

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

А.Г. Зубов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Вулканические проявления на поверхности являются следствиями тепловых и геодинамических процессов в мантии. Последние энергетически подпитываются тепловыми потоками из ядра. Возникает очень волнующий вопрос — как всё это устроено и работает? Ядро столь глубоко, что узнать что-либо о его устройстве позволяют пока только сейсмические методы. Ядро является источником геомагнитного поля (ГМП), и изучая тонкую структуру последнего, теоретически по ней можно было бы получить информацию об особенностях структуры ядра. Однако, теория ГМП пока ещё не позволяет это осуществить. Знания о распределении элементов ГМП на поверхности Земли недостаточны чтобы узнать о локализации его источников в глубине. Эта задача неоднозначная, и какие-то решения возможны через модельные построения. А модели могут возникать из общих представлений о механизмах работы генератора ГМП, которые находятся пока в стадии гипотез. Лидирующей и наиболее развитой гипотезой о происхождении ГМП в настоящий момент является теория гидромагнитного динамо. Но нельзя утверждать, что потеряли значение и другие гипотезы о ГМП. Хотя они и были в своё время подвергнуты активной критике, они до сих пор не опровергнуты.

Одной из первых попыток решения задачи генерации ГМП была гипотеза о её термоэлектрической природе. Американский физик Ельзассер выдвинул её ещё в 1939 году в результате наблюдений за проявлениями магнитных полей на Солнце. Согласно этой гипотезы генератор ГМП состоит из вращающихся вихревых колец, создаваемых движением разогретых и остывших масс вещества в жидком проводящем слое ядра Земли. Эти кольца, по его представлениям должны иметь ось вращения почти параллельную оси Земли и создавать магнитный момент вдоль своей оси. Набор таких колец со своими магнитными моментами в сумме должен составить центральное осевое ГМП. Но эта гипотеза не объясняет причин инверсий ГМП.

В данной работе рассматриваются возможности применения термоэлектрического эффекта для объяснения не глобального ГМП, а только его вековых вариаций, то есть уверенно инструментально выявляемых колебаний ГМП в диапазоне сотен-тысяч лет. Это рассмотрение привело к следующим выводам:

1. Если в ядре образуются замкнутые конвективные ячейки, то вертикальные движения в них должно происходить по поверхности конуса, проходящего через одну из параллелей и центр Земли. То есть это не вихревые кольца с осью, параллельной оси Земли, как у Эльзассера.
2. Одинокая капля (или колонна) вещества с отличной от среды температурой может создавать на неоднородностях проводящей среды с вертикальной стратификацией распределение термоэлектрических токов, создающих тороидальное магнитное поле, не проявляющееся на поверхности Земли.
3. Пара капель (или колонн) вещества, горячая и холодная, могут создать на неоднородностях проводящей среды с вертикальной стратификацией распределение термоэлектрических токов, создающих магнитное поле, описываемое в первом приближении как магнитный диполь с центром между капель и ориентированный ортогонально вертикальной плоскости, содержащей эти капли. Проще говоря, это горизонтальный магнитный диполь. И он создаёт локальные нарушения структуры центрального осевого магнитного диполя.
4. Предполагается, что вековые вариации создаются дрейфом таких магнитных диполей преимущественно вдоль параллелей.

5. Если эта модель близка к истине, то анализируя данные об элементах геомагнитного поля на поверхности, можно найти эпицентры расположения этих магнитных диполей и их ориентацию. По этим данным можно получить примерные координаты восходящих и нисходящих потоков в жидком ядре.