

Авачинско-Корякская группа вулканов: геофизическая модель литосферы и глубинные процессы

В.А. Логинов¹, Л.И. Гонтовая¹, С.Л. Сеньюков²

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: naick1609@mail.ru*

² *Камчатский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук», Петропавловск-Камчатский*

Разработана комплексная геофизическая модель литосферы района Авачинско-Корякской группы вулканов, отражающая протекающие здесь глубинные процессы. Она дополнена тепловой моделью и данными геотермометров.

Введение

Изучение особенностей геофизических полей в районе Авачинско-Корякской группы вулканов (АКГВ) представляет собой детализацию одной из проблем построения моделей глубинных процессов в земной коре (ЗК) и верхней мантии (ВМ) переходной зоны между Тихим океаном и Евразией. Речь идет, прежде всего, о разработке региональной тепловой модели литосферы для одного из регионов СЗ части Курило-Камчатской островной дуги (ККОД), в пределах которой расположена АКГВ. Предполагается, что такая модель, совместно с другими геолого-геофизическими данными, отражает результаты влияния протекающих здесь глубинных процессов. АКГВ относится к Восточно-Камчатскому вулканическому поясу (ВКВП) в той его части, которая наложена на структуры фундамента СЗ простирания. Они связываются с Малко-Петропавловской зоной поперечных дислокаций. Существуют различные точки зрения относительно структуры и природы сопряжения ВКВП с этой зоной, требующие дальнейшего уточнения.

Расчет региональной тепловой модели выполняется в рамках адвекционно-полиморфной гипотезы (АПГ) глубинных процессов, протекающих в ЗК и ВМ, которая использовалась при решении подобных задач для многих регионов Земли, включая ККОД [3]. В данном случае отличие схемы расчетов состоит в том, что подробнее анализируется локальный фрагмент региональной коровой части модели, включающий активный Авачинский вулкан; он наиболее изучен в группе геофизическими методами. Необходимо отметить принципиальное различие разработки двух моделей. Региональная строится с использованием принятой гипотезы глубинных процессов в тектоносфере Земли. Такие построения могут касаться только значительных явлений тепломассопереноса. Построение локальной модели опирается на геолого-геофизическую информацию, конкретизирующую проявление гипотетического процесса.

Глубинная структура и тепловая модель

Геофизические исследования в этом районе начаты ~ с 60-х гг. прошлого столетия, однако нужно отметить их недостаточность и фрагментарность, что, в некоторых случаях, затрудняет комплексную интерпретацию, в частности, при определении природы выявленных аномалий. Наиболее детально комплексом методов изучена земная кора в районе Авачинского вулкана; значительная роль здесь принадлежит методу геоэлектрики как одному из наиболее чувствительных при выявлении и изучении структур с высоким содержанием флюид/расплавных включений. Рис. 1 иллюстрирует положение профиля МТЗ, который проходит в районе перевала между вулканами [4], и сейсмического профиля КМПВ, пересекающего сомму Авачи [1].

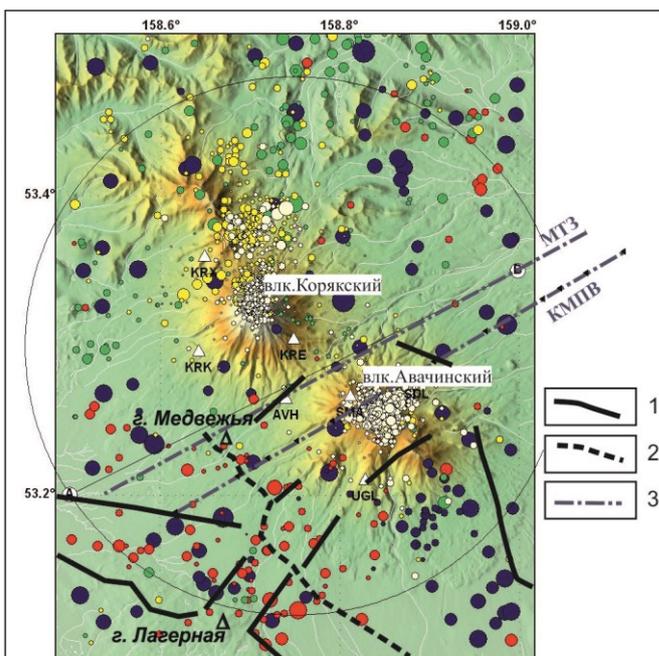


Рис. 1. Положение профилей МТЗ и КМПВ на карте сейсмичности: 1 – тектонические нарушения по гравиметрическим данным [5]; 2 – ось зоны максимальных градиентов гравиметрического поля [5]; 3 – положение профилей МТЗ и КМПВ.

На рис. 1 также показаны некоторые особенности тектоники и эпицентры землетрясений, включая период сейсмической активизации в 2008-2010 гг.; профиль МТЗ, вероятно, пересекает активную зону (разлом), глубина которой достигает раздела Мохо. В целом, АКГВ приурочена к депрессии «мелового» фундамента; он испытывает резкое (по разлому) погружение под конусы вулканов до глубины $5\div 7$ км, образуя вулcano-тектоническую структуру типа грабена (рис. 2). По данным геоэлектрики установлена ее связь с аномальной электропроводящей зоной в верхней коре (вероятно, глубинным разломом), которая в значительной степени насыщена флюидами и, возможно, флюид/расплавами [4]. Судя по данным морфологии поля силы тяжести и особенностей сейсмичности, выявленная электропроводящая зона разлома (аномалия А), возможно, протягивается до Авачинского залива. Отметим, что разломная зона (вдоль профиля МТЗ) пересекает его примерно в районе г. Медвежьей. Зона повышенной электропроводности в нижней коре – аномалия электропроводности Б (рис. 2) – вероятно, имеет продолжение под конусом Авачинского вулкана; кора здесь насыщена флюид/расплавами и, по этой причине, практически асейсмична (рис. 1).

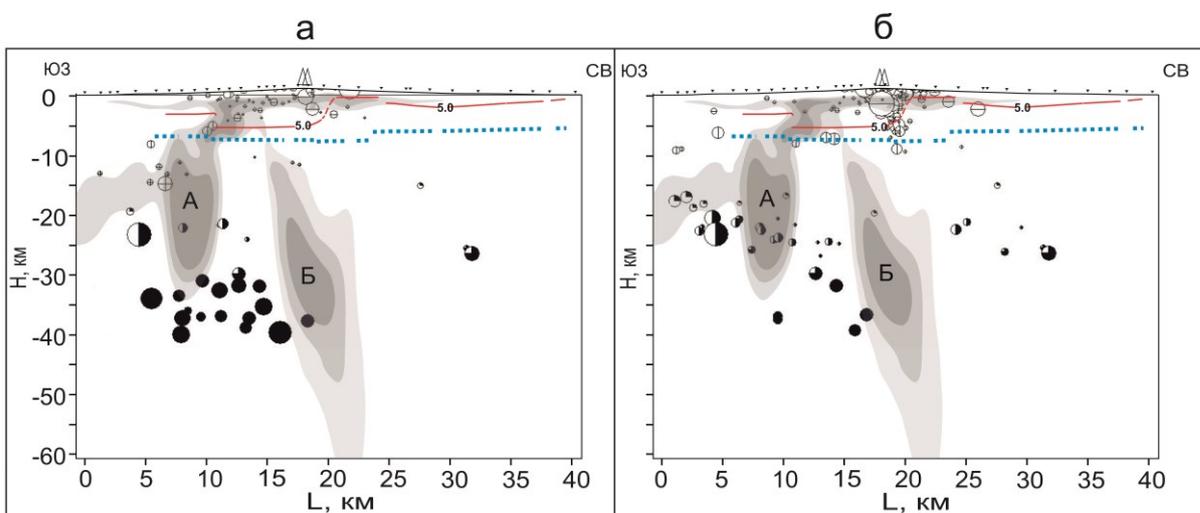


Рис. 2. Сопоставление глубинной сейсмичности вдоль профилей МТЗ (а) и КМПВ (б). Красной линией обозначена сейсмическая граница (поверхность мелового фундамента) по данным КМПВ; синей прерывистой линией показана поверхность кристаллического фундамента по данным КМПВ; А и Б – аномалии повышенной электропроводности.

На основе комплекса данных геофизическую модель литосферы в районе авачинских вулканов можно представить следующим образом (рис. 3). АКГВ приурочена к зоне перегиба сейсмофокальной зоны (СФЗ) (аномальная зона II) и, вероятно, связана с протекающими на этой глубине процессами. Здесь, в томографической модели, отмечены скоростная аномалия (в форме полосы) пониженной скорости сейсмических волн СЗ простирания и заметное смещение СФЗ [6]. Возможно, с этой зоной связана не только АКГВ, но и вся область поперечных дислокаций. Выше по разрезу, в интервале глубин 70-100 км, расположен астеносферный слой, который, по данным сейсмической томографии, протягивается вдоль ВКВП [2]; он насыщен флюидами и расплавами. В земной коре АКГВ приурочена к прогибу раздела Мохо (аномальная зона I). Судя по картине сейсмичности, на этой глубине расположен разлом по границе М (в районе перевала между активными вулканами) и не совсем пока ясная для нас область слабых событий, также на глубине примерно 30 км у восточного подножья Козельского вулкана; возможно, они каким-то образом связаны с системой магмопитания вулканов.

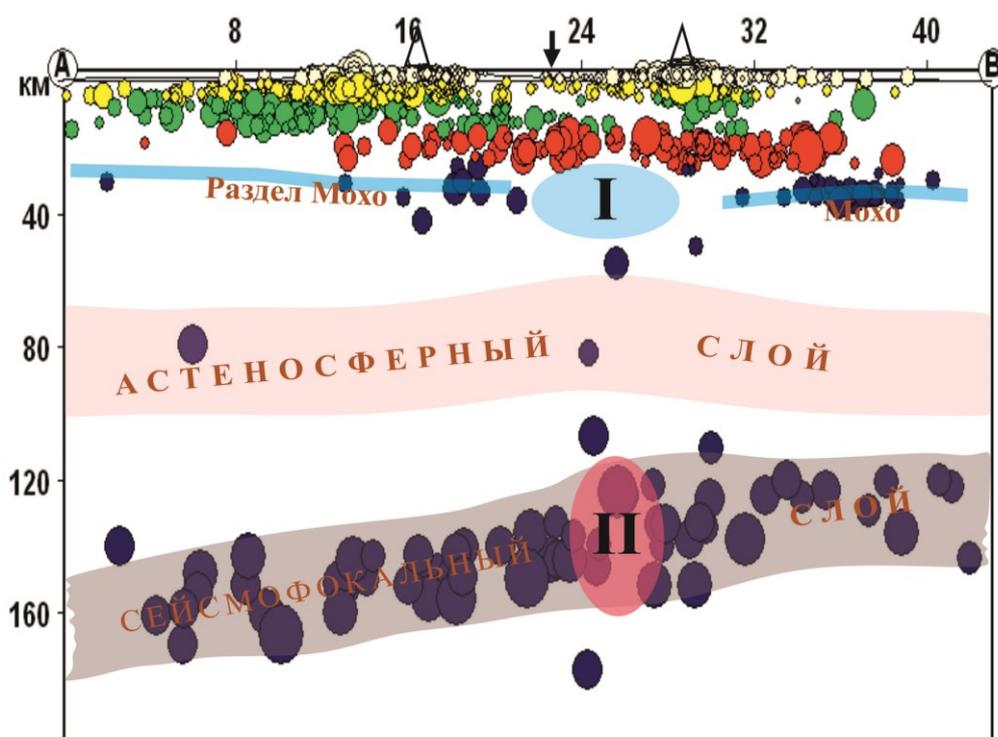


Рис. 3. Модель литосферы в районе АКГВ. I – аномальная зона в нижней коре; II – аномальная зона в сейсмофокальном слое. Стрелкой указано примерное положение профиля МТЗ.

Полученная тепловая модель выделяет слой частичного плавления в мантии, в интервале глубин около 50-100 км, и в коре – на глубине 20-30 км. Вторжения в верхнюю часть коры как мантийных магм, так и (в основном) контаминированных влиянием подплавленных коровых пород, неизбежно. Это подтверждает не только собственно вулканизм, но и распределение данных геотермометров (рис. 4), обнаруживающих высокие температуры на небольших глубинах.

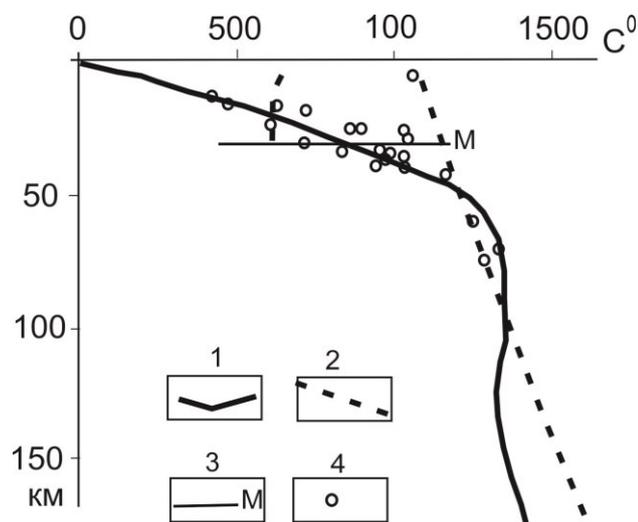


Рис. 4. Тепловая модель коры и верхней мантии в районе Авачинской группы вулканов. 1 – расчетное распределение температуры (Т), 2 – температуры солидуса мантийных и коровых (с амфиболитовым уровнем метаморфизма) пород, 3 – примерное положение раздела Мохо, 4 – данные геотермометров в районе Авачинской группы вулканов.

Следует отметить, что эти сведения не описывают температуру сколько-нибудь значительного объема пород. Они лишь отражают факт попадания на эти глубины некоторого (пусть – незначительного) количества расплава с больших глубин. Причем речь идет о мантийной основной магме, извержения которой из Авачинского вулкана в голоцене не происходили.

Выводы

Выполнен комплексный анализ геофизических данных в районе Авачинско-Коряжской группы вулканов и разработана глубинная модель литосферы, отражающая протекающие в земной коре и верхней мантии глубинные процессы. Модель дополнена тепловой моделью, полученной до глубины сейсмофокальной зоны, она подтверждена данными геотермометров.

Список литературы

1. Балеста С.Т., Гонтовая Л.И., Каргопольцев А.А. и др. Сейсмическая модель Авачинского вулкана (по данным КМПВ – ГСЗ) // Вулканология и сейсмология. 1988. № 2. С. 43-55.
2. Гонтовая Л.И., Попруженко С.В., Низкоус И.В. Структура верхней мантии зоны перехода океан-континент в районе Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2010. № 4. С. 13-29.
3. Гордиенко В.В. Тепловые процессы, геодинамика, месторождения. М., 2017. 283 с.
4. Зубин М.И., Козырев А.И. Гравитационная модель строения Авачинского вулкана (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1989. № 1. С. 81-94.
5. Мороз Ю.Ф., Гонтовая Л.И. О глубинном строении Южной Камчатки по геофизическим данным // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9. № 4. С. 1147-1161.
6. Мороз Ю.Ф., Логинов В.А. Глубинная геоэлектрическая модель Авачинско-Коряжской группы вулканов на Камчатке // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. № 2. Вып. 42. С. 9-24.