

## ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕЗОЛОТОРУДНОЙ As-Sb МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА ДАРАСУНСКОГО ВУЛКАНОГЕННО-ПЛУТОНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Н.Н. Кривицкая, И.А. Брызгалов, Э.М. Спиридонов, студ. К.Н. Кочетова

*Московский гос. университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,*  
[nnkriy@geol.msu.ru](mailto:nnkriy@geol.msu.ru)

Изучение минералогии Дарасунского месторождения золота в Восточном Забайкалье – традиционно для кафедры минералогии Московского университета (Сахарова, 1968, 1972; Сахарова, Кривицкая, 1970; Сахарова, Демидов, 1972; Сахарова и др., 1983; Кривицкая, 1976; Кривицкая и др., 2008; Брызгалов и др., 2011; Спиридонов и др., 2010 и др.). Месторождение Дарасун – голотип орогенной вулканогенно-плутоногенной гидротермальной березит-лиственитовой золото-сульфидно-кварцевой формации (Спиридонов и др., 2008). Месторождение размещено в Северо-Даурском сводовом поднятии (Фогельман, 1968) и парагенетически связано с позднеюрским латит-монзонит-риолит-граносиенитовым комплексом эффузивов, малых ультрагипабиссальных интрузивов, трубок взрыва (Тимофеевский, 1972; Зорина, 1987 и др.). Характерен однотипный стиль развития магматических и рудных образований – те и другие формировались в обстановке резко изменчивого давления, в условиях то закрытой, то открытой системы (Спиридонов и др., 2008).

Большая часть рудных тел размещена в Восточном блоке месторождения среди палеозойских гранитов и гранитизированных пород. По этой причине в рудах Дарасуна обильны минералы свинца и висмута. Рудные жилы и залежи Дарасуна образованы несколькими формациями послемагматических гидротермалитов. Это - дозолоторудные кварц-турмалиновая и молибден-медно-порфировая; золоторудная As-Sb-Bi-Te; послезолоторудная As-Sb; послерудная кальцитовая (Зенков, 1946; Филимонова, 1967; Сахарова, 1970, 1972; Тимофеевский, 1972; Ляхов, 1975; Прокофьев, Зорина, 1996; Кривицкая и др., 2008; Брызгалов и др., 2011; Спиридонов и др., 2010). Минеральные агрегаты этих формаций нередко совмещены в одних и тех же рудных телах. Судя по широкому развитию антимонита и сульфоантимонидов в рудах Восточного блока и почти полному отсутствию в них теллуридов, эрозионный срез этого блока невелик.

Послезолоторудная As-Sb формация представлена жилами до 20 см и прожилками (рис. 1), сложенными мелкокристаллическими рисовидным кварцем и карбонатами (сидерит, мангансидерит, кальцит) с густой вкрапленностью Sb и As-Sb сульфосолей Pb (от буланжерита до фюлёппита, джемсонита, от иорданита до шульцита), антимонита, маложелезистого сфалерита, арсенопирита (Филимонова, 1967; Сахарова, 1972; Тимофеевский, 1972; Чвилёва и др., 1988; Брызгалов и др., 2011 и др.).

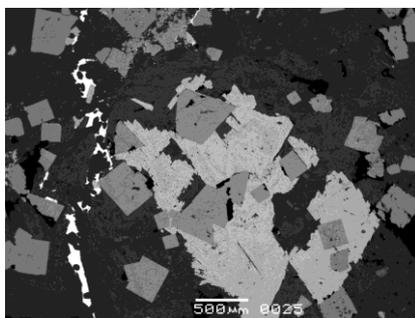


Рис. 1. Просечка джемсонита (белый) с сидеритом и кальцитом в золотоносных березитах с массой кристаллов пирита (серый) и обрастающего его арсенопирита (светло-серый). В отражённых электронах.



Рис. 2. Деталь рис. 1. Игольчатый джемсонит (белый), сидерит (серый) и кальцит (чёрный). В отражённых электронах.

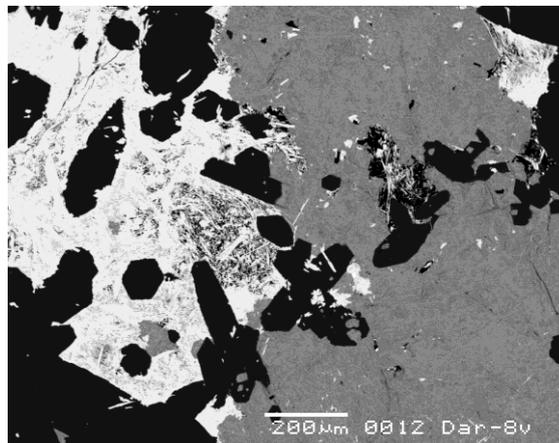


Рис. 3. As-Sb минерализация. Агрегаты рисовидного кварца (чёрный), маложелезистого сфалерита (серый), джемсонита (белый). В отражённых электронах.



Рис. 4. As-Sb минерализация. Агрегаты рисовидного кварца, маложелезистого сфалерита (коричневый), игольчатого джемсонита. В проходящем свете при 1 николе.



Рис. 5. As-Sb минерализация. Агрегаты рисовидного кварца с тонкоигольчатыми буланжеритом и семсейитом (чёрные) с гнёздами маложелезистого сфалерита (светло-коричневый). В проходящем свете. Поле зрения 17x17 мм

Сфалерит бледноокрашенных зон (рис. 5) содержит 0.55-1.08 мас. % Fe, его состав отвечает  $(\text{Zn}_{0.984}\text{Fe}_{0.013}\text{Cd}_{0.003})_1\text{S}$ . Сфалерит тёмноокрашенных зон (рис. 5) содержит 2.17-2.39 мас. % Fe, его состав отвечает  $(\text{Zn}_{0.958}\text{Fe}_{0.039}\text{Cd}_{0.003})_1\text{S}$ . Сфалерит As-Sb минерализации беден кадмием, содержит от 0.17 до 0.62, в среднем 0.32 мас. % Cd. Единичные образцы сфалерита содержат до 0.32 мас. % Ge, 0.21 % Se, 0.09 % Mn.

Одни из ранних образований As-Sb минерализации – агрегаты As-Sb сульфосолей Pb – шульцит  $\text{Pb}_{14}\text{Sb}_{6-4}\text{As}_{0-2}\text{S}_{23}$ , геокронит  $\text{Pb}_{14}\text{Sb}_{4-2}\text{As}_{2-4}\text{S}_{23}$ , иорданит  $\text{Pb}_{14}\text{Sb}_{2-0}\text{As}_{4-6}\text{S}_{23}$ . Вероятно, значительная часть этих сульфосолей возникла путём замещения галенита золоторудной минерализации (рис. 6). Дарасун - единственное месторождение, в рудах которого развиты все три минерала группы геокронита (Брызгалов и др., 2011). Эти минералы активно замещаются более поздними Sb сульфосолями свинца – буланжеритом, семсейитом, плюмозитом, фюлёппитом (рис. 6).

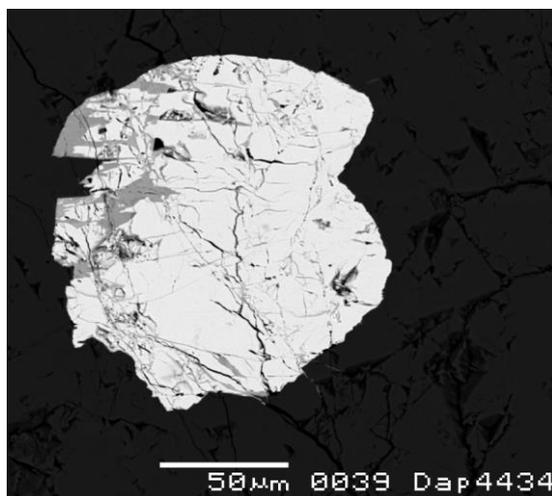


Рис. 6. As-Sb минерализация. Псевдоморфоза геокронита (белый) по галениту. Геокронит с одного края замещается фюлёппитом (серый). В отражённых электронах.

Последовательность образования Sb сульфосолей свинца стандартная - джемсонит наиболее свинцовистого буланжерита (21 %), далее – семсейит (6 %), плюмозит (12 %), гетероморфит (3 %), джемсонит (22 %), робинсонит (1 %), плагионит (2), цинкениит (26 %), до наиболее сурьмянистого - фюлёппита (7 %); в скобках дана относительная распространённость минералов. Замещение галенита (золоторудной минерализации)

обычно начинается с буланжерита (рис. 7), реже с семсейита, ещё реже с гетероморфита. Джемсонит часто замещает плюмозит. Фюлёппит замещает цинкениит.

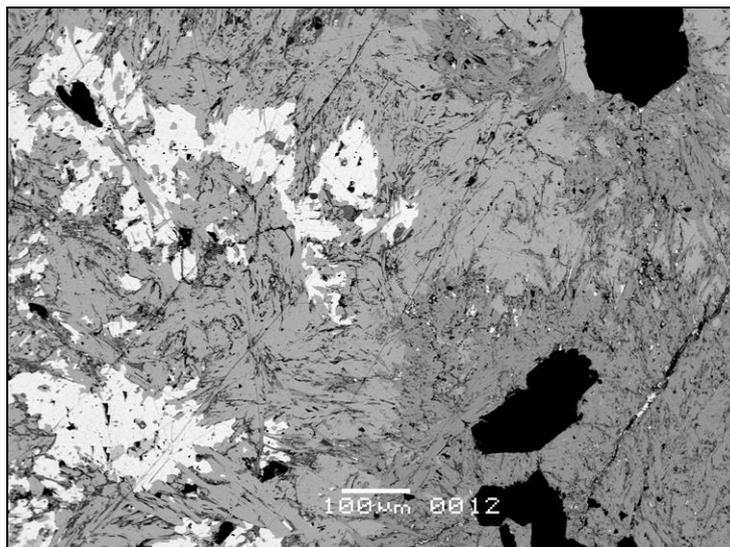


Рис. 7. As-Sb минерализация. Реликты галенита (белый), буланжерита (светло серый), который замещается плюмозитом (серый). Чёрный - кварц. В отражённых электронах.

Позже фюлёппита кристаллизуется антимонит (рис. 8), затем - редкий бертьерит.

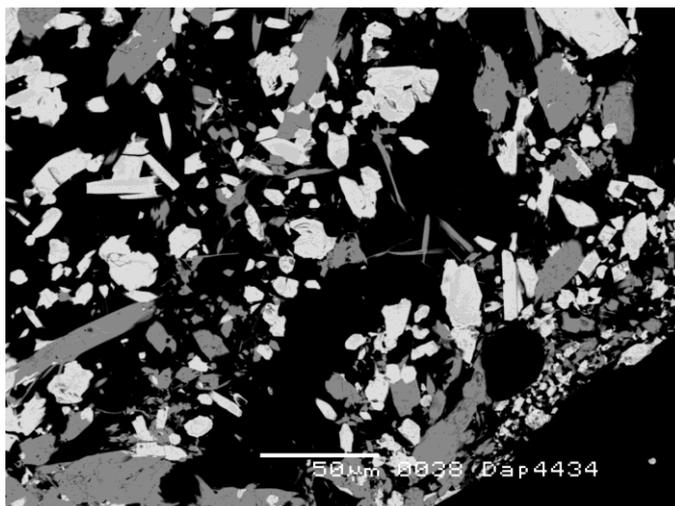


Рис. 8. As-Sb минерализация. Призматические кристаллы фюлёппита (светлые) и антимонита (серые) в кварц-карбонатной матрице. В отражённых электронах.

В дарасунских Pb-Sb сульфосолях заметная часть сурьмы замещена мышьяком, малая – висмутом, малая часть свинца замещена медью и серебром. Формулы -

буланжерита –  $(Pb_{4.90}Cu_{0.06}Ag_{0.01})_{4.97}(Sb_{3.82}As_{0.15}Bi_{0.08})_{4.05}S_{10.98}$

семсейита –  $(Pb_{8.93}Ag_{0.04}Cu_{0.07})_{9.03}(Sb_{7.38}As_{0.56}Bi_{0.07})_{8.02}S_{20.95}$

плюмозита –  $(Pb_{2.01}Cu_{0.01})_{2.02}(Sb_{1.91}As_{0.06}Bi_{0.01})_{1.98}S_{5.00}$

гетероморфита –  $(Pb_{6.93}Cu_{0.04})_{6.97}(Sb_{7.47}As_{0.51}Bi_{0.03})_{8.01}S_{19.02}$

цинкениита –  $(Pb_{8.98}Cu_{0.13}Ag_{0.08})_{9.19}(Sb_{20.92}As_{0.94}Bi_{0.04})_{21.90}S_{41.91}$

фюлёппита –  $(Pb_{2.92}Cu_{0.00}Ag_{0.03})_{2.95}(Sb_{7.38}As_{0.60}Bi_{0.03})_{8.01}S_{15.04}$

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-05-00490).*

**Литература**

- Брызгалов И.А., Кривицкая Н.Н., Спиридонов Э.М.** Первая находка минералов ряда иорданит – геокронит – шульцит на одном месторождении (Дарасун, Восточное Забайкалье) // Докл. РАН. 2011. Т. 438. № 5. С. 655-658.
- Зенков Д.А.** Рудничная геология на Дарасунском золото - мышьяковом месторождении. В кн.: Рудничная геология. Госгеолиздат. 1946. С. 112-134.
- Зорина Л.Д.** Рудно-магматические системы Забайкалья с латитовым магматизмом. В кн.: Современные проблемы теоретической и прикладной геохимии. Новосибирск. Наука. 1987. С. 93-100.
- Кривицкая Н.Н.** Фазовые соотношения пирротина Дарасунского месторождения (исследования методом магнитной коллоидной суспензии) // Вестн. МГУ. Сер. геол. 1976. № 1. С. 91-94.
- Кривицкая Н.Н., Брызгалов И.А., Спиридонов Э.М.** Джонасонит  $AuBi_5S_4$  – первая находка в Восточном Забайкалье // Докл. РАН. 2008. Т. 420. № 2. С. 368–371.
- Ляхов Ю.В.** Температурная зональность Дарасунского месторождения // Геология рудных месторождений. 1975. Т. 17. № 2. С. 28-36.
- Прокофьев В.Ю., Зорина Л.Д.** Флюидный режим Дарасунской рудно-магматической системы (Восточное Забайкалье) по данным исследования флюидных включений // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 5. С. 50-61.
- Сахарова М.С.** Минералогия золота Дарасунского месторождения (Восточное Забайкалье) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. № 11. С. 51-68.
- Сахарова М.С.** Стадийность процессов рудообразования и вопрос зональности на Дарасунском золоторудном месторождении // Рудообразование и его связь с магматизмом. М.: Наук. 1972. С. 213-222.
- Сахарова М.С., Демидов В.Г.** О соотношении золота и серебра на Дарасунском месторождении // Тр. Мин. музея АН СССР им. А.Е. Ферсмана. 1972. Вып. 21. С. 127-132.
- Сахарова М.С., Кривицкая Н.Н.** Минералого-геохимическая характеристика свинцово-сурьмяно-висмутовых сульфосолей золоторудных месторождений Вост. Забайкалья // Геология рудных месторождений. 1970. № 4. С. 56-70.
- Сахарова М.С., Кривицкая Н.Н., Спиридонов Э.М., Чвилёва Т.Н.** Первая находка мальдонита в Сибири // Докл. АН СССР. 1983. Т. 270. С. 960-962.
- Спиридонов Э.М., Брызгалов И.А., Кривицкая Н.Н., Назьмова Г.Н., Ряховская С.К., Филимонов С.В.** Минеральные ассоциации гидротермальных плутоногенных, вулканогенно-плутоногенных, вулканогенных, телетермальных месторождений золота. В кн.: Золото северного обрамления Пацифика. Магадан: 2008. С. 155-158.
- Спиридонов Э.М., Кривицкая Н.Н., Брызгалов И.А., Куликова И.М., Городецкая М.Д.** Богатый висмутом аурустибит - продукт замещения мальдонита в вулканогенно-плутоногенном месторождении Дарасун (Восточное Забайкалье) // Докл. РАН. 2010. Т. 435. С. 531-534.
- Тимофеевский Д.А.** Геология и минералогия Дарасунского золоторудного региона // Тр. ЦНИГРИ. 1972. Вып.98. 260 с.
- Филимонова А.А.** Об ассоциациях сульфоантимонитов свинца в рудах Дарасунского месторождения // Геология рудных месторождений. 1967. Т. 9. № 2. С. 107-121.
- Фогельман Н.А.** Тектоника мезозойского сводового поднятия Забайкалья и закономерности размещения в его пределах золоторудных месторождений. М.: Недра. 1968. 195 с.
- Чвилёва Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М., Агроскин А.С., Папаян Г.В., Виноградова Р.А., Лебедева С.И., Завьялов Е.Н., Филимонова А.А., Петров В.К., Раутиан Л.П., Свешникова О.Л.** Справочник-определитель рудных минералов в отражённом свете. М.: Недра. 1988. 505 с.