РАЗДЕЛ IX. ГЕОЛОГИЯ

Аксенов В.В.

О некоторых современных физических обоснованиях гипотез «расширения» и «дрейфа континентов» в истории земли

doi: 10.18411/sr-10-08-2019-21

idsp: sciencerrussia-10-08-2019-21

В статье дается анализ физических обоснований гипотез «расширения» и «дрейфа континентов». Указывается на противоречивый характер предположений об изменчивости мировой гравитационной постоянной. Обосновывается расширение Земли за счет увеличения объема. Во-первых, в связи с переходом гидридного состояния металлов в их молекулярное состояние (Ларин). Во-вторых, в связи с испусканием свободных нейтронов из нейтронного ядра Земли и распадом нейтронов с выделением энергии, что обеспечивает внутреннюю температуру Земли (Белозеров). Увеличение радиуса Земли за счет увеличения объема приводит к изменению ее скорости вращательного движения. Пересчет изменений скорости вращения в параметры планеты Земля за последние 500 мл. лет указывает на малую изменчивость этих параметров за эти годы.

1. Введение

Со времени Дарвина-младшего, а затем Вегенера естествознание обогащено невероятно простой и, тем не менее, захватывающей воображение гипотезой дрейфа континентов по поверхности Земли, наподобие плавающих айсбергов. Эта гипотеза восходит к очевидному наблюдению над очертаниями африканского и южно-американского континентов, совмещение которых явно указывает на их возможное совместное существование в прошлом и последующего в истории Земли их «расхождения» почти на 5000 км.

Естественно, что очевидность возможного совпадения очертаний не могла не вызвать у естествоиспытателей, особенно у геологов и биологов, желание найти аргументы как в пользу означенной гипотезы, так и в сторону ее отрицания. Современные публикации на эту тему многочисленны и разнообразны. Их анализ требует как геологической, так и биологической подготовки, поэтому здесь укажем только на две известные монографии [1,2], в которых отражены геологические аргументы «за» и «против» гипотезы дрейфа.

Альтернативой гипотезе дрейфа является гипотеза расширения Земли, предложенная в свое время Хильгенбергом и утверждающая, что континенты разошлись из-за увеличения радиуса Земли на начальном этапе ее истории, и эта тенденция увеличения радиуса продолжает сказываться и по настоящее время.

Современную и более физически обоснованную гипотезу расширения Земли можно прочесть в монографии И.М. Белозёрова [17].

Отдавая должное многочисленным авторам, работавшим в этой альтернативной области, приведем лишь одну ссылку на работу [3], в которой собраны аргументы против гипотезы расширения Земли. Здесь же ограничимся лишь анализом *физических* соображений и аргументов «за» и «против» обеих выше названных гипотез.

2. Гипотеза дрейфа континентов

За последние двадцать лет гипотеза дрейфа континентов обрела в России среди геологов и геофизиков многочисленных приверженцев. Их работа в основном сводилась к обоснованию и разработке моделей конвективных течений в мантии Земли, которые бы приводили к так называемому «накоплению» сил и напряжений,

вызывающих периодический дрейф континентов вдоль астеносферы или разогретой части мантии Земли. Идея конвекции в Земле восходит к известным эффектам конвекции в жидкостях и газах, агрегатное состояние которых позволяет за счет разогрева основания получить вертикальные движения вещества в жидкости и газе, преодолевающие гравитационные силы. Эти закономерности приверженцы гипотезы дрейфа автоматически переносят на движения вещества в кристаллической мантии Земли, не учитывая его агрегатного состояния, эффекта вращения Земли и отсутствия свободных объемов. В работе [4] подробно проанализированы физико-химические возможности такого поведения вещества мантии Земли и дан отрицательный ответ по поводу возникновения в ней конвективных течений не только за счет температуры и гравитации, но и «принудительных» течений, которые даже в этом принудительном случае не могут в таком веществе образовывать ячейки.

Ячейки не могут возникать не только в твердой мантии, но также в жидкой части ядра Земли из-за вращения Земли, которое подавляет компоненты скорости «поперек» вращения. Остаются лишь течения, следящие за вращением Земли [5].

Что касается «накопления» сил и напряжений в результате действия конвективных течений, то в Земле таких «накоплений» нет не только в горизонтальных направлениях (Земля находится в равновесном вращении), но и в вертикально создаваемых напряжениях. Формула для вертикальных напряжений имеет вид [5]:

$$\text{Div}\sigma_{ij} = [\rho \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \rho g - (3\lambda + 2\mu)\alpha \text{grad}T - (\sigma \mathbf{E} \times \mu_e \mathbf{H}) - F_{cy}] \quad (1)$$

Здесь:

$$\sigma_{ij} = 2\mu U_{ij} + \delta_{ij}[\lambda U_{kk} + (3\lambda + 2\mu)\alpha(T - T_0)],$$

$$\rho \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \text{сила инерции, } \rho g - \text{гравитационная сила, } (3\lambda + 2\mu)\alpha \text{grad}T - \text{сила}$$

температурного расширения, $(\sigma \mathbf{E} \times \mu_e \mathbf{H})$ - сила Лоренца, F_{cy} - сила сцепления скелета.

Уравнение (1) пронормировано на объем среды.

Из формулы (1) следует, что преодоление постоянно действующей гравитационной силы может возникнуть за счет сильного разогрева объема горной породы. От этого возрастут и напряжения. Это происходит в локальных областях Земли. Никаких других возможных преодолений гравитационных сил за счет «накопления» напряжений, как об этом пишут геологи, в природе не существует. Возможности для накопления напряжений в уравнении (1) за счет других факторов, кроме разогрева, не имеется.

Таким образом, «проблема сил» в гипотезе дрейфа континентов остается неразрешимой в том смысле, что в природе нет механизмов, создающих столь гигантские силы, необходимые для осуществления дрейфа, тем более что ни в коре Земли, ни в ее мантии свободных объемов нет.

В геологии много лет дрейф континентов связывают с инверсией магнитных полюсов Земли, считая «блуждание» полюсов следствием дрейфа континентов, как будто бы полюса «привязаны» к тем частям Земли, в которых они наблюдаются. Следы таких «привязанных» движений устанавливаются по палеомагнитным данным, в которых отражены направления и интенсивность вектора остаточного намагничивания горных пород, по которым устанавливается направление дипольной части Главного геомагнитного поля (ГГП) и тем самым устанавливаются места нахождения древних полюсов ГГП. География древних полюсов, как будто бы, указывает направление и место перемещений континентов. Этот косвенный признак движений многократно опровергался, в том числе и геофизиками [6]. В работе автора [19] дан отрицательный ответ на исследования остаточной намагниченности горных пород из-за превосходства

внутренней энергии горных массивов над энергией магнитного поля Земли. От этого поведение вектора остаточного намагничивания носит столь хаотичный характер.

Нашей задачей в связи с этим были поиски в природе устойчивых механизмов генерации и существования ГПП в истории Земли [5,7]. Такой механизм был найден путем оценки компонент скорости потока в жидкой части ядра Земли на основании исследования компонент скорости по паре уравнений Навье-Стокса и индукции с динамо слагаемым. Оказалось, что скорость потока и магнитное поле связаны в устойчивой конструкции [5]:

$$V_{\varphi} \approx \pm \left[\left(\frac{P}{\rho} - gh \right) \frac{H_{\varphi}}{|H|} \right]^{1/2} \mp 2L\omega_{\varphi} \quad (2)$$

Здесь V_{φ} - компонента скорости потока, следящая за вращением Земли, P - давление в жидкой части ядра, ρ - плотность там же, h - толщина слоя над потоком, H_{φ} - следящая за вращением компонента магнитного поля Земли, $|H|$ - полная напряженность магнитного поля, L - размер источника, ω_{φ} - угловая скорость вращения Земли. Поперечные вращению компоненты скорости потока подавляются вращением [5]. Формула (2) указывает на то, что поля и потоки связаны так, что возрастание одного приводит к уменьшению другого и наоборот. Такая конструкция источника позволяет ему существовать до тех пор, пока существуют вращение Земли, магнитное поле Солнца и межпланетное магнитное поле, являющиеся «затравкой» в индуктивном механизме возникновения и устойчивого существования ГПП во все эпохи. При этом полюса фокусируются небольшим тороидальным полем, поэтому также достаточно устойчивы [5]. Их устойчивость в практически дипольной конструкции неявно подразумевают палеомагнитологи в своих исследованиях. Более того, потеря дипольности ГПП, которая, может быть, происходила в истории Земли из-за компенсации тороидального поля внешним воздействием или вследствие внутренних причин, достаточно быстро восстанавливается по формуле (2) за счет стабильного вращения Земли. Инверсии полюсов в такой конструкции возможны только в связи со сменой направления вращения Земли, что само по себе маловероятно. Устойчивость Главного геомагнитного поля Земли явилась надежной гарантией развития всего живого на Земле.

Итак, два основных физических аргумента в пользу дрейфа континентов оказываются несостоятельными в том смысле, что в природе, с одной стороны, конвективные течения вещества в мантии Земли невозможны [4]. Поэтому с их помощью решить «проблему сил», достаточных для поддержания миграции континентов не удастся. А с другой, в природе реализован устойчивый механизм генерации и существования ГПП на Земле, что отрицает косвенные признаки дрейфа континентов, связанные с блужданием и инверсией магнитных полюсов.

3. Гипотеза расширения Земли

Физическое обоснование расширения Земли восходит к двум работам известного физика Дирака [8,9], в которых он обосновал уменьшение мировой гравитационной постоянной γ в связи с разлетом видимых галактик во вселенной по закону $\gamma \propto 1/t$, где t время с момента образования вселенной. Это уменьшение должно однозначно сказываться на радиусе Земли, так как масса Земли, в основном, неизменна. Подсчеты прибавки в радиусе Земли давали небольшой прирост радиуса, всего порядка 100 км. Это явно не обеспечивало раздвижения континентов почти на 5000 км.

Более того, значительно позже Станюковичем в работе [10] исходные посылки Дирака об изменении мировых констант в том числе и мировой гравитационной постоянной γ , были исследованы с помощью общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна. Результат оказался ровно противоположным. Если верна ОТО, то мировая

гравитационная постоянная γ должна увеличиваться в связи с разлетом галактик во вселенной. Столь разительно различные результаты физиков наводят на мысль о том, что, по-видимому, расширение Земли может быть вызвано совсем другими причинами.

Кроме того, здесь следует обратить внимание на работу Бартини [11], в которой он, исходя из теории размерности, дал теоретическую оценку мировой гравитационной постоянной с большой точностью. Оказалось, что эта оценка предвосхищает все экспериментальные результаты. Результаты экспериментов оказались близкими (с превышением или недостатком) к вычисленному в [11] абсолютному значению мировой гравитационной постоянной, равной $\gamma = 6,6700246 \cdot 10^{-11} \text{ [м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2\text{]}$. Это наводит на мысль о *неизменности* (устойчивости) γ в связи с ее вероятной зависимостью больше от «скрытой массы» вселенной, которая почти на порядок больше видимой, чем от видимой – разлетающейся. Последнее обстоятельство требует искать другие физические обоснования расширению Земли. И такие обоснования в научной литературе имеются.

Следует обратить внимание в этой связи на две работы Ларина [12] и Белозёрова [17], в которых обосновывается расширение. В первой выдвигается гипотеза «изначально гидридной» Земли. Считается, что на начальном этапе образования Земли из протопланетного облака в связи с возникновением вращения и сильного сжатия протопланетного облака, водород, которого во вселенной достаточно, был «растворен» в металлах (путем адсорбции и окклюзии). Затем в результате значительного сжатия и перехода энергии сжатия в тепловую энергию произошел разогрев недр планеты, усиленный радиогенным нагревом. Отчего водород стал «выпариваться» из металлов, объем Земли при этом стал значительно увеличиваться в связи с ростом объема металлов, отдающих водород.

Энергия такого процесса должна быть очень значительной, так как при увеличении объема Земли увеличивается ее радиус, что автоматически приводит к замедлению вращения. Энергия вращения Земли оценена в работе [14] по формуле $E = 1/2 I \omega^2 \approx 2,16 \cdot 10^{29} \text{ Дж}$, здесь I – момент инерции, ω – угловая скорость вращения Земли, и составляет значительную величину. Ее корректировка возможна только за счет энергии, заключенной в вещественном составе Земли. Она должна быть сравнимой с названной, так как внешних по отношению к Земле сил, вызывающих сравнимые энерговыделения вблизи Земли нет. Даже значительные отклонения в орбите Луны, исследованные в [15], дают только 10^{19} Дж .

Процесс разогрева Земли и «выпаривание» водорода, по-видимому, и скорее всего, есть один из механизмов, высвобождающий энергию вещества Земли в выше названных количествах при переходе его в другое состояние.

При этом высвобождаемый водород должен устремиться к поверхности планеты, отчасти взаимодействуя с окружающим веществом, отчасти сгорая в кислороде, которого на периферии протопланетного облака, по-видимому, оказалось достаточно, а также частично уходя в космическое пространство.

Этот эффект расширения Земли, в связи с ростом ее объема, **заложил континенты** и некоторые моря и океаны (на восстановление выгоревшего кислорода затем ушли миллионы лет геологической и биологической активности на поверхности Земли и в ее атмосфере). И это был *первый этап* интенсивного расширения Земли, длившийся, как нам представляется, первые два миллиарда лет в истории Земли.

Затем наступил этап периодически возникающего медленного расширения, с отдельной теперь уже локальной интенсификацией этого процесса, причиной которого могло оставаться «выпаривание» и общая «слабая», но иногда усиливающаяся в

локальных областях «продувка» недр Земли водородом, последствия которой видны и в современное время.

И.М. Белозёров в [17] также ставит проблему водорода, но совсем из других физических соображений. Он считает ядро Земли (кern) нейтронным. Это ядро непрерывно излучает нейтроны, которые через 16 минут распадаются на водород и электроны с выделением дополнительной энергии. Нейтроны излучаются ядром непрерывно на тепловых и высокоэнергичных скоростях. Тепловые своим распадом обеспечивают достаточно высокую температуру в F слое ядра (5700°C). Высокоэнергичные проникают в земную кору, образуя локальные разогретые области. Ядро (кern) при этом увеличивается в объеме, обеспечивая в том числе современное непрерывное расширение Земли. Для такого механизма расширения не нужны свободные объемы в теле Земли. Свободные объемы обеспечивает атмосфера.

Механизм увеличения объема Земли однозначно приводил к замедлению ее вращения в связи с увеличением ее радиуса, так как момент вращательного движения должен был оставаться неизменным. Это замедление вращения измерено сейчас с достаточной точностью. Оно-то и будет принято во внимание в расчетах последствий расширения Земли, следуя работе [13]. В этой связи необходимо заметить, что измеренное замедление угловой скорости вращения Земли есть результат, по-видимому, нескольких, в том числе и противоположных причин, таких, например, как приливное влияние Солнца и Луны, которое, как это замечено в [3], как будто бы, должно ускорять вращение. Тем не менее, эффект замедления вращения зафиксирован в [16]. Его, следовательно, можно считать отправной точкой в дальнейших расчетах величин радиуса Земли в прежние эпохи, предполагая медленный характер изменения радиуса Земли в последующие 2,5 миллиарда лет. Опираясь на данные, приведенные в работе [13], вычислим параметры планеты Земля, которые были бы характерны для нее 500 миллионов лет назад, если бы темпы замедления вращения оставались неизменными в течение этих 500 мл. лет. Будем исходить из минимальной цифры замедления вращения, приведенной в [16] и пересчитанной в приращение радиуса в [13]. За исходное значение прироста радиуса Земли примем цифру $52 \cdot 10^{-5}$ м/год. Тогда радиус Земли 500 мл. лет назад был на 260 км меньше и составлял величину 6111 км (увеличение за 500 мл. лет составило 4%). При этом средняя плотность Земли 500 мл. лет назад составляла $\rho = M / (4/3\pi \cdot r^3) \approx 6,175 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и была несколько выше средней плотности Земли в настоящее время (уменьшение средней плотности к настоящему времени составило почти 11%). Ускорение свободного падения g_z при таких параметрах Земли составило $g_z = \gamma M / r^2 \approx 10,54 \text{ м/с}^2$ и было почти на 7% выше имеющего место сейчас. Атмосферное давление $P = \rho_0 g_z h$ также было выше примерно на те же 7%, что составляет достаточно малую величину. Главное магнитное поле при этом не изменяло своего направления, по-видимому, не изменялась и его напряженность.

4. Заключение

Все выше сказанное позволяет констатировать, что за последние 500 мл. лет на Земле, по-видимому, не происходило никаких катастрофических событий планетарного масштаба. Физические параметры планеты Земля: ее средний радиус, средняя плотность, ускорение свободного падения медленно изменялись и мало изменились до сего дня. Главное геомагнитное поле устойчиво предохраняло ее поверхность от проникновения уничтожающего излучения Солнца. Погодные изменения, вздымания и провалы в Земной коре, трансгрессии и регрессии воды, оледенения, землетрясения и вулканизм хотя и происходили достаточно часто на Земле, но все это было и касалось только ограниченных (локальных) районов земной поверхности. Такое поведение

планеты Земля предопределило сохранность всего живого на Земле и его продолжительную во времени эволюцию.

1. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. - Новосибирск: Изд. СО РАН Фи-лиал «Гео», 2001. -409 с.
2. Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. - М.: Мир, 1991.-448 с.
3. [3] Трапезников Ю.А. Реферативный обзор и критика современных гипотез расширения Земли // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отделения геологии. - М.: Изд. МГУ, 1963.- Т. XXXVIII(5).- С.65-74.
4. Анфилов В.Н. Возможна ли свободная конвекция в кристаллической мантии Земли? // Докл. РАН, 2002.- Т.384, №4.- С.473-475.
5. Аксенов В.В. Электромагнитное поле Земли. - Новосибирск: Изд. СО РАН, 2006. - 249 с.
6. Шолпо В.Н. – отв.ред. Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. – М.: Изд. ИФЗ РАН, 2002. – 234 с.
7. Аксенов В.В. О генерации Главного геомагнитного поля. – Киев: Геофизический журнал, 2004. – Т.26, №6. – С. 174-178.
8. Dirac P.A.M. The Cosmological Constants // Nature, 20.02.1937. - P. 323.
9. Dirac P.A.M. A new basis for cosmology // Proc. Roy. Soc. – 27.04.1938. - P. 199-208.
10. Станюкович К.П. К вопросу о возможном изменении гравитационной постоянной // ДАН СССР, 1962. – Том 147, №6. – С. 1348-1351.
11. Роберт ОРОС ди Бартини. Некоторые соотношения между физическими константами. – М.: ДАН СССР, 1965. – Том 163, №4. – С. 861-864.
12. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. – М.: Недра, 1975. – 100 с.
13. Иваненко Д.Д., Сагитов М.У. О гипотезе расширяющейся Земли. – М.: Вестник Моск. у-та. Физика, астрономия, 1961, №6. – С. 83-87.
14. Тяпкин К.Ф., Довбнич М.М. Вращение Земли – единственный реальный источник энергии ее тектогенеза. – М.: Геофизика, 2007, №1. – С. 59-64.
15. Авсюк Ю.Н. Геофизические ограничения на модельные реконструкции природных процессов // Комплексные исследования по физике Земли. – М.: Наука, 1989. – С. 256-268.
16. Brouwer D. A new Discussion of the Changes in the Earth's Rate of Rotation // Proc. Nat. Acad. of Sci., 1952. – Т. 38, №1. – P. 1-12.
17. Белозёров И.М. Природа глазами физика. Томск: Изд. ТПУ. 2008 г. – 130 с.
18. Аксенов В.В. Гипотезы и мифы современного геомагнетизма. // Scientific-Discussion. 2018. No. 17. – P. 72 – 77.

Обжиров А.И.

Геологические исследования в Дальневосточных морях и организация научных исследований

*Тихоокеанский Океанологический институт им. В.И.Ильичева (ТОИ) ДВО РАН
(Россия, Владивосток)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2019-22

idsp: sciencerussia-10-08-2019-22

Аннотация

Эффективность геологических исследований в Дальневосточных морях зависит, как от грамотной организации экспедиций, так и использования стандартных и новейших методов исследований в них. Эти качества формируются в период профессионального обучения в ВУЗе и в геологических практиках. Основываясь на этих положениях, в ТОИ ДВО РАН в 1979 году была создана лаборатория Газогеохимии, которую организовал автор этой статьи. Лаборатории в 2019 году исполнилось 40 лет. За этот период ее сотрудники выполнили более 40 экспедиций в Дальневосточных и других морях Мирового океана. Изучалось распределение природных газов (метана, тяжелых углеводородов (C₂-C₄), CO₂, O₂, N₂, H₂, He, аргон и ртуть, в донных осадках и воде морей, в атмосфере, и почвенные газы на континенте В результате в морях было обнаружено около 700 потоков пузырей газов (с