

Член-корреспондент НАН Украины К. Ф. Тяпкин, А. В. Анциферов,
М. М. Довбнич, М. Г. Тиркель

Новые представления о природе сил, под действием которых возникают землетрясения и образовались тектонические структуры Земли: общность и отличия

Констатується єдність природи джерел сил, під дією яких відбувалося утворення тектонічних структур Землі в попередні геологічні епохи і виникають сучасні землетруси. Відзначається неспроможність сучасних уявлень про ендегенні джерела цих сил. Обґрунтовуються нові уявлення, згідно з якими джерелом сил, що ініціює розглядувані геодинамічні процеси, є глобальне поле напружень, яке виникає у тектоносфері Землі внаслідок взаємодії нашої планети з навколишніми космічними полями.

Землетрясения — колебания земной поверхности, обусловленные внезапным высвобождением энергии в относительно локализованных областях тектоносферы, обычно называемых их очагами. Физическая природа сил, вызываемых эти геодинамические явления, до сих пор остается гипотетической. Современное состояние наших представлений о них определил известный американский сейсмолог В. Вольт, в частности он писал [1]: “Те же глобальные силы геологические или тектонические, силы, которые создают горы и рифтовые долины, срединно-океанические хребты и глубоководные желоба, те же самые силы представляют собой первичную причину сильнейших землетрясений. Природа этих сил еще не совсем ясна ...”. Это утверждение, по-существу, отражает мнения большинства сейсмологов мира и авторы настоящего сообщения полностью разделяют его. Представлениям о физической природе сил, участвующих в формировании тектонических структур Земли, и возникновении землетрясений, посвящена данная работа.

Природа сил, под действием которых образовались тектонические структуры. Абсолютное большинство геологов во всем мире полагает, что тектогенез Земли и, в частности, ее тектонические активизации происходят под действием эндогенных сил, обусловленных внутриземными спонтанно развивающимися физико-геологическими и геохимическими процессами. В опубликованной монографии [2] показана несостоятельность этих предположений и обосновываются новые представления, суть которых сводится к следующему. Тектоническое развитие Земли определяется ее взаимодействием с окружающими космическими полями. Одним из результатов этого взаимодействия является изменение ротационного режима Земли: угловой скорости и положения оси вращения относительно поверхности геоида. Вследствие изменения ротационного режима нашей планеты происходит деформация земного эллипсоида, приводящая к нарушению равновесного состояния вращающейся Земли (геоизостазии). Если деформация земного эллипсоида происходит без нарушения его сплошности, то в нем должны возникать соответствующие механические напряжения. Будем называть их ротационными. *Возникающее таким образом глобальное поле ротационных напряжений в тектоносфере Земли является основным источником сил, под действием которых происходят тектонические активизации Земли и формирование ее тектонических структур.*

Пользуясь условиями геоизостазии, сформулированными и озвученными на XXVII сессии Международного геологического конгресса [3], М. М. Довбнич решил ряд фундаментальных задач геомеханики. В результате этих решений получены алгоритмы для расчета полей ротационных напряжений, обусловленных вариациями ротационного режима для некоторых моделей тектоносферы упругой и упруговязкой Земли. Насколько нам известно, такие алгоритмы получены впервые в мировой практике. Детально они описаны в монографии [2]. Там же приведены алгоритмы для расчета напряжений в тектоносфере, обусловленные лунно-солнечными приливами в твердой Земле, которые потребуются в дальнейшем.

Результаты анализа полей ротационных напряжений в тектоносфере Земли, рассчитанных по названным выше алгоритмам, позволяют сделать следующие важные для наших целей выводы.

1. *Основной вклад в глобальное поле ротационных напряжений вносит изменение положения оси вращения Земли относительно поверхности геоида. Эта компонента поля может достигать величины, равной пределу прочности пород тектоносферы (10^7 Па), а следовательно, служит причиной возникновения тектонических активизаций Земли.*

2. *Вклад в глобальное поле ротационных напряжений, обусловленный вариациями угловой скорости вращения Земли, более скромнен — максимальные значения напряжений этой компоненты достигают величин порядка 10^5 Па.*

Тектонические активизации Земли возникают в областях тектоносферы, в пределах которых ротационные напряжения достигают величины, равной пределу прочности слагающих их пород. Результатом каждой тектонической активизации является образование определенной системы разломов тектоносферы, состоящей из иерархически соподчиненных разломов двух взаимно ортогональных направлений. Пересечение этих разломов образует соответствующую систему блоков. Относительные вертикальные перемещения блоков, происходящие под действием того же поля ротационных напряжений, инициируют денудационно-седиментационный процесс. Проникновение крупных разломов вглубь тектоносферы вызывает декомпрессию пород на этих глубинах, приводящую в конечном итоге к активизации магматической деятельности с появлением магм преимущественно основного состава. Магмы кислого состава, как правило, являются продуктом палингенеза пород в областях соприкосновения верхних частей крупных блоков тектоносферы при их относительных перемещениях, происходящих в режиме сжатия за счет энергии трения. Совокупность перечисленных выше процессов образует определенную осадочно-вулканогенную толщу, свойственную только данной активизации. Породы этой толщи участвуют в образовании всех поверхностных структур, формируемых на основе разломов, разделяющих разноранговые блоки тектоносферы.

Опыт наших исследований свидетельствует о том, что в докембрийских породах на территории Евразии геолого-геофизическими методами достаточно четко фиксируются шесть систем разломов, характеризующихся следующими азимутами простирания: 0 и 270° ; 17 и 287° ; 35 и 305° ; 45 и 315° ; 62 и 332° ; 77 и 347° . Менее четко фиксируются системы разломов с азимутами простирания, промежуточными по отношению к названным выше. Следовательно, в докембрии было не менее шести крупных тектонических активизаций Земли, не считая более мелких — фаз активизаций.

В фанерозое описываемый процесс активизаций Земли продолжался с той только разницей, что новых систем разломов как правило не возникало, а обновлялись (активизировались) разломы ранее возникших докембрийских систем. Свидетельством справедливости

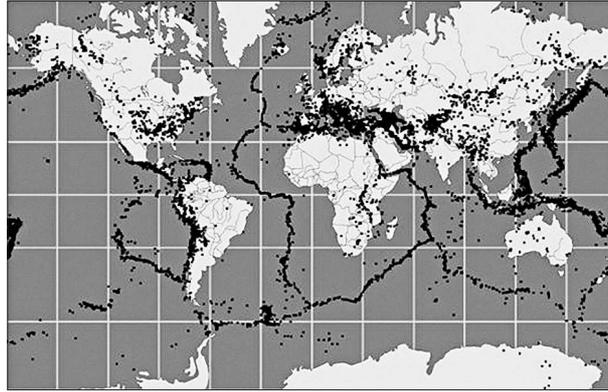


Рис. 1. Карта-схема расположения эпицентров землетрясений в пределах земного шара, по [4]

последнего утверждения могут служить известные примеры формирования фанерозойских структур на основе докембрийских разломов [2].

Землетрясения представляют собой проявление определенных фаз современных тектонических активизаций Земли. Общность природы источника сил, вызывающих эти геодинамические явления и определявшего закономерности образования структур тектоносферы в геологическом прошлом, несомненна. *Таким источником сил является описанное выше глобальное поле ротационных напряжений, возникающее в тектоносфере Земли вследствие вариаций ее ротационного режима.*

Эпицентры землетрясений располагаются на земной поверхности не произвольно, а укладываются в определенные линейные пояса, которые совпадают с современными активными зонами горообразования и вулканизма (рис. 1). Особо следует отметить два пояса концентрации эпицентров землетрясений, в которых наблюдается пространственная взаимосвязь с возникновением горных хребтов и вулканизмом: Средиземноморский и Тихоокеанский.

В пределах Тихоокеанского пояса происходит более 80% всех землетрясений, в том числе большая часть катастрофических. Здесь сосредотачивается большое число землетрясений с подкоровыми очагами. Со Средиземноморско-Трансазиатским поясом связано около 15% всего числа землетрясений. Здесь случается много землетрясений с промежуточной глубиной их очагов и тоже — достаточно часто разрушительные землетрясения [4].

Выше было подчеркнута единство природы возникновения тектонических активизаций Земли и современных землетрясений, в то же время эти явления все-таки отличаются друг от друга. С целью установить причины отличий ниже приведены основные особенности землетрясений по сравнению с ранее происходившими активизациями Земли.

1. Современные землетрясения представляют собой проявление определенных фаз современных тектонических активизаций Земли.

2. Современные землетрясения значительно менее энергоемки тектонических активизаций Земли — даже самые крупные из них высвобождают энергию, величина которой на несколько порядков меньше энергии, затрачивавшейся на осуществление тектонических активизаций. Об этом свидетельствуют результаты сопоставления последствий рассматриваемых явлений.

3. Современные землетрясения происходят несоизмеримо чаще тектонических активизаций. Следовательно, на их подготовку требуется значительно меньше времени. Наблюдаемая повторяемость крупных землетрясений происходит через интервалы времени, на-

чиная от нескольких десятков до нескольких тысяч лет. Результаты наших вычислений свидетельствуют о том, что этих интервалов времени недостаточно для накопления ротационных напряжений, соизмеримых по величине с принимаемой ныне прочностью пород (10^7 Па). Тем не менее землетрясения все-таки происходят.

Возникает естественный вопрос: *какие условия способствуют этому?* Ответ на него вытекает из описанных выше особенностей тектонического развития Земли. Землетрясения возникают не в любых областях тектоносферы, а только в ее ослабленных зонах, в которых прочность слагающих пород $\leq 10^7$ Па. Такими зонами могут быть ранее возникшие крупные разломы тектоносферы.

Прямым подтверждением приведенного выше заключения могут быть результаты, полученные известным сейсмологом С. Н. Назаретяном, проводившим целенаправленные исследования этой проблемы на территории Армении. Детально изучив пространственное распределение очагов крупных землетрясений и сопоставив их с картой систем разломов Армении, составленной по геолого-геофизическим данным, он установил: 1) *основная часть эпицентров сильных землетрясений ($M \geq 4$) приурочена к зонам глубинных разломов;* 2) *наиболее сейсмоактивными участками изучаемой территории являются тектонические узлы — области пересечения разломов разных направлений.*

Причиной разупрочнения пород в зонах разломов, разделяющих крупные сегменты тектоносферы, является длительная систематическая вибрация границ соприкасающихся сегментов тектоносферы под действием лунно-солнечных приливов в твердой Земле. Впервые на этот механизм ослабления прочности пород тектоносферы Земли обратили внимание Ю. А. Косыгин и Л. А. Маслов [6].

Таким образом, приведенные нами данные позволяют не только констатировать единство источников сил, под действием которых происходило образование тектонических структур на Земле и возникают современные землетрясения, но и раскрывают физическую природу этих сил, а полученные ранее алгоритмы — вычислять поле этих сил в тектоносфере Земли. Установленные особенности землетрясений и наличие алгоритмов для вычисления инициирующих их полей напряжений открывают новые возможности для разработки методики прогноза этих катастрофических явлений.

К этому следует добавить, что есть достаточно оснований полагать, что наблюдаемые в угольных бассейнах геодинамические явления типа внезапных выбросов в горных выработках [7–9] инициируются полем тех же самых ротационных напряжений. Следовательно, методика прогнозирования обоих этих геодинамических явлений должна быть во многом сходна.

Разработка методики прогнозирования обеих сходных по природе геодинамических явлений является одной из насущных проблем современности. Ее решение планируется осуществлять совместными усилиями сотрудников Национального горного университета и УкрНИМИ НАН Украины в ближайшую пятилетку.

1. Болт Б. А. Землетрясения (пер. с англ.). – Москва: Мир, 1981. – 256 с.
2. Тяпкин К. Ф., Довбнич М. М. Новая ротационная гипотеза структурообразования и ее геолого-математическое обоснование. – Донецк: Изд-во Ноулидж, 2009. – 342 с.
3. Тяпкин К. Ф. A new model isostasy of the Earth // Abstracts XXVII GEOLOGORUM CONVENTUS. – Moscow, 1984. – V. 3. – P. 438–439.
4. <http://www.physicalgeography.net>.
5. Назаретян С. Н. Глубинные разломы территории Армянской ССР. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1984. – 138 с.

6. Косыгин Ю. А., Маслов Л. А. Роль твердых лунных приливов в тектоническом процессе // Геотектоника. – 1986. – № 6. – С. 3–7.
7. Півняк Г. Г., Шашенко О. М., Сдвижкова О. О. и др. Моделивання геотехнічних систем / За ред. Г. Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Нац. гірн. ун-т, 2009. – 252 с.
8. Анциферов А. В. Прогноз горно-геологических условий отработки угольных пластов методами шахтной геофизики. – Киев: УкрГГРИ, 2003. – 48 с.
9. Анциферов А. В., Майборода А. А., Туркель М. Г. Шахтная геофизика в условиях Донбасса // Комплексование геофизических методов. – Донецк: Вебер, 2008. – 336 с.

ГВУЗ “Национальный горный университет”,
Днепропетровск
Украинский научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
горной геологии, геомеханики
и маркшейдерского дела, Донецк

Поступило в редакцию 14.02.2011

Corresponding Member of the NAS of Ukraine **К. Ф. Тярпкин, А. В. Анциферов,
М. М. Dovbnich, М. Г. Tirkel**

New ideas of the nature of forces inducing earthquakes and the development of tectonic structures of the Earth: generality and differences

The generality of the nature of the force sources inducing the development of tectonic structures of the Earth in the past geological epochs and the modern earthquakes is stated. The inability of the modern ideas of endogenous sources of these forces is underlined. The new notions are substantiated. In accordance with them, these force sources are the global stress fields appeared in the Earth tectonosphere as a result of the interaction between our planet with the surrounding space fields.