**Изменение рельефа Земли**

С самого начала обсуждения проблемы формирования земного шара именно горы смущали ученых. Потому что если предположить, что сперва Земля была огненным, расплавленным шаром, то ее поверхность после остывания должна бы остаться более или менее гладкой... Ну, может быть, слегка шероховатой. А откуда же появились высокие горные хребты и глубочайшие впадины в океанах?

В XIX веке господствующей идеей стало представление о том, что время от времени по каким-то причинам раскаленная магма изнутри приступом идет на каменную оболочку и тогда в ней вспучиваются горы и поднимаются хребты. Поднимаются? Но почему тогда на поверхности так много районов, где хребты идут параллельными складками один подле другого? При вспучивании каждая горная область должна бы иметь форму купола или пузыря... Объяснить возникновение складчатых гор действием вертикальных сил, идущих из недр, не удавалось. Складки требовали горизонтальных усилий.

А теперь возьмите яблоко в руку. Пусть это будет небольшое, слегка привядшее яблочко. Сдавите его в руках. Смотрите, как сморщилась кожица, как покрылась она мелкими складочками. А представьте себе, что яблочко размером с Землю. Складочки вырастут и превратятся в высоченные горные хребты... Какие же силы могли бы так сдавить землю, чтобы она покрылась складками?

Вы ведь знаете, что каждое раскаленное тело при остывании сжимается. Может быть, этот механизм годится и для объяснения складчатых гор на земном шаре? Представьте себе — расплавленная Земля остыла и покрылась коркой. Корка или кора, как каменное платье, оказалась «сшитой» на определенный размер. Но планета-то остывает дальше. А раз остывает, то и сжимается. Немудрено, что со временем каменная рубашка оказалась велика, стала мяться, идти складками.

Такой процесс предложил для объяснения формирования поверхности Земли французский ученый Эли де Бомон. Он назвал свою гипотезу контракционной от слова «контракция», что в переводе с латыни как раз и обозначало — сжатие. Один швейцарский геолог попробовал вычислить, какими оказались бы размеры земного шара, если разгладить все складчатые горы. Получилась весьма впечатляющая величина. Радиус нашей планеты при этом увеличился бы едва ли не на шестьдесят километров!

Новая гипотеза приобрела множество сторонников. Самые известные ученые поддержали ее. Они углубляли и разрабатывали отдельные разделы, превращая предположение французского геолога в единую науку о развитии, движении и деформации земной коры. В 1860 году эту науку, ставшую важнейшим разделом комплекса наук о Земле, предложили назвать геотектоникой. Станем и мы дальше называть этот важный раздел так же.

Гипотеза контракции или сжатия Земли и сморщивания ее коры особенно укрепилась, когда в Альпах и Аппалачах открыли крупные «надвиги». Этим термином геологи обозначают разрывы в залегающих горных породах, когда одни из них как бы надвинуты на другие. Специалисты торжествовали, новая гипотеза объясняла все!

Правда, возникал маленький вопрос: а почему горы-складки располагались не по всей поверхности земли равномерно, как на сморщившемся, усохшем яблоке, а собирались в горные пояса? И почему эти пояса располагались только по определенным параллелям и меридианам? Вопросик пустяковый, но коварный. Потому что на него ответить контракционная гипотеза никак не могла.

*Глубокие корни гор*

Примерно в середине XIX века, а точнее в 1855 году английский ученый Д. Пратт вел геодезические работы на территории «жемчужины британской короны», то есть в Индии. Он работал вблизи Гималаев. Каждый день, просыпаясь поутру, англичанин любовался величественным зрелищем грандиозного горного района и невольно задумывался: сколько же может весить этот колоссальный горный массив? Его масса должна непременно обладать заметной силой притяжения. Как бы это узнать? Стоп, но если это так, то внушительная масса должна отклонять легкий грузик на нитке от вертикали. Вертикаль — это направление силы тяжести Земли, а отклонение — направление силы притяжения Гималаев...

Пратт тут же прикинул общую массу горного массива. Получилась действительно порядочная величина. По ней, пользуясь законом Ньютона, он вычислил ожидаемое отклонение. Потом неподалеку от склонов гор подвесил грузик на нитке и с помощью астрономических наблюдений измерил его истинное отклонение. Каково же было разочарование ученого, когда при сравнении результатов оказалось, что теория отличается от практики более чем в пять раз. Вычисленный угол оказывался больше измеренного.

Пратт никак не мог взять в толк, в чем же заключается его ошибка. Он обратился к гипотезе, выдвинутой когда-то еще Леонардо да Винчи. Великий итальянский ученый и инженер предположил, что земная кора и расплавленный подкорковый слой — мантия почти всюду находятся в равновесии. То есть блоки коры плавают на тяжелом расплаве, как льдины на воде. А так как при этом часть «льдин»-блоков погружена в расплав, то в целом блоки оказываются легче, чем принимаются при расчете. Ведь кто не знает, что у айсберга лишь меньшая часть выступает над водой, а большая — погружена...

Соотечественник Пратта Дж. Эри добавил к его рассуждениям свои соображения. «Плотность горных пород примерно одинакова, — говорил он. — Но более высокие и мощные горы стоят, глубже погрузившись в мантию. Менее высокие горы сидят мельче». Получалось, что горы как бы имеют корни. Причем корневая часть оказывалась сложенной из менее плотных пород, по сравнению с плотностью мантии.

Хорошая получилась гипотеза. Долгое время пользовались ею ученые при измерениях силы тяжести в разных районах Земли. До той поры, пока не полетели над планетой искусственные спутники Земли — самые верные указатели и регистраторы поля притяжения. Но о них еще речь впереди.

В конце прошлого века американский геолог Даттон высказал мысль о том, что наиболее высокие и мощные блоки земной коры размываются дождями и текущими водами сильнее низких, а следовательно, они должны становиться легче и постепенно «всплывать». Тем временем на более легкие и низкие блоки наносятся осадки с вершин более высоких соседей, и они тяжелеют. А раз тяжелеют, то и погружаются. Не является ли этот процесс одной из возможных причин землетрясений в горах и новых горообразований?..

Очень много интересных гипотез выдвинули ученые конца прошлого века. Но едва ли не самой плодотворной из них было создание учения о геосинклиналях и платформах.

Геосинклиналями специалисты называют довольно обширные вытянутые в длину участки земной коры, где особенно часто наблюдаются землетрясения и извержения вулканов. Рельеф в этих местах обычно такой, что, как говорится, «сам черт ногу сломит» — складка на складке.

Еще в 1859 году американский геолог Дж. Холл заметил, что в горно-складчатых областях осадки гораздо толще, чем в тех местах, где породы залегают спокойными горизонтальными пластами. Почему так? Может быть, под тяжестью накопившихся здесь осадков, смытых с соседних гор, кора земли прогнулась?..

Выдвинутое предположение понравилось. И несколько лет спустя коллега Холла Джеймс Дана развил взгляды своего предшественника. Он назвал удлиненные прогибы коры, вызванные боковым сжатием (тогда уже господствовала гипотеза контракции), геосинклиналями. Сложный термин произошел из объединения трех греческих слов: «ге» — земля, «син» — вместе и «клино» — наклонять.

Джеймс Дана представлял себе этот процес следующим образом: сначала сжатая область прогибается. Потом слои сминаются и вспучиваются в виде горных складок.

Далеко не все геологи сразу согласились с мнением американского специалиста. Предлагались и другие картины развития геосинклиналий. Спор о них до наших дней не утихает уже более ста лет. Одни считают, что разогретое подкорковое вещество разделяется на тяжелые и легкие фракции. Тяжелые «тонут», выдавливая кверху более легкие. Они поднимаются, «всплывают» и вспарывают, разрывают литосферу. Тогда обломки тяжелых плит соскальзывают и сминают осадочные слои...

Другие предлагают иной механизм. Они считают, что в раскаленном подкорковом веществе Земли существуют медленные течения. Они затягивают, сминают осадочные породы. А оказавшись в глубине, эти породы переплавляются под действием давлений и высоких температур.

Есть и другие концепции. Согласно одной из них, например, геосинклинальные складки возникают по краям континентальных платформ, плавающих, как льдины в океане, по пластичному подкорковому веществу. К сожалению, пока ни одно из существующих на этот счет предложений полностью не удовлетворяет наблюдаемым в природе закономерностям. И потому спор, по-видимому, далек от своего завершения.

Выдающийся русский и советский геолог, общественный деятель Александр Петрович Карпинский родился в 1846 году, в поселке Турьинские рудники в Верхотурском уезде на Урале. Ныне это город, носящий его имя. Отец его был горны/и инженером, и потому неудивительно, что молодой человек по окончании гимназии поступил в прославленный Петербургский горный институт.

В тридцать один год Александр Петрович стал профессором геологии. А через девять лет его избрали членом императорской Академии наук.

Он исследует строение и полезные ископаемые Урала и составляет сводные геологические карты европейской части России. Начиная с петрографии — науки о составе и происхождении горных пород, Карпинский касается всех буквально разделов науки о Земле и везде оставляет заметный след. Он исследует ископаемые организмы. Пишет выдающиеся работы по тектонике и о геологическом прошлом земли — по палеогеографии.

Учение о геосинклиналях, несмотря на прогрессивные идеи в его основе, испытывало на первом этапе множество трудностей. И в это время Александр Петрович вплотную занялся изучением «спокойных областей» земной поверхности. Впоследствии они-то и получили название «платформ». В этих работах Карпинский обобщил огромный материал по геологии России, накопленный поколениями русских геологов. Он показал, как менялись очертания древних морей, заливавших эти области в разное время. И вывел два рода «волнообразно-колебательных движений» земной коры. Один, более грандиозный, образует океанические впадины и материковые поднятия. Другой, не столь величественный по масштабам, обеспечивает появление впадин и выпуклостей в пределах самой платформы. Так, например, местные колебания Русской платформы, по мнению Карпинского, происходили параллельно Уральскому хребту в меридиональном направлении и параллельно Кавказу — по параллелям.

После работ Александра Петровича Карпинского стало ясно, что платформы — это вовсе не неподвижные и неизменяемые участки земной поверхности. Они развиваются и изменяются со временем. К краям платформ время от времени присоединяются горные области, которые, застывая, увеличивают их общую площадь. Таким образом, развитие платформ оказывалось тесным образом связанным с образованием геосинклиналий и подчеркивало развитие всей Земли.

Свои выводы Александр Петрович основывал на принципах контрэкционной гипотезы, считая ее «счастливейшим научным завоеванием». И хотя результаты дальнейших исследований все яснее доказывали несостоятельность этой гипотезы, теория геосинклиналий и платформ продолжала развиваться независимо, становясь одним из важнейших положений геотектоники.

*Расширение на смену сжатию*

Пожалуй, именно новые представления об изначально холодной Земле похоронили гипотезу контракции. Появились новые идеи. Одна из них заключалась в том, что наша планета образовалась из более плотного вещества, по сравнению с существующими горными породами. И образовавшийся земной шар был сначала чуть не вдвое меньше теперешнего. На таком плотном космическом теле не было никаких особых впадин и выпуклостей — сплошная, довольно ровная оболочка. Но постепенно, разогреваясь, первоначальный планетный ком стал «распухать». Поверхность его растрескивалась. Стали образовываться отдельные глыбы континентов, разделенные глубокими впадинами океанов.

Однако у новой гипотезы тоже было немало уязвимых мест. Причем одним из них опять-таки были складчатые горы. Ведь складки могли появиться только при сжатии.

Чтобы справиться с таким противоречием, специалисты пришли к мнению, что периоды расширения могли сменяться периодами сжатия. Появилась еще одна «пульсационная гипотеза». Ее и сегодня поддерживает ряд ученых, считая, что именно в попеременном сокращении и расширении земного радиуса могут заключаться причины перемещения материков. Ведь эпохи складчатости в истории нашей планеты тоже следовали друг за другом.

Не очень ясны причины таких пульсаций. Русский ученый академик М. А. Усов связывает их с космическими факторами — с притяжением Луны и Солнца, с влиянием других планет. Другой ученый академик В. А. Обручев считал одной из возможных причин расширения Земли переход магмы из твердого состояния в жидкое. При этом много тепла уходит из недр. Земля охлаждается, а следовательно, и сильно сжимается.

Гипотеза пульсации имеет довольно много сторонников среди современных ученых. Они измерили горные давления в различных точках нашей планеты и сделали вывод о том, что в данный момент Земля переживает период сжатия. Если это так, то количество землетрясений должно расти...

Я привел несколько примеров для того, чтобы вы поняли — вопросы развития нашей планеты очень сложные. Люди уже давно стараются проникнуть в тайну геологической истории Земли, но и по сей день единого мнения по всем вопросам у ученых нет.

*Критические зоны планеты*

Ученые видели, что различные зоны земного шара, его горные системы, низменности приурочены к определенным поясам. А почему не по всей поверхности равномерно?

Вот, например, Александр Петрович Карпинский отметил горные пояса, идущие в меридиональном направлении. А в то же время Александр Иванович Воейков — выдающийся географ и климатолог, а также русский геодезист и географ Алексей Андреевич Тилло привели очень убедительные доводы в пользу широтного расположения горных систем.

Почему же все-таки особые зоны возникают не повсеместно, а только в каких-то критических областях?

С начала нашего века математики и геофизики все больше внимания уделяют вращению Земли и его влиянию на строение оболочки планеты. Ученые строят модели и рассчитывают их, выясняя, как должны распределяться напряжения в сферическом слое такой модели (в земной коре) в условиях ее сжатия...

Астрономы давно заметили, что ход вращения Земли постепенно замедляется. Нашу планету тормозит в основном приливное трение в ее коре, возникающее из-за притяжения Солнца и Луны. При этом постепенно уменьшаются силы полярного сжатия планеты. А значит, в высоких широтах литосфера и гидросфера будут понемногу подниматься, а в низких широтах у экватора — опускаться. При подобном процессе пограничными полосами, испытывающими особенно сильные напряжения, по мнению ученых, являются семидесятая параллель, шестьдесят вторая и тридцать пятая, а также экватор. Именно в этих поясах располагаются зоны - тектонических нарушений. На суше — это горные районы, глубокие пропасти и вулканы. На море — «ревущие сороковые» и другие районы бесчисленных опасных приключений, не раз и не два заканчивавшихся трагически.

А посмотрите на длиннющий хребет Кордильер Северной и Южной Америки, на Аппалачи, на Уральский хребет...

Найдите на карте Западно-Сибирскую равнину, которая переходит в низменность Тургайского прогиба и в Туранскую низменность.

Взгляните, как идет система рифтовых прогибов, пересекающих с севера на юг восточную часть Африки...

Все они ориентированы по меридианам или близко к ним. Советский ученый Г. Н. Каттерфельд считает критическими зонами меридионального направления пояса, расположенные между 105 — 75°, 60 — 120° и 150 — 30°.

Эти критические зоны очень важно знать исследователям Земли. Они имеют очень большое не только теоретическое, но и практическое значение. Потому что именно в них наблюдается усиленная магматическая активность подкоркового вещества. И вместе с магмой по трещинам и разломам в верхние зоны коры поднимаются рудные элементы, которые создают месторождения различных металлов. Например, уже сегодня геологам хорошо известен Тихоокеанский рудный пояс с крупными месторождениями олова, серебра и других металлов. Этот пояс огромным кольцом охватывает величайший океан земли. Известен и Средиземноморский рудный пояс, хранящий в себе медь и свинцово-цинковые руды. От Атлантического побережья Южной Европы и Северной Африки тянется он через Кавказ, Тянь-Шань до самых Гималаев...

Но что же является источником колоссальной энергии, за счет которой осуществляются грандиозные тектонические процессы в земной коре? По этому поводу и в наше время не затихают горячие дискуссии. Одни считают тектонику свойством вообще присущим саморазвитию любой планеты. Источником ее сил они видят внутреннее тепло Земли. Другие отдают предпочтение космическим факторам: взаимодействию Земли с Солнцем, с Луной, изменению солнечной активности, даже положению Солнечной системы относительно центра Галактики...

Единого взгляда и единого мнения нет! Может быть, пройдет несколько лет и появится новая гипотеза, объединяющая причины всепланетного развития на основании новых факторов, добытых уже не только на поверхности Земли, но и на других планетах.

**«Бомба» профессора Вегенера**

Вы никогда не задумывались, взглянув на глобус или географическую карту мира, почему восточный берег Южной Америки и западное побережье Африки так удивительно схожи?.. Присмотритесь-ка повнимательнее. Картина получается поразительная. Полное впечатление, что когда-то эти отдельные куски суши составляли единую огромную нашлепку на земном шаре, один гигантский праматерик.

Между прочим, первым это сходство отметил еще в 1620 году уже известный нам Бэкон, как только успели выйти более или менее правдоподобные карты с Новым и Старым Светом. А сорок лет спустя французский аббат Ф. Пласе утверждал, что «до всемирного потопа» обе части света были крепко-накрепко соединены друг с другом. Правда, о причине их разъединения почтенный патер не распространялся. Но именно с этого момента, при желании, можно начинать историю развития гипотезы о движении материков, или гипотезы «мобилизма», как ее называют в науке.

По-настоящему мобилизм связан с именем Альфреда Вегенера, который возродил забытые предположения Бэкона и Пласе, поставив их на «научные ноги». В общем-то, мысль о движении материков возникла у Вегенера случайно. Он рассматривал карту мира и так же, как и мы с вами, поразился сходству берегов континентов.

Кем был профессор Вегенер? Он окончил университет по специальности астронома. Но это была, по его выражению, «слишком сидячая работа» для его темперамента. Научившись управлять аэростатом, он вместе с братом занялся исследованиями атмосферы и увлекся метеорологией. Через несколько лет он отправился в Гренландию, чтобы вести метеорологические наблюдения в условиях ее сурового климата.

Когда основоположник климатологии член-корреспондент Петербургской Академии наук Александр Иванович Воейков прочитал книгу молодого Вегенера «Термодинамика атмосферы», он воскликнул: «Взошла новая звезда в метеорологии!»

И вдруг — Вегенер и строение и эволюция Земли?

Как и другие его современники, Вегенер представлял себе землю, произошедшей из огромной капли расплавленного вещества. Она постепенно остывала, покрывалась коркой, которая покоилась на тяжелой и жидкой базальтовой массе.

Еще направляясь в Гренландию, ученый не раз обращал внимание на могучие льдины, величественно плывущие по стылой воде. Может быть, этот образ и навеял ему представления о расплывающихся материках. Вот только какие силы могли их двигать? Но вы ведь не забыли, что по образованию Вегенер был астрономом. И вот в его воображении возникает четкая картина, как увлекается подкорковый слой вращением Земли, как Луна возбуждает в мантии гигантские приливные волны, взламывающие непрочную оболочку, и как захваченные приливными течениями куски коры надвигаются и громоздятся друг на друга, образуя единый праматерик, окрещенный им Пангеей.

Много миллионов лет просуществовала Пангея.

А тем временем под воздействием тех же внешних сил в ее глубинах все накапливались и накапливались напряжения. И в один прекрасный момент не выдержал праматерик. Побежали по нему трещины, и стал он распадаться на части. Откололись Америки от Африки и Европы и поплыли на запад. Между ними раскрылся Атлантический океан. Оторвалась от Северной Америки Гренландия, а от Африки Индостан. Раскололись Антарктида с Австралией...

Однажды оказавшись почти случайно на собрании немецкого Геологического общества, Вегенер не задумываясь изложил свою гипотезу собравшимся. Что тут началось!.. Почтенные господа, только что мирно дремавшие на стульях, не просто проснулись. Они пришли в ярость. Они кричали, что взгляды Вегенера ошибочны, а идеи нелепы и даже смешны. А сам он безграмотен и... Вспомним, что в то время в геологическом мире безраздельно господствовала контракционная гипотеза. Какое же горизонтальное движение материков возможно при общем сжатии планеты? Нет, земная кора может только подниматься и опускаться.

Конечно же, вернувшись домой, многие из присутствовавших тут же бросились к глобусам и картам и стали вырезать ножницами материки и прикладывать один к другому. Противники Вегенера злорадствовали: в большинстве случаев берега лишь в принципе, очень неточно совпадали. И это являлось существенным козырем против новой гипотезы.

Стоит отметить, что такое приблизительное совпадение долгие годы было сильным аргументом противников мобилизма — гипотезы движения материков. Уже в наше время, когда реконструкцию Пангеи решили провести не по береговой линии континентов, а по границе материкового склона, включив в материки и шельфы, картина получилась совсем иной. В 1965 году ученые воспользовались электронной вычислительной машиной и подобрали такое положение материков, при котором зоны несовпадения оказались пренебрежимо малыми. Разве это не доказательство? Но вернемся к Вегенеру.

Резкая критика не обескуражила ученого. Он лишь сделал вывод, что для доказательства новой идеи ему нужно накопить много фактов, очень много.

В то время ученый работал в Марбургском университете. Читал лекции студентам, обрабатывал материалы своей поездки в Гренландию и думал. Все его мысли захватила новая идея. Он искал силы, способные сдвинуть материки с места, растащить их, искал пути движения континентов.

В конечном счете Альфреду Вегенеру так и не удалось найти достаточно доказательств для подкрепления своей гипотезы. Сил притяжения Луны и Солнца было явно недостаточно, чтобы сдвинуть с места глыбы континентов. Да и представление о сплошном расплавленном подкорковом слое оказалось несостоятельным. Старая школа победила.

Мнение о том, что материки могут двигаться, было если не забыто, то надолго (в понимании нашего времени — на самом же деле совсем не надолго) сошло со сцены. И лишь в пятидесятых годах XX столетия поруганная гипотеза мощно возродилась, пополнилась новыми фактами и заняла ведущую роль в современной науке о Земле.

**Литература**

1.http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000030/index.shtmlБаландин Р.К. Глазами геолога. – М., 1973

2.http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000037/index.shtmlГангнус А.А. Тайна земных катастроф. – М., 1985

3.Иванов В.Л. Архипелаг двух морей. – М., 2003

4.Кац Я.Г., Козлов В.В., Макарова Н.В. Геологи изучают планету. – М., 1984

5. Кузнецова Л.И. Куда плывут материки. – М., 1999

6. Малахов А.Занимательно о геологии – М., 1989