

Г. И. АНОСОВ, С. Т. БАЛЕСТА, Б. В. ИВАНОВ, В. К. УТНАСИН

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КЛЮЧЕВСКОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ (КАМЧАТКА) В СВЯЗИ С ЕЕ ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРОЙ

(Представлено академиком А. Л. Яншиным 24 XII 1973)

В 1970—1971 гг. в районе Центрально-Камчатской депрессии и Ключевской группы вулканов нашими институтами проводилось глубинное сейсмическое зондирование. В настоящей статье обсуждаются те его результаты, которые касаются непосредственно глубинного строения Ключевской группы вулканов. На основании сопоставления сейсмического разреза с имеющимися геологическими данными составлена схема тектонического строения района и геолого-структурный разрез.

Глубинное строение района изучалось на двух профилях ГСЗ общей протяженностью около 150 км (рис. 1). Первый профиль пересекал вулканическую группу в широтном направлении вкост простирания основных структур. Второй профиль проходил вдоль всей вулканической группы и обрабатывался из одного пункта взрыва. Такое расположение профилей позволяло получить глубинный разрез вкост простирания вулканической группы и непосредственно под всей вулканической группой (за счет сейсмического сноса на дуговом профиле). Кроме того, обработка профиля из пункта взрыва, расположенного с противоположной стороны вулканов, дала возможность выявить глубинные неоднородности при помощи методики «просвечивания» вулканических аппаратов сейсмическими волнами.



Рис. 1. Схема расположения профилей ГСЗ на Камчатке. 1 — профили ГСЗ; 2 — пункты взрыва стационарные; 3 — пункты взрыва временные; 4 — районы работ

Кроме того, обработка профиля из пункта взрыва, расположенного с противоположной стороны вулканов, дала возможность выявить глубинные неоднородности при помощи методики «просвечивания» вулканических аппаратов сейсмическими волнами.

Рассматривая полученный сейсмический разрез земной коры (рис. 2), необходимо отметить, что она в районе Ключевской группы вулканов характеризуется континентальным строением. Наличие региональной, хорошо прослеживаемой сейсмической границы с $V_r=6,0-6,6$ км/сек, отождествляемой нами с кристаллическим фундаментом, по-видимому, говорит о складчатости, предшествовавшей последней геосинклинальной стадии развития района, которая началась в меловом периоде.

Поверхность М в районе Центрально-Камчатской депрессии в виде единой границы раздела не выражена. Устанавливается мощная переходная зона подошвы земной коры (более 10 км), которая начинается с глубин 28—32 км и кончается на глубине 40—42 км. При этом пластовые скорости под Ключевской группой в этой зоне уменьшаются от 8,0 до 7,6 км/сек. Поверхность «базальтового» слоя (граница Конрада) выражена слабо и воздымается на восток. Глубина залегания границы Конрада под Ключевской группой вулканов 18—20 км. Несколько иначе ведет себя кровля

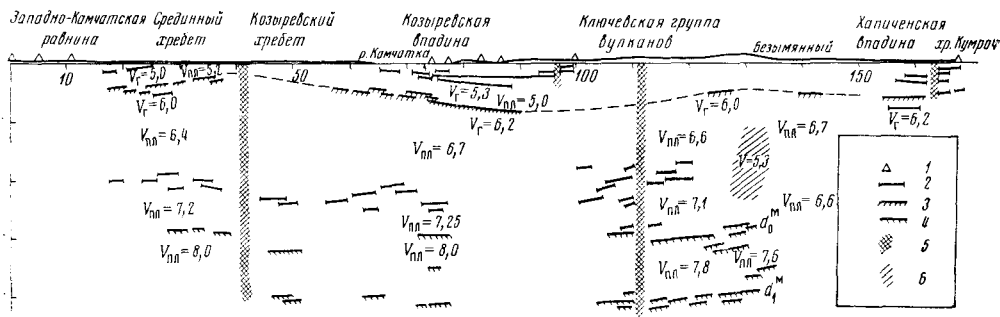


Рис. 2. Разрез земной коры вкост Ключевской группы вулканов. 1 — пункты взрыва; 2 — сейсмические границы; 3 — кровля «гранитного» слоя; 4 — отражающие площадки переходного слоя подошвы земной коры; 5 — глубинные разломы; 6 — периферический очаг вулкана Безымянного

«гранитного» слоя. В районе Центрально-Камчатской депрессии в направлении с запада на восток она образует четко выраженное синклинальное погружение. В районе вулканической группы поверхность «гранитного» слоя залегает на глубине около 4 км, образуя пологую антиклиналь. С учетом геологических данных можно полагать, что «гранитный» слой состоит из палеозойских формаций и по вещественному составу сходен с докембрийским комплексом метаморфических пород, выходящим на поверхность в Срединном и Гапальском хребтах, а также на Хавывенской возвышенности (2). Отложения верхнего мела, имеющие мощность до 4 км, образуют под Ключевской группой довольно пологую антиклинальную складку. Меловые отложения в ее сводовой части располагаются под перевалом Безымянным на глубине всего около 2 км. Ось складки протягивается, воздымаясь в северо-западном направлении, и в районе вулканов Харчинской группы меловые отложения, по-видимому, почти подходят к поверхности.

Под северо-восточной частью Ключевской группы вулканов отложения неогена образуют асимметричную синклинальную складку северо-восточного простирания, в ядре которой, располагающемся северо-восточнее Ключевской сопки (район Хапиченской депрессии), мощность пород неогена достигает 2 км. В районе Центрально-Камчатской депрессии мощность неогеновых пород также достигает 2 км. Граница раздела с повторяющимися скоростями $V_r=1,8-4,0$ км/сек в верхней части разреза можно рассматривать как существующие неоднородности в неогеновой толще пород, вызванные чередованием пачек терригенных и вулканогенных пород различного состава. Границу раздела с $V_r=4,6$ км/сек можно отождествлять с кровлей палеогеновых вулканогенно-осадочных образований; мощность их под Ключевской группой составляет 0,5—1,0 км. Из схемы (рис. 3) видно, что с востока Ключевская группа вулканов ограничена зоной ступенчатых разломов, проникающих до глубин 4,0—4,5 км с амплитудой сбросов до 1 км. Сброшенной является западная часть. Разлом, проходящий восточнее р. Хапицы, является, по-видимому, глубинным. Об этом свидетельствуют многочисленные очаги землетрясений, располагающиеся вдоль линии разлома и уходящие в верхнюю мантию до 50—70 км. С запада сводовое поднятие Ключевской группы ограничивается разломом, проникающим до глубины порядка 2 км с амплитудой сброса 0,2—0,5 км. Разломы, ограничивающие Ключевскую группу, окончательно сформировались в плиоцен-четвертичное время в период становления сводово-глыбовой структуры Ключевской группы вулканов. Зона нарушений, проходящая через вулканы Острый и Плоский Толбачик, также принадлежит к категории глубинных сквозькоровых разломов. Общее простирание зоны субме-

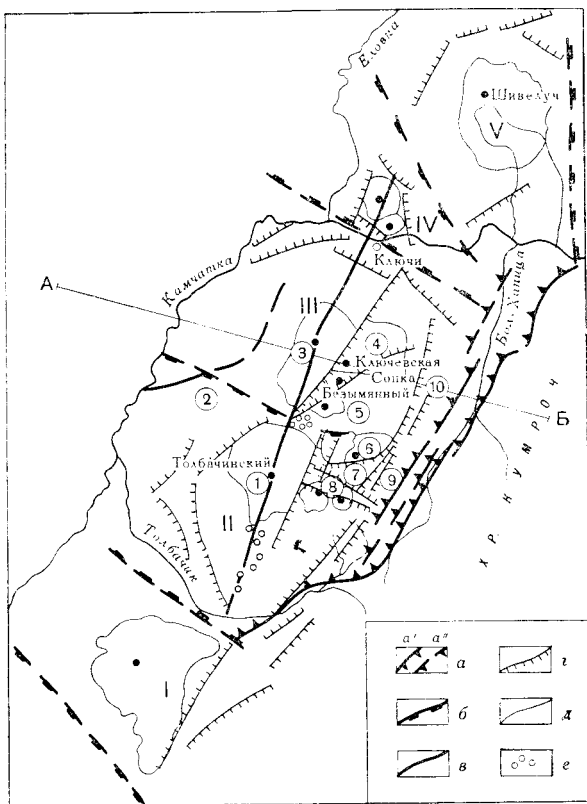


Рис. 3. Схема тектонического строения района Ключевской группы вулканов (по Б. В. Иванову). Масштаб 1 : 500 000. *a* — разломы (*a'* — установленные; *a''* — предполагаемые ступенчатые разломы, ограничивающие сводо-глыбовое поднятие Ключевского дола); *b* — структурные разломы мелового фундамента (С₂); 3 — глубокие сквозькоровые разломы, контролирующие вулканизм центрального и арельного типа; *z* — разломы, ограничивающие отдельные блоки в пределах глыб; *d* — границы вулканических построек; *e* — зоны арельного вулканизма; I — Кипчоклокская глыба; II — Толбачинская; III — Ключевская; IV — Харчинская; V — Шивелучская. 1 — Толбачинский блок (Толбачинская депрессия); 2 — блок р. Студеной; 3 — Северо-Западный блок (вулканы Плоские); 4 — Ключевский блок; 5 — блок вулкана Безымянного; 6 — блок вулканов Зиминных; 7 — Удинский блок; 8 — блок Удинских вулканов; 9 — Хапиченский блок; 10 — Хапиченская депрессия

ридиональное. Обнаруженный ГСЗ сквозькоровый разлом, по-видимому, связывает вулкан Толбачик с вулканом Плоским и далее уходит к вулканам Харчинской группы. Не исключена возможность существования аналогичной связи с Ключевским вулканом.

По сейсмическим данным под вулканом Ключевская Сопка устанавливается аномальная зона, в пределах которой сейсмические границы в земной коре и верхней мантии не прослеживаются. Она, вероятно, служит подводным каналом, питающим Ключевской вулкан из подкорового источника; размеры аномальной зоны 10—12 км в поперечнике.

Под вулканом Безымянным обнаружена аномальная зона, располагающаяся в пределах земной коры на глубине от 10 до 20 км. Зона отождествляется нами с периферическим магматическим очагом вулкана, не имеющим прямой связи с верхней мантией, так как под очагом отчетливо прослеживаются сейсмические границы, связанные с переходным слоем на глубине от 30 до 40 км. Вертикальные размеры магматического очага не превышают 10 км, в то время как по аномальной зоне горизонтальные его размеры оцениваются в 10×16 км. Наиболее вероятно, что очаг имел или имеет связь с зоной питания Ключевского вулкана.

Переходя к вопросу о соотношении петрогенетических типов пород и тектонических особенностей района Ключевской группы вулканов, следует отметить, что в пределах вулканической группы выделено две серии пород: базальт-андезит-базальтовая и базальт-дацитовая⁽³⁾. Породы первой серии (вулканы Толбачик, Плоские, Камень, Ключевской и ареальные образования в районе Плоского Толбачика и Дальнего Плоского) характеризуются рядом признаков, свойственных вулканитам начальной стадии дифференциации. К этой серии пород относится весь комплекс мегаплагиофировых лав, являющихся, по Б. И. Пийпу⁽⁴⁾, прямыми производными исходной магмы. Породы второй серии (вулканы так называемой южной группы: Безымянный, Малая и Большая Удипа, Зимины сопки) характеризуются особенностями, свойственными вулканитам, прошедшим значительный путь дифференциации. Суммарный объем вулканитов первой серии 3000 км³, второй 1000 км³⁽³⁾.

Отмеченные особенности глубинного строения и поверхностной тектоники позволяют нам, принимая во внимание петрохимические свойства вулканических пород района, высказать следующие соображения относительно особенностей связи вулканизма Ключевской группы вулканов с тектоникой. Петрохимические свойства пород и тип вулканизма вулканов, связанных сквозькоровыми разломами с мантией, не зависят и не имеют прямой связи с тектоническим строением района. Вулканы, имеющие промежуточные камеры, в той или иной степени связаны с характером тектонических условий района.

Выводы. 1. Земная кора в пределах Ключевской группы вулканов относится к континентальному типу. 2. Существование на сейсмических профилях четко выраженного домелового фундамента заставляет полагать, что рассматриваемая территория за предшествующее геологическое время испытала сложное геосинклинальное развитие, в результате которого были сформированы «гранитный» и «базальтовый» слои. 3. Вулканизм мелового и палеоген-неогенового времени развивался на коре континентального типа. 4. Мощность неогеновых отложений нигде не превышает 2 км. Условно выделенные палеогеновые толщи имеют мощность 1 км. Мощность меловых отложений 2—4 км. 5. Вулканические аппараты, связанные сквозькоровыми разломами с мантией, не обнаруживают прямой связи с поверхностной тектоникой. Вулканические аппараты, имеющие промежуточные очаги, контролируются в различной степени тектоническим строением района. 6. Под Ключевским вулканом с глубиной 30—40 км поднимается в виде «колонны» зона, по-видимому обогащенная магматическим веществом. 7. Под вулканом Безымянным на глубине от 10 до 20 км выделена аномальная зона, отождествляемая с периферическим магматическим очагом.

Институт вулканологии
(Петропавловск-Камчатский) и
Сахалинский комплексный
научно-исследовательский институт
(Ново-Александровск)
Дальневосточного научного центра
Академии наук СССР

Поступило
25 VII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. Т. Балеста, Геол. и геофиз., № 8 (1967). ² Геология СССР, Камчатка и Курильские острова, т. 34, 1964. ³ В. А. Ермаков, Автореф. канд. дисс., Петропавловск-Камчатский, 1970. ⁴ Б. И. Пийпу, Тр. Лаб. вулканол. АН СССР, в. 14 (1956).
⁵ О. И. Супруненко, Г. П. Декин, Сов. геол., № 3 (1968).