

месторождения: их рассматривали как позднемагматические [2, 3, 9], послемагматические [4], метаморфические [7].

Проведенное исследование магнетита, его минералогических особенностей, фазового и химического состава дает основание считать магнетит Новоселковского месторождения первично-магматическим образованием, который затем был подвергнут метаморфизму. В результате метаморфизма он был частично преобразован. Температура преобразования магнетитовых руд, определенная по магнетит-ильменитовому геотермометру, по данным [9], составляет 500°C . Образование руд происходило при более высокой температуре. Об этом свидетельствует наличие высокотемпературной шпинели как продукта распада твердого раствора, высокое содержание ванадия в магнетите, характерное только для магматогенных высокотемпературных магнетитов [1]. Низкое содержание титана определяется наложенным метаморфизмом, при котором произошло обособление магнетита и ильменита в самостоятельные зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисенко Л.Ф., Щербина В.В.* Закономерности распределения скандия и ванадия в изверженных горных породах и слагающих их минералах. — В кн.: Геохимия редких элементов в связи с проблемой петрогенезиса М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 9–16.
2. *Вахрушев В.А.* Ильменит-титаномагнетитовые руды кристаллического фундамента Белоруссии. — Геология руд. месторождений, 1981, № 2, с. 34–43.
3. *Доминиковская Д.А.* Типоморфизм и особенности формирования рудных минералов Кореличского комплекса Белорусского массива. — В кн.: Материалы по геологии кристаллического фундамента и осадочного чехла Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1981, с. 22–38.
4. *Дымкин А.М., Махнач А.С., Сераев С.В.* Железоруденение в условиях гранулитовой фации метаморфизма. Новосибирск: Наука, 1979. 184 с.
5. *Кавардин Г.И.* К минералогии сплэшных титаномагнетитовых руд Цагинского месторождения. — В кн.: Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 229–244.
6. *Махнач А.С., Доминиковский Г.Г., Пасюкевич В.И.* и др. Железорудные формации докембрия Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1974. 144 с.
7. *Островский В.Е.* О генезисе ильменит-магнетитовых руд Белорусского кристаллического массива. — Докл. АН СССР, 1972, т. 16, № 3, с. 252–255.
8. *Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
9. *Фоминых В.Г., Доминиковская Д.А.* О температурах формирования магнетит-ильменитовых руд Кореличской зоны Белорусского массива. — Докл. АН БССР, 1977, т. 21, № 8, с. 745–747.

УДК 549.352 (571.6)

А.Н. НЕКРАСОВА, М.М. БОТОВА, С.М. САНДОМИРСКАЯ, Д.И. ТРОИЦКИЙ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУЛЬФОАНТИМОНИТОВ СВИНЦА И СЕРЕБРА ИЗ ОЛОВО-СЕРЕБРЯНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ВОСТОКА СССР

Сульфоантимониты свинца и серебра, представленные большим числом минеральных видов с различными количественными соотношениями основных компонентов, относятся к числу довольно редких минералов. Наиболее сложный состав имеют минералы группы андорита, которые ряд исследователей рассматривают как упорядоченные соединения, образующие последовательный гомологический ряд продуктов распада твердого раствора [1, 4]. Среди минералов этой группы наиболее часто встречается андорит, для других же сульфосолей (физелиит, рамдорит, накасеит) известны лишь единичные находки. К этой же группе относится "минерал МК", впервые установленный У. Моёло [3] и не получивший пока названия. Приведенные в настоящей работе новые данные о сульфоантимонитах свинца и серебра — физелиите, "минерале МК", андорите с повышенным содержанием меди и диафорите — представляют интерес для понимания особенностей химического состава этой еще недостаточно изученной группы минералов. Находка же "минерала МК" в олово-серебряных рудах является второй находкой этого минерала в мире и первой — в СССР.

Минералы из группы свинцово-серебряных сульфосолей были установлены нами

Химический состав сульфантимонитов свинца и серебра (в мас.%)

| Наименование минералов | № п/п | Ag | Cu | Pb | Sb | S | Σ | Литература |
|--------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|------------|
| Минералы группы андорита | | | | | | | | |
| андорит | 1 | 11,87 | 0,87 | 20,92 | 42,49 | 21,98 | 98,13 | |
| | 2 | 8,64 | 2,41 | 21,47 | 43,04 | 22,61 | 98,67 | |
| | 3 | 11,68 | 0,11 | 21,85 | 43,04 | 22,90 | 98,58 | |
| | 4 | 11,70 | 0,06 | 21,33 | 42,68 | 23,06 | 98,83 | |
| | 5 | 11,57 | 0,41 | 23,03 | 42,33 | 22,55 | 99,87 | [1] |
| физелиит | 6 | 7,23 | 0,42 | 31,34 | 36,77 | 22,46 | 98,22 | |
| | 7 | 7,37 | — | 38,10 | 33,25 | 20,79 | 100,02 | [4] |
| "минерал МК" | 8 | 4,66 | 0,95 | 41,95 | 32,00 | 20,40 | 99,96 | |
| | 9 | 4,91 | 0,86 | 41,70 | 31,89 | 19,73 | 99,09 | [3] |
| Диафорит | 10 | 22,57 | 0,09 | 29,36 | 27,48 | 18,59 | 98,09 | |
| | 11 | 23,49 | 0,12 | 30,37 | 27,07 | 17,02 | 98,08 | |
| | 12 | 23,78 | — | 30,48 | 26,88 | 18,87 | 100,00 | Теорет. |

Кристаллохимические формулы минералов

| | |
|--|--------------|
| 1. $(Ag_{0,96}Cu_{0,12})_{1,08}Pb_{0,88}Sb_{3,05}S_{5,99}$ | андорит |
| 2. $(Ag_{0,69}Cu_{0,33})_{1,02}Pb_{0,90}Sb_{3,03}S_{5,05}$ | |
| 3. $(Ag_{0,96}Cu_{0,02})_{0,98}Pb_{0,91}Sb_{2,98}S_{6,16}$ | |
| 4. $(Ag_{0,94}Cu_{0,01})_{0,95}Pb_{0,88}Sb_{3,01}S_{6,17}$ | |
| 5. $(Ag_{0,96}Cu_{0,05})_{1,01}Pb_{1,00}Sb_{3,13}S_{5,86}$ | |
| 6. $(Ag_{3,12}Cu_{0,05})_{3,17}Pb_{1,15}Sb_{2,31}S_{4,7,67}$ | физелиит |
| 7. $Ag_{5,10}Pb_{1,3,8}Sb_{2,0,48}S_{4,8,61}$ | |
| 8. $Cu_{0,89}Ag_{2,74}Pb_{1,2,90}Sb_{1,6,70}S_{4,0,64}$ | "минерал МК" |
| 9. $Cu_{0,96}Ag_{2,74}Pb_{1,2,87}Sb_{1,6,76}S_{4,0,66}$ | |
| 10. $(Ag_{2,89}Cu_{0,02})_{2,91}Pb_{1,96}Sb_{3,12}S_{8,01}$ | диафорит |
| 11. $(Ag_{3,11}Cu_{0,02})_{3,13}Pb_{2,00}Sb_{3,18}S_{7,60}$ | |

Примечание. Анализы авторов представляют собой среднее арифметическое из анализов, выполненных в трех точках каждого образца.

в рудах трех олово-серебряных проявлений, характеризующихся близкими геологоструктурными условиями. Рудные тела проявлений представлены зонами дробления и брекчирования с кварцевыми жилами и системами прожилков. Вмещающие породы — субвулканические дациты и интрузивные гранодиорит-порфиры. В составе руд установлены арсенопирит, галенит, сфалерит, пирит, марказит, фрейбергит, миаргирит, пираргирит, станнин, кестерит, окартит, франкеит, тиллит, касситерит и свинцово-серебряные сульфосоли. Химический состав последних изучался на рентгеноспектральном микроанализаторе "Camebax" французской фирмы "Cameca". Режим анализа: напряжение 20 кВ, ток 24—28 нА. Аналитические линии: L_{α_1} для Pb, Ag, Sb; K_{α} для Cu и S. Эталоны: синтетические PbS (Pb), CuFeS₂ (S), Sb₂S₃ (Sb) и химически чистое серебро. Относительные интенсивности пересчитывались в содержания по программе MBXCOK на ЭВМ РДР 11/04. Формулы минералов рассчитывались исходя из суммарного формульного коэффициента. Результаты анализов приведены в таблице, где для сравнения помещены также литературные данные.

В рудопроявлении 1 свинцово-серебряные сульфосоли встречаются в виде вростков в фрейбергите и миаргирите. Форма их выделений неправильная, изометричная, иногда неяснопластинчатая. Размер выделений не более 0,02 мм. При изучении на микрозонде установлено, что практически однородный в отраженном свете под микроскопом минерал представляет собой тонкое срастание трех фаз, различающихся по содержанию серебра и свинца (рис. 1). Подобное тонкопластинчатое строение имели образцы рамдорита из Потоси, изученные на микрозонде О.П. Свешниковой [2]. Наиболее светлая на рис. 1 фаза по составу отвечает андориту (ан. 1). В ней, как в

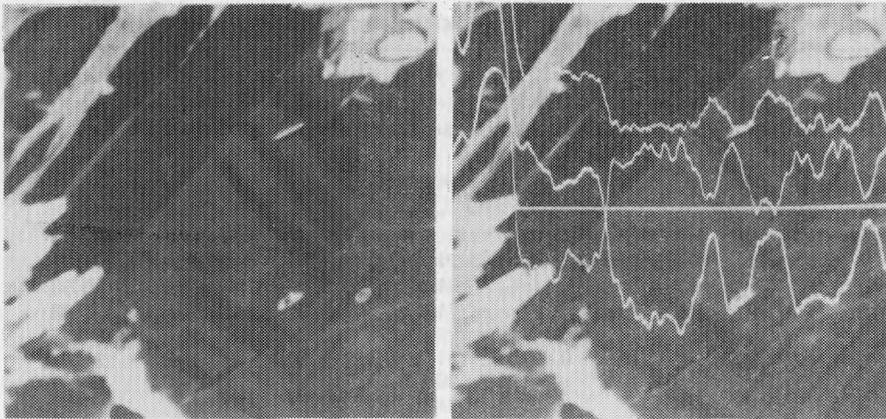


Рис. 1. Срастание андорита (светло-серое), физелиита (темно-серое) и "минерала МК" (черное). Снимок на микрозонде в поглощенных электронах. Увел. 1200

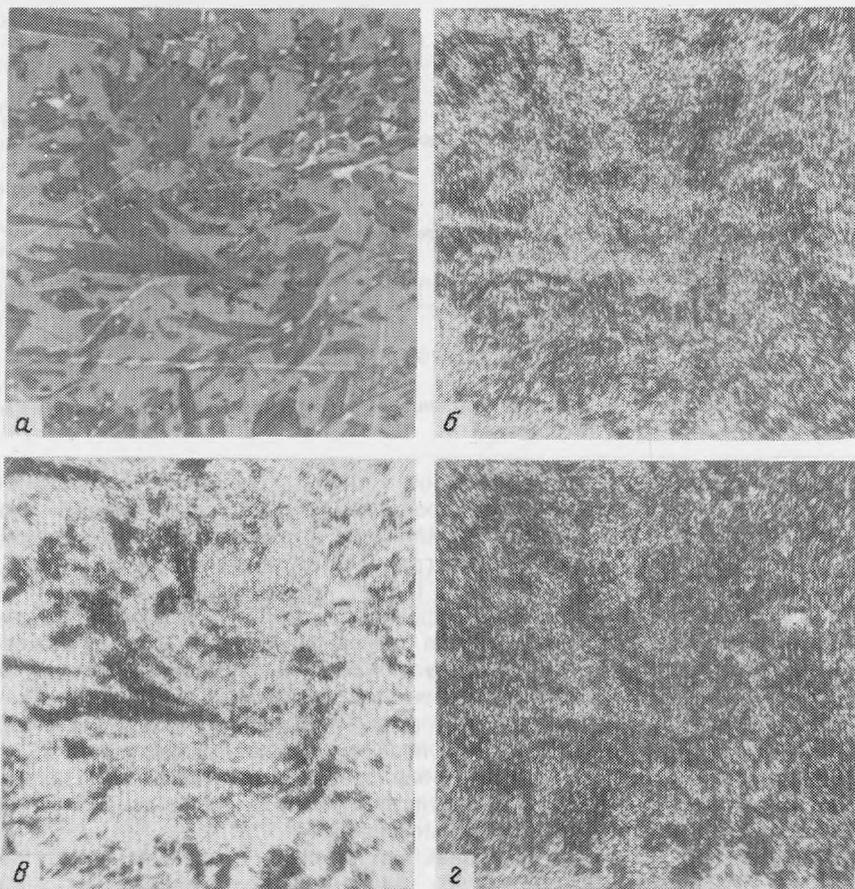


Рис. 2. Срастание андорита (светло-серое) и джемсонита (темно-серое)
 а — снимок на микрозонде в поглощенных электронах; б, в, г — то же в рентгеновских лучах:
 б — PbL_{α} , в — AgL_{α} , г — FeK_{α} . Увел. 800

матрице, распределены тонкие пластинки минерала с содержанием серебра 7,23%, свинца 31,34% (ан. 6) и более крупные пластины минерала с содержанием серебра 4,66%, свинца 41,95% (ан. 8). Первый минерал по соотношению основных компонентов близок физелииту, исследованному Moëlo Y. (ан. 7). Он рассчитывается на формулу, отличающуюся от эмпирической формулы, полученной Moëlo Y. [4], меньшим содержанием свинца и избытком сурьмы в два атома. Второй минерал соответствует "минералу МК" по Moëlo Y. (ан. 9), для которого Moëlo Y. предложена идеализированная формула $CuAg_3Pb_{13}Sb_{17}S_{40}$ [3]. Кроме рассмотренных фаз в другом участке образца установлен андорит с повышенным (2,41%) содержанием меди, изоморфно замещающей серебро (ан. 2).

В рудопроявлении 2 установлен андорит, встречающийся в ассоциации с пираргиритом, миаргиритом, джемсонитом и галенитом. С джемсонитом андорит образует тесные сростания, развивающиеся по галениту (рис. 2). По химическому составу (ан. 3 и 4) андорит из рудопроявления 2 аналогичен андориту из Боливии [1].

В рудопроявлении 3, характеризующемся меньшим эрозионным срезом по сравнению с рудопроявлениями 1 и 2, в ассоциации с фрейбергитом и пираргиритом встречен диафорит (ан. 10 и 11), довольно близкий по составу теоретическому диафориту $Ag_3Pb_2Sb_3S_8$ [2]. В качестве незначительной примеси в минерале присутствуют медь (0,09–0,12%) и железо (0,02–0,30%).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мозгова Н.Н., Бортников Н.С., Органова Н.И.* и др. Новые данные о гомологической серии андорита. — Минерал. журн., 1983, т. 5, № 1, с. 17–33.
2. *Свешникова О.Л.* Химический состав и классификация сульфоантимонитов свинца и серебра. — Новые данные о минералах СССР, 1975, вып. 24, с. 107–119.
3. *Moëlo Y.* Contribution a l'étude des conditions naturelles de formation des sulfures complexes d'antimoine et plomb (sulfosels de Pb/Sb): Signification metallogénique. 1983. 624 p. (Doc. BPGM; N 55).
4. *Moëlo Y., Makovicky E., Karup-Møller S.* New data on the minerals of andorite series. — Neues Jb. Miner. Manatsch., 1984, H. 4, S. 175–182.

УДК 549.732

Н.Н. ПЕРЦЕВ, В.А. БОРОНИХИН

СИНГАЛИТ, ТУРМАЛИН, СЕРЕНДИБИТ И ЛЮДВИГИТ В МАГНЕТИТОВОЙ РУДЕ ТАЕЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (Центральный Алдан)

Таежное железорудное месторождение в Южной Якутии относится к уникальным объектам, особенно в отношении разнообразия минералов и минеральных ассоциаций. Этот сложный объект вызывает оживленные споры в генезисе и структуре в течение вот уже трех десятилетий. Наиболее существенные различия во взглядах представлены осадочно-метаморфической [5] и контактово-метасоматической [6] гипотезами происхождения железных руд и борной минерализации. В последние годы появились новые петрологические и структурные данные о полиметаморфизме в породах и рудах Таежного месторождения, о регенерационной апосерпентинитовой природе оливиновых и клиногумитовых пород, несущих богатые магнетитовые руды [1].

Особенности строения месторождения сводятся к следующему. Породы и руды образуют сигмоидную складку с крутопадающими в северном направлении крыльями и крутопадающим под углом 70° шарниром. Богатые железные руды слагают внешнюю часть складки. Характерно чешуеобразное, аллохтонное залегание всех пород внутри складки, в том числе и карбонатных (доломитовых) пород, линзообразные тела которых концентрируются в призматковой части. Турмалиновая минерализация приурочена к телам существенно кварцевых пород с кордиеритом и силлиманитом, развитых по биотитовым гнейсам в замке складки. Наиболее обычными формами