

Фантомные ренит-содержащие парагенезисы высокоглиноземистых дочерних фаз расплавных включений в оливине голоценовых вулканов кальдеры Медвежья (о. Итуруп, Курильские острова)

Низаметдинов И.Р., Шевко А.Я., Кузьмин Д.В., Смирнов С.З., Секисова В.С., Тимина Т.Ю.

Phantom rhonite-containing parageneses of high-alumina daughter phases in olivine-hosted melt inclusions of the Holocene volcanoes of the Medvezhya Caldera (Iturup Island, Kuril Islands)

Nizametdinov I.R., Shevko A.Ya., Kuzmin D.V., Smirnov S.Z., Sekisova V.S., Timina T.Yu.

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск;
e-mail: inizametdinov@igm.nsc.ru*

Расплавные включения в оливине из лав и алливалитов вулканов Меньший Брат и Кудрявый содержат высокоглиноземистые дочерние фазы, среди которых присутствуют остаточное стекло (Al_2O_3 до 25 масс. %), Al-пироксены, шпинель и минерал подгруппы ренита. Состав минерала ренит-куратитовой серии позволяет назвать его низкотитанистым Fe^{2+} аналогом ренита.

Введение

При детальном исследовании дочерних кристаллических фаз частично раскристаллизованных расплавных включений во вкрапленниках оливина из голоценовых лавовых потоков вулканов Кудрявый и Меньший Брат кальдеры Медвежья впервые в пределах Курильской островной дуги был обнаружен низкотитанистый аналог ренита в ассоциации с магнетитом, шпинелью, глиноземистыми пироксенами, и стеклом с содержанием Al_2O_3 до 25 масс. % [2, 3].

В отличие от пород повышенной щелочности, находки минералов подгруппы ренита в известково-щелочных вулканитах островодужных обстановок редки. Его находки описаны в ассоциации с клинопироксеном, Al-шпинелью и кислым остаточным стеклом среди дочерних фаз в расплавных включениях в оливине из алливалитов вулкана Семячик и базальтов Ключевского вулкана на Камчатке [1].

В докладе представлены данные о составах экзотических дочерних минералов расплавных включений в оливине, а также предложены механизмы их образования.

Образцы и методы

Нами изучены наиболее молодые продукты посткальдерных извержений – голоценовые базальт-андезибазальтовые потоки вулкана Меньший Брат (потоки кратеров Коротышка и Восток) и поток Черныш вулкана Кудрявый, сложенный андезибазальтами и андезитами (рис. 1). Отличительной особенностью лав вулкана Меньший Брат является сравнительно высокое для Курильской островной дуги содержание MgO (до 10 масс. %), а также присутствие вкрапленников оливина с содержанием Fo от 84 до 90 мол. %, что предполагает исходно мантийную природу расплавов, из которых они образовались. Валовый состав пород потока Черныш показывает, что он претерпел более глубокую эволюцию в сторону кислых пород в сравнении с базальтами лавовых вулкана Меньший Брат, что выражается в более низких содержаниях MgO (до 5 масс. %) и более высоких содержаниях SiO_2 (до 61 масс. %).

Повсеместно в оливине в образцах базальтов и андезибазальтов лавовых потоков вулканов Меньший Брат и Кудрявый были обнаружены первичные, частично раскристаллизованные, расплавные включения. Для установления фазового состава этих включений и определения химического состава минералов-узников включения были выведены на поверхность путем шлифовки и отполированы. Определение содержания главных элементов в оливине-хозяине, минералах-узниках и стеклах расплавных включений проводилось на сканирующем электронном микроскопе MIRA 3 LMU (Tescan Ltd) с системой микроанализа INCA Energy 450 + XMax 80

(Oxford Instruments Ltd) методом энергодисперсионной спектроскопии в «Центре коллективного пользования научным оборудованием много-элементных и изотопных исследований СО РАН» (ИГМ СО РАН).

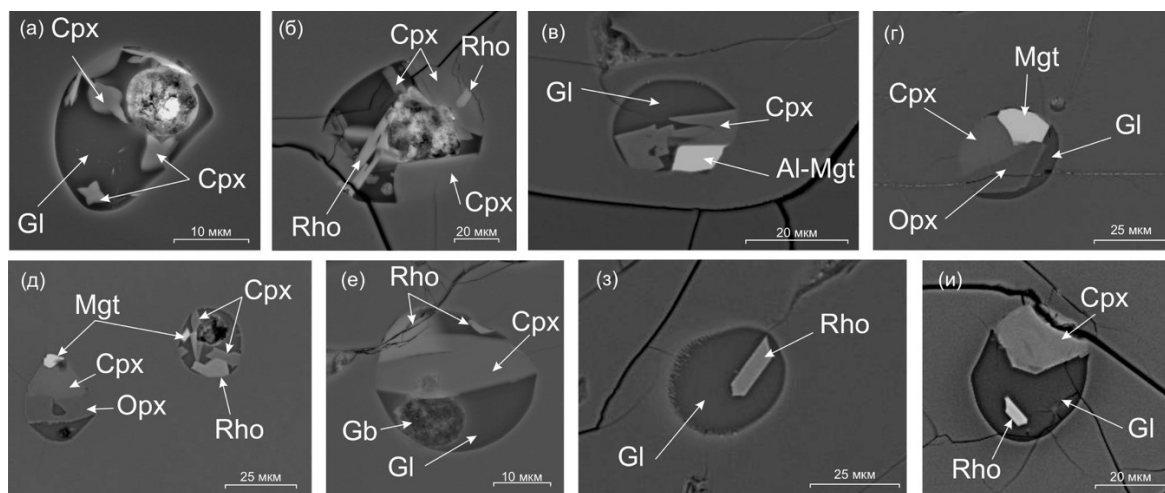


Рис. 1. Частично раскристаллизованные расплавные включения в оливине из оливин-анортитовых сферолитов вулкана Кудрявый (поток Черныш) в обратно-рассеянных электронах. Принятые сокращения: Rho – ренит, Срх – клинопироксен, Орх – ортопироксен, Mgt – магнетит, Gl – остаточное стекло, Gb – газовый пузырек.

Результаты

Первичные частично раскристаллизованные включения в оливине из оливин-анортитовых сферолитов потока Черныш [4] имеют округлую или овальную форму и размер от 15 до 75 мкм (рис. 1). Постзахватная эволюция включений выражается в кристаллизации дочерних минералов и осаждении оливина-хозяина на стенках включений.

Первичные частично раскристаллизованные расплавные включения в оливине из базальтов вулкана Меньший Брат имеют размер до 80 мкм. Среди дочерних фаз в частично раскристаллизованных включениях обнаружены высокоглиноземистый клинопироксен, шпинель, минерал подгруппы ренита, силикатное стекло и газовый пузырек (рис. 2).

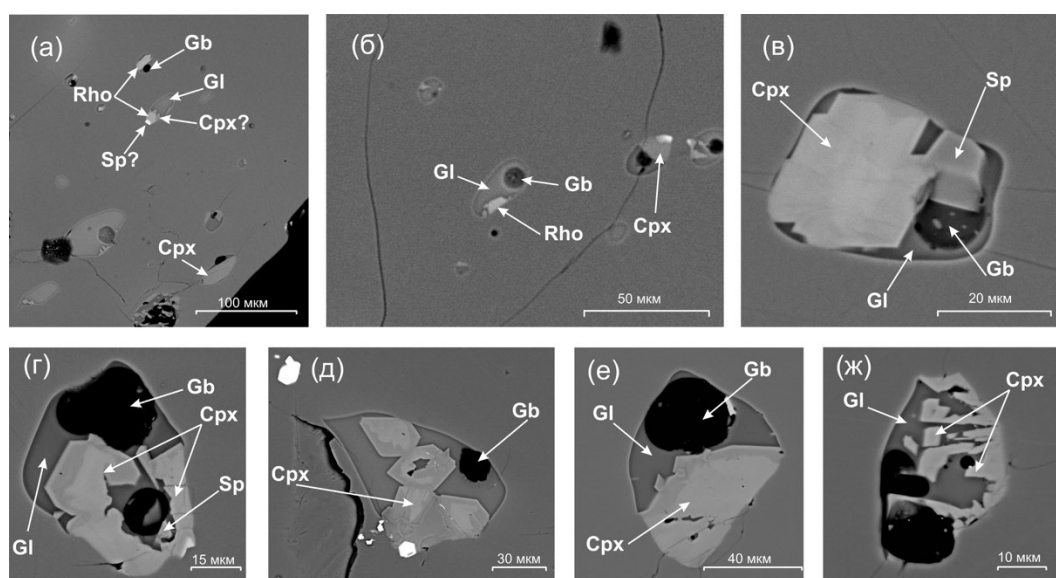


Рис. 2. Изображения частично раскристаллизованных расплавных включений в обратно-рассеянных электронах в оливине из базальтов вулкана Меньший Брат. Принятые сокращения аналогично рис. 1.

Ренит из расплавных включений в оливине базальтов вулкана Меньший Брат по содержанию железа и магния наиболее близок по составу к идеальному рениту [2]. Наблюдаемые небольшие вариации состава этой фазы позволяют составить следующую усредненную кристаллохимическую формулу – $(\text{Ca}_{3.47}\text{Mg}_{0.31}\text{Na}_{0.22}) (\text{Mg}_{4.78}\text{Fe}_{3.41}^{3+}\text{Fe}_{2.30}^{2+}\text{Al}_{0.97}\text{Ti}_{0.53}\text{Mn}_{0.01}) \text{O}_4 [\text{Si}_{6.78}\text{Al}_{5.22}\text{O}_{36}]$.

Нехарактерным для ренита является высокое содержание трехвалентных катионов, занимающих позиции двухвалентных катионов и титана ($\text{Al}+\text{Fe}^{3+} > 4$ ф.е. на 40 атомов кислорода).

Гораздо более широкие вариации по составу отмечаются у ренита из расплавных включений в оливине из сферолитов вулкана Кудрявый. Наиболее магниезильные составы близки к ренитам вулкана Меньший Брат. Наиболее железистые разновидности ($X_{\text{Mg}} < 0.5$) приближаются к куратиту и соответствуют формуле – $(\text{Ca}_{3.2}\text{Na}_{0.5}\text{Mg}_{0.2}) (\text{Fe}_{4.6}^{2+}\text{Mg}_{3.5}\text{Al}_{2.9}\text{Fe}_{0.7}^{3+}\text{Ti}_{0.3}) \text{O}_4 [\text{Si}_{8.2}\text{Al}_{3.8}\text{O}_{36}]$. В целом, рениты из расплавных включений в оливине сферолитов характеризуются более высокими содержаниями Fe, чем в оливине базальтов вулкана Меньший Брат (рис. 3).

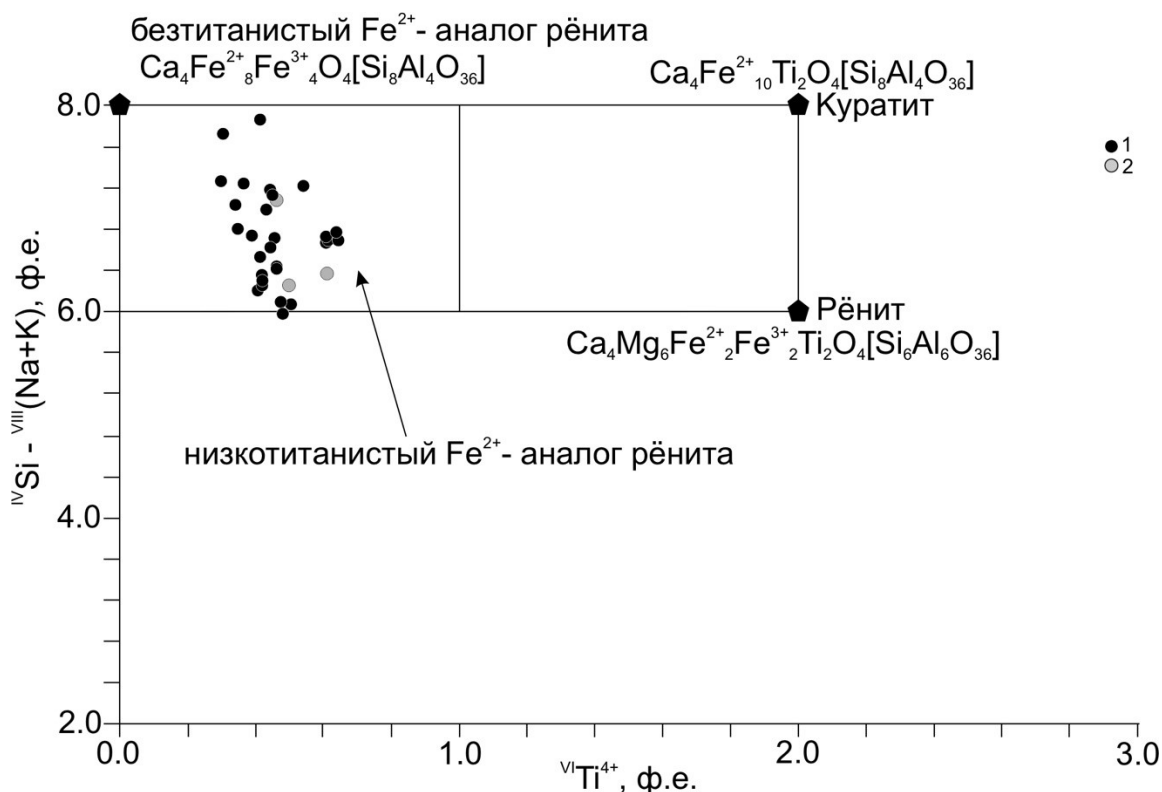


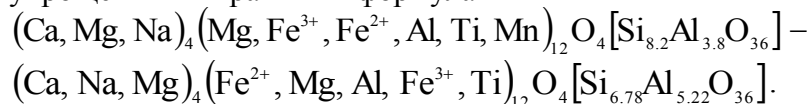
Рис. 3. Соотношение $(\text{IV})\text{Si} - (\text{VIII})(\text{Na}+\text{K}) - (\text{VI})\text{Ti}^{4+}$ (рассчитаны на 28 катионов и 40 атомов кислорода) в обнаруженных минералах ренит-куратитовой серии. Условные обозначения: 1 – ренит из расплавных включений в оливине из сферолитов влк. Кудрявый; 2 – ренит из расплавных включений во вкрапленниках оливина из базальтов влк. Меньший Брат. Названия полей из [5].

Кристаллические фазы в расплавных включениях образуются в следующей последовательности: магнетит – клинопироксен – ортопироксен – плеонаст (ферриплеонаст). При этом низкотитанистый Fe^{2+} аналог ренита может выделяться как первым, так и после магнетита, и после клинопироксена. На основании взаимоотношений минералов в расплавных включениях в оливине из базальтов вулкана Меньший Брат выделяется следующая последовательность кристаллизации дочерних фаз во включениях: шпинель – Fe^{2+} аналог ренита – клинопироксен.

Выводы

Изученные ассоциации высокоглиноземистых дочерних фаз в расплавных включениях в оливине голоценовых лавовых потоков в кальдере Медвежья показали, что минералы подгруппы ренита могут кристаллизоваться из исходных расплавов базальтового и андезибазальтового состава известково-щелочной серии.

Обнаруженный в виде дочерней фазы минерал подгруппы ренита относится к ренит-куратитовой серии. Его отличительной особенностью является пониженное содержание титана и магния и более высокое содержание железа в степени окисления 2+. В целом, их можно называть низкотитанистыми Fe^{2+} аналогами ренита с упрощенными крайними формулами



Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-27-00216, <https://rscf.ru/project/23-27-00216/>).

Список литературы

1. *Ананьев В.В., Селянгин О.Б.* Ренит в расплавных включениях из оливина алливалитовых нодулей вулкана Малый Семячик и базальтов вулкана Ключевской (Камчатка) // Вулканология и Сейсмология. 2011. Вып. 5. С. 1-7.
2. *Низаметдинов И.Р., Кузьмин Д.В., Смирнов С.З., Секисова В.С.* Ренит-содержащая ассоциация из расплавных включений как индикатор эволюции магнезиальных базальтов вулкана Меньший Брат (о. Итуруп) // Материалы Всероссийской конференции: физико-химические факторы петро- и рудогенеза: новые рубежи, посвященной 120-летию со дня рождения выдающегося российского ученого академика Д.С. Коржинского, 7-9 октября 2019 г. Москва: ИГЕМ РАН, 2019. С. 130-132.
3. *Шевко А.Я., Гора М.П., Кузьмин Д.В. и др.* Оливин-анортитовые сферолиты вулкана Кудрявый (о. Итуруп) // Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит. Материалы Третьей Всероссийской конференции с международным участием, 20-23 сентября 2016 г. Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2016. С. 262-265.
4. *Шевко А.Я., Смирнов С.З., Гора М.П. и др.* Низкотитанистый аналог ренита в расплавных включениях из оливин-анортитовых сферолитов вулкана Кудрявый (о. Итуруп) // Материалы XVII Всероссийской конференции по термобарогеохимии, посвященной 80-летию со дня рождения д-ра геол.-минерал. наук Феликса Григорьевича Рейфа (1936-2008), 12-17 сентября 2016 г. Улан-Удэ: ГИН СО РАН, 2016. С. 186-188.
5. *Peretyazhko I.S., Savina E.A., Khromova E.A.* Minerals of the rhönite-kuratite series in paralavas from a new combustion metamorphic complex in the Choir–Nyalga basin (Central Mongolia): composition, mineral assemblages and formation conditions // Mineralogical Magazine. 2017. V. 81. №. 4. P. 949-974. <https://doi:10.1180/minmag.2016.080.144>