

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ЗОН КАМЧАТКИ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Ю.Ф. Мороз

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: morozyf@kscnet.ru

В последние годы на Камчатке выполнен ряд поперечных и продольных профилей МТЗ с помощью современных цифровых электроразведочных станций. Шаг наблюдений 2 – 5 км. Диапазон изучаемых периодов от первых десятых долей секунд до 1000 с и более. Полученные МТЗ совместно с МТЗ прошлых лет дают возможность уточнить существующие представления о глубинном строении Камчатки. Обобщение и анализ МТЗ выполнены с использованием современных подходов, учитывающих возможность искажения кривых МТЗ за счет локальных геоэлектрических неоднородностей среды. При этом важное внимание уделено совместному анализу двух мод, позволяющему выявить основные особенности глубинной структуры электропроводности Камчатки.

Интерпретация кривых МТЗ осуществлялась по направлениям вдоль и поперек полуострова Камчатка, что дало возможность разделить влияние индукционного и S - эффектов, связанных с резким контрастом проводимости верхнего слоя на несколько порядков на суше и в океане. Амплитудные продольные и поперечные кривые МТЗ в сильной мере подвержены влиянию локальных геоэлектрических неоднородностей. Влияние этих неоднородностей удалось погасить с помощью конформного осреднения. В результате были получены средние продольные и поперечные кривые МТЗ, свободные от локальных искажений. Они положены в основу создания глубинной геоэлектрической модели Камчатки.

По данным бимодальной интерпретации средних продольных и поперечных кривых МТЗ выполнено районирование Камчатки на области с различной электропроводностью земной коры и верхней мантии. Уточнены границы и глубины корового слоя повышенной электропроводности на Камчатке. В западной части Камчатки коровый слой на кривых МТЗ не проявился. Если он там существует, то его проводимость меньше или соизмерима с проводимостью осадочно-вулканогенного чехла. В центральной части полуострова, на глубинах 15-40 км выделяется область шириной около 200 км, протяженностью 1200 км, в которой коровый слой проявился как на поперечных, так и на продольных кривых. В средней части области выделяется зона, в которой коровый слой приближен к дневной поверхности до глубин 15-20 км и характеризуется увеличенной проводимостью. Данная зона приурочена к Камчатско-Корякскому антиклинорию с наложенным вулканическим поясом, в основании которого предполагается Централно-Камчатский глубинный разлом. В восточной части п-ова выделяется область, где коровый слой проявляется только на поперечных кривых. Предполагается, что здесь земная кора на глубинах 10-40 км содержит поперечные проводящие зоны шириной до 50 км, имеющие продолжение в Тихий океан. К таким зонам приурочены крупные области современного вулканизма. По средним продольным кривым МТЗ, выделяется астеносферный проводящий слой, кровля которого с глубиной 150 км на Западной Камчатке поднимается до глубин 70-100 км под областью современного вулканизма.

Таким образом, в результате анализа продольных и поперечных кривых МТЗ мы приходим к модели, в которой крупные центры современного вулканизма Камчатки приурочены к поперечным проводящим зонам в земной коре и к поднятию астеносферного выступа, вытянутого вдоль Камчатки. Глубинные проводящие зоны находят отражение в поле силы тяжести, сейсмической скорости и в других геолого-геофизических данных. Они представляют собой ослабленные зоны с пониженной плотностью и повышенной пористостью пород. Повышенная проводимость в них связывается с наличием минерализованных растворов и магматических расплавов.

В Восточно-Камчатской вулканической зоне в лучшей мере изучены Ключевская и Авачинская группы вулканов. Рассмотрим модель Ключевской группы вулканов. В этой модели важная роль отводится астеносферному слою и коровому разлому. Кровля астеносферного слоя под вулканами выражена в виде выступа, который располагается над сейсмофокальной зоной, имеющей более крутой наклон. Не исключено, что данный выступ вызван процессами, протекающими в сейсмофокальной зоне. Предполагается, что здесь

выделяется дополнительное тепло, приводящее к более активному плавлению глубинного вещества. По-видимому, поднятие представляет собой область скопления магматических расплавов. По грубым оценкам содержание расплавов около 15%. При этом учтен только расплав, находящийся в связанном состоянии. На самом деле его должно быть больше за счет расплавов в закрытых и тупиковых каналах. Магматические расплавы из выступа проникают вверх по проницаемым каналам путем проплавления вышележащих пород и накапливаются в коровой поперечной зоне. Поступление дополнительно тепла конвективным путем и наличие гидротермальных растворов в коровой зоне приводит к частичному плавлению пород. Результатом этих процессов является крупный коровый магматический очаг, питающий Ключевскую группу вулканов. Магмопитание вулканов из корового очага осуществляется, по-видимому, по сложной системе каналов, которая к настоящему времени изучена крайне слабо. Можно лишь отметить результаты ГСЗ и МТЗ для Ключевского вулкана, которые свидетельствуют о сложной системе магмоводов, включающих и латеральное распространение магмы. Попытаемся оценить объем расплава в коровом магматическом очаге, питающем Ключевскую группу вулканов. Примерный объем коровой аномалии – $50 \times 60 \times 25 \text{ км}^3 = 75000 \text{ км}^3$. Содержание расплава – 2%. Общий объем расплава около 1500 км^3 . Это нижний предел, так как нужно еще добавить объем расплава в тупиковых и закрытых каналах. Если предположить, что это еще $2/3$ неучтенного объема расплава, то приходим к цифре 2500 км^3 . Примерный вес этого объема лавы составит $7 \cdot 10^{12}$ т. Данная величина не противоречит по оценкам расхода изверженного материала Ключевского вулкана за последние 10^4 лет, составляющей примерно $60 \cdot 10^6$ т в год. Таким образом, можно предполагать, что в настоящее время объем лавы в коровом очаге примерно 1500 до 2500 км^3 . Это небольшая величина для крупнейшего вулканического центра. По-видимому, основная часть магмы находится в астеносферном слое.

Рассмотрим глубинную модель Авачинской группы вулканов. Она располагается в районе поперечного глубинного разлома, выраженного на поверхности в виде Авачинского грабена, заполненного отложениями повышенной электропроводности и пониженной плотности. Разлом разделяет блоки земной коры различные по электропроводности. Юго-западный блок содержит коровый слой повышенной электропроводности, связанный, по-видимому, с наличием гидротермальных растворов и магматических расплавов. Северо-восточный блок отличается пониженной электропроводностью и не содержит корового слоя. Разлом является каналом, по которому глубинные флюиды и магматические расплавы поднимаются из нижних частей земной коры и возможно из астеносферного выступа. По-видимому, они проникают в нижние части грабена, которые характеризуются аномально-низкой сейсмической скоростью и повышенной электропроводностью. Этот район грабена с аномальными физическими свойствами пород представляют повышенный интерес на поиски геотермального месторождения. На земной поверхности данный район является вполне доступным и здесь рекомендуется бурение скважины глубиной 4 км с целью оценки перспектив предполагаемого гидротермального месторождения.