

К вопросу о глубинности источника флюидно-магматического вещества под Толбачинским и Ключевским вулканами

Л.И. Гонтовая¹, В.И. Силаев², Л.П. Вергасова¹, Л.П. Аникин¹, Г.А. Карпов¹

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, e-mail: lecyu@emsd.ru

²Институт геологии Коми НЦУрО РАН, Сыктывкар, 167982

Приводятся результаты исследований изотопии углерода в изверженных породах и минеральных продуктах Большого Трещинного Толбачинского извержения 1975-1976гг, Трещинного Толбачинского извержения 2012-2013гг и Ключевского вулкана (прорыв 1988г), а также данные сейсмотомографии района Ключевской группы вулканов. По совокупности данных рассматривается гипотеза о глубинном источнике флюидно-магматического вещества, с которым на поверхность при извержениях был доставлен большой комплекс минералов углеродного парагенезиса, включая алмазы.

Комплексом методов (аналитическая электронная микроскопия, рамановская и ИК-спектроскопия, рентгноструктурный и термический анализы, ЛА ИСП - МС, изотопная масс-спектрометрия и др.) в продуктах трех извержений двух вулканов, Толбачика и Ключевского вулкана [1, 12], входящих в Ключевскую группу вулканов (КГВ), выявлен и изучен углеродный парагенезис минералов, фаз и соединений, включающий алмаз, графит, углеродные глобулы (предположительно, кластерный аллотроп диуглеродного состава), шунгитовую фазу и ранее не описанные природные металл-углеродные композиты и abiогенные органические полимеры [2, 3, 8, 13-18] (рис. 1).

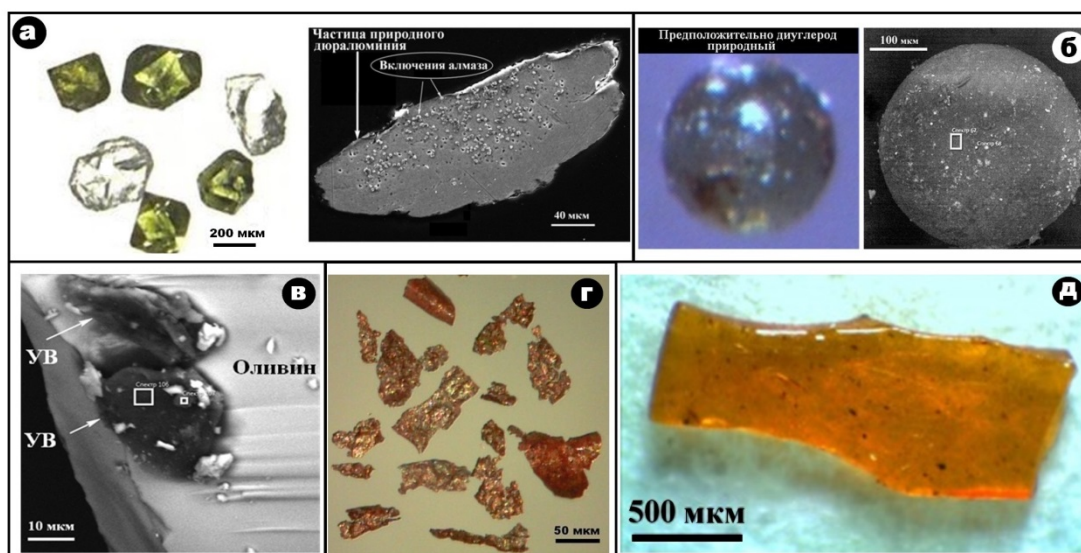


Рис. 1. Минералы, фазы и соединения в углеродном парагенезисе из продуктов извержений Толбачинского и Ключевского вулканов: а – алмазы; б – диуглеродные глобулы; в – шунгитовое углеродное вещество (УВ); г – металл-углеродные композиты (Al, Sn, Cu); д – частица абиогенных органополимеров.

По изотопному составу углерода исследованные нами минералы, фазы и соединения углеродного парагенезиса кардинально различаются от кимберлитовых алмазов, но близки к рассеянной форме углерода в метеоритах и камчатских

вулканитах, а также к вулканическим газам. Общий диапазон варьирования $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ лежит в интервале от -31 до -22 ‰. Собственно органическим полимерам в означенном диапазоне значений отвечает более узкий интервал – от -27 до -25 ‰ (рис. 2). Полученный результат мы расцениваем как доказательство единства источника углерода во всех минералах, фазах и соединениях исследованного нами углеродного парагенезиса, глубинности этого источника и отсутствия существенного засорения продуктов вулканизма углеродным материалом корового биоорганического происхождения.

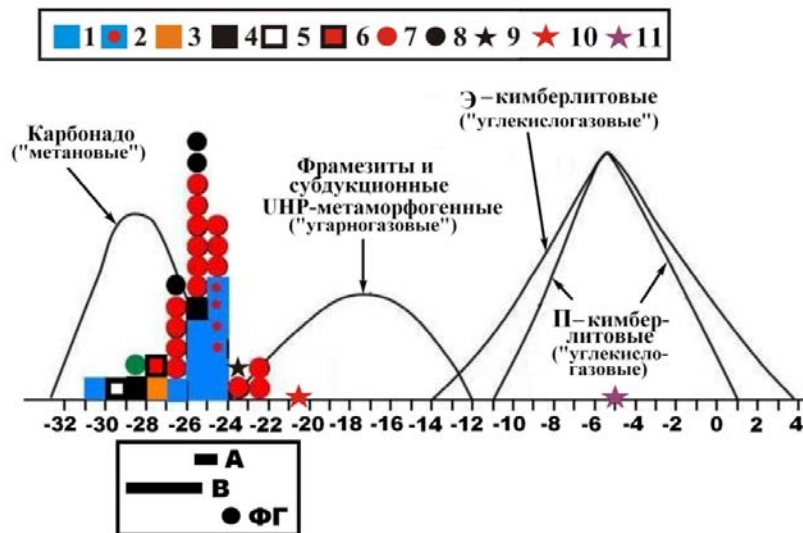


Рис. 2. Изотопный состав углерода в углеродных фазах и соединениях из продуктов извержений ТТИ (2012–2013 гг.) и вулкана Ключевской (1988 г.): 1, 2- соответственно, вулканиты и алмазосодержащие вулканиты ТТИ-50; 3 – вулканиты с Ключевского вулкана; 4- шунгитовое УВ; 5 – частицы шунгитового УВ с включениями самородного алюминия; 6- частицы самородного алюминия с включениями алмазов с Ключевского вулкана; 7- толбачинские алмазы; 8- абиогенные органополимеры; 9- диуглеродные глобулы; 10, 11- средние данные соответственно для хондритов и земной мантии. А, В, ФГ - соответственно алмазы, вулканиты и фумарольные газы ТТИ-50 по данным [2].

В районе КГВ широко использованы геофизические методы исследования коры и верхней мантии (различные модификации метода сейсмической томографии, МТЗ и другие) [4-7, 9-11]. Составлено представление о глубинном строении этого района до глубины около 200 км. Здесь приводится вертикальное сечение трехмерной скоростной модели в аномальных (относительно средней по району) значениях скорости поперечных волн (V_s) (рис. 3).

Согласно модели, в верхней мантии выявлен аномальный слой пониженной скорости, кровля которого поднимается с глубины ~ 200 км до ~ 70 -200 км непосредственно под КГВ. Скоростная модель в целом демонстрирует существование в верхней мантии под КГВ структуры типа астенолита, корни которого четко оконтурены эпицентрами землетрясений на глубине в среднем 120-140 км. Характер распределения скоростных параметров в пределах астенолита можно объяснить механизмом адвекции. На границе кора-мантия (глубина ~ 30 км) четко оконтурены две аномальные зоны пониженной интенсивности скорости V_s и повышенных значений параметра V_p/V_s , свидетельствующих о присутствии здесь флюид-расплавных включений (зоны 1, 2 на рис. 2). Возможно, они отражают реальное положение промежуточных очагов вулканов Ключевской и Толбачик.

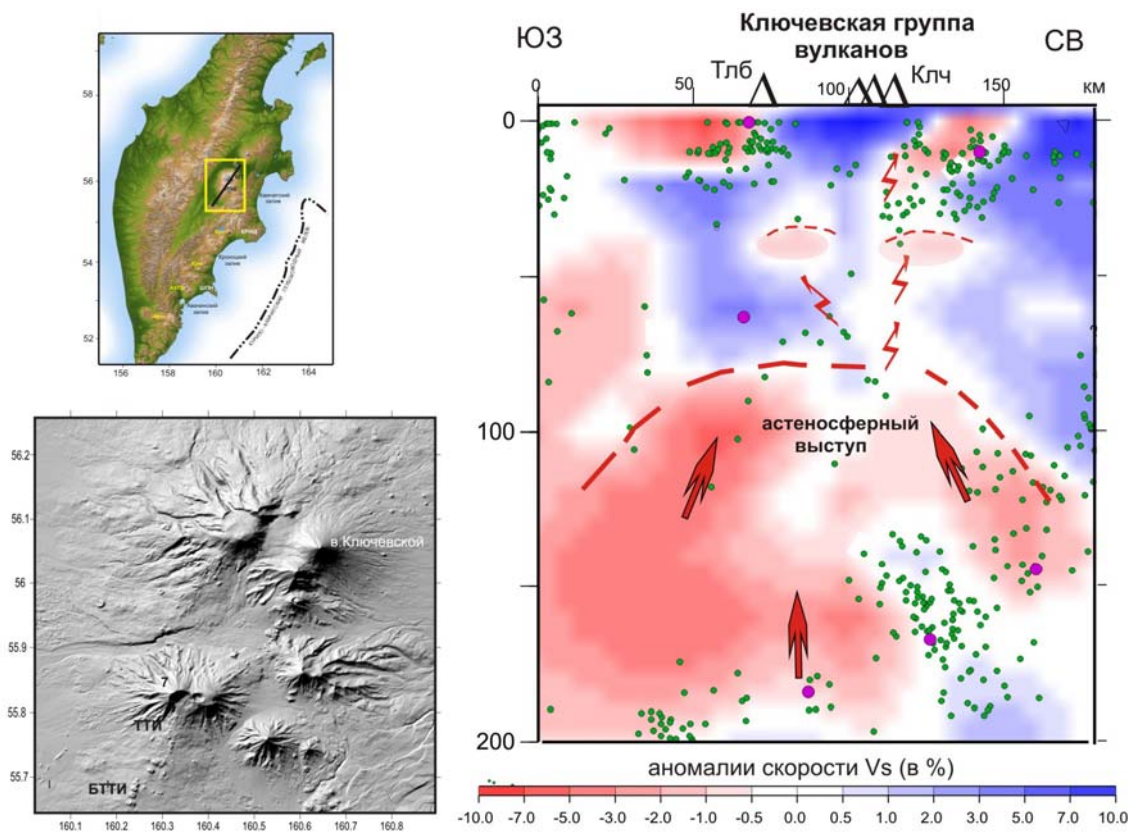


Рис. 3. Вертикальное сечение объёмной скоростной модели для района Ключевской группы вулканов (в аномалиях скорости поперечных волн Vs).

Результаты сейсмотомографии и минералого-геохимических исследований подтверждают наши предположения о большой глубинности (порядка ~ 30 и более км) источника вещества рассмотренных объектов исследования.

Список литературы

1. Большое трещинное Толбачинское извержение / Под ред. С.А. Федотова. М.: Наука, 1984. С. 638
2. Галимов Э.М., Севастьянов В.С., Карпов Г.А. и др. Микрористаллические алмазы в океанической литосфере и их возможная природа // Доклады РАН. 2016. Т. 469. № 1. С. 61-64.
3. Гордеев Е. И., Карпов Г. А., Аникин Л. П. и др. Алмазы в лавах Трещинного Толбачинского извержения на Камчатке // ДАН, 2014. Т. 454. № 2. С. 204–206.
4. Ермаков В.А., Гарагаш И.А., Гонтовая Л.И. Модель тектоно-магматических процессов в Ключевской группе вулканов (по геолого-геофизическим данным // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2014. № 2 Вып. 24 С. 231-243.
5. Гонтовая Л.И., Ермаков В.А., Сеньюков С.Л., Назарова З.А. К вопросу о тектономагматической модели вулкана Плоский Толбачик и его ареальных зон. // Материалы региональной конференции "Вулканизм и связанные с ним процессы", посвященной Дню вулканолога, 30 марта – 1 апреля. Петропавловск-Камчатский. 2015. С. 122-124.
6. Гонтовая Л.И., Сеньюков С.Л., Назарова З.А. Глубинная структура Ключевской группы вулканов в результатах сейсмической томографии // Материалы региональной конференции "Вулканизм и связанные с ним процессы", посвященной Дню вулканолога 2014. С. 158-163.

7. *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. Т.13. №1. С. 5-33
8. *Карпов Г. А., Силаев В. И., Аникин Л.П. и др.* Алмазы и сопутствующие минералы в продуктах Трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. // Вулканология и сейсмология. 2014а. № 6. С.3–20.
9. *Колосков А. В., Гонтовая Л. И., Попруженко С.В.* Верхняя мантия Камчатки в изотопно-геохимических и геофизических аномалиях, роль плюмовой геодинамики // Тихоокеанская геология. 2014. Вып. 33. № 3. С. 3-13.
10. *Кулаков И.Ю., Кукарина Е.В., Гордеев Е.И. и др.* Магматические источники в мантийном клине под вулканами Ключевской группы и влк. Кизимен (Камчатка) по данным сейсмической томографии // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 109-124.
11. *Мороз Ю.Ф., Логинов В.А.* Геоэлектрическая модель района Толбачинского извержения им. 50-летия Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН // Вулканология и сейсмология. 2016. № 5. С. 21-34.
12. *Рожков А.М., Таран Ю.А., Серафимова Е.К. и др.* Химический и изотопный состав магматических газов Ключевского вулкана (извержение 1988 г.) // Вулканология и сейсмология. 1990. № 5. С. 28-36.
13. *Силаев В.И., Карпов Г.А., Ракин В.И. и др.* Алмазы в продуктах Трещинного Толбачинского извержения 2012-2013, Камчатка // Вестник Пермского университета. Геология, 2015. № 1. С. 6-27.
14. *Силаев В.И., Петровский В.А., Карпов Г.А. и др.* Дюралюминий в тefре Толбачинского извержения 2012-2013 гг. // Сборник научных трудов XX Международной научно-технической конференции «Высокие технологии в промышленности России (материалы и устройства функциональной электроники и микрофотоники)», XXVII Международного симпозиума «Тонкие плёнки в электронике», VII Международной научно-технической конференции «Наноинженерия». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. С. 320-325.
15. *Силаев В.И., Вергасова Л.П., Васильев Е.А. и др.* Микропарагенезис алмаза и самородного алюминия в продуктах современного вулканизма // Вулканология и сейсмология. 2016. № 1. С. 71-77.
16. *Силаев В.И., Аникин Л.П., Вергасова Л.П. и др.* Абиогенные органические полимеры в продуктах современного вулканизма // Вестник Пермского университета. Геология. Петрология, вулканология. 2016. Вып. 3(32). С. 21-33.
17. *Силаев В.И., Аникин Л.П., Вергасова Л.П. и др.* Органические полимеры в продуктах современного вулканизма: к проблеме зарождения жизни на Земле // Сборник научных трудов XXI Международной научно-технической конференции «Высокие технологии в промышленности России (материалы и устройства функциональной электроники и микрофотоники)», XXVIII Международного симпозиума «Тонкие плёнки в электронике», VIII Международной научно-технической конференции «Наноинженерия». Москва 2016. С. 92-98.
18. *Силаев В.И., Васильев Е.А., Карпов Г.А. и др.* Углеродный парагенезис в эруптивных пеплово-газовых продуктах извержения камчатских вулканов // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения-2016). Сыктывкар: Геопринт, 2016. С. 67-68.