

ПРИБЛИЖЕННАЯ МОДЕЛЬ РАДИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В МАНТИИ ЗЕМЛИ И ИНВЕРСИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Запропонована спрощена модель радіального розподілу вільних електронів в одношаровій напіввідкій електропровідній мантиї Землі. Показано, що радіальний дрейф вільних електронів мантиї може проходити як від ядра до периферії мантиї, так і від периферії мантиї до ядра Землі. Даний дрейф вільних електронів може приводити як до їх надлишку (круговим електронним струмам), так і недоліку (круговим іонним струмам) в зовнішньому шарі мантиї, що обертається. Полярність зарядів носіїв кругових струмів мантиї і визначає полярність магнітних полюсів геомагнітного поля. Представлена нова гіпотеза інверсії магнітного поля Землі і виконана розрахункова оцінка тимчасового періоду зміни її магнітних полюсів.

Предложена упрощенная модель радиального распределения свободных электронов в однослойной полужидкой электропроводящей мантии Земли. Показано, что радиальный дрейф свободных электронов мантии может проходить как от ядра к периферии мантии, так и от периферии мантии к ядру Земли. Данный дрейф свободных электронов может приводить как к их избытку (круговым электронным токам), так и недостатку (круговым ионным токам) в наружном вращающемся слое мантии. Полярность зарядов носителей круговых токов мантии и определяет полярность магнитных полюсов геомагнитного поля. Представлена новая гипотеза инверсии магнитного поля Земли и выполнена расчетная оценка временного периода смены ее магнитных полюсов.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным геофизическим представлениям сферическая область Земли наружным радиусом R_3 около $6,4 \cdot 10^6$ м в своем поперечном экваториальном сечении содержит [1-4]: 1) внешнюю твердую **кору** из смеси геологических пород и тектонических (литосферных) плит толщиной h_k не более 10^5 м; 2) под твердой корой многослойную электропроводящую **мантию** из вязкого (полужидкого) расплава металлов и минералов до глубин $2,9 \cdot 10^6$ м температурой не менее $2 \cdot 10^3$ °С; 3) центральное жидкое металлическое **ядро** с рядом радиоактивных химических элементов радиусом R_0 до $3,5 \cdot 10^6$ м и температурой не менее $5 \cdot 10^3$ °С. Указанная сложная слоистая структура Земли при ее движении по геостационарной орбите вокруг Солнца со скоростью около $29 \cdot 10^3$ м/с в плоскости эклиптики осуществляет круговое вращение вокруг своей оси OZ , наклоненной к данной плоскости и образующей с ее нормалью угол $23^\circ 27'$, с периодом суточного обращения $T_3 = 86,4 \cdot 10^3$ с и угловой частотой $\omega_3 = 2\pi T_3^{-1} = 7,27 \cdot 10^{-5}$ с⁻¹ [3, 4]. Наличие у вращающейся Земли, содержащей внутри себя огромный сферический объем расплава электропроводящей мантии и большей объем жидкого металлического ядра и соответственно неисчислимо количество носителей электричества, относительно стабильного в течение многих тысяч лет слабого биполярного как у постоянного электромагнита длиной (высотой) около $2R_3$ практически постоянного магнитного поля (ПМП) указывает на физическую возможность его образования (генерирования) за счет естественно вращающихся вокруг оси OZ Земли электрических зарядов обеих полярностей ее электропроводящей мантии или металлического ядра. Имеющиеся на сегодня весьма сложные математические модели внутреннего источника земного магнетизма (например, построенные на теории гидромагнитного геодинамо в жидкой металлической субстанции ядра Земли [5, 6] или теории гравитационных электрических зарядов массы Земли [7]) экспериментально не подкреплены. Они носят гипотетический характер и не могут считаться единственно правильными и адекватно отражающими сложные электромагнитные процессы, протекающие внутри и снаружи Земли. К этому следует добавить то, что для наиболее развитой сейчас в геофизической науке теории геодинамо необходим колоссальный источник энергии, приводящий в непрерывное сложное трехмерное турбулентное движение огромную высокотемпературную жидкую металлическую массу ядра Земли. Поэтому, на взгляд автора,

расчетные модели внутреннего источника геомагнетизма, разработанные к настоящему времени, требуют своего физико-математического усовершенствования и дальнейшего развития.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ПОЛУЖИДКОЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ

Рассмотрим в сферической системе координат движущуюся в космическом пространстве с указанной выше скоростью $v_{3c} = 29 \cdot 10^3$ м/с по своей стационарной орбите планету Земля, слабо электропроводная твердая кора которой осуществляет вокруг оси OZ равномерное круговое вращение против часовой стрелки (с запада на восток) с угловой частотой ω_3 и периодом суточного обращения T_3 (рис. 1). Так как для исследуемого случая выполняется соотношение $v_{3c} \ll v_c$, где $v_c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме [2], то рассматриваемые в дальнейшем для Земли физико-механические и электрофизические процессы будут не зависеть от выбора инерциальной системы отсчета, привязанной на рис. к центру нашей планеты. Находящаяся под твердой корой многослойную мантию Земли, размещенную над ее центральным высокотемпературным жидким ядром, принимаем в виде единого полужидкого (вязкого) электропроводящего расплава наружным радиусом $R_p = (R_3 - h_k) = 6,3 \cdot 10^6$ м, характеризующегося резким от центра к периферии Земли отрицательным градиентом температуры. Считаем, что из-за явления термоэлектронной эмиссии [8, 9] и возможных иных физических процессов (например, ядерных реакций [10]) в полужидком расплаве такой электропроводящей мантии присутствуют многочисленные свободные нерелятивистские электроны, хаотично перемещающиеся между положительно заряженными ионами ее расплава с тепловой скоростью Ферми и имеющие отрицательный электрический заряд, численно равный по модулю $e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл [11]. Пусть в наружном слое расплава мантии усредненная объемная плотность свободных электронов составляет величину, равную n_{e0} . С учетом известных положений гидродинамики [9] принимаем, что при вращении твердой коры Земли ею во вращение вовлекается часть наружных и внутренних слоев полужидкого расплава мантии (возможно слои с зоны Моховичича [4]), обладающих переменным вдоль оси OZ (по высоте верхней и нижней земных полусфер) наибольшим радиусом $R_k = (R_p^2 - z_k^2)^{1/2}$, где z_k – расстояние между параллельными плоскостями экватора Земли и вращающегося кольцевого k -го по высоте

около 83 % всего объема Земли $V_3 = 4\pi R_3^3/3$ и содержащей в большом количестве силикаты магнезия Mg , кальция Ca , алюминия Al , атомарное железо Fe и его окислы FeO [7]. Для этого примем следующие исходные данные: $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м; $R_p = 6,3 \cdot 10^6$ м; $\omega_3 = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; $e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m_e = 9,108 \cdot 10^{-31}$ кг; $n_{e0} = 5 \cdot 10^{27}$ м⁻³; $a_p = 0,59 \cdot 10^{-9}$ м; $H_M = 50$ А/м; $\tau_e = 10^{-14}$ с. Следует отметить то, что принятое выше численное значение для концентрации свободных электронов n_{e0} в расплаве земной мантии будет примерно в 30 раз меньше соответствующего значения n_{e0} , характерного для твердого железа Fe [12]. После подстановки этих данных в (5) получаем, что величина J_r принимает огромное значение, равное около $10,11 \cdot 10^{17}$ А. Протекание в полужидкой мантии такого значения радиального тока J_r вызывает в ней для ее сферического слоя радиусом $R_k = R_p/2$ наличие плотности $\delta_r = J_r / (\pi R_p^2)$ радиального постоянного тока проводимости, примерно равной $8,11$ кА/м². Заметим, что при принятых выше исходных электрофизических данных в соответствии с (2) величина радиального ускорения a_e для свободных электронов в принятом слое расплава мантии ($R_k = 3,15 \cdot 10^6$ м) оказывается равной около $2,53 \cdot 10^9$ м/с², а согласно (3) величина их радиальной скорости v_{er} при дрейфе рассматриваемых свободных электронов с центральных областей мантии к ее периферии принимает значение, равное около $2,53 \cdot 10^{-5}$ м/с.

3. НОВАЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНВЕРСИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Предложенная выше приближенная модель радиального распределения свободных электронов в полужидкой электропроводящей мантии Земли позволяет построить новую гипотезу (модель) смены магнитных полюсов Земли и осуществить численную оценку периода времени T_i , в течение которого может происходить инверсия (переполусовка) магнитного диполя Земли. Данную оценку времени T_i на основании радиального смещения (дрейфа) со скоростью v_{er} свободных электронов расплава мантии от центральных областей Земли к ее периферии выполним в предположении того, что в процессе такого движения данных электронов может наступать такой момент времени в истории земной геологии, при котором концентрация n_{e0} этих носителей электричества в зоне наружного вращающегося сферического слоя мантии достигает своих максимально возможных значений. В этом случае напряженность электростатического поля сферической конфигурации, возникающего между внутренней положительно заряженной сферой жидкого металлического ядра Земли и наружным отрицательно заряженным сферическим слоем мантии с указанной концентрацией n_{e0} свободных электронов, станет характеризоваться своими предельными значениями. Кстати, для основных элементов вещества мантии их относительная диэлектрическая проницаемость ϵ_M может составлять от 3,9 до 10 [7]. Это может говорить о возможности накопления в указанном гигантском внутреннем сферическом конденсаторе Земли колоссальных значений электрической энергии. Поэтому, по мнению автора, тем неустойчивым состоянием для Земли, нарушающим первоначальную полярность его ПМП и вызывающим для нее новую смену магнитных полюсов, как раз и является максимальное насыщение наружного вращающегося слоя электропроводящей мантии избыточными свободными электронами. Именно в такой момент времени могут начать происходить длинные электрические разряды между указанными электропроводящими электродными внутренней структуры Земли, приводящие к истечению свободных электро-

нов с периферии мантии с электронной плотностью n_{e0} в область металлического ядра Земли и их последующей нейтрализации в ядре. В процессе такого истечения свободных электронов с наружного вращающегося слоя мантии к огромному по радиусу R_0 положительно заряженному металлическому ядру Земли может наступить момент, при котором круговые токи вращающегося против часовой стрелки (с запада на восток) наружного слоя мантии начнут приобретать незначительную избыточность оставшихся на своих местах положительно заряженных ионов вещества мантии над организованно (за счет указанных электрических разрядов) и радиально ушедшими внутрь Земли с этого слоя вещества мантии отрицательно заряженными свободными электронами. В связи с чем круговые первоначально крайне слабые ионные токи положительной полярности наружного сферического слоя мантии также как и предыдущие его электронные токи текущим радиусом R_k , направленные против часовой стрелки (с запада на восток), вызовут появление внутри Земли ПМП со слабой на этом этапе процесса переполусовки геомагнитного поля напряженностью, направленной от южного географического полюса Земли к ее северному географическому полюсу. Появление такой инверсионной напряженности ПМП внутри Земли в соответствии с законами классической физики вызовет изменение направления действия на свободные электроны продолжающего аналогично вращаться наружного слоя мантии электродинамической силы Лоренца F_{Le} на противоположное: теперь уже от периферии мантии к центральному положительно заряженному ядру Земли. С этого момента времени начнет действовать механизм так называемого "разгона" геомагнитного поля с полярно изменившейся пространственной ориентацией его индукции: продолжающийся во времени уход из-за действия указанной силы части свободных электронов с периферии мантии в центральную область Земли начнет это инверсионное геомагнитное поле самоподдерживать и увеличивать (за счет увеличения периферийного ионного тока мантии) по уровню его напряженности. Из-за длительного действия такой силы на указанные свободные электроны мантии положительный по заряду ионный ток каждого коаксиального кольцевого электрического контура текущим радиусом R_k ее наружного сферического слоя будет нарастать во времени и ПМП Земли новой пространственной ориентации будет увеличиваться по своей магнитной индукции. Видимо, нарастание кругового ионного тока наружной части мантии будет происходить до определенной величины, характерной для биполярного ПМП Земли с северным магнитным полюсом N_m в ее северном полушарии. Одной из возможных причин такого ограничения этого ионного тока мантии является ограниченный электронный ресурс наружного слоя мантии и лежащей выше него слабо электропроводящей земной коры. В результате такого принципиально важного для планеты Земли изменения знака кругового тока наружной части мантии (с отрицательного электронного на положительный ионный) начинается новый геологический временной цикл в периодической смене Землей своих магнитных полюсов. В связи с разными электронными ресурсами огромного жидкого металлического ядра Земли и незначительной наружной части электропроводящей мантии совместно с тонкой земной слабо электропроводящей твердой корой автор допускает следующее новое достаточно обоснованное предположение. Временной период T_{is} инверсии геомагнитного поля с южным магнитным полюсом S_m в северном полушарии Земли (нынешнее состояние ПМП Земли) на ее ПМП с северным магнитным полюсом N_m в ее северном полушарии по сравнению с временным

периодом T_{iN} смены в северном полушарии Земли северного магнитного полюса N_m (грядущее для Земли состояние ее ПМП) на южный магнитный полюс S_m будет характеризоваться тем, что $T_{iS} < T_{iN}$. Возможно из-за этого исторические (экспериментальные) геологические данные для периода земной инверсии T_i имеют разброс до 2,5 раз [5].

Длительность временного периода T_{iS} инверсии магнитного поля Земли согласно представленной здесь приближенной модели радиального распределения свободных электронов в полужидкой земной мантии можно оценить по следующей простой формуле:

$$T_{iS} = R_p / v_{er}. \quad (6)$$

Подставив в (6) радиус мантии ($R_p = 6,3 \cdot 10^6$ м) и расчетную величину по (3) радиальной скорости $v_{er} = 2,53 \cdot 10^{-5}$ м/с дрейфа свободных электронов в электропроводящем слое мантии ($R_k = R_p/2$) при используемых исходных данных ($\omega_3 = 7,27 \cdot 10^{-5}$ с $^{-1}$; $n_{e0} = 5 \cdot 10^{27}$ м $^{-3}$; $H_M = 50$ А/м; $\tau_e = 10^{-14}$ с) для величины T_{iS} получаем расчетное численное значение, равное около $2,49 \cdot 10^{11}$ с = $7,9 \cdot 10^3$ лет. Полученное простым путем расчетное оценочное значение T_{iS} удовлетворительно согласуется с имеющимися в области исторической геологии опытными магнитными данными для различных минералов земной коры Земли, научно подтверждающими то обстоятельство, что инверсия магнитного поля Земли в ее длительном космическом существовании происходила с временными периодами, приблизительно составляющими от 4 до 10 тыс. лет [5]. Необходимо заметить, что поступающее в теперешних геофизических условиях (при существующем ныне типе биполярного ПМП Земли) со стороны жидкого металлического ядра Земли к наружной вращающейся части земной мантии при указанном выше расчетном радиальном постоянном электронном токе $J_r = 10,11 \cdot 10^{17}$ А колоссальное количество отрицательного электричества (за время T_{iS} оно может составлять порядка $q_{re} = J_r \cdot T_{iS} = 12,58 \cdot 10^{28}$ Кл) будет естественным путем поддерживать в течение всего инверсионного времени T_{iS} как круговые отрицательные электронные токи мантии (соответственно их магнитный момент P_M и ПМП Земли), так видимо и стабильно определять за счет его (этого электричества) дрейфа сквозь относительно тонкую слабо электропроводящую твердую кору Земли отрицательный электрический заряд (потенциал) ее наружной сферической поверхности [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Согласно предложенной приближенной модели радиального распределения нерелятивистских свободных электронов в упрощенной однослойной полужидкой (вязкой) электропроводящей мантии Земли следует, что в зависимости от направления радиального электронного тока мантии (от жидкого ядра Земли к периферии мантии или наоборот) естественным образом возникающие круговые коаксиальные постоянные электрические токи вращающегося вместе с твердой корой Земли радиусом R_3 наружного слоя земной мантии являются избыточными отрицательными электронными или положительными ионными токами. При однонаправленном круговом вращении Земли против часовой стрелки (с запада на восток) носители электричества данных естественно образованных круговых коаксиальных постоянных электрических токов подобно сверхтонким кольцевым виткам с током гигантского сфероподобного постоянного электромагнита длиной (высотой) $2R_3 = 12,8 \cdot 10^6$ м определяют направление магнитной индукции внутри структурных частей Земли и соответственно тип маг-

нитных полюсов в ее северном и южном полушариях.

2. На основе разработанной модели радиальных электронных токов в электропроводящей земной мантии построена новая гипотеза (феноменологическая модель) смены магнитных полюсов Земли, позволяющая осуществить расчетную оценку временного периода инверсии геомагнитного поля. Результаты такой оценки удовлетворительно согласуются с известными геофизическими опытно-историческими данными по магнитной переполусовке ПМП Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яновский Б.М. Земной магнетизм. – М.-Л.: Главсевморпути, 1941. – 283 с.
2. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1984. – 208 с.
3. Белов К.П., Бочкарев Н.Г. Магнетизм на Земле и в космосе. – М.: Наука, 1983. – 192 с.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
5. <http://2012new.org/?p=972>
6. Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А. Гидромагнитное динамо как источник планетарного, солнечного и галактического магнетизма // Успехи физических наук (Москва). – Том 152. – Вып. 6. – 1987. – С. 263-284.
7. <http://n-t.ru/tp/mr/pmpz.htm>
8. Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов: Справочник. – Киев: Наукова думка, 1981. – 339 с.
9. Баранов М.И. Термоэлектронная эмиссия из металла при нагреве и электрическом взрыве проводников под воздействием больших импульсных токов // Технічна електродинаміка. – 2008. – № 3. – С. 3-8.
10. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 864 с.
11. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1990. – 624 с.
12. Баранов М.И. Упрощенная математическая модель микропроцессов в проводнике с электрическим током проводимости // Електротехніка і електромеханіка. – 2006. – № 2. – С. 66-70.
13. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля / Пер. с англ. Ф.А. Николаева, Ю.П. Свириденко. – М.: Мир, 1972. – 391 с.
14. Верещагин И.П., Макальский Л.М., Морозов В.С. Электрофизические процессы в облаках / Под ред. Г.З. Мирзабеяна. – М.: Изд-во МЭИ, 1986. – 68 с.

Поступила 21.07.2010

Баранов Михаил Иванович, д.т.н., с.н.с.
НИПКИ "Молния" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт"
61013, Украина, Харьков, ул. Шевченко, 47
тел. (057) 707-68-41, e-mail: eft@kpi.kharkov.ua

M.I. Baranov

An approximate model of free electron radial distribution in earth mantle and geomagnetic field inversion.

A simplified model of radial distribution of free electrons in the one layer semifluid electroconducting Earth mantle is introduced. It is shown that radial drift of the mantle free electrons can occur both from the Earth core to the mantle periphery and from the mantle periphery to the Earth core. This drift of free electrons can result both in their excess (circular electron currents) and in their deficiency (circular ion currents) in the outer rotating layer of the mantle. It is polarity of the mantle circular current carrier charges that determines polarity of the geomagnetic field magnetic poles. A new hypothesis of the Earth magnetic field inversion is presented, estimation of time period of its magnetic poles reversal performed.

Key words – semi-fluid mantle and Earth core, free electrons, radial electron current of the Earth mantle, circular currents of the Earth mantle, the Earth magnetic field inversion.