внутренние и внешние структуры блока определяют закономерное чередование и размеры областей сжатия и растяжения. Различают продольные и поперечные волны. Продольные волны приводят к деформации сжатия-растяжения, поперечные - к деформациям сдвига.

В условиях литосферы волновые процессы проявляются и как эпейрогенические и как сейсмические. Эпейрогенические - медленные (сверхнизкочастотные, длинноволновые) колебания. Сейсмические - высокочастотные (относительно эпейрогенических), характеризуются меньшей длиной волны. Эпейрогенез - медленно развивающийся типично геологический колебательный процесс, а сейсмические явления - высокоскоростные возмущения, т.е. своего рода «ударные волны».

Рассмотрим с волновых позиций формирование трещинных зон для условий действия деформаций растяжения. В литосфере, где имеет место литостатическое давление, возможно только относительное сжатие и растяжение. Если один из трех взаимоортогональных векторов сжатия оказывается наименьшим, то он и задает поле относительного растяжения. Разрушение горных пород начинается там, где потенциал относительного растяжения превышает предел сопротивления горных пород растяжению. Заданные условия возможны при резонансе даже низкоамплитудных волн, и, следовательно, трехмерные трещинно-брекчиевые зоны можно рассматривать как поле взаимодействия встречных фронтов когерентных деформационных волновых потоков, возникающих в результате отражения в любом блоке земной коры.

Специфику трещинных зон блоков, где возникают интерференционно-резонансные явления, обуславливают не только геометрия и физические свойства слагающих его пород

(относительной скорости передачи деформаций, геометрии отражающей поверхности), но и параметры полей деформаций (длины и амплитуды волн, характер и длительность и т.д.)

В результате взаимодействия колебательных систем различного порядка формируются упорядоченные интерференционные решетки. Тектонические дислокации, формируемые в отдельных геологических структурах, имеют системный характер и отражают как общие свойства, так и региональные особенности. В закономерном размещении в земной коре тектонических нарушений всех уровней иерархии отчетливо проявляются системообразующие свойства волнового механизма.

Зоны деформации - ретрансляторы деформационной волны. В недрах Земли существует множество автоколебательных систем, приводящих к нестационарности и повторяемости геологических, геодинамических и геомеханических процессов.

Автоколебания - это незатухающие колебания в системе при отсутствии переменного внешнего воздействия. Чтобы колебания не затухали, поступающая в систему энергия должна компенсировать потери. Значения амплитуды колебаний, при которых происходит компенсация потерь за период, являются стационарными, т.е. амплитуда и период колебаний определяются свойствами системы. При амплитуде колебаний, меньше стационарных значений, поступление энергии превышает потери, амплитуда возрастает, достигает стационарных значений, т.е. происходит самовозбуждение колебаний. При амплитудах, больше стационарных значений, потери энергии в системе превышает ее поступление, и амплитуда уменьшается, достигая стационарных параметров. В разломах возникают автоколебательные процессы, обусловленные смещениями границ разломов. Эти колебания выжимают флюиды из разломов в породы надвигов, внутри которых они перемещаются по ослабленным зонам. Движение двухфазного флюида в пористой среде происходит между реверсионными автоколебаниями, обусловленными скоплением газа в отдельных трещиноватых полостях. В результате автоколебательных процессов в разломных зонах флюиды из разломов устремляются в окружающий массив пород. Массивы горных пород, образующие тела надвигов, - малопроницаемы. Однако в них есть проводящие ослабленные зоны, по которым происходит движение флюидов. Флюиды, попадая в очаговую зону, могут играть роль спускового крючка АГДЯ, т. е. создают так называемый триггерный эффект.

Деформационная волна переносит энергию упругой деформации и обуславливает движение частиц. Передача энергии волны от слоя к слою обусловлена характером деформирования слоев. Под воздействием деформаций, слой приобретает потенциальную энергию, а при сдвиге - кинетическую энергию. Т.о., он совершает работу, которая превращается в энергию упругой деформации и кинетическую энергию соседнего слоя, т.е. происходит перенос энергии волной. В твердых телах упругие силы возникают как при сжатии, так и сдвиге. При сжатии образуются продольные волны (волны сжатия), а при сдвиге - поперечные (волны сдвига).

К «сверхбыстрым» формам разрушения относится внезапный переход потенциальной энергии упругой деформации в энергию движения среды. Примером таких видов разрушения являются землетрясения, горные тектонические удары и т.п. Интенсивность дробления и деформации при такой форме разрушения определяется, в основном, плотностью концентрации энергии (энергией единицы объема во фронте деформационной волны). Отражаясь от свободной поверхности, волна сжатия трансформируется в волну растяжения; если плотность энергии волны достаточно велика, то это приводит к разрушению единичного объема среды. Собственными колебаниям отвечают собственные стоячие волны, т.е. у автоколебательной системы есть свой спектр собственных стоячих волн. Очевидно, что в автоколебательной системе кроме собственных стоячих волн возможна и бегущая волна. Источником деформационной волны являются очаги, различной природы, залегающие на разных глубинах.

Тектоносферу Земли следует рассматривать как единую систему, сложный организм, развивающийся по своим собственным законам. Развитие тектоносферы как системы определяется неоднородностью ее состава, гравитационными силами и проходящим через нее тепловым потоком. Эта система не имеет стационарного состояния и находится в непрестанном движении. Нестационарность тектоносферы определяется тем, что составляющие ее массы стремятся к равновесному состоянию, как в гравитационном, так и в тепловом поле, что реально недостижимо. Приближение к гравитационному равновесию нарушает тепловое равновесие, а приближение к

тепловому равновесию создает инверсии распределения плотностей в гравитационном поле. Если бы тектоносфера имела иной состав, или если бы гравитационное и тепловое поля были бы иными, то система могла бы достичь стационарного состояния, но при существующем составе и в существующих условиях тектоносфера обречена на вечное движение. Материки и континенты (их геометрия) свидетельствуют о том, что они также контролируются тектоническими нарушениями и представляют собой, очевидно, самые большие блоки.

По словам В. И. Вернадского, «Биосфера принадлежит... к тем земным оболочкам, которые находятся геологически в непрерывном движении... Основным признаком биосферы является участие во всех ее процессах живого вещества. Отсюда следует, что субстрат, на котором живое вещество живет, может принадлежать, в сущности, к различным геологическим оболочкам, но от них оторван. Попав в новые условия, должен, поэтому считаться веществом биосферы...». Но происходит и обратный процесс: слои, возникшие в биосфере, опускаются вглубь, выходят из поля жизни, подвергаются метаморфизму и служат материалом для комплекса минералообразующих пород, которые следует относить к «былым биосферам», как это и делал В. И. Вернадский. Вещество биосферы, находясь в непрерывном движении, проходит длительную цепь преобразований и участвует в формировании не только оболочечной части Земли, но и мантии. Таким образом, порожденная гравитационным полем и тепловым потоком автоколебательная система отражает механизм, под воздействием которого формируется облик Земли в ее эволюционном развитии.

Следовательно, тектоносфера является средой появления и распространения деформационных волн – важнейшего фактора формирования тектонических и деформационных структур различного масштаба. Кроме того, деформационные волны, могут инициировать движение вещества в земной коре. Зоны систем глубинных разломов также являются источником (или ретранслятором) деформационных волн. Области концентрации деформаций, связанные с автоколебательными системами, являются генераторами деформационной волны.

Вещество планеты Земля находится в постоянном движении под воздействием комплекса действующих на него объективно существующих факторов, в результате чего вещество преобразуется, приобретая иные качества. Системы, преобразующие вещество, формируют деформационные структуры, являющиеся генераторами деформационных волн. Под воздействием волновых эффектов вещество преобразуется на микро и макро уровнях. Переход потенциальной энергии упругих волн, порожденных автоколебательными системами, в кинетическую энергию движения вещества приводит к формированию структурных форм.

Волновые процессы являются основным действующим внутрисистемным фактором, под воздействием которого происходит преобразование вещества планеты.

Закономерное размещение тектонических нарушений морфоструктур и геоформ, месторождений, эпейрогенические движения литосферы, развитие геологических структур - все это и есть признаки, отражающие существование дискретно-волновой природы деформационных полей, определяющих эволюционное развитие земной коры.

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. В результате взаимодействия полей деформаций система элементов тектоносферы стремится к состоянию равновесия. В этом проявляются кибернетические (саморегулирующиеся) свойства сложной динамической системы.

2. Энергия деформационных волн является инициатором большинства типов движения (выводит вещество из состояния неустойчивого равновесия).

3. Тектонические нарушения высшего и низшего порядка различных простираний, как пологопадающие так и крутопадающие, взаимопересекаясь, разбивают Земную кору на полигональные блоки различных уровней иерархии.

4. Разломы низшего порядка сформировались в результате существования региональных и локальных полей деформаций. Тектонические нарушения глубокого заложения сформировались в результате разгрузки общеземного поля деформаций. Взаимопересекаясь они разбивают земную кору на полигональные блоки.

5. Свойства разломов определяются их строением: с одной стороны они обладают хорошими коллекторными свойствами, с другой стороны - малопроницаемы. По генетическому типу разломы делятся на сдвиги и разрывы.

6. Системы, в которых происходит преобразование вещества - автоколебательные. С ними неразрывно связаны зоны деформационных структур (области концентрации деформаций), являющихся генераторами деформационной волны. Разломы являются проводниками и ретрансляторами деформационных волн.

С целью выявления корректности общесистемных положений на региональном уровне, кратко рассмотрим особенности формирования Донецкого бассейна.

Неотектонический этап в истории развития Донбасса. Донецкий бассейн входит в состав протяженного Припятьско-Днепровско-Донецко-Карпинского (ПДДК) палеорифта, возникшего в условиях действия деформаций растяжения в девоне на южной периферии Восточно-Европейской платформы. Рифт разделил массивное сводовое поднятие докембрийских кристаллических пород на Украинский щит и Воронежский массив.

В геоструктурном плане Донецкий бассейн представляет собой тектонический мегаблок, близкий к параллелограмму, который расположен на пересечении раннепротерозойского складчатого пояса северо-северо-западной ориентировки и более молодого ПДДК палеорифта юго-восточного простирания.

На участке Донбасса, разрывы, ограничивающие палеорифт, наложены на более древние линейные структуры линеamentного пояса, включающие транскоровые Мариупольско-Курский и Липецко-Константиновский линеamentы (рис. 1).



Рис. 1. Геоструктурная позиция Донецкого бассейна

При анализе тематических карт геолого-геофизического цикла, Донецкий бассейн контрастно выделяется на фоне не только сопредельных выступов Украинского и Воронежского кристаллических массивов, но и соседних по палеорифту сегментов - Днепровского грабена и крыжа Карпинского. На протяжении всей позднепалеозойской и мезозойской истории развития Донбасс развивался в режиме мобильной структуры, аномальный режим развития которой нашел отражение в специфичных условиях седиментогенеза, характере распределения мощностей осадочных формаций, морфологии и интенсивности тектонических дислокаций. В современном структурном плане большая часть бассейна представляет эродированное Донецкое складчатое сооружение (ДСС), где на уровень эрозионного среза выходят смятые в складки и нарушенные взбросами, надвигами со сдвиговой компонентой смещения позднепалеозойские, преимущественно, каменноугольные отложения. За пределами открытого Донбасса, на его окраинах, складки ДСС уходят под маломощный чехол менее дислоцированных мезокайнозойских отложений. На эродированные структуры ДСС в пределах пенепленизированного палеозойского массива, расчлененного густой гидрографической сетью, орографически накладывается Донецкая возвышенность, наиболее возвышенное место левобережной Украины.

В формировании морфоструктуры современной Донецкой возвышенности решающую роль сыграл неотектонический этап развития. Однако, как и в случае с более ранними этапами, аномальный ход развития Донбасса прослеживается и для этого временного отрезка. Резкое изменение режима тектонических движений (от погружений к поднятиям), знаменующее начало активных новейших движений, в Донбассе приходится на конец олигоцена - начало миоцена (около 23 млн. лет назад). Только Донбасс и примыкающие фрагменты Украинского щита (Приазовский блок) и Воронежского массива (Курский блок) изменили знак вертикальных тектонических движений и развивались как выраженные в рельефе поднятия. Донецкая возвышенность сформировалась в районе одноименного складчатого сооружения и не выходит за его границы. Однако возникшее новейшее поднятие не является возрожденной морфоструктурой древнего складчатого сооружения, поскольку наблюдается несоответствие рельефа структурному плану линейной складчатости в центральной части бассейна. На рис. 2 представлено изображение рельефа в Донецком бассейне, синтезированное на основе данных глобальной цифровой модели рельефа земной поверхности Геологической службы США DEM GTOPO30 с разрешением 30 секунд [6] и дополненное информацией о тектонических элементах бассейна. Главный водораздел, образующий Донецкий кряж, по своей ориентировке совершенно расходится с простираем Главной антиклинали бассейна и протягивается в виде плоской гряды длиной около 150 км от ст. Никитовка на западе до ст. Звереве на востоке. По мере продвижения на восток Главный водораздел заметно отклоняется к северу от Главной антиклинали Донбасса и проходит через южную часть Бахмутской котловины, накладываясь на структуры Главной синклинали и Колпаковско-Замчаловской антиклинали, где приобретает дугообразную конфигурацию. В центральной части водораздела располагается наивысшая точка - Могила Мечетная.

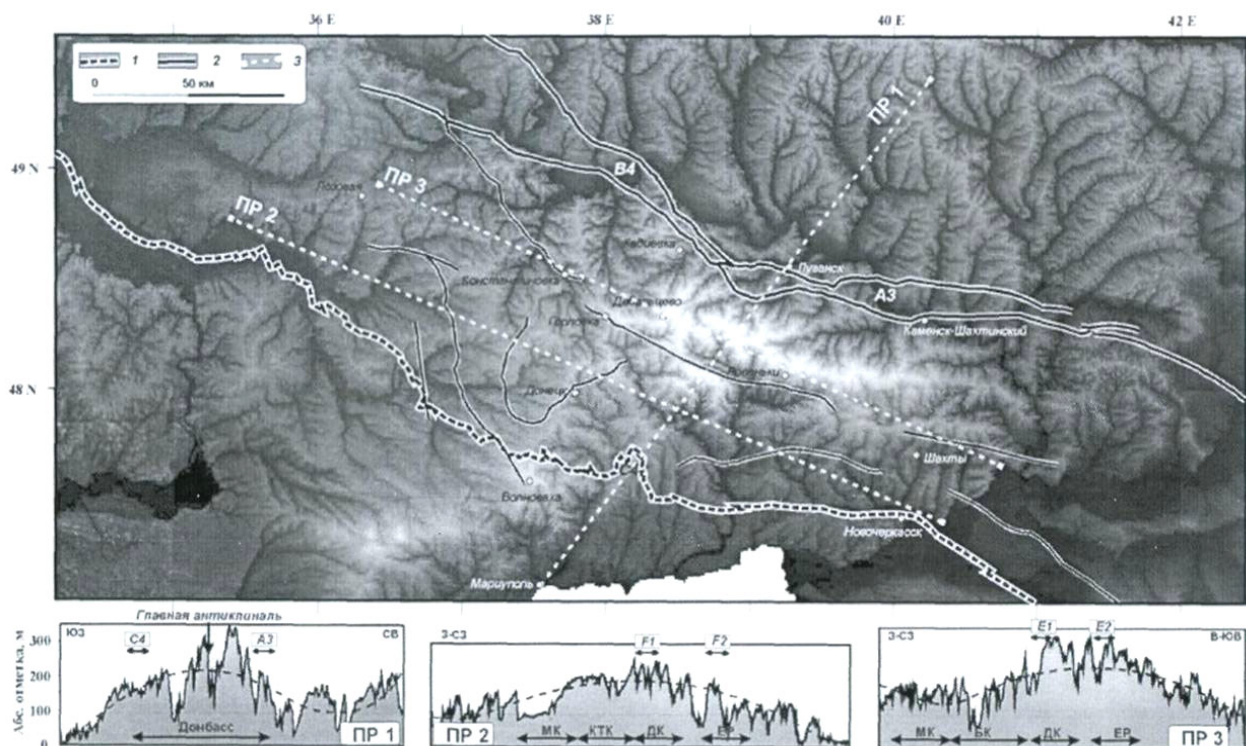


Рис. 2. Карта рельефа Донбасса и сопредельных территорий (синтезирована с использованием данных глобальной цифровой модели земной поверхности DEM GTOPO 30): 1 - граница Донбасс-Приазовский массив; 2 - разрывные нарушения; 3 - линии топопрофилей. МК - Мариупольско-Курский линейамент; ДК - Донецко-Кадиевский глубинный разрыв; ЕР - Еланчик-Ровенецкий глубинный разрыв; БК - Бахмутская котловина; КТК - Кальмиус-Торецкая котловина

С точки зрения физики, открытая сложная система в процессе эволюции неизбежно приходит к состоянию самоорганизованной критичности, для которого характерна иерархическая организация неоднородностей (фрактальность) и степенные законы во временных распределениях меняющихся параметров. И земная кора в целом, и массивы, как ее отдельные элементы,

относятся к классу подобных систем. Соответственно, фракталы выявляются в различных геологических структурах на различных пространственных уровнях, и получаем фрактальные ряды геофизических данных.

Реальный массив горных пород представляет собой иерархически сложную блочную среду, каждой структурной единице которой присущи свои деформационные характеристики, каждая структурная единица которой находится в постоянном движении относительно окружающих ее структурных единиц. Установлено, что тектонические нарушения даже невысокого ранга обладают достаточной подвижностью, которая носит как трендовый направленный характер, так и представлена динамическими колебаниями различной природы.

Проведенный анализ позволил выявить признаки, обусловившие возникновение и динамическое развитие земной коры как сложной системы, элементы всех уровней которой взаимосвязаны и взаимозависимы. Выявленные закономерности формирования в земной коре тектонических и деформационных структур, свидетельствуют об их дискретно-волновой природе. Механизм их образования включает автоколебательные системы всех рангов и, неразрывно с ними связанные поля деформаций, выступающие в роли генераторов деформационных волн. Циклический характер изменения полей деформаций в земной коре обуславливает взаимозависимость между процессами, явлениями, происходящими в земной коре, как сложной динамической системе. Рассмотренные положения обуславливают особенности развития деформационных полей на уровне структурных элементов тектоносферы - массивов горных пород и определяют характер деформационных процессов.

Библиографический список:

1. Белоусов В. В. Основы геотектоники. М. Недра, 1975, 379с.
2. Гзовский М.В. Тектонофизика. Основы тектонофизики. М.Наука, 1995, 392с.
3. Лукьянов А.В. Проблемы физики тектонических процессов. М.: Наука, 1985, 265с.
4. Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. М. Наука, Физматлит, 2002, 188с.
5. Николаев П.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.Недра,1988, 344с.
6. Рябоштан Ю.С., Корчемагин В.А., Никольский И.Л. Никитовское рудное поле и его структурно-тектоническая позиция. В сборнике «Ртутные месторождения Донбасса». Киев, Наукова думка, 1982, 169с.
7. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. Пер. с польск. -М. Недра, 1981, 266с.
8. Дмитриевский АН., Волож Ю.А, Баланюк И.Е., Каракин А.В. Автоколебательная модель формирования месторождений (на примере Астраханского месторождения) // Докл. РАН. – 2001, 167с.
9. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. - М.: Недра, 1990. -Т. 1. - 328 с.
10. Каракин А.В. Модель движения флюидов за геологические отрезки времени // Математическое моделирование. - 1990. -Т. 2, - № 3. - С. 31-42.
11. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. - М.: Недра, 1996. - 448 с.

© Шамаев В. В., 2011.