

ГЕОЛОГИЯ

А. Т. Асланян

Некоторые вопросы тектонической деформации земли

1. *Сущность тектонической деформации.* Исходя из основных предпосылок механической теории планетных фигур [6,8,9,10] тектоническими в широком смысле следует называть те силы и движения, которые нарушают фигуру равновесия планеты, определяемую известным уравнением:

$$W = U + T + V_1 = \text{const},$$

где W — потенциал нормальной силы тяжести g на поверхности урванного сфероида, находящегося в свободном или инерциальном вращении вокруг неизменной оси, U — потенциал центробежной силы вращения, T — потенциал сил, нарушающих фигуру равновесия, V_1 — разность потенциала притяжения массы планеты и нарушающего (возмущающего) потенциала T . Нарушения фигуры равновесия обозначаются короблением урванной поверхности сфероида (ундуляции геоида) и соответствующими аномалиями силы тяжести, связь между которыми определяется фундаментальными уравнениями гравиметрии:

$$\Delta g = -\frac{2T}{R} - \frac{\partial T}{\partial \rho} \quad \text{и} \quad T = Ng,$$

где Δg — аномалия силы тяжести, R — средний радиус Земли, ρ — радиус-вектор аномального пункта, N — амплитуда отступления геоида от софокусного урванного сфероида, т. е. глубина (высота) прогибов (поднятий) поверхности геоида над сфероидом.

В геологическом выражении процесс нарушения фигуры равновесия тождественен процессу эпифрогенической (волновой) деформации Земли; орогеническая и дизъюнктивная деформации представляют реакцию на эпифрогеническую деформацию и имеют тенденцию восстановить фигуру равновесия, нарушенную последней. Положительные, направленные вверх, ундации геоида (геоундации) в полном соответствии с данными гравиметрии и геологии отвечают стабильным блокам земной коры (платформы или геоантиклиналы в динамическом смысле), а отрицательные, направленные вниз ундации (геодепрессии) — мобильным поясам коры (геосинклинали), независимо от того, погружаются они или, испытывая складчатость, поднимаются [2].

Условия полного тектонического покоя суть:

$$\Delta g = 0, \quad N = 0, \quad \rho = R = \text{const.}$$

Они принципиально невыполнимы, ибо для этого требуется постоянство (неизменяемость) силы тяжести и сил сцепления, находящихся в единстве.

2. *Источник энергии деформации.* Согласно первой из указанных формул потенциал тектонических (возмущающих) сил T составляет часть потенциала притяжения массы Земли и, следовательно, энергия тектонической деформации тоже является производной от потенциальной энергии Земли. Потенциал последней, если представить ее шарообразным телом, выражается функцией:

$$V_n = f(D, R),$$

где D — плотность планеты, а R — радиус (расстояние до центра).

По закону распределения плотностей $D = \varphi(R)$.

Сравнивая между собой эти две функции, можно написать

$$V_n = F(R),$$

из чего вытекает, что интересующим нас источником энергии является уменьшение радиуса (объема) планеты.

С достаточной для наших целей точностью количество энергии $-\Delta U$, выделяющееся при уменьшении радиуса на величину $R_0 - R_n$, можно вычислить по известному уравнению [13]:

$$-\Delta U = \Delta V_n = \frac{16}{15} \pi^2 k D^2 (R_0^5 - R_n^5).$$

Так, например, если привять, что радиус Земли сокращается со скоростью 1 см/10 лет, то количество выделившейся вследствие этого энергии составит за 130 лет примерно $4,5 \cdot 10^{31}$ эрг, из чего $7,8 \cdot 10^{28}$ эрг будет израсходовано на ускорение вращательного движения, порядка 10^{10} эрг на тепловое излучение, которое для настоящего времени оценивается в $2,77 \cdot 10^{20}$ эрг/сек., а оставшая часть — примерно $4,4 \cdot 10^{31}$ эрг, превышающая в 44 раза суммарную энергию остальных двух частей — будет израсходована на геологические процессы. Для сравнения можно напомнить, что энергия всех типов землетрясений составляет $3 \cdot 10^{24}$ эрг/год [5], т. е. $3,9 \cdot 10^{26}$ эрг за 130 лет. Эта энергия в 113000 раз меньше той энергии, которая приходится на все геологические процессы в целом.

В случае, если бы материал равновесной планеты заключал в себе определенное количество радиоактивных веществ, тепло которых могло бы предохранять планету от охлаждения, сохраняя постоянным ее объем, то она находилась бы в состоянии полного тектонического покоя. При избытке тепла, разумеется, имело бы место расширение планеты и отсутствовали бы аномалии силы тяжести и тектонические прогибы и поднятия. Наличие в реальной Земле радиоактивных веществ очевидно замедляет в определенной мере про-

десс сокращения радиуса, но не компенсирует его в сколько-либо значительной степени, хотя не исключена возможность, что радиогенное тепло в догеологическое время могло играть большую роль.

Для регуляризированной Земли глубина прогибов (высота поднятий) коры тождественна величине N отступления геоида от сфероида относимости.

Решение указанного выше дифференциального уравнения гравиметрии дается формулой Стокса:

$$N = \frac{1}{4\pi Rg} \int \Delta g F(\varphi) ds,$$

где $F(\varphi)$ — функция Стокса (безразмерная величина), а ds элемент поверхности геоида со средним радиусом R . Замечательным свойством указанной формулы является равенство

$$\int_s N ds = \int_s \Delta g ds = 0,$$

которое показывает, что как сумма аномальных масс, так и сумма прогибов и поднятий на всей поверхности регуляризированной планеты равна нулю [8,9]. Такой же вывод о взаимной компенсации прогибов и поднятий получен на основании палеотектонического анализа [3]. Практическим подтверждением этого равенства является известное положение гравиметрии о том, что „при редуцировании силы тяжести от геоида к эллипсоиду, редукция обычно имеет тот же знак, что и средняя аномалия района, т. е. средняя аномалия района увеличивается после этой редукции“ [4]. Это положение отражает сущность второго члена правой части приведенного выше дифференциального уравнения. Поскольку указанные положения доказывают равенство суммарных объемов поднятий и прогибов, постольку доказываем, что уменьшение объема планеты происходит за счет уменьшения объема какой-либо симметрично расположенной обособленной области глубоких недр, выполненной легко сжимаемым веществом, а толща Земли заключена в эластичную скорлупу.

По данным сейсмологии такой областью в толще Земли является ядро, которое, как и оболочка, эффектно пропускает продольные сейсмические волны, но является непроницаемым для поперечных волн [16]. Поскольку за все геологическое время радиус Земли сократился не менее чем на 500 км (см. ниже), состав внешних магматических слоев оставался за это время почти неизменным, а рост скорости прохождения сейсмических волн от этих слоев к поверхности ядра происходит сравнительно плавно, резко падая на границе последнего, — то можно утверждать, что уменьшение объема планеты происходило и происходит в основном за счет уплотнения ядра, вещество которого может быть рассмотрено как сжимаемая

жидкость. Ведущее значение ядра в уменьшении объема планеты ранее предполагалось П. Н. Кропоткиным, Ф. Нольке и др. [7].

3. *Механизм деформации.* Коробление коры и фиксация образующихся при этом волн (прогибов и поднятий) обеспечивается эластичностью материала соответствующих слоев планеты. Вследствие уменьшения объема ядра в оболочке и во внешних базальтовом и гранитном слоях, возникают тангенциальные (срезающие) напряжения и соответствующие деформации сдвига.

Для анализа деформации оболочку вместе с внешними слоями можно рассматривать как жесткую плиту на упругом основании [4] и пользоваться формулой:

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{1}{3} E N D \frac{1}{1-\mu^2}},$$

где σ — главное нормальное напряжение при осевом сжатии плиты, n — число равномошных независимых слоев, на которые могла расчленяться плита, E — модуль упругости (средневзвешенное значение), N — мощность плиты, D — плотность основания (ядра), а μ — коэффициент Пуассона. Для оболочки, согласно геофизическим данным [16]:

$$E_{\text{ср}} = 5,5 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2, \quad N = 2900 \text{ км}, \quad \mu = 0,27,$$

а плотность субстрата (внешняя часть ядра) $D = 9,69 \text{ гр/см}^3$. По указанной формуле напряжение при $n = 1$ составляет порядка $2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$ в то время, когда предел текучести материала земной коры составляет по экспериментальным данным всего 3–5 тыс. кг/см^2 . Отсюда следует, что оболочка и нижние горизонты коры состоят практически из бесконечного числа тонких, упругих слоев, т. е. имеют строение, близкое к строению идеальной жидкости. С этим выводом хорошо согласуются как наличие магматических расплавов на глубине, так и незначительная прочность подкорового вещества.

Для того, чтобы материал континентальной коры, мощностью 15 км и модулем упругости 700000 кг/см^2 , мог накопить необходимое для потери устойчивости напряжение 3000 кг/см^2 , кора, согласно указанной формуле, должна состоять из 10 одинаковой мощности независимых слоев, каждый по 1,5 км. Компенсацией этого, конечно, следует считать сильную сланцеватость коры, уменьшающую в большой мере сопротивление деформациям.

В этой связи, в полном соответствии с геофизическими данными, необходимо подчеркнуть ошибочность широко распространенного мнения о твердо-каменной природе базальтового слоя (вернее слоев) над границей раздела Мохоровичича, ниже которой повсюду распространяются кристаллические оливиновые породы [15]. Твердая кора, в узком смысле слова, имеет мощность порядка 10–15 км, охватывая осадочную покрывку и часть или, в лучшем случае, весь гранитный слой континентальных массивов и весь гранитный слой, и часть базальтового слоя океанических бассейнов. Подкоровым ве-

ществом следует назвать в этом случае — потенциально жидкий базальтовый слой, а в некоторых случаях — нижнюю часть гранитного слоя.

Выдающаяся особенность строения земной коры заключается в том, что в одном полушарии планеты с полюсом у устья р. Луары она сложена, в основном, гранитным слоем и обнимает Европу, Азию, Африку, дно Атлантического океана, Сев. Америку и большую часть южной Америки с некоторыми водоемами вместе (континентальное или гранитное полушарие), а в другом полушарии сложена в основном базальтовым слоем и покрыта на 90% морем (морское или базальтовое полушарие).

По геофизическим данным [16] модуль упругости гранитного слоя континентальных массивов оценивается в 700000 кг/см^2 , а модуль упругости базальтового слоя, слагающего дно Тихого океана, в 1200000 кг/см^2 . Поскольку энергия деформации прямо пропорциональна модулю упругости, то при прочих равных условиях напряжения и деформации должны концентрироваться в гранитном полушарии, точнее — в наименее прочных его зонах. Заменяя внутренние силы эквивалентными внешними силами и приняв, что Земля погружена в жидкость и подвержена объемному сжатию под влиянием внешнего гидростатического давления, компенсирующемуся полностью уплотнением ядра, легко представить, что кора гранитного полушария, испытывая волновую деформацию (с последующей складчатостью), будет вдавливаясь внутрь планеты, тогда как более прочное базальтовое полушарие будет реагировать на то же давление пассивно, без значительных деформаций, причем процесс этот будет неизбежно сопровождаться перемещением текучего подкорового вещества из гранитного полушария в базальтовое, равно как и местными перемещениями между направленными вверх и вниз волнами гранитного полушария, создающими аномальные притягивающие массы. Таким образом, почти весь эффект сжатия Земли приходится на гранитное полушарие (в основном на геосинклинали), чем, впрочем, следует объяснить большую мощность гранитного слоя этого полушария. Важнейшим палеогеографическим следствием этого явится прохождение через экватор (или полюс) все более и более новых областей коры с юга на север, т. к. деформируемый гранитный слой занимает в основном северо—северо-восточное полушарие, а деформация его сопровождается перемещением подкорового вещества. Кроме того несомненно, что вследствие асимметричного положения гранитного слоя в отношении экваториальной плоскости и оси вращения планеты, должен произойти постепенный поворот последней (при неизменной оси) в направлении от Евразийской части экватора к северному полюсу. Количественная оценка этого явления представляет значительные трудности.

Подтверждение указанных изменений координат земной поверх-

ности мы находим в данных палеоботаники и палеоклиматологии. Традиционным стал пример верхнего карбона. В это время континенты современного южного полушария были покрыты мощным ледяным панцирем и край ледников достигал в Южной Америке и Австралии до современного южного тропика, в Африке—до экватора, а в Индии—до северного тропика. Зона тропиков того же времени обозначается латеритовыми отложениями, сохранившимися в Китае (провинция Шандунь, между северными широтами 35° — 40°), Подмосковном бассейне (в полосе 55-ой параллели), в Германии, Шотландии, в Северной Америке (штаты Огайо и Кентукки, между северными широтами 37° — 42°) и др. Приуроченность крупнейших угольных месторождений карбонового периода к этой зоне тоже общеизвестна.

По аналогии с четвертичным периодом можно полагать, что, например, в Америке ледяной покров рассматриваемого отрезка времени мог распространяться от полюсов к экватору минимум до широты 35° , а зона тропиков ограничивалась, как и ныне, между параллелями $23,5^{\circ}$. Если перемещение экватора верхнекарбоновой эпохи на юг отнести полностью за счет сокращения радиуса Земли, то окажется, что за время от верхнего карбона до наших дней меридиональный круг сократился в среднем на 15° , т. е. почти на 1700 км, что отвечает уменьшению радиуса на 285 км.

Результаты этих ориентировочных подсчетов можно распространить также на пример Шандуня. При тех же предпосылках вдвое большие цифры получаются для центральных областей Евразии, что объясняется наличием здесь обширных сильно складчатых поясов—Альпийско-Гималайского и Урало-Тяньшанского, формировавшихся, в основном, после верхнего карбона. Значительное перемещение экватора на юг должно быть объяснено в этом случае не только сокращением площади коры в Евразии, но и поворотом планеты в направлении от внутренней Гондваны к Арктике, т. к. вдавливание коры внутрь планеты происходило в основном в области Евразийского массива.

Скорость сокращения радиуса Земли для современной эпохи составляет, по астрономическим данным [16], 1 см/20 лет. Максимальный геологический возраст Земли по теоретическим подсчетам, основанным на учете содержания в ней гелия и по наиболее надежным гелиевому и плеохронному методам (лабораторным), оценивается в 10^9 лет [12]. В свете недавних открытий В. А. Амбарцумяна [1] указанную величину геологического возраста Земли следует считать довольно правдоподобной, т. к. возраст самой Галактики составляет всего несколько миллиардов лет. Величина радиуса к началу формирования каменной (гранитной) оболочки могла составить не более 7500 км, т. к. средняя плотность планеты не могла быть меньше плотности подкорового (оливинового) вещества, равной $3,32 \text{ г/см}^3$. По этим данным средняя для всего геологического времени

скорость уменьшения радиуса Земли получается порядка $1 \text{ см}/10$ лет. Для промежутка времени от карбона до наших дней, продолжительностью около $3 \cdot 10^8$ лет, уменьшение радиуса составляет при этой скорости 300 км и 150 км при скорости $1 \text{ см}/20$ лет. Истинная скорость должна быть между этими крайними значениями скоростей.

Эффект объемного сжатия Земли для современной эпохи выражается в основном в деформациях Тихоокеанского и Альпийско-Гималайского поясов, отмеченных как волнообразной деформацией так и резкими аномалиями силы тяжести, землетрясениями и вулканами. Преобладание близширотного и близмеридионального направлений деформаций, а также преобладание последних в низких широтах предопределяется известным уравнением:

$$T = P(1 - 3\sin^2\varphi) + Q\cos^2\varphi\cos 2\lambda,$$

где T —тектонический (возмущающий) потенциал, P и Q —некоторые функции радиуса и массы, φ и λ —геоцентрическая широта и долгота.

4. *Топографический эффект деформации.* Уменьшение объема планеты (ядра) обуславливает коробление коры с образованием прогибов и поднятий. Последние параллельно своему росту размываются и дают начало накоплению в прогибах толщ осадочных отложений, достигающих местами мощности в несколько десятков километров. Накопление подобных мощных толщ становится возможным вследствие соразмерного прогибания коры, почему можно написать

$$Q = f(W), \quad W = \varphi(N) \quad \text{и} \quad Q = F(N),$$

где Q —мощность отложений в прогибах, W —глубина нерегуляризованных прогибов, а N —глубина (динамическая) регуляризованных прогибов (определяется по формуле Стокса). С достаточным для наших целей приближением можно полагать: $Q = W$.

Предел текучести материала континентальной коры согласно экспериментальным данным [16] оценивается в $3000 \text{ кг}/\text{см}^2$. Напрягаясь до этой величины, материал коры уступает волновой деформации либо разрывами, либо переходом в текучее состояние. Последнее, естественно, достигается в прогнутых зонах согласно пропорции

$$U_1(D_2 - D_1) = U_2 D_1$$

где U_1 —потенциальная энергия поднятий, т. е. направленных вверх волн коры, U_2 —то же для прогибов, D_1 —плотность гранитного слоя, а D_2 —плотность подкорового базальтового вещества. Помимо того, погруженные волны вступают постепенно в термическое равновесие с высокотемпературным базальтовым (подкоровым) веществом, что в свою очередь тоже приводит к размягчению коры. Результатом пластических изменений в прогибах является региональный метаморфизм (реоморфизм), отражающий переход материала прогибов коры из твердого состояния в текучее, а нередко и в пастальное состояние. Этим нарушается жесткая связь между прогнутыми (интрагео-

синклинальными) и приподнятыми (интрагеоантиклинальными) зонами коры. Поскольку мы рассматриваем кору как жесткую плиту на упругом основании, то в результате потери жесткой связи прогнутые зоны под напором подкорового вещества смежных зон поднятий испытывают инверсию (в первую очередь — в наиболее пластичной осевой полосе) и стремятся притти в гидростатическое равновесие с последними. Подъем сопровождается складчатостью, ибо доинверсионная поверхность больше поверхности базиса прогиба, т. е. собственной горизонтальной проекции [2]. Зависимость между коэффициентом складчатости K (разность между длиной дуги прогиба и длиной ее хорды, деленная на длину хорды), мощностью коры в платформе и мощностью отложений (глубиной прогиба) получена автором в виде формулы $K = \frac{W}{H}$, причем объем

материала коры до и после деформации предполагался одинаковым, а инверсия — полной (до изостазии). Удовлетворительность формулы была выяснена автором на примере нескольких десятков складчатых зон.

Для определения значения коэффициента складчатости была выведена формула

$$K = \frac{Z_1}{H} \cdot \frac{D_1}{D_2 - D_1},$$

где Z_1 — средняя высота складчатой зоны над платформой, D_1 — средневзвешенная плотность гранитного слоя и осадочной линзы, D_2 — плотность базальтового слоя. Из этой формулы получены приближенные расчетные выражения

$$K_{\min} \approx \frac{4 Z_{\max}}{H} \quad \text{и} \quad K_{\max} \approx \frac{8 Z_{\max}}{H},$$

где $Z_{\max}$ — высота гребневой линии складчатого горного сооружения от уровня платформы. По этим расчетным формулам для Большого Кавказа получается $K_{\max} = 80\%$, $K_{\min} = 40\%$ (при $H = 40$ км), для нормально дислоцированных третичных зон, при $H = 30$ км и $Z_{\max} = 2$ км $K_{\max} = 50\%$, $K_{\min} = 25\%$, для Гималаев $K_{\max} = 130\%$, $K_{\min} = 65\%$ (при $H = 64$ км), для Альп, где мощность гранитного слоя $H = 15$ км (средняя для Европы), $K_{\max} = 300\%$, $K_{\min} = 150\%$.

Суммарная мощность отложений, начавших образоваться с момента возникновения геосинклинали и участвовавших в складчатости, составляет согласно первой из последних двух расчетных формул — 16 км для Б. Кавказа, 8 км для указанных выше нормально дислоцированных третичных зон, 22 км для Альп и 32 км для Гималаев.

Согласно принятой схеме складчатости смятие и инверсия прогиба сопровождаются образованием вдающихся в подкоровое вещество мощных корней из гранитного вещества, постоянно скачивающихся в отклонения отвеса. Отношение между глубиной корня Z_2 и высотой складчатого сооружения Z_1 дается зависимостью

$$Z_2 = \frac{D_1}{D_2 - D_1} \cdot Z_1,$$

причем максимальная глубина прогиба $W_{\max} = Z_1 \cdot \frac{D_2}{D_2 - D_1}$. Таким образом, конечным топографическим эффектом коробления земной коры являются складчатые горные сооружения, возникающие на месте прогибов коры и восстанавливающие фигуру равновесия планеты.

В противоположность геосинклинальной складчатости, складчатость на платформах возникает одновременно с короблением и сокращением поверхности коры, хотя тоже приурочивается к прогнутым (субгеосинклинальным по В. В. Белоусову) областям. Прерывистость и прихотливая ориентировка складок объясняется здесь всесторонне и неравномерно действующими силами бокового сжатия, а отличие типа складчатости — особенностью строения коры, имеющей, в отличие от геосинклинальных зон, почти постоянную мощность. Приуроченность новых зон деформаций к древним зонам находит достаточное основание в известном принципе наследственности деформаций.

Критерием скорости эпейрогенической деформации может служить продолжительность трансгрессии моря, критерием скорости орогенической деформации — продолжительность регрессии моря. Механизм трансгрессий и регрессий моря отражает механизм нарушения и восстановления фигуры равновесия планеты. Коробление и вдавливание континентальной коры внутрь планеты и перемещение материала оболочки в океаническое полушарие обуславливают трансгрессию моря на континентальное полушарие — через быстро прогибающиеся геосинклинали на медленно погружающиеся платформы. Складчатость же в геосинклиналях лишает кору напряженного состояния; последняя в целом стремится к гидростатическому равновесию, сопутствующему обратным перемещением подкорового вещества, континентальная легкая кора поднимается и море отступает в морское полушарие.

5. Глубинные проявления деформации. Помимо аномальных притягивающих масс, возникающих вследствие уплотнения ядра и перемещений гидростатически распределенных масс под эластичной корой, показателями тектонической деформации являются также землетрясения, магматические проявления и, повидимому, изменения векового хода вариаций магнитного поля планеты.

Оболочку и вышележащие слои Земли мы представили в структурном отношении как многослойную жесткую толщу, в которой каждый слой деформируется как бы независимо и ведет себя при этом как самостоятельная упругая плита.

Глубина очагов землетрясений достигает 700—800 км, т. е. почти до основания внешней оболочки, которая, как полагают, сложена

кристаллическим веществом [11]. Внутренняя оболочка сложена стекловатым веществом. Поскольку тектонические землетрясения связаны со сдвигающими усилиями, возникающими, как было показано выше, вследствие уменьшения объема планеты, а внутренняя оболочка не обнаруживает очагов землетрясений, то необходимо полагать, что она состоит из бесконечно малой толщины слоев и находится, следовательно, в жидком состоянии. С этой точки зрения внешняя оболочка представляется состоящей из большого количества слоев конечной мощности, с чем согласуется ее кристаллическое состояние.

Носителем значительных сдвигающих (срезающих) сил здесь должны являться относительно более мощные слои. Таким образом, в свете принятых выше предпосылок, тектонические землетрясения всецело связываются с эпейрогенической деформацией внешней оболочки и вышележащих слоев, причем высокая текучесть материала оболочки, обусловленная многослойным ее строением и большой продолжительностью времени деформации, согласуется с ее поведением как твердой плиты (в отношении сдвигающих напряжений). Связь между складчатыми и сейсмическими явлениями кажущаяся, ибо в действительности очаги землетрясений концентрируются в предгорных и передовых прогибах, которые хотя и тяготеют к зонам третичной складчатости, но имеют эпейрогеническую природу.

Эффузивный вулканизм связан непосредственно с короблением эластичной коры. Условия вулканического действия усматриваются в уравнении $\eta = \eta_0 e^{\alpha p}$, где η — вязкость лавы (как расплава) в очаге, η_0 — вязкость на поверхности, e — основание натуральных логарифмов, α — постоянная, зависящая от температуры, давления и природы расплава, а p — давление, под которым находится расплав. По этому уравнению вулканическое действие становится возможным при $p \leq 0$, т. е. только в этом случае обеспечивается неравенство $\eta \leq \eta_0$, необходимое для излияния расплава на поверхность. Условие $p \leq 0$ означает полную разгрузку расплава и выполняется образованием над магматическим резервуаром направленных вверх волн коры (разгружающих сводов), которые, как уже указывалось, формируются при боковом сжатии (короблении) коры — как следствие уменьшения объема планеты. Движущей силой расплава, как принято, являются растворенные в нем газы, которые под большим давлением ведут себя как идеальные газы и при разгрузке, поглощая тепло вмещающего расплава, резко расширяются, перемешивают магму, пробивают по принципу кумулятивного заряда твердую покрывку и поднимают расплав на поверхность. По такому же принципу действуют и грязевые вулканы.

Образование гранитной магмы, согласно развиваемой здесь схеме деформации, является следствием глубокого погружения геосинклиналей и переплавления первозданного гранитного слоя и нижних горизонтов осадочной покрывки. Гранитоидные интрузии, как пра-

вило, размещены в тех геосинклиналях, которые погружались (с перерывами или без перерывов) в течение нескольких геологических периодов или даже 2—3-х эр и испытали более или менее полную инверсию с сильной складчатостью. Погрузившись вследствие коробления и накопления осадков на величину 10—15, а иногда и 20 км, первозданный гранитный слой в интрагеосинклинальных зонах подается в виде узких выступов вниз и, располагаясь на уровне потенциально жидкого базальтового слоя, который он вытеснил в данном створе, со временем вступает с ним в термическое равновесие, становясь тоже потенциально жидким (температура базальтового слоя, судя по температуре лав действующих вулканов, не ниже 1000° и вероятно достигает в его основании 1500—1600°). При полном вытеснении базальтового слоя и обнажении, вследствие этого, ультраосновного слоя (внешней оболочки), термическое равновесие должно осуществляться как между базальтами и гранитами, так и между гранитами и ультраосновной магмой. Естественно, кроме термического равновесия между гранитным веществом и вмещающими его базальтовой и ультраосновной магмами должно осуществляться также диффузное равновесие вместе с обменными реакциями и перемешиванием магм, а также дифференциацией расплава, образованием металлоносных флюидов и др., масштабы которых автор не компетентен определить. Инъекция гранитного расплава в осадочную покрывку происходит при инверсии геосинклинали (одновременно со складчатостью), когда гранитная кора вследствие перехода за предел текучести и указанных явлений переплавления теряет упругие связи со смежными жесткими зонами и под напором подкорового базальтового (и ультраосновного) вещества выжимается вверх. Внедрение ультраосновной магмы, в соответствии с представлениями ряда других исследователей, происходит при достижении гранитным слоем (твердой коры вообще) поверхности ультраосновной оболочки.

Изменения векового хода геомагнитного поля Земли, а также их потенциальность, периодичность и региональный характер и связь с современными геосинклинальными поясами [14], рассматриваемые как проявления магнитострикционных процессов (М. М. Иванов) и связанные, в основном, с перераспределением давлений внутри оболочки, укладываются в изложенную выше схему деформации Земли.

Поступило 5 VI 1951

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Амбарцумян В. А.—Эволюция звезд и астрофизика. Ереван, 1947.
2. Асатрян А. Г.—О механизме деформации земной коры. ДАН Армянской ССР, XII, № 5, 1950.
3. Белоусов В. В.—Общая геотектоника, Москва, 1948.

4. Пенн-Мейнес Ф. А.—Гравиметрические наблюдения на море. Москва, 1940.
5. Гутенберг Б. и Рихтер К.—Сейсмичность Земли. Москва, 1948.
6. Изотов А. А.—Форма и размеры Земли по современным данным. Тр. ЦНИИГАК, вып. 73, 1950.
7. Кропоткин П. Н.—Основы эвнергетики тектонических процессов. Изв. АН СССР, сер. геол. № 5, 1948.
8. Михайлов А. А.—Курс гравиметрии и теории фигуры Земли. Москва, 1939.
9. Молодetskий М. С.—Основные вопросы геодезической гравиметрии. Тр. ЦНИИГАК, вып. 42, 1945.
10. Пицетти П.—Механические основы теории фигуры планет. Москва, 1933.
11. Саваренский Е. Ф. и Кирнос Д. П.—Элементы сейсмологии и сейсмометрии. Москва, 1949.
12. Старики И. Е.—Радиоактивные методы определения геологического времени. Москва, 1938.
13. Субботин М. Ф.—Курс небесной механики. Т. III, Москва, 1949.
14. Трубячинский Н. Н.—Гео тектоника и геомагнетизм. Sonderabdruck aus der Verhandlungen den 7^{ten} Tagung der Baltischen geodätischen Kommission. Helsinki, 1934.
15. Hubbert M. K. Strength of the Earth. Am. Assoc. Petrol. geol. Bull., 24, 1945.
16. Внутреннее строение Земли. Сборник под ред. Б. Гутенберга. Перевод с английского с предисловием Е. Ф. Саваренского и П. Н. Кропоткина, 1949 (1939).

Ա. Տ. Ասայան

ԵՐԿՐԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հողվածում ապացուցվում է, որ երկրազնդի տեկտոնական դեֆորմացիան իրենից ներկայացնում է նրա հավասարակշռման ֆիզիոլոգիկ խախտման և վերականգնման պրոցես. իմաստան պրոցեսները համապատասխանում են էպեյրոզեն (ալիքավոր) դեֆորմացիաներին, իսկ վերականգնման պրոցեսները՝ օրոգեն (ծալքավոր, լեռնակաղմական) և խզվածքային դեֆորմացիաներին:

Երկրաշարժները, հրաբուխները և անոմալ զանգվածները պայմանավորված են էպեյրոզեն շարժումներով, իսկ ինտրուզիվ զանգվածների ներարկումը՝ օրոգեն շարժումներով: Դեֆորմացիաների պատճառը հանդիսանում է երկրի ծավալի փոքրացումը, որը հիմնականում արտահայտվում է միջուկի կծկման միջոցով: Թաղանթը պատկերացվում է իբրև անսահման փոքր հաստությու ունեցող առաձգական շերտերից կազմված սալ, տեղադրված առաձգական հիմքի վրա:

Երկրի կեղևի առանձին հատվածների կոորդինատների խոշոր փոփոխությունները բացատրվում են կեղևի անհամասեռ կոռուցվածքով. քանի որ կեղևը հյուսիս-արևելյան կիսագնդում կազմված է թույլ դրանիտային նյութից, ապա երկրազնդի կծկման արդյունքը հիմնականում արտահայտվում է ալյ կիսագնդում, որի հեռանքով էլ տեղի է ունենում կեղևի տեղաշարժ դեպի հյուսիսային բևեռ և մոլորակի ստաթիանական պաույտ (անշարժ առանցքի շուրջը) հարավից դեպի հյուսիս (Գոնդվանալից դեպի Արկտիկա). կեղևի կծկման մերժական արդյունք են հանդիսանում ծալքավոր լեռնային սխառնները, ըստ որում ծալքավորությունը արդյունք է գետնակլինալների մինչ ինվերսիան մեծ մակերևույթի կծկման՝ նրա հարկոնական պրոնկցիայի նեղ շրջանակներում: