

Магнитотеллурические зондирования Авачинско-Корякской группы вулканов на Камчатке**Ю.Ф. Мороз^{1,2}, В.А. Логинов¹**¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: morozyf@kscnet.ru*²*Геологический институт РАН, г. Улан-Удэ, 670047*

Рассмотрены методика и результаты магнитотеллурических зондирований в районе Авачинско-Корякской группы вулканов. В качестве основных приняты кривые по простиранию и вкрест структур Камчатки. Выполнен качественный анализ магнитотеллурических данных. На основании этого выполнена инверсия кривых МТЗ с помощью программы двумерного численного моделирования МТ поля. В результате инверсии получен геоэлектрический разрез от приповерхностных частей до глубины 50 и более км. Выявлены аномалии повышенной и пониженной электропроводности в земной коре и верхней мантии. Обсуждается возможная их природа.

Введение

Получение информации о глубинном строении районов современного вулканизма представляет повышенный интерес для наук о Земле. В этой связи актуальной задачей на Камчатке является изучение глубинного строения Авачинско-Корякской группы вулканов, расположенной вблизи г. Петропавловска-Камчатского. Решение этой задачи определяет перспективы обеспечения тепловой энергией население города. Авачинско-Корякская группа вулканов включает вулканы Авачинский, Корякский, Козельский, Ааг и Арик. Действующими и наиболее крупными из них являются Авачинский и Корякский. Вулканические постройки сложены четвертичными и современными эффузивно-пирокластическими образованиями. Депрессия входит в состав так называемой Петропавловск-Малкинской зоны поперечных дислокаций, имеющей северо-западное простирание. Большую роль в строении зоны играют разломы северо-западной ориентировки, определяющие ее блоковое строение [1]. В районе Авачинско-Корякской группы вулканов проведены геофизические исследования различными методами. Среди них важное место занимают магнитотеллурические методы, дающие возможность обнаружить зоны, насыщенные гидротермальными растворами и магматическими расплавами. Это обусловлено тем, что электропроводность является более чувствительной к наличию жидких флюидов по сравнению с другими геофизическими параметрами, включая скорость сейсмических волн.

Следует отметить, что, несмотря на полученные ранее результаты [2; 3], не удалось в полной мере изучить электропроводность под Авачинско-Корякской группой вулканов. Причины сводятся к редкой сети наблюдения и используемой аппаратуре с малой разрешающей способностью и большим габаритам.

В последние годы в этом районе проведены магнитотеллурические зондирования с использованием аппаратуры нового поколения MTU-5A, в расширенном диапазоне периодов от 0.0001 до 3000 с и более с шагом 1-2 км. Так как аппаратура является облегченной, то удалось выполнить зондирования центральной части вулканической зоны в районе вершин вулканов. Это дало возможность получить более полную информацию о структуре электропроводности земной коры под Авачинским и Корякским вулканами. Настоящая статья посвящена методике исследований и новым результатам, существенно уточняющим геоэлектрическую модель литосферы Авачинско-Корякской группы вулканов.

Методика наблюдений

Магнитотеллурические исследования выполнены по профилю, пересекающему вулканическую зону в северо-восточном направлении через Авачинский перевал. Протяженность профиля 45 км, расстояние между пунктами зондирования 0.25-2 км. Регистрация магнитотеллурического поля проводилась с помощью двух станций MTU-5A. Наблюдения магнитотеллурического поля осуществлялись в диапазоне периодов 0.0001-3000 секунд. Для регистрации электрического поля использовалась четырехэлектродная крестообразная измерительная установка, заземленная неполяризуемыми электродами. Длина электрических линий 80 м, азимут линий 30 и 120 градусов. Магнитные датчики (МТС-50Н) также ориентировались по магнитным азимутам 30 и 120 градусов.

Результаты исследований

Геоэлектрическая модель получена в результате инверсии продольных кривых МТЗ, которые в лучшей мере отражают распределение электропроводности пород с глубиной. Поперечные кривые использованы в диапазоне периодов, не подверженных влиянию берегового эффекта, для уточнения структуры электропроводности верхних частей разреза. Геоэлектрическая модель представлена до глубин 10 (рис. 1.) и 80 км (рис. 2.).

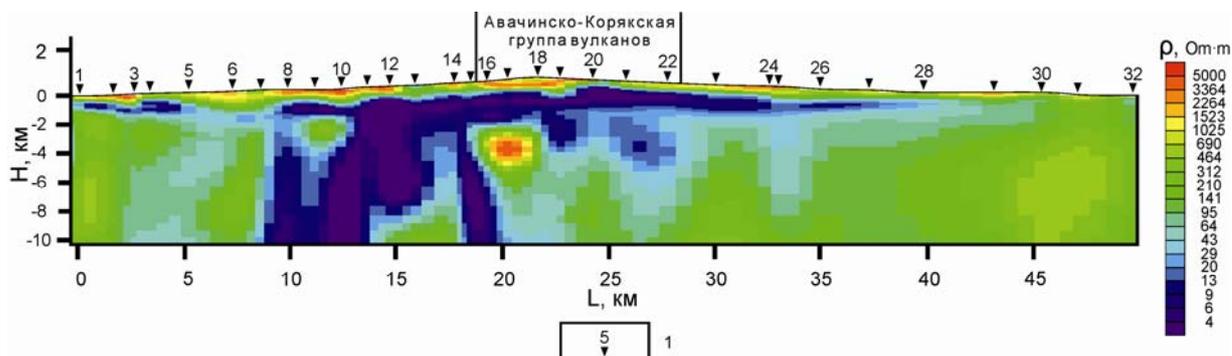


Рис.1. Геоэлектрический разрез до 10 км:
1 – пункт зондирования и его номер.

На рис. 1 видно, что под Авачинско-Корякской группой вулканов хорошо выражен осадочно-вулканогенный слой с пониженным удельным электрическим сопротивлением до 5-10 Ом·м на глубинах от первых сотен метров до 2-5 км. Максимальная мощность отмечается в Авачинском грабене, расположенном к западу от вулканических сооружений Авачинского и Корякского вулканов. Глубинная часть модели содержит субвертикальные проводящие зоны с удельным электрическим сопротивлением примерно от 5 до 10 Ом·м и расположенную между ними зону повышенного электрического сопротивления в первые тысячи Ом·м. Последняя находит отражение в виде аномалии повышенной интенсивности, что отражает возможную связь верхней части аномалии с наличием основных или ультраосновных пород. Аномальная зона повышенной электропроводности, расположенная юго-западнее высокоомной зоны, сопряжена в верхней части с Авачинским грабеном. Она распространяется до глубины примерно 60 км (см. рис.2.). Ширина аномалии на глубине 20 км составляет около 4-5 км. В нижней своей части она уменьшается до 2-3 км. Северо-восточнее высокоомной аномальной зоны выражена наклонная проводящая аномальная зона от подошвы осадочно-вулканогенного чехла до глубины примерно 80 км. Зона включает аномалии повышенной электропроводности шириной до 7 км на глубинах от 15-20 до 40 км и на глубинах 60-80 км с удельным электрическим сопротивлением 4-10 Ом·м. Следует отметить, что в юго-западной части площади на глубинах 20-30 км выражен слой повышенной электропроводности, который сопряжен

с субвертикальной зоной пониженного электрического сопротивления. Это согласуется с полученными нами ранее результатами [3]. Выявленные субвертикальные и наклонные зоны повышенной и пониженной электропроводности связываются с глубинными разломами северо-западного простирания, проникающими из приповерхностных частей земной коры в верхнюю мантию. Эти разломы имеют, по-видимому, значительную протяженность и пересекают южную часть Камчатки от

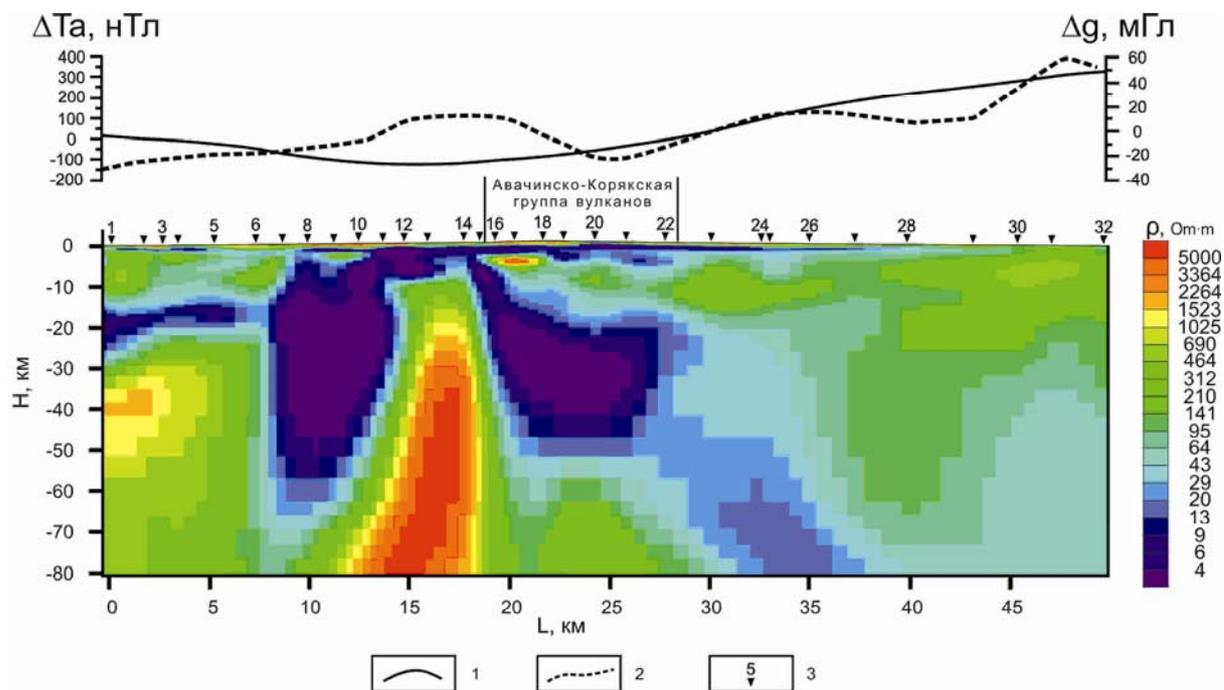


Рис.1. Геоэлектрический разрез до 80 км:

1 – график поля силы тяжести; 2 – график магнитного поля; 3 – пункт зондирования и его номер.

Авачинского залива до Охотского моря. Высокоомный глубинный разлом насыщен магматическими породами и, возможно, представляет собой застывающий магматический очаг, с которым был связан древний вулкан, взорвавшийся несколько тысяч лет назад. На остатках этого вулкана сформировался конус современного Авачинского вулкана.

Проводящий глубинный разлом в юго-западной части площади, сопряженный с коровым слоем в начале профиля и Авачинским грабеном, по-видимому, содержит жидкие флюиды в виде гидротермальных растворов и магматических расплавов. Частичное плавление пород в зоне разлома может быть связано с поступлениями растворов из корового слоя и просачивании водозных, которые существенно понижают температуру плавления пород литосферы. Также важную роль играет дополнительное тепло от остывающей дайки в глубинном высокоомном разломе. Жидкие флюиды из проводящего глубинного разлома проникают в осадочно-вулканогенный чехол (грабен).

Наклонная проводящая зона также связана с глубинным разломом, проникающим, по-видимому, до астеносферного слоя. Магматические расплавы и флюиды из верхней мантии проникают по разлому в земную кору, где на глубинах 15-40 км формируется коровый магматический очаг размерами в поперечном сечении примерно 20x7 км. Здесь также дополнительное тепло от остывающей дайки усиливает процессы плавления основных пород в земной коре. Магматический очаг по узкому каналу соединяется с осадочно-вулканогенным чехлом. По приближенным оценкам пористость пород в окате будет около 1%.

Важная роль в геоэлектрической модели отводится осадочно-вулканогенной толще под Авачинско-Корякской группой вулканов. Она имеет повышенную пористость и служит каналом для миграции жидких флюидов, которые в зонах повышенной проницаемости проникают на дневную поверхность, формируя вулканы и экструзии. Осадочно-вулканогенная толща имеет увеличенную мощность до 5 и более километров в Авачинском грабене, где возможно скопление высокоминерализованных термальных растворов, представляющих интерес на поиски геотермального месторождения. Здесь, как и рекомендовано нами ранее [3], целесообразно бурение поисковой скважины глубиной до 4 км, что дает возможность судить о перспективности данного района.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-05-00059а, а также по проектам ДВО № 16-I-1-012э, № 15-I-2-008.

Список литературы

1. Геология СССР. Камчатка, Курильские острова. Геологическое описание. Т. 31 М.: Недра, 1974. 733 с.
2. Мороз Ю.Ф. Электропроводность земной коры и верхней мантии Камчатки. М.: Наука, 1991. 181 с.
3. Мороз Ю.Ф., Гонтовая Л.И. Глубинное строение района Авачинско-Корякской группы вулканов на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 2003. № 4. С. 3-10.