

С. Ю. Степанов¹, Е. Н. Лепехина², Р. С. Паламарчук², Л. Н. Шарпенко²

¹ – *Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург*
Stepanov-1@yandex.ru

² – *Всероссийский геологический институт им А. П. Карпинского,*
г. Санкт-Петербург

**Возраст и изотопные характеристики
минерализованных карбонатных пород, сопряженных с магматитами
Кусинско-Копанского габбрового интрузива, Южный Урал**

Минеральные копи Шишимского и Назямского хребтов на Южном Урале были открыты в первой половине XIX в. с целью добычи абразивного материала. Активные исследования, направленные на установление генетической природы уникальных минералогических объектов, начались в середине XX в. За более чем 50 лет были сформированы и обоснованы три гипотезы формирования этих минералогических объектов. Ряд исследователей относили ассоциации пород, вскрытых копиями, к высокотемпературным магнезиальным скарнам [Мясников, 1954]. Затем появилось представление о двухстадийном минералообразовании с поздней низкотемпературной ассоциацией, наложенной на ранние скарны, формирование которой инициировано низкоградным метаморфизмом в раннеордовикское время [Гекимянц, 2001]. Некоторые из геологических тел, выполненных кальцитовым агрегатом в сочетании с форстеритом, магнетитом, перовскитом и другими минералами, рассматривались и как карбонатитовые образования [Попов, 2010]. Таким образом, в настоящее время вопрос генезиса уникальных минералогических объектов по-прежнему открыт. Для его решения нами определен U-Pb возраст перовскита из разных минеральных ассоциаций Перовскитовой и Зеленцовской копей, а также изотопный состав O и C кальцита различных карбонатных пород района.

Из минерализованных карбонатных пород, вскрытых выработками Перовскитовых копей, отобраны кубические и октаэдрические кристаллы перовскита. Из клинтонит-магнетит-форстерит-кальцитовых пород Зеленцовской копии извлечен перовскит кубического габитуса. Индивиды перовскита были распилены через геометрический центр и помещены в искусственный аншлиф.

U-Pb отношения измерены на вторично-ионном микрозонде высокого разрешения SHRIMP-II в центре изотопных исследований (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) по методике [Ireland et al., 1990]. Погрешности единичных анализов (отношений и возрастов) приводятся на уровне 1σ , погрешности вычисленных конкордантных возрастов – на уровне 2σ . Из карбонатных пород ряда минеральных копей Шишимского и Назямского хребтов были выделены монофракции карбонатов, в которых измерен изотопный состав C и O по методике IRM-MS с помощью масс-спектрометра DELTA plus XL, оснащенного приставкой Gasbench (центральная аналитическая лаборатория, ВСЕГЕИ).

На диаграмме с конкордией (рис. 1а) представлены результаты U-Pb анализа зерен перовскита вне зависимости от морфологического типа индивидов или места отбора проб. Дисперсия U-Pb отношений позволяет построить суммарную дискордию с верхним пересечением, соответствующим возрасту 535 ± 43 млн лет при СКВО 0.5. Если рассмотреть отдельные конкордантные кластеры по каждой пробе,

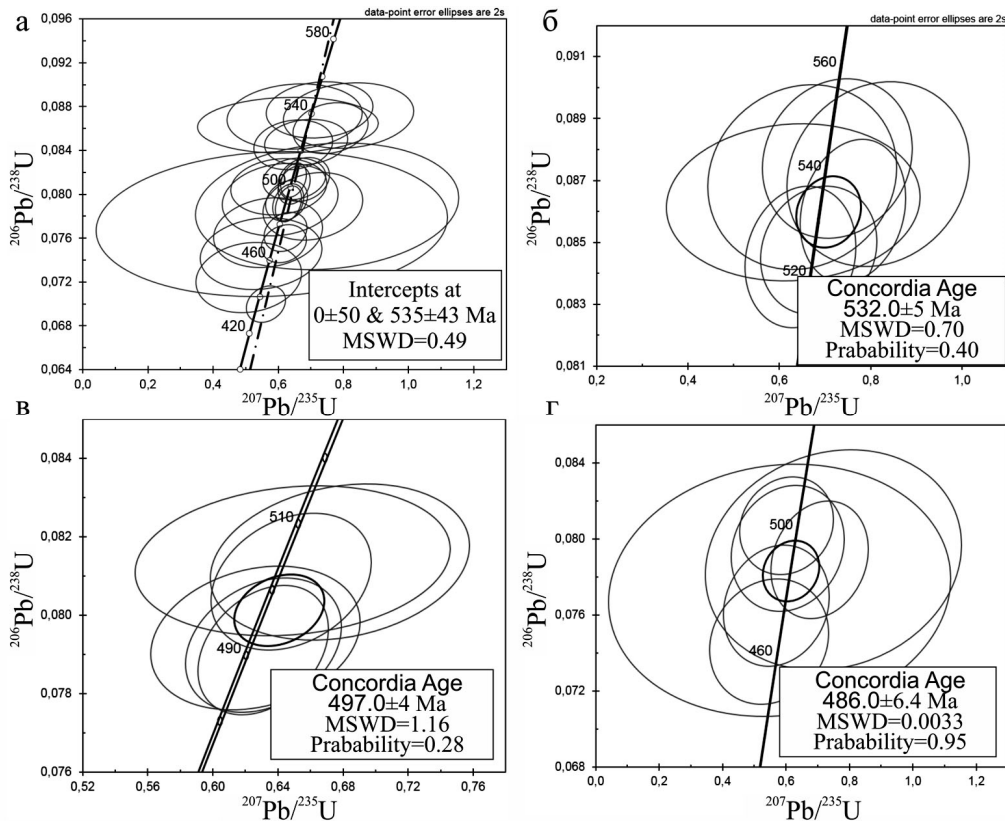


Рис. 1. Результаты определения U-Pb возраста перовскитов из эндогенных карбонатных пород, пространственно тяготеющих к габброидам Кусинско-Копанского интрузива.

то погрешность при определении возраста существенно снижается и наблюдается существенное различие в возрасте перовскита. Так, для октаэдрического перовскита из Перовскитовых копей U-Pb возраст составляет 532 ± 5 млн лет, для кубических – 497.0 ± 4 млн лет (рис. 1б, в). Возраст перовскита из клинтолит-магнетит-форстерит-кальцитовых пород Зеленцовской копи – 468 ± 6.4 млн лет (рис. 1г).

Карбонатные породы характеризуются значительными вариациями изотопного состава O ($9.8\text{--}21.2\text{‰}$) и менее значительными – изотопного состава C (от -3.1 до -1.0‰). Наиболее легкий по изотопному составу углерод (-1.0‰) отмечаются для магнетит-форстерит-кальцитовых пород Зеленцовской копи. Эти карбонаты попадают в область DPM (рис. 2). Карбонаты Перовскитовой копи характеризуются самым тяжелым изотопным составом O, а изотопный состав C пород этой копи широко варьирует. Точки составов O и C пород Перовскитовой копи попадают на границу поля, которое характеризует мантийный источник EM-2 (см. рис. 2). Изотопный состав карбонатных пород других минеральных копей района, в том числе скарнов Губенского хребта, расположен между изотопным составом O и C карбонатов Зеленцовской и Перовскитовой копей (см. рис. 2).

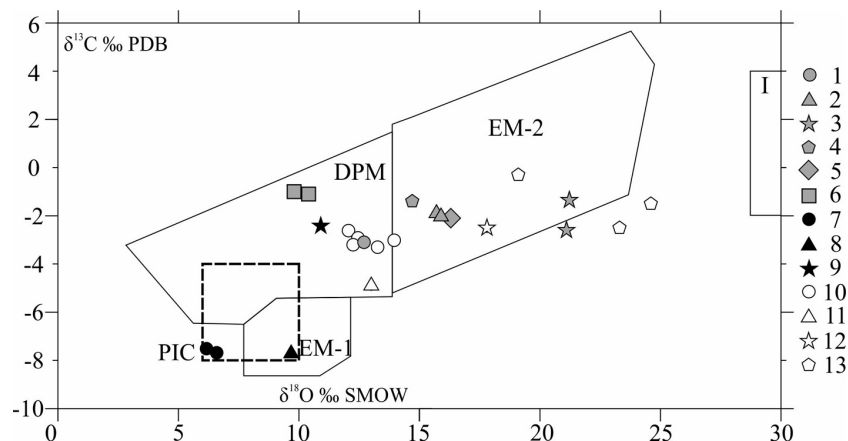


Рис. 2. Изотопный состав С и О карбонатов из минерализованных пород, пространственно сопряженных с магматитами Кусинско-Копанской габбровой интрузии (1–9) и других карбонатитовых объектов.

1 – Прасковье-Евгеньевская; 2 – хребет Губенка; 3 – Перовскитовые; 4 – Ахматовская; 5 – Николае-Максимильяновская; 6 – Зеленцовская копь; 7–9 – карбонатиты восточного склона Урала по [Иванов, 2011]; 7 – Вишневогорск (карьер), 8 – Ильменские горы (копь Полякова (№ 97)), 9 – месторождение Золотая гора; 10–13 – некоторые карбонатиты Сибири и Монголии по [Владыкин и др., 2004]: 10 – кальцитовые карбонатиты Тагнинского массива, 11 – флюорит-кальцитовый карбонатит Ингилийского массива, 12 – бербанкит-кальцитовый карбонатит массива Горное озеро, 13 – бастнезитовые карбонатиты массива Лугин-Гол. PIC – первичные магматические карбонаты, I – морские карбонаты по [Kerrich, 1989]; DPM – деплетированная мантия, EM-1, 2 – различные мантийные источники по [Владыкин и др., 2004].

Возраст перовскита из минерализованных карбонатных пород Зеленцовской и Перовскитовых копей существенно отличается от возраста габброидов кусинско-копанского плутонического комплекса (1379 ± 8 млн лет) [Холоднов, Шагалов, 2012]. Значительная разница во времени формирования габброидов и минерализованных карбонатных пород не позволяет считать последние продуктом скарнирования, инициированного внедрением габбро Кусинско-Копанского интрузива. Ранее [Степанов и др., 2017] для перовскита из карбонатных пород Перовскитовых копей был установлен тренд распределения элементов-примесей, аналогичный таковому для перовскита из карбонатитов и кимберлитов. Этот факт в совокупности с результатами U-Pb датирования перовскита свидетельствует о сходстве процессов кристаллизации перовскита в исследуемых объектах с процессами минералообразования в щелочно-ультраосновных интрузивах и позволяет предполагать для перовскитсодержащих эндогенных карбонатных пород карбонатитовое происхождение.

По изотопному составу О и С карбонаты из минерализованных тел Шишимского и Назямского хребтов не отвечают карбонатам первичных эндогенных карбонатитов PIC [Kerrich, 1989]. Однако существуют карбонатиты, для которых изотопный состав О и С карбонатов попадает в поля DPM, например, карбонатиты Тагнинского щелочно-ультраосновного массива (см. рис. 2) [Владыкин и др., 2004]. По изотопному составу О и С карбонатов из скарнов хребта Губенка занимает промежуточное положение между карбонатом из минерализованных тел Зеленцовской и Перовскитовой копей. Этот факт, вероятнее всего, свидетельствует о том, что диаграмма

(см. рис. 2), используемая для определения типа мантии для карбонатитов Азиатского континента, не позволяет надежно определять тип источника вещества для минерализованных карбонатных образований Западного склона Урала. Для таких исследований необходим анализ изотопного состава Sr и Nd. Положение точек изотопного состава O и C на рис. 2 демонстрирует, скорее всего, степень участия атмосферного кислорода и поверхностных вод при образовании изучаемых карбонатных пород [Покровский, 2000].

В целом, формирование минерализованных карбонатных тел, не имеющих генетической связи с активным рифейско-вендским магматизмом, указывает на проявление процессов эндогенной активности в пределах Западного склона Урала в раннем палеозое, что коррелирует с данными В. М. Гекимянца [2001]. Однако трактовка причин возникновения минерализованных зон, залегающих в габброидах Кусинско-Копанского интрузива и в доломитах саткинской свиты, остается дискуссионной. В то же время, многочисленные минералогические и онтогенетические наблюдения [Попов, 2010] в совокупности с новыми изотопными данными и возрастными характеристиками перовскита свидетельствуют в пользу гипотезы о карбонатитовом генезисе исследуемых объектов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИГГ УрО РАН (№ 0393-2016-0019) и частичного финансирования по теме № 41822000 в рамках государственного задания ФГБУ ВСЕГЕИ.

Литература

Владыкин Н. В., Морикие Т., Мязяки Т., Цыпукова С. С. Геохимия изотопов углерода и кислорода карбонатитов Сибири и Монголии и некоторые геодинамические следствия // Глубинный магматизм, его источники и их связь с плюмовыми процессами / Тр. IV междунар. семинара. Улан-Удэ–Иркутск: Институт географии СО РАН, 2004. Вып. 2. С. 85–102.

Гекимянец В. М. Минералогия титана и циркония в скарнах, родингитах и родингитоподобных образованиях Западного Урала. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 2001. 21 с.

Иванов К. С. О природе карбонатитов Урала // Литосфера. 2011. № 1. С. 20–33.

Мясников В. С. Минеральные копи Шишимских и Назямских гор // В сб.: Минералогия Урала. М.: АН СССР, 1954. Т. 1. С. 250–268.

Покровский Б. Г. Коровая контаминация мантийных магм по данным изотопной геохимии. М.: Наука, 2000. 228 с.

Попов В. А. Минералогические исследования скарнов и карбонатитов Ахматовской копи // Уральский минералогический сборник № 17. 2010. С. 109–117.

Степанов С. Ю., Шарпенко Л. Н., Паламарчук Р. С., Глазов А. И. Особенности распределения микропримесей в перовските из скарнов и жильных образований Чернореченского и Назямского хребтов (Южный Урал) // Минералогия. 2017. Т. 3. № 1. С. 61–70.

Холоднов В. В., Шагалов Е. С. Верхний и нижний возрастные рубежи среднерифейских рудоносных (Ti-Fe-V) интрузий кусинско-копанского комплекса на Южном Урале: U-Pb датирование цирконов Медведевского месторождения // Доклады академии наук. 2012. Т. 446. № 4. С. 432–437.

Kerrick R. W. Geochemical evidence on the source of fluids and solutes for shear zone hosted mesothermal Au deposits // Mineralization in Shear Zones. Bursnal J. T. (ed.) Geological Association of Canada. Short Course Notes. 1989. Vol. 6. P. 129–197.

Ireland T. R., Compston W., Williams I. S., Wendi I. U-Pb systematics of individual perovskite grains from the Allende and Murchison carbonaceous chondrites // Earth and Planetary Science Letters. 1990. Vol. 101. P. 379–387.