



УДК

Л. И. Гонтовая<sup>1</sup>, В. А. Ермаков<sup>2</sup>, С. Л. Сенюков<sup>3</sup>, З. А. Назарова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, lecyu@emsd.ru*

<sup>2</sup> *Институт физики Земли РАН, г. Москва*

<sup>3</sup> *Камчатский филиал ГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский*

## К вопросу о тектономагматической модели вулкана Плоский Толбачик и его ареальных зон

На основе комплексного анализа геологических и геофизических данных, в частности сейсмологии взрывов и землетрясений, предложена тектоническая модель земной коры в районе вулкана Плоский Толбачик и зоны его ареальных извержений. Стабильные и временно живущие в земной коре и вулканическом конусе вулкана магматические очаги локализованы в единой зоне круто наклоненного глубинного разлома. Корни разлома соответствуют зоне горизонтального сжатия (детагмента) в средней коре.

### Введение

Значительная протяжённость и однородность разрывов земной коры, их постоянная вулканическая активность при сравнительной однородности состава вулканитов (базальтов) позволяют диагностировать разрывы и трещины ареальной зоны вулкана Плоский Толбачик (далее Пл Тлб) как глубинный разлом (ГлР). Природа ГлР и его кинематика до конца не выяснены, хотя в [1] приводится ряд соображений по этому вопросу. Кроме того, ранее глубина заложения ГлР оценивалась примерно в области перехода земная кора — верхняя мантия (то есть не меньше 30–35 км). Однако новые данные, в частности полученные методом локальной сейсмотомографии, позволили по-другому оценить как глубину ГлР, так и его влияние на образование магм.

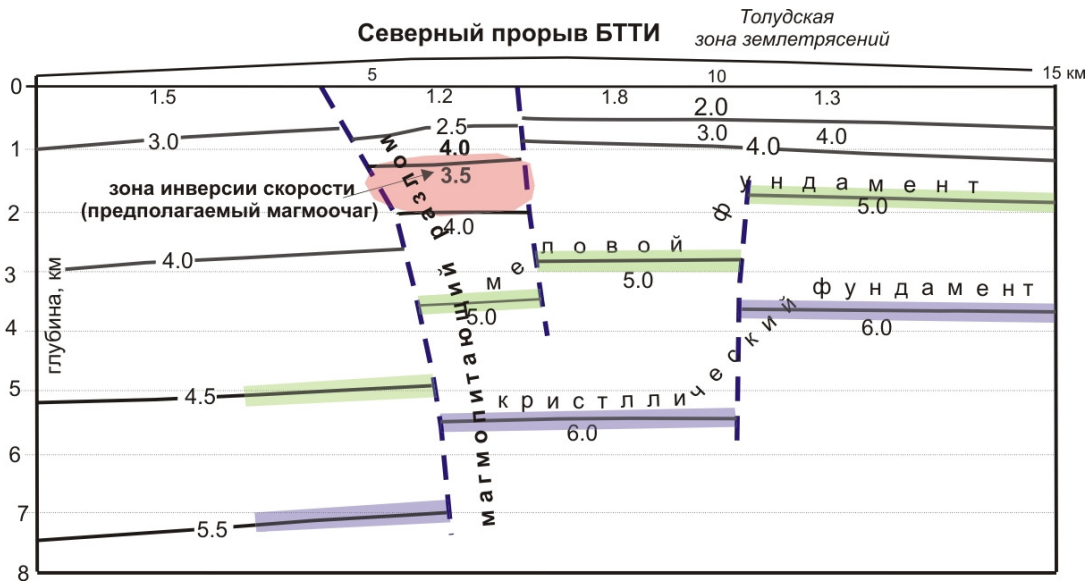
### Данные корреляционного метода преломленных волн (КМПВ).

В 1975–76 гг. был выполнен профиль КМПВ, который пересек Северный прорыв (СП) БТТИ в направлении СЗ–ЮВ. Результаты интерпретации полученных данных представлены в [1] и других публикациях. Нами предлагается иной вариант обработки первичных годографов, зарегистрированных вдоль этого профиля, с использованием пакета программ моделирования скоростного поля (SEISMOD). В целом, рассчитанный сейсмический разрез имеет сходство с ранее построенным, однако есть и отличия. Прежде всего, они касаются большей контрастности скоростной структуры, чёткости выделения области инверсии скорости под прорывом (вероятно, магмоочага) и зоны разлома, которая разделяет верхнюю кору на два блока (по обе стороны СП), с тенденцией наклона этой зоны к ЮВ (рис. 1). Согласно разрезу можно предполагать, что в верхней части глубинного разлома (ГлР), на глубинах до 3–4 км, происходит деформация его верхнего

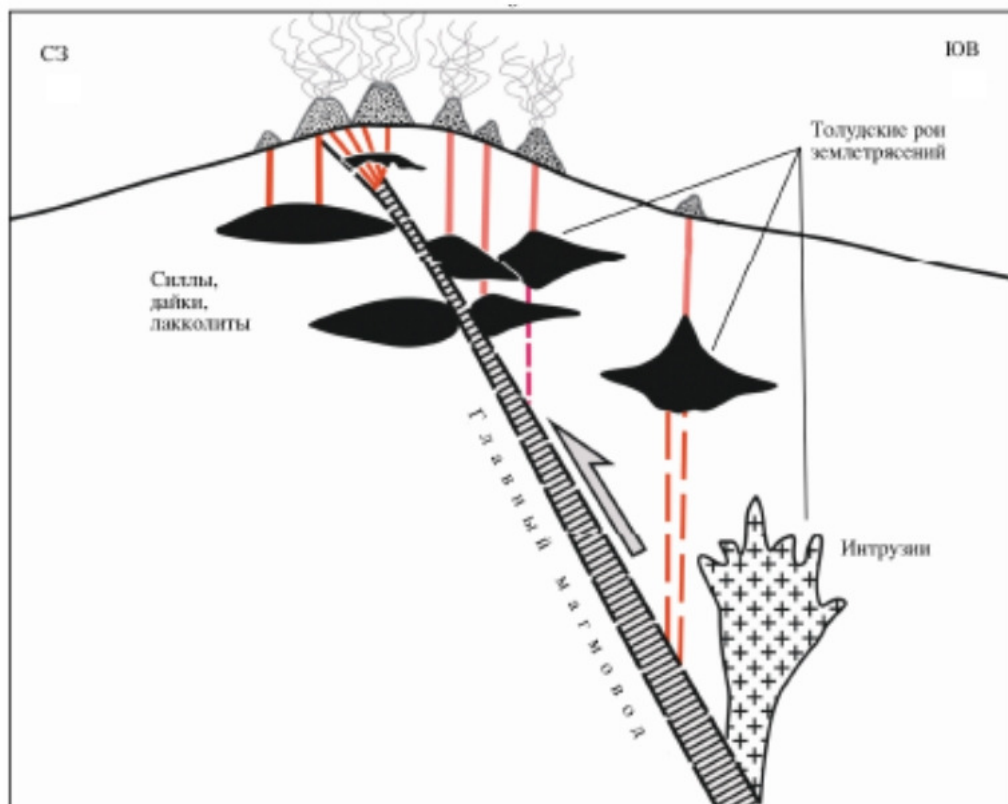
крыла в силу появления локальных магматических очагов (ареальных центров), разрушения и, возможно, локальной смены напряженного состояния уже в силу вулканотектонических причин. Происходит формирование небольших оперяющих грабенов со структурами сбросов. В образовании этих поверхностных структур принимает участие магма (с её высоким интрузивным давлением).

### Особенности сейсмичности.

Объемное распределение гипоцентров землетрясений проанализировано вдоль серии вертикальных сечений земной коры, ориентированных вкрест ареальной зоны ГлР. На всех разрезах подавляющая часть землетрясений характеризует правую Ю–В сторону ГлР, что, вероятно, и определяет наблюдаемый характер сейсмотектонических деформаций. Обращает на себя внимание также и то, что все землетрясения изученного типа локализованы в коре, на глубинах преимущественно менее 20 км (1) и наблюдается ослабление сейсмичности на том участке ГлР, который соответствует наклонному выводному каналу Пл Тлб (2). При комбинации разреза КМПВ и главного наклонного магмовода Пл Тлб, который чётко проявляется в картине сейсмичности, получается, что это взброс и в этом случае сейсмичность действительно связана с его верхней пластиной. Значит, в землетрясениях должны проявиться структуры сжатия. Из этого также следует, что площадь с запада от центральной линии разлома опускается; это чётко видно на разрезе КМПВ. Хотя также следует из беглого анализа распространения лавовых потоков за последнюю тысячу лет. В целом, гипоцентры землетрясений Толбачинских ареальных зон распределены не глубже 27 км, но в основном  $\leq 17$  км с максимумом на 14–15 км. То есть логично предположить, что круто наклоненный взброс (возможно, взбросо-сдвиг в районе побочных конусов ЮЗ ареальной зоны) на глуби-



**Рис. 1.** Сейсмический разрез вдоль профиля КМППВ через СП БТТИ. Красной заливкой под прорывом отмечена зона инверсии скорости (магматический очаг). Значения скорости  $V_p$  вдоль сейсмических границ — в км/с



**Рис. 2.** Внемасштабный геологический разрез вкрест региональной зоны Толбачинского глубинного разлома. Стрелкой отмечен вероятный характер движений

нах от 5 до 17–20 км выполаживается и в своих корневых частях расщепляется на серию разрывов, образуя зону «рефлективности». Принципиальная схема соотношения ГЛР с магматическими очагами (интрузиями) и сопровождающей их сейсмичностью показана на рис. 2.

**Данные локальной сейсмической томографии.**

На горизонтальных сечениях объёмной скоростной модели под ареальными зонами ПлтЛб в интервале глубин 10–15 км отмечены отрицательные аномалии скорости  $V_p$  (10–12%) и повышенные значения параметра  $V_p/V_s$  (1,8–1,9), что, вероятно, свя-

зано с насыщением коры флюид/расплавами [2]. Зона пониженной скорости на этом участке фиксируется лишь на этих глубинах под СВ ареальной зоны; Ю-ЮЗ её часть не была просвечена сейсмическими лучами. Скоростные аномалии приурочены к глубине  $\sim 10$  км; это апикальная часть аномальной зоны ГлР, а далее на СВ в направлении Зиминных сопок их глубина составляет 14–15 км. Заметим, что в голоцене СВ ареальная зона значительно менее активна, чем Ю-ЮЗ. Полученные данные позволяют предположить наличие магматических источников ареального вулканизма в изученном районе на глубинах 10–15 км, то есть в средней коре. В работе [3] показан механизм формирования волноводов в средней части коры. Присутствие магмы лишь усиливает этот процесс их формирования. Наклонные разломы возникают при «переориентации главного сжатия от вертикали к горизонтали с ростом глубины» и на глубинах  $\sim 18$  км выполняется. Наклон разлома, точнее его расширенные корни, соответствуют горизонтальному сжатию средней коры. Именно переориентация главных

напряжений с ростом глубины может быть связана с формированием детачмента, который развивается между верхней и нижней корой. Вместе с тем корни наклонного разлома оказываются идеальной структурой для локализации магмы. Таким образом, намечается определённая последовательность взаимодействия разломов и магматического вещества, которое поднимается с глубин области генерации. Некоторые особенности подъёма магмы от зоны генерации к средней коре были рассмотрены нами ранее.

#### Список литературы

1. Большое трещинное Толбачинское извержение 1975–1976 гг. М.: Наука. 1984. 683 с.
2. Ермаков В. А., Гонтовая Л. И., Сеньюков С. Л. Тектонические условия и магматические источники нового Толбачинского трещинного извержения (п-ов Камчатка). Геофиз. процессы и биосфера. 2014. Том. 13. № 1. С. 5–33.
3. Николаевский В. Н. Геомеханика и флюидодинамика. М.: Недра. 1996. 447 с.  
Подписи к рисункам