

Рыбальченко А.Я., Колобянин В.Я., Лукьянова Л.И. и др. О новом типе коренных источников алмазов // Докл. АН РАН. - 1997. - Том 353, № 1. - С. 90-93.

Рыбальченко Т.М. Петрографическая характеристика алмазоносных магматитов Полодова Кряжа Пермского университета. Вып.4. Геология. - Пермь, 1997. - С.43-52.

Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии // Тр. ИГиГ СО. Вып.183. - Новосибирск: Наука, 1974. - С.264.

6 (470.54) +553.493.45

М.П.Попов

ПОЗДНЕБЕРИЛЛИЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ - НОВЫЙ ВИД ОГРАНОЧНО-КОЛЛЕКЦИОННОГО СЫРЬЯ МАРИИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УРАЛЬСКИЕ ИЗУМРУДНЫЕ КОПИ)

С момента открытия в 1831 г. Уральских Изумрудных копей основными полезными ископаемыми на их территории были изумруд (берилл), александрит. Мариинское месторождение отработывалось на изумруд и берилл. С 1971 г. основным полезным ископаемым стал берилл, идущий на получение металлического Ве. С 1983 г. и по настоящее время на месторождении ведется работа на камнесамоцветное сырье. Основным продуктом является изумруд, а попутно извлекаются берилл, фенакит, александрит, хризоберилл.

По мнению автора работы, в ходе эксплуатации Мариинского месторождения незаслуженно не привлекается к вниманию позднебериллиевая минерализация, которая является потенциальным источником ограничено-коллекционного сырья. Она имеет незначительное, по сравнению с основной минерализацией, распространение на Мариинском месторождении. Минерализация может рассматриваться как руда на бериллий только при комплексном использовании ресурсов.

Мариинское (Малышевское) месторождение входит в группу месторождений под общим названием Изумрудные копи Урала. Рудное поле, к которому принадлежит месторождение, залегает в восточной экзоконтактовой полосе крупного Адуйского гранитного массива интрузивного типа. Граниты прорывают сложный комплекс метаморфических и интрузивных пород, который включает: амфиболиты и амфиболитовые сланцы, углисто-кремнистые сланцы, кварцевые ультрабазиты и возникшие по ним серпентиниты и тальковые сланцы, кварцевые диориты и диоритовые порфириты. Контакт гранитного массива с комплексом метаморфических и интрузивных пород имеет восточное падение под углом 65-80° и осложнен с пологими участками и прогибами. К одному из таких прогибов и приурочено Мариинское месторождение.

Рудное поле локализуется в восточном крыле антиклинальной складки. Главными структурными и рудораспределяющими структурами на месторождении являются тесно связанные между собой зоны разломов и дайки диоритовых порфиритов [4].

Основной комплекс представлен изумрудноносными слюдитовыми и бериллоносными кварцевыми жилами. Слюдиты представляют собой метасоматические зоны, главную ценность которых представляют изумруды при второстепенном значении берилла. Подавляющее большинство жил залегает в тальковых сланцах и на контакте последних с диоритовыми порфиритами, значительно реже - на контакте этих сланцев с другими породами. Слюдитовые рудные жилы являются единственными носителями изумрудов. Окраска их обусловлена, главным образом, присутствием в берилле хрома, заимствованного из вмещающих пород - серпентинитов.

и тальковых сланцев. Изумруды содержат $0,25 \text{ Cr}_2\text{O}_3$, а светло-зеленые бериллы - лишь незначительно. Позднебериллиевая минерализация в слюдитовых телах проявлена незначительно.

Кварц-плагиоклазовые рудные тела являются типичными трещинными жилами, залегают в различных породах и приурочены к трещинам обоих генетических типов. Плагиоклазовые жилы залегают преимущественно в диоритовых порфиритах, а также в тальковых сланцах и серпентинитах. Однако кварц-плагиоклазовые жилы в отличие от слюдитовых руд встречаются и в других породах (амфиболитах, кварцитах, углисто-кремнистых сланцах), также пространственно связанных с дайками диоритовых порфиритов. Мощность жил в диоритовых порфиритах примерно в два раза меньше мощности этих же рудных тел, вмещающими породами которых являются тальковые сланцы. В кварц-плагиоклазовых жилах позднебериллиевая минерализация имеет широкое распространение. Это связано с условием их образования.

Изумруды в кварц-плагиоклазовых жилах вообще отсутствуют, что объясняется приуроченностью большинства (68 %) жил этого типа к диоритовым порфиритам, вмещающим содержащим хрома (следы - $0,005 \% \text{ Cr}_2\text{O}_3$), и уменьшением степени взаимодействия рудных растворов с вмещающими породами во вторую стадию пневматолит-гидротермального процесса.

Наложение кварц-плагиоклазовой ассоциации на слюдиты ведет к образованию совмещенного типа, которым присущи характерные особенности обоих типов жил. Небольшое проявление поздней бериллиевой минерализации наблюдается в кварц-плагиоклазовых жилах, находящихся в слюдитах.

Позднебериллиевая минерализация на Маринском месторождении проявлена значительно шире, чем представлялось раньше, до применения современных методов анализа руды и вмещающего вещества. Наиболее широко минерализация проявляется среди кварц-плагиоклазовых жил центральных плагиоклазовых ядер слюдитовых жил.

При изучении позднебериллиевой минерализации были выделены следующие минералы: эвклаз имеет локальное распространение. Является самым ранним минералом низкотемпературной гидротермальной бериллиевой минерализации.

Гинзбургит имеет довольно локальное проявление на Маринском месторождении, базируясь на составу к бавениту по основным видообразующим элементам.

Наиболее широко распространен бавенит. Его образование происходило вследствие растворения берилла, реже наблюдаются псевдоморфозы по бериллу. Бавенит нарастает на гинзбургит.

Бертрандит встречается реже бавенита. Он развивается по бериллу и в некоторых случаях по бавениту.

Бехонт и клинобехонт имеют единичные места нахождения. Образование этих минералов возможно, связано с изменением ранних бериллиевых минералов (берилл, бавенит, эвклаз) в низкотемпературных условиях. Бехонт и клинобехонт нарастают на бавенит.

Самым поздним минералом позднебериллиевой минерализации является битуминит, образуется в результате частичного изменения псевдоморфоз бавенита по бериллу.

Эвклазовая ($\text{BeAlSiO}_4(\text{OH})$, мон.) минерализация обнаружена на Маринском месторождении изумруда в 1982 г. Крапивиным Б.И. и Жернаковым В.И. Позднее, в 1989 г., Шароватовым обнаружил эвклаз в пустотах выщелачивания берилл-плагиоклазовой жилы. Детально эвклазовая минерализация описана автором работы совместно с Зашихиным В.П. и Абрамовым А.А. в 1990 г. Минерал обнаружен в пустотах выщелачивания берилл-плагиоклазовой жилы, мощность которой в раздувах доходит до 80-90 см. Она подверглась сильному тектоническому, а впоследствии гидротермальному воздействию. Полости выщелачивания приурочены к тектонически ослабленным участкам жилы. Они имеют преимущественно овальную форму с неровными краями и достигают 1-2 см в поперечнике. Эвклаз представлен крупнозернистым агрегатом, который заполняет пустоты. В некоторых случаях наблюдается инкрустация стенок пустот призматическими кристаллами. Совместно с эвклазом в пустотах выщелачивания найдены берилл, плагиоклаз, адуляр.

хризит, берtrandит, пирит. Кристаллы свободного роста, инкрустирующие полости, вытянуты, иногда уплощенные по оси X. Размер их достигает 1,5-2 см по удлинению и 3-5 мм в поперечнике. Они водяно-прозрачные, чуть голубоватые. Грани слегка растворены и корродированы. Мозернистый агрегат эвклаза полупрозрачный, местами белый, слабо зеленоватый. В нем встречаются отдельные индивиды, размер которых по удлинению достигает 3,5-4 см.

Гинзбургит ($\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_4\text{Si}_7\text{O}_{24}(\text{OH})_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, мон.) впервые обнаружен на Марининском месторождении Волошиным А.В. и описан им с коллективом авторов в 1986 г. Минерал найден в эвклазовой части слюдитовых комплексов. Он образует сферолиты лучистого строения размером до 1 см, сложенные игловидными индивидами. Кристаллы представляют собой параллельные агрегаты, имеющие сложное строение в сечении, размер которых 0,02 мм и менее. Цвет белый. Минерал назван гинзбургитом (ginzburgite) в честь выдающегося советского минералога, профессора Александра Ильича Гинзбурга, посвятившего всю свою жизнь изучению минералогии пегматитов и внесшего большой вклад в минералогию бериллия.

Впервые на Изумрудных коях бавенит ($\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_9\text{O}_{26}(\text{OH})_2$, роб.) был найден Кутуковой Е.И. в 1939 г. Детально минерал был описан автором находки в 1946 г. Бавенит на Изумрудных коях встречается в виде радиально-волоконистых сферолитов, лучистых выделений и розеток таблитчатых кристаллов. Размер выделений обычно колеблется от 0,3-0,5 мм до 1-1 см. Цвет белый, иногда со слабо-зеленоватым оттенком. Блеск шелковистый. Бавенит встречается в кварц-плагиоклазовых и слюдитовых комплексах. Характерной ассоциацией для него являются: берилл, плагиоклаз, флюорит, клинохлор, мусковит. Кроме того, лучистые выделения бавенита с эпидотом, железистым хлоритом встречаются в маломощных плагиоклазовых прожилках, секущих слюдиты и серпентиниты.

Берtrandит ($\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$, ромб.) с Уральских Изумрудных копей найден и описан Кутуковой Е.И. в 1959 г. Минерал на Марининском месторождении встречается в пустотах выщелачивания плагиоклазовых ядер, находящихся в слюдитовых жилах. Несколько реже берtrandит встречается в мусковит-флюоритовых и альбит-хлоритовых линзах слюдитовых жил, а также в кварцевых и мусковит-альбитовых пневматолито-гидротермальных жилах. В интенсивно выщелоченных плагиоклазитах нередко наблюдаются псевдоморфозы берtrandита и содержащего микроклина по бериллу. Кристаллы берtrandита из пустот слюдитовых жил имеют (0,5x2x5 мм), имеют пластинчатый облик. Иногда наблюдаются призматические кристаллы, образующие агрегаты размером 0,5x0,8x1 см. Берtrandит из пневматолито-гидротермальных жил представлен мелкими призматическими кристаллами или агрегатом кристаллов (до 1 см в поперечнике). Минерал бесцветный, водяно-прозрачный, при разрушении становится молочно-белым, стекловидный, иногда перламутровой.

Бехоит ($\beta\text{-Be}(\text{OH})_2$, ромб.) на Марининском месторождении изумруда найден автором в 1998 г. [7]. Минерал обнаружен в пустоте выщелачивания плагиоклазовой жилы, подверглась сильному тектоническому, а впоследствии и гидротермальному воздействию. Он встречается в ассоциации с бавенитом, филлипситом, альбитом. Образцы бехоита представлены кристаллами светло-желтого цвета и размером 0,5-1 мм. Почка состоит из агрегата шестоватых кристаллов, в строении которых можно выделить следующие этапы роста минерала: блокирование зерна кристалла на отдельные субиндивиды - рост каждого расщепленного субиндивида как самостоятельного - начало двойникования по типу "микроклиновая решетка" в конце роста кристаллов - рост двойников. Образование его связано с гидролизом более ранних минералов: берtrandита, эвклаза. Находка бехоита на Марининском месторождении изумруда является первой на Урале.

Альфинобехоит ($\alpha\text{-Be}(\text{OH})_2$, мон.) впервые обнаружен на Марининском месторождении Волошиным А.В. и описан им с коллективом авторов в 1989 г. [3]. Минерал найден в эвклазовой части слюдитовых комплексов. Он образует лучистые агрегаты пластинчатых

кристаллов или ватообразные массы. Цвет минерала белый с характерным перламутровым блеском размером до 5 мм. Пластинки индивидов имеют клиновидную форму. Образование клинобехоита связано с изменением ранних бериллиевых минералов (возможно, берилла и бавенита) в позднегидротермальных условиях. Лучистые агрегаты минерала располагаются на пластинчатых кристаллах бавенита вместе с цезийсодержащим анальцимом, а некоторые - и на анальциме. Ватообразные массы нарастают на бавенит, обволакивая иголки гинзбургита. Утверждение Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциацией 23 августа 1988 г.

Битиит ($\text{CaLiAl}_2(\text{AlBeSi}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, мон.) - минерал из группы маргарит-битиит, впервые отмечен Власовым К.А. и Кутуковой Е.И. в 1960 г. [1]. В 1986 году Волошин А.В. с соавторами в своей работе отмечают, что на кристаллы гинзбургита нарастают шаровидные выделения битиита [2]. В 1977 г. автором работы при изучении полости выщелачивания в берилл-плагноклазовой жемчужине были обнаружены минералы из группы маргарита-битиита. Они представлены мелкочешуйчатыми агрегатами. Размер выделений колеблется от 0,5 до 1,5 мм. Цвет их белый, желтовато-белый. Блеск на плоскостях спайности перламутровый.

Минералы поздней бериллиевой минерализации находят применение в ювелирном деле. Являются источниками ограночно-коллекционного сырья и предметом научных исследований.

Разновидности и сорта сырья

Минералы позднебериллиевой минерализации можно использовать в качестве ограночно-коллекционного сырья.

Ограночное сырье представлено кристаллами и агрегатами эвклаза. Эвклаз - довольно редкий минерал, достаточно трудно поддается обработке из-за своей хорошей спайности, поэтому ограненные его экземпляры встречаются редко. Ювелирные эвклазы, обладающие различными оттенками голубого и зеленого цветов, происходят из богатого минералами района Оуро-Претинья-Минас-Жерайс в Бразилии. Недавно эвклаз обнаружен в Кашмире и в Танзании [8]. С Уральским эвклазам принесли кристаллы из золотоносных россыпей купца Бакакина (окрестности р. Санарки, Ю. Урал).

Ограночный материал с Мариинского месторождения представлен бесцветными и слабоголубоватыми бездефектными и слабodefектными монообластями. Размер моноблоков в кристаллах достигает 10x7 мм, а в агрегатах - до 5x3 мм. Из-за мелких трещин часть моноблоков полупрозрачна. Первая огранка из эвклаза с Мариинского месторождения поступила на ювелирный рынок в 1983 г. в очень ограниченном количестве. В 1996 г. в ограночном цехе МРУ была выполнена огранка голубоватого эвклаза массой 2,35 карата. В этом же году ограненный эвклаз с Мариинского месторождения выставлялся на Международной минералогической выставке в Мюнхене (Германия). Это вызвало большой интерес у коллекционеров и ювелиров из многих стран. По мнению автора ограненные эвклазы с Изумрудных копей должны пользоваться повышенным спросом на международном ювелирном рынке.

Коллекционное сырье представлено позднебериллиевыми минералами: бавенитом, бертрандитом, эвклазом, бехоитом, клинобехоитом, гинзбургитом.

Не многие музеи России, а тем более международные, имеют в своих фондах образцы минералов поздней бериллиевой минерализации. Так, образцы эвклаза с Мариинского месторождения имеются в Уральском геологическом музее, Минералогическом музее А.Е. Ферсмана. Образцы клинобехоита находятся только в Минералогическом музее А.Е. Ферсмана. Мариинское месторождение является первым и единственным местом находки этого минерала. Образцов уральского бехоита, по данным автора, не имеет ни один музей. Образцы гинзбургита находятся в Уральском геологическом музее, Минералогическом музее А.Е. Ферсмана, Горном музее Санкт-Петербургской горной академии.

Коллекционные образцы формируются на четыре стандартных размера: 1-3 см; 3-6 см; 6-9 см; а также делятся на две категории:

1. Образцы, в которых представлены минеральные индивиды одного или нескольких видов. К этой категории относятся типовые образцы (Пеков, 1995). К типовым образцам данного уровня следует относить те образцы, в которых впервые для крупного региона или страны был установлен редкий минеральный вид. Сбор эталонных образцов необходим для установления формы вхождения того или иного компонента в структуру минерала. Позднее минералы (гинзбургит, бехоит, клинобехоит) были использованы в качестве эталонов. Их были внесены Чукановым Н.В. в составляемый им атлас эталонных инфракрасных спектров минералов; рентгенограммы их и эвклаза используются в качестве эталонных для этих минералов.
2. Образцы, в которых представлены полиминеральные агрегаты. Ценность таких образцов определяется их генетическими информационными ресурсами [5].

Цены на огранично-коллекционное сырье

Огранки массой 2,35 карата, по которой она была продана, составляла 300 долларов. Эвклазовое сырье на мировом рынке составляет от 2-5 долларов за грамм.

Экономическую и коммерческую стоимость минералогических образцов формирует ряд факторов: количество минеральных видов, представленных в образце; уникальность (редкость) минеральных форм и размеры самого образца и минеральных индивидов, представленных в нем; количество минеральных индивидов и агрегатов; история происхождения самого образца (история открытия в данном образце нового минерального вида).

Автор работы имел возможность посетить несколько международных минералогических конгрессов, где им были сделаны попытки оценить образцы с поздней бериллиевой эвклазой.

Размер образца эвклаза, см	Цена, у.е.
2-3	1-5
3,6-9	8-80
9 и более	100-300

Размер образца бехонта и клинобехонта, см	Цена, у.е.
1-3	3-10
3-5	15-100

Размер образца гинзбургита, см	Цена, у.е.
1-3	1-5
3-5	7-20
6-9	20-40

Единая отлаженная система, включающая исследовательскую работу по изучению геологии Марининского месторождения, группу по добыче ограничного (эвклаз) и коллекционного (эвклаз) сырья, а также экскурсионный центр, - идеальная схема попутного использования ресурсов этого месторождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов К.А., Кутукова Е.И. Изумрудные копи. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 251 с.
2. Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Рогачев Д.Л., Тюшева Ф.Н., Шишкин Н.М. Гинзбургский новый кальций-бериллиевый силикат из десилицированных пегматитов // Мин. журнал. - 1986. - Т.8. - № 4. - С.85-90.
3. Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Рогачев Д.Л., Надеждина Т.Н., Пушаровский Д.И., Бахчисарайцев А.Ю. Клинобехоит - новая природная модификация $Be(OH)_2$ из десилицированных пегматитов // Мин. журнал. - 1989. - Т.11, №5. - С.88-95.
4. Золотухин Ф.Ф. Мариинское (Мальшевское) месторождение изумруда, Средний Урал. - Асбестово-Екатеринбург - Санкт-Петербург, 1996. - 70 с.
5. Клейменов Д.А. Вещественный состав, условия формирования и перспективы использования в промышленности окисления Березовского золоторудного месторождения: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. - Екатеринбург, 1999. - 23 с.
6. Попов М.П., Зашихин В.П., Абрамов В.А. Эвклаз с Уральских Изумрудных копей // Уральская летняя минералогическая школа. - Екатеринбург, 1996. - С.131-132.
7. Попов М.П., Попов В.А. Бехоит с Мариинского месторождения изумрудов // Материалы Уральской летней минералогической школы. - Екатеринбург, 1998. - С.-132-134.
8. Смит Г. Драгоценные камни: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 558 с.

УДК 552.55+553.878

Н.М.Дружинина

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ЮЖНОУРАЛЬСКИХ ЯШМ

Среди пород, относимых к яшмам, можно выделить две группы: собственно яшмовидные породы. Месторождения последних известны на Урале, Алтае, в Крыму (Калкан, Казах-Чикканское; Коргонское, Ревневское, Гольцовское; Карадагское). Классические яшмы развиты на Южном Урале (г.Полковник, Калиновское, Западное, Таш-Казган и др.), и на их территории существуют различные точки зрения.

Сторонники метаморфогенной гипотезы, опираясь на присутствие в яшмах метаморфических ассоциаций (гранат, актинолит), рассматривают яшмы как контактово- или регионально-метаморфические, а также метасоматические образования, первичная природа которых может быть осадочной, вулканогенно-осадочной и даже магматической [8,9,16,20,21].

Приверженцы биогенно-осадочной гипотезы считают, что абсолютное большинство яшм образовалось в результате литогенеза глубоководных радиоляриевых, диатомово-радиоляриевых илов, которые, по аналогии с современными океаническими осадками, формировались ниже глубины карбонатной компенсации (глубины, на которой скорость поступления биогенного карбонатного материала и скорость его растворения равны, в результате чего происходит накопление карбонатных, а кремнистых илов) [2,3]. Они исходят из того, что для яшм характерны органические структуры, аналоги которых, по данным сканирующей электронной микроскопии, наблюдаются в разностях, на первый взгляд абиоморфных. Значительная мощность толщ, содержащих в породообразующих количествах реликты кремнистых организмов, также свидетельствует в пользу биогенно-осадочного происхождения яшм [2].

И.В.Хворова [22, 23], Е.В.Зайкова [4] полагают, что образование яшм связано с окислительно-экссалиационно-гидротермальной деятельностью, в результате которой идет привнос в осадок эндогенного кремнезема, что стимулирует развитие организмов с кремниевым скелетом.