

В. Б. СЕПРАНЯН

БИРЮЗА-СУЛЬФИДНЫЕ АССОЦИАЦИИ
ТЕХУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В бирюзе Техутского месторождения [1, 9, 10 и др.] нередко присутствуют сульфиды—пирит, молибденит, реже—халькопирит, халькозин, борнит, козеллин и др. Уникальны для месторождения и вообще необычны для объектов этого типа образцы бирюзы с крупными выделениями молибденита (рис. 1).

Исследования состава и природы изменений бирюза-сульфидных ассоциаций способствуют решению спорных вопросов условий формирования голубого минерала [3, 5, 6, 9, 13].

Совместно с бирюзой чаще других встречается пирит. Представлен он в форме катаклазированных или ненарушенных более или менее идиоморфных выделений (кубы, кубооктаэдр) в массе и красной части фосфата. Величина его зерен в агрегатах варьирует от 0,2—0,3 до 1—2 мкм. Катаклазированные выделения пирита иногда залечены кварцем с небольшой примесью халькопирита. Катаклиз пирита в фосфате обычно проявлен вблизи локальных постбирюзовых зон нарушений. Чаще всего брекчированы агрегативные скопления сульфида железа, отдельные включения как в фосфате, так и среди вмещающих кварцитов следов дробления не содержат.

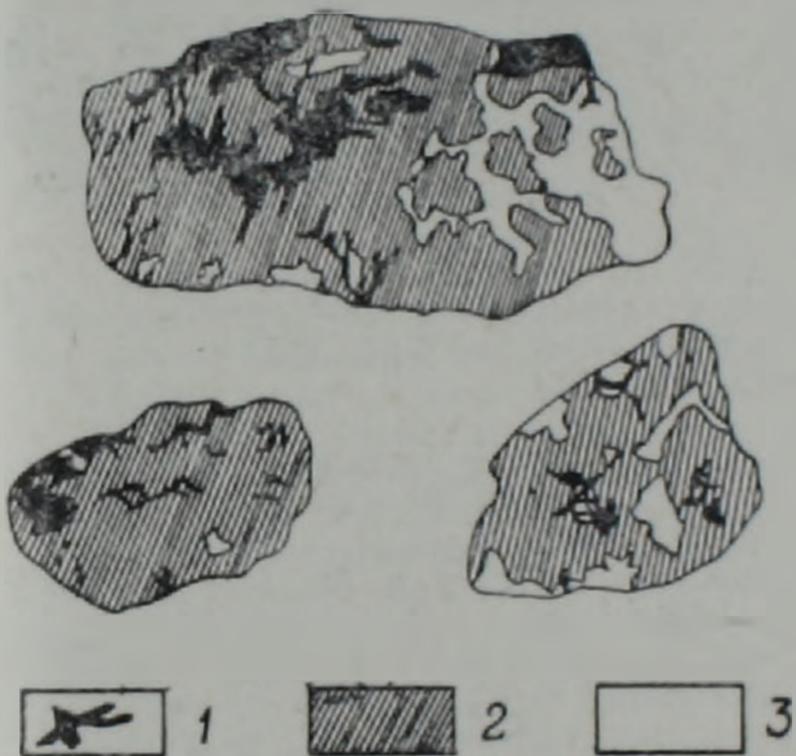


Рис. 1. Морфология выделений молибденита (1) в бирюзе (2); 3—кварц-каолинитовая порода. Ув. 2X.

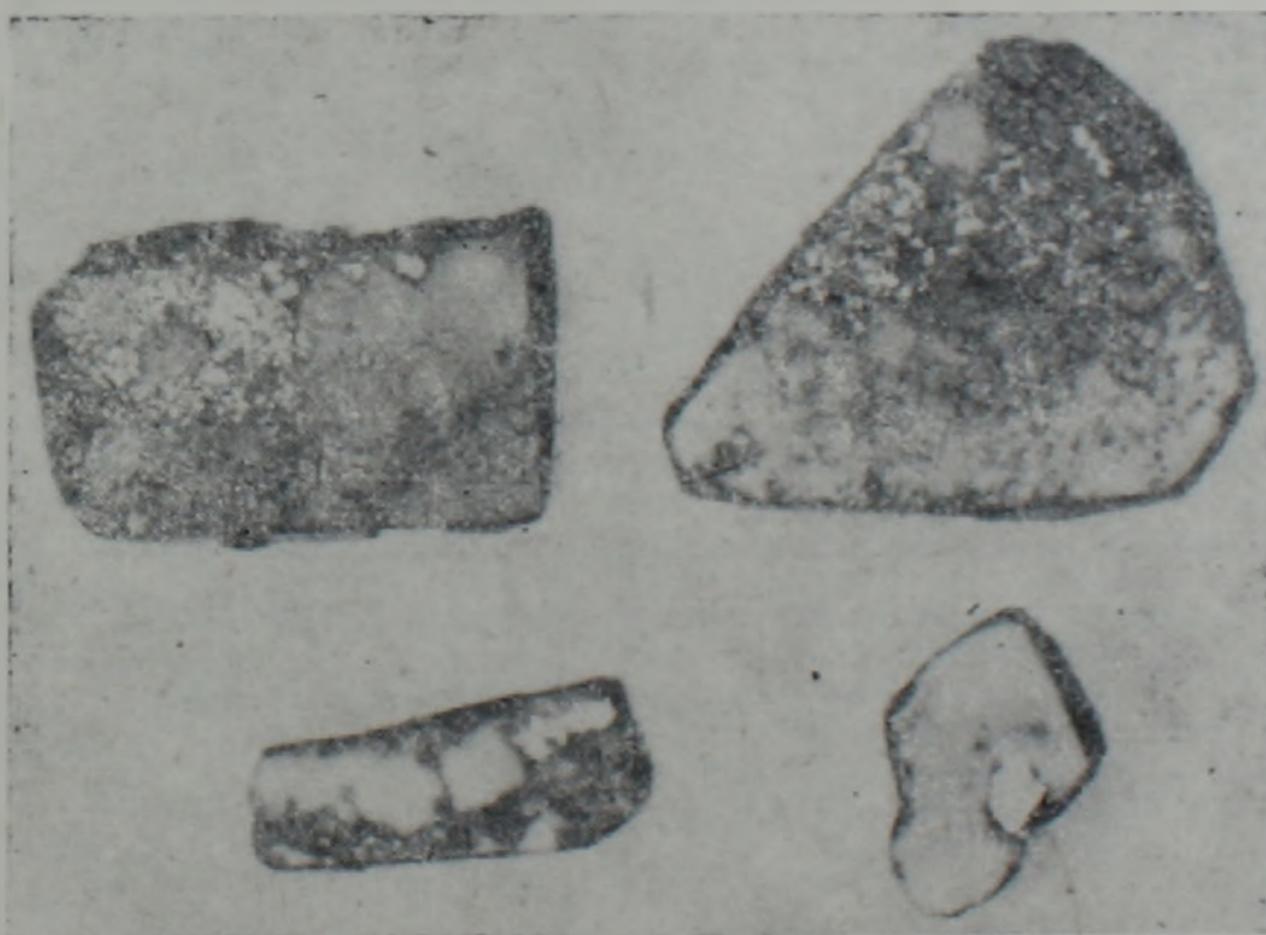


Рис. 2. Кристаллическая вкрапленность пирита в бирюзе. Ув. 2x

В идиоморфных кристаллах пирита в виде мельчайших овальных обособлений, напоминающих эмульсионную вкрапленность, фиксируются халькопирит и, реже, борнит. Количество пирита в прожилках бирюзы варьирует от единичных зерен до 3—5, реже 8—10% (рис. 2). Наблюдаются переходы пирит-бирюзовых выделений в кварц-пиритовые и кварцевые. В то же время установлено пересечение кварц-бирюзовых ассоциаций жилками пирита.

Исследование физических свойств сульфида железа, вкрапленного в бирюзу, и его аналогов из карбонатных прожилков и рудослагающих ассоциаций показало, что они заметно отличаются по ТЭДС и микротвердости (табл. 1). Отличие рудных минералов по этим параметрам, как известно [3, 7, 8 и др.], зависит от качественного состава элементов-примесей, стехиометрии, степени кристалличности, некоторых других факторов. Исходя из этого, можно, по-видимому, говорить о формировании выделенных групп пиритов в различных термодинамических условиях.

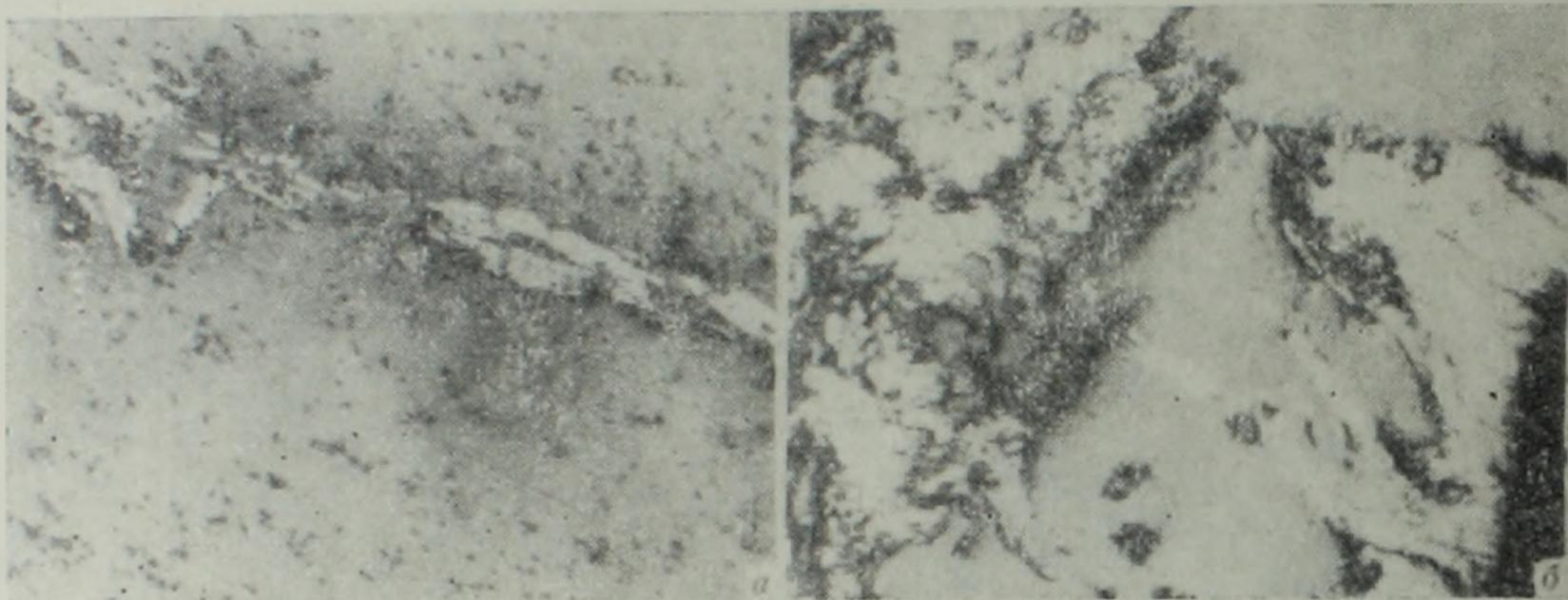


Рис. 3. а. Пересечение бирюзы (основная масса) прожилком молибденита (белое). Ув. 40X. б. Морфология выделений молибденита (белое) в краевой части прожилка бирюзы (светло-серое); черное—дефекты полировки. Ув. 70X.

Молибденит содержится в линзовидных и прожилковых формах зеленой бирюзы (до 8—10% и более), импрегнированной также редкой вкрапленностью пирита. Для молибденита характерны прожилковидные выделения (рис. 3), а также рассеянная вкрапленность и выполнение межзернового пространства в фосфате, схожее с петельчатой структурой распада твердого раствора. Темная отторочка этого сульфида иногда содержится в краевых частях выделений бирюзы и как бы оттеняет фосфат на фоне серо-белой породы (рис. 4). Молибденит, помимо незакономерно рассеянной вкрапленности, нередко сопутствует своим прожилковым выделениям в виде ореола идиоморфных пластинчатых кристаллов, длинной стороной ориентированных согласно направлению прожилка. В то же время ореол вкрапленности, как и прожилок молибденита, при выходе из бирюзы во вмещающую породу «срезается» или сравнительно быстро убывает, свидетельствуя об относительной предпочтительности бирюзы для локализации молибденита.

Структурно-временные отношения бирюзы с пиритом и молибденитом свидетельствуют о более раннем отложении бирюзы по сравнению с этими поздними генерациями сульфидов.

Таблица 1
Некоторые физические свойства пирита из различных минеральных ассоциаций руд

Ассоциация	ТЭДС мкв/град	Микротвердость кгс/мм ²
1. Пирит из рудослагающих ассоциаций	—80±50	1200—1450
2. Пирит из карбонатных прожилков и карбонат-содержащих ассоциаций	—200±50	750—800
3. Пирит из бирюза-сульфидных ассоциаций	—470±50	800—1050

Значительный интерес при интерпретации природы выделений бирюзы представляют ассоциирующие с ней гипергенные образования—халькозин, ковеллин, ярозит, гематит, каолинит, метагаллуазит и др.

Халькозин, который представлен, по-видимому, несколькими разновидностями, в форме пленок, иногда совместно с ковеллином, сбрасывает выделения пирита. Одновременно халькозин развивается за счет халькопирита и псевдоморфно замещает его. Обогащенность пирита халькозином увеличивается в его раздробленных частях в силу большей поверхности соприкосновения с вторичными медьсодержащими растворами.

При более поздних, возможно близких к современным, процессах окисления сульфид железа лишается халькозиновой пленки; взамен последнего на пирите остаются более или менее яркие оранжево-красные и оранжево-коричневые пятна гематит-ярозитового состава. Аналогичная картина наблюдается в межзерновом пространстве и трещинах катаклазированного пирита.

При более интенсивном характере гипергенных изменений «конечным» продуктом являются красно-коричневые и черные стекловатые массы гематита и желтого ярозита. Последний наблюдается в виде ромбовидных кристаллов. Иногда эти же минералы сопутствуют лимониту с очень высоким преломлением и двупреломлением, формируя скопления оранжево-коричневой окраски в порошковой массе которых различаются реликты ячеистой структуры пирита. Тем самым бирюза-пиритовая ассоциация, как и рудослагающие ассоциации верхних уровней месторождения, подвергалась не только выщелачиванию и окислению, но местами и частичному обогащению медистыми соединениями.

В условиях интенсивного проявления гипергенных процессов практически исключается возможность регенерации и диагенетического новообразования ассоциированных с бирюзой пирита, молибденита и халькопирита.

Существенным гипергенным преобразованием подвержена и сама бирюза—замещается варисцитом, вавеллитом, аугелитом, наолинитом, метагалдуазитом, окислами и гидроокислами железа, марганца и др. Резко уменьшается плотность (от 2,85 до 1,84 г/см³) и микротвердость (от 650—640 до 120—100 кгс/мм²) минерала. Наблюдается ухудшение полируемости, связанное с последовательным изменением микроструктуры бирюзы и, в частности, формы, размера и характера расположения индивидов, минерального вида и количества новообразований и др. Она частично или полностью теряет голубую окраску—становится светло- и темно-зеленой, желто-зеленой, коричневой, белесо-серой и т. д.

Известно, что в структуре бирюзы существует корреляция между особенностями окраски минерала и относительными количествами ионов-хромофоров Cu^{2+} и Fe^{3+} увеличение количества Fe^{3+} дает усиление зеленого оттенка в цвете. Для определения связи положений примесных атомов железа в структуре бирюзы с качеством самоцветного сырья были проведены мессбауэровские исследования [4].

В спектрах ядерного гамма-резонанса (ЯГР) природной бирюзы выделены три дублета с варьирующими величинами эффектов, соответствующие ионам Fe^{3+} в октаэдрической координации, и дублет существенно меньшей интенсивности, квадрупольное расщепление которого соответствует ионам Fe^{2+} , а изомерный сдвиг значительно меньше, чем у Fe^{2+} в октаэдрическом кислородном окружении.

В наблюдаемых спектрах ЯГР идентифицированы структурно-неэквивалентные позиции ионов Fe^{3+} в трех различных координациях атомов алюминия и определены параметры спектров ионов Fe^{3+} и Fe^{2+} замещающих ионы меди в псевдотетрагональном окружении.

Можно утверждать, что изменение цвета бирюзы коррелирует с изоморфизмом в Cu -октаэдрах и одиночных октаэдрах алюминия.

Усиление интенсивности спектров Fe^{3+} в зеленой разновидности по сравнению с голубой в несколько раз свидетельствует о возможности использования цвета минерала в качестве индикатора степени окисленности бирюзовых ассоциаций.

Тесная ассоциация и взаимопроращание бирюзы с сульфидами, а также с кварцем, баритом, самородным золотом и др. широко проявлены на месторождениях Средней Азии—Ак-Турпак, Аякаши и др. [5, 6, 11]. Не менее часто пирит встречается в бирюзе из монгольского месторождения Эрдентуин—Обо. В некоторых месторождениях США, в частности, в Кингмане (Аризона) встречены обломки плотных желваков («самородков») бирюзы, сцементированные халькопиритом [12]. Небесно-голубая бирюза содержится в пирит-молибденит-халькозиновых прожилках медно-порфирирового месторождения Сар-Чешме [11].

Таким образом, более раннее отложение бирюзы по отношению к части гипогенных сульфидов—пириту, молибдениту, халькопириту, как и по отношению всей гаммы вторичных минералов месторождения, является важным свидетельством представлений о гипогенном происхождении этого драгоценного минерала.

Новые данные могут способствовать решению прикладных задач, связанных с направлением поисковых работ, оценкой и освоением месторождений бирюзы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т., Гулян Э. Х. и др. Техутское медно-молибденовое месторождение.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, т. XXXIII, № 5, с. 3—24.
2. Борискин В. П., Кузьмина С. В. Особенности генезиса бирюзы Средней Азии.— В кн.: Драгоценные и цветные камни. М: Наука, 1980, с. 265—282.
3. Жеребцов Ю. Д., Политков М. И. и др. О возможности оценки зон сульфидной минерализации на золото по электрофизическим свойствам пиритов (на примере месторождения Мурунтау).—Изв. АН КазССР, сер. геол., 1978, № 3, с. 44—50.
4. Ивойлова Э. Х., Запланова Г. А., Сейранян В. Б.: Мессбауэровские исследования бирюзы. IX Всесоюзное совещание по рентгенографии минерального сырья. Тезисы докладов, Казань, 1983, с. 292
5. Менчинская Т. И. Новые данные о генезисе бирюзы Средней Азии.—Сов. геология, 1971, № 8, с. 157—163
6. Менчинская Т. И. Бирюза. М: Недра, 1981. 159 с.
7. Розова Е. В. Об использовании коэффициента термоэлектродвижущих сил некоторых минералов-полупроводников при изучении рудных месторождений.—Тр. ЦНИГРИ, М.: 1969, вып. 86, ч. 2, с. 75—85.
8. Розова Е. В. Об изменчивости термоэлектрических свойств пиритов золоторудных месторождений.—Тр. ЦНИГРИ, М.: 1969, вып. 86, ч. 2, с. 86—95.
9. Сейранян В. Б., Саркисян С. Ш. Бирюза из Армении—Сов. геология, 1976, № 2, с. 142—148.
10. Сейранян В. Б., Саркисян С. Ш. Новый тип медно-молибденового оруденения в Сомхето-Карабахской зоне (Малый Кавказ).—Сов. геология, 1977, № 8, с. 77—87.
11. Смолин Ю. К. К вопросу о проявлениях бирюзы в Центральном Кызыл-Куме.— В кн.: Геология, петрография, минералогия эндогенных месторождений Средней Азии. М: Недра, 1971. с. 28—31.
12. Jarry Blair. A ton of turquoise at Ringman, Arisona.—Lapidary Journal, 1967. 2, pp. 74—82.
13. Haynes S. J. Turquoise color and supergene environment, Sar Cheshmeh, Iran: В сб.: Самоцветы. Материалы XI съезда ММА, Новосибирск, 4—10 сентября, 1978., Л: Наука, 1980, с. 105—110.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL, № 6, 60—65, 1987

УДК 550.348.436.098 (479)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Ю. Р. БАГДАСАРЯН

К ВОПРОСУ СТАЦИОНАРНОСТИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ ТАВРО-КАВКАЗА

Вопрос о стационарности сейсмического режима любого сейсмоактивного района является одним из опорных вопросов региональной сейсмологии. Этим понятием невольно приходится пользоваться при решении ряда теоретических и практических задач сейсмологии и сейсморайонирования. Например, выделение квазиоднородных сейсмоактивных зон, определение долговременных средних характеристик сейсмичности и т. д. базируются на предполагаемой стационарности изучаемого сейсмического режима. Однако, принимать режим в качестве стационарного на гипотетической основе без фактического установления стационарности может привести к неверным выводам. Поэтому, в ряде случаев просто необходима проверка гипотезы о стационарности исследуемого сейсмического режима за какой-то срок.

Известно, что афтершоки сильных землетрясений нарушают «стабильный» ход сейсмичности и усложняют ее изучение. По этой причине при изучении вопроса стационарности сейсмического режима, как правило, исключают повторные толчки, в результате чего получается подпространство основных землетрясений, которое очень близко к стационарному процессу. Целесообразность такого подхода обусловлена тем, что в большинстве случаев афтершоки несут весьма малую часть затраченной сейсмической энергии. Однако заметим, что нередко землетрясения имеют несколько равных себе по энергии афтершоков или же повторные толчки представляют определенный интерес с точки зрения сейсмической опасности. Примерами могут служить Ардаганское землетрясение от 25.3.1976 г. с магнитудой $M=5$, Ванское—от 24.11.1976г. с магнитудой $M=7$ и т. д. В течение недлительного афтершокового периода первого землетрясения за ним последовали два афтершока с магнитудой $M \sim 5$, афтершоковый процесс Ванского землетрясения, который продолжался примерно 2, 5 года, в своем составе имел 10 сейсмических событий с магнитудой $M \geq 5$. В условиях Тавро-Кавказа, где подавляющее большинство очагов землетрясений расположено в земной коре, такие афтершоки являются 6—8-балльными землетрясениями. Так что их