

С. Ю. Степанов¹, А. А. Рассолов¹, В. Л. Уголков²

¹ – *Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург*

Stepanov-1@yandex.ru

² – *Институт химии силикатов РАН, г. Санкт-Петербург*

**Геологическая характеристика Перовскитовых копей
и исследование крупных кристаллов перовскита, Южный Урал**
(научный руководитель А. И. Глазов)

Часть кристаллов, на основе которых производились исследования, была обнаружена на территории небольшого проявления скарновых минералов вблизи д. Медведевка, около 20 км к западу от г. Златоуст, Челябинская обл. Проявление вскрыто 20 шурфами и канавами глубиной до 2.5 м и длиной до 5 м. За территорией западного склона Чувашских гор, на которой располагаются выработки, закрепилось название Перовскитовых копей, которые являются уникальным проявлением крупных кристаллов перовскита [Еремев, 1899; Мушкетов, 1877].

Для сравнения были изучены массивные прожилковые среднезернистые агрегаты перовскита из Ахматовской копи в Ильменском государственном заповеднике. Первый образец представлен небольшими зернами рудного минерала сиреневого цвета, слагающими прожилки в везувиан-гранатовых породах второй выработки копи. Второй представляет собой прожилки магнетит-перовскитового состава в кальцит-хлоритовых породах первой выработки копи.

Все копи имеют пространственную связь с Кусинско-Копанской габбровой интрузией, прорывающей толщу мраморов Саткинской свиты [Мясников, 1954]. Выработки разбросаны вдоль узкой полосы, ориентированной субмеридионально на расстоянии около 18 км. На территории копей выделяются два участка по особенностям геологического строения.

Первый участок в южной части разработок представляет собой серию жил хлоритовых и серпентин-хлоритовых пород в среднезернистом мраморе мощностью от 0.2 до 1.5 м (рис. 1а). В краевых частях жилы преобладает серпентин, слагающий 70–85 % породы. В центральной части жилы в породе возрастает количество хлорита: через хлорит-серпентиновую разность она переходит к серпентин-хлоритовой и хлоритовой. Наиболее часто в хлоритовых, реже в серпентиновых породах наблюдаются прожилки кальцита с размером индивидов до 10–12 см. По мере приближения к контакту с кальцитом в хлоритовых породах возрастает количество кальцита, достигая нередко 20–25 %. Среди хлоритовых, реже – серпентиновых, пород можно наблюдать небольшие прожилки, выполненные агрегатом магнетита и перовскита при участии клинохлора. Обычно на контакте хлоритовой породы с массой, сложенной гигантскими индивидами кальцита, наблюдаются кристаллы свободного роста хлорита, перовскита, магнетита, диопсида. Здесь перовскит образует кубические кристаллы с комбинационной штриховкой на гранях. В редких случаях в хлоритовых телах наблюдаются параллельно-шестоватые агрегаты II рода, сложенные хлоритом и пироксеном, которые говорят о росте минералов одновременно с раскрытием трещины, в которой происходит кристаллизация. В этих прожилках перовскит представлен кристаллами размером до 2 см с габитусными формами {111}, {540} и {230}.

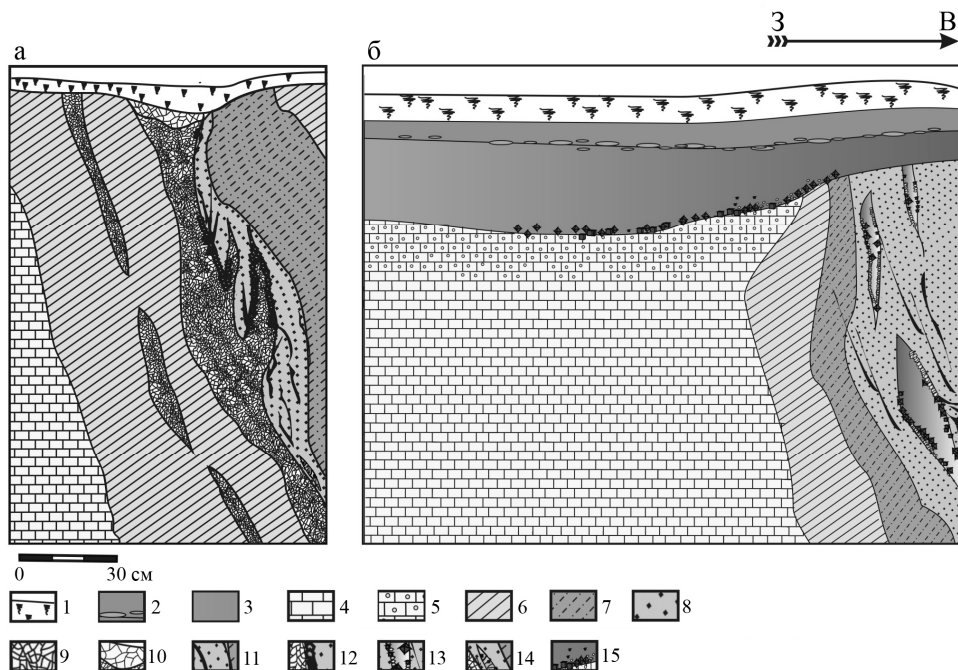


Рис. 1. Схема геологического строения южного (а) и северного (б) участков копи перовскитосодержащих жил на Перовскитовых копиях.

1 – почвенный слой; 2 – суглинки с гальками кварцитов; 3 – красно-коричневые глины; 4 – вмещающие мелкозернистые мрамора; 5 – выветрелые мрамора; 6 – серпентиниты; 7 – серпентин-хлоритовые породы; 8 – хлоритовые породы; 9 – грубозернистые кальцитовые породы; 10 – выветрелая часть кальцитового тела; 11 – перовскит-магнетитовые прожилки; крупные кристаллы хлорита, магнетита и перовскита в полостях, заполненных кальцитом (12) и глиной (13); 14 – диопсид-хлоритовые жилы с перовскитом и магнетитом; 15 – крупные кристаллы магнетита и перовскита в глинах.

Второй участок копи характеризуется развитием карстовых процессов (рис. 1б). Тела серпентиновых, серпентин-хлоритовых и хлоритовых пород залегают в слое красно-коричневой вязкой глины мощностью до 0,5 м, которая залегает на мраморном плотике и распространяется вниз по склону горы на расстояние до 25 м от жилы, перекрывающемся небольшим прослоем серо-коричневых глин с обломками, гальками и, редко, валунами кварцитов. Особенности геологического строения этих тел сходны с ранее описанными, однако трещины в породах выполнены не кальцитом, а заполнены глиной, обогащенной отдельными крупными кристаллами перовскита и магнетита.

На Перовскитовых копиях было обнаружено свыше 50 кристаллов перовскита размером более 1,5 см; наиболее крупные индивиды достигали размеров 5–6 см. На основании габитусных форм можно выделить три морфологических типа кристаллов: 1) кубические, 2) с развитием формы {111} и 3) гранями тетрагексаэдра.

Для полостей в хлоритовых породах наиболее характерны кубические кристаллы (рис. 2а, см. вкладку, с. 163) перовскита с хорошо выраженной комбинационной штриховкой в парагенезисе с клинохлором и магнетитом, очень редко диопси-

дом. При гониометрических наблюдениях были определены грани с небольшим площадным развитием следующих простых форм: {110}, {111}, {221}, {230}, {112}. Комбинационная штриховка на гранях (рис. 2е) представляет обычно переход от куба к тетрагексаэдру с символом {430}, реже с символом {540}. Особенностью строения таких образований в шлифах является наличие совершенно изотропного центра кристалла, а в краевых частях с комбинационной штриховкой – развитие полисинтетического двойникования перовскита, при этом часть двойников имеет слабое двупреломление и небольшой угол погасания. В редких случаях двойникование наблюдается в центральных частях кристаллов. Для перовскита, помимо собственных ростовых элементов огранения, отмечаются поверхности одновременного роста, прежде всего, с магнетитом, реже хлоритом и кальцитом. На нескольких кубических кристаллах обнаружены закономерные нарастания хлорита на перовскит с классической ступенчатой индукционной поверхностью (рис. 2д).

В хлорит-диопсидовых прожилках (рис. 2г) или полостях хлоритовых пород, выполненных этими минералами, встречаются кристаллы двух морфологических типов. Наиболее распространены октаэдрические кристаллы (рис. 2б) размером до 8 мм с гранями простых форм {110}, {100}, {210}, {112} и {234}. Реже встречаются кристаллы с габитусной формой {540} и {230} размером до 2 см (рис. 2в) со слабо развитыми другими простыми формами, обычно представленными {100} и {111}. Внутреннее строение как октаэдрических, так и тетрагексаэдрических кристаллов однородное, без двойникования. Для перовскита этих морфологических типов были зафиксированы поверхности одновременного роста с диопсидом, магнетитом и кальцитом.

При микронзондовых исследованиях выявлено практически полное соответствие минерала его формуле CaTiO_3 независимо от морфологических типов. В некоторых случаях отмечена незначительная примесь железа (<0.67 мас. % при среднем значении 0.37 мас. %). Перовскит сиреневого цвета из прожилка в везувиан-гранатовых породах Ахматовской копи и кристаллы третьего морфологического типа из Перовскитовых копей лишены примесей. Стоит отметить отсутствие зональности и вариации состава минерала в зависимости от кристаллографических направлений, а также сходство химического состава индивидов в полисинтетических и обычных двойниках.

Для кристаллов трех морфологических типов были проведены исследования полиморфных переходов при помощи дилатометра DII 402 C (NETZSCH) в интервале температур от 40 до 900 °С. На графике изменения коэффициента термического расширения устанавливаются некоторые незначительные отличия во внутреннем строении для образцов разных морфологических типов. В интервале температур 520–560 °С на всех кривых, полученных с разных кристаллов, отмечается незначительное скачкообразное изменение коэффициента термического расширения, которое интерпретируется неоднозначно. Отсутствие явных полиморфных переходов может свидетельствовать либо о крайне незначительных изменениях объема при перестроении кристаллической структуры, либо о том, что перовскит имеет устойчивую кристаллическую решетку. С учетом огранения кристаллов простыми формами кубической сингонии можно предполагать наличие пространственной решетки с F или I ячейкой Браве.

Парагенетические ассоциации, особенности огранки кристаллов перовскита и их генетические взаимоотношения с другими минералами позволяют разделить перовскитовую минерализацию на две ассоциации. К первой относятся более высокотемпературные минералы с габитусными формами {111} и {540}. Они характеризуются

ются отсутствием комбинационной штриховки на гранях, однородным внутренним строением и имеют поверхности одновременного роста с диопсидом и магнетитом. Вторая ассоциация представлена кристаллами с преобладанием простой формы {100}. Для них характерно наличие комбинационной штриховки на гранях, развитие как обычного двойникования, так и полисинтетического, и поверхностей одновременного роста с клинохлором и кальцитом. Зависимость химического состава от морфологии или парагенетических ассоциаций отсутствует. Положение граней простых форм кристаллов с углами, характерными для кубической сингонии, и отсутствие явных полиморфных переходов при нагревании свидетельствуют о соответствии кристаллической структуры минерала симметрии кубической сингонии, но подтверждение этого факта требует более детальных исследований.

Литература

Еремев П. В. Перовскит из Чувашской горы в Златоустовском округе на Урале // Записки Российского минералогического общества. 1899. Ч. 36. Вып. 1. С. 1117.

Мушкетов И. В. Материалы для изучения геогностического строения и рудных богатств Златоустовского горного округа в Южном Урале. СПб.: Типография императорской академии наук, 1877. 231 с.

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