

СОСТАВЫ СУЛЬФОСЕЛЕНИДОВ СЕРЕБРА – ИНДИКАТОРЫ
ФУГИТИВНОСТЕЙ СЕРЫ И СЕЛЕНА В РУДООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССАХ

**Журавкова Т.В. (zhur0502@rambler.ru)^{1,2}, Пальянова Г.А.^{1,2}, Савва Н.Е.³,
Кравцова Р.Г.⁴**

¹ Западно-Сибирское отделение. Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск; ² Новосибирский государственный университет;

³ Дальневосточное отделение. Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, г. Магадан;

⁴ Западно-Сибирское отделение. Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск

COMPOSITIONS OF SILVER SULFOSELENIDES - INDICATORS OF SULFUR
AND SELENIUM FUGACITIES IN ORE-FORMING PROCESSES

Zhuravkova T.V.², Palyanova G.A.^{1,2}, Savva N.E.³, Kravtsova R.G.⁴

¹ West Siberian branch. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk;

² Novosibirsk State University; ³ Far Eastern branch. N.A. Shilo Northeastern Complex Research Institute, FB RAS, Magadan; ⁴ West Siberian branch. Institute of Geochemistry, SB RAS, Irkutsk

Сульфоселениды серебра $Ag_2(S,Se)$ являются важными минералами некоторых эпитермальных Au-Ag месторождений. Данные по химическому составу этих минералов свидетельствуют о существовании твердых растворов $Ag_2(S,Se)$. Особенности химизма этих минералов представляют интерес в качестве потенциальных индикаторов физико-химических условий рудообразования и эволюции гидротермальных растворов.

Целью данной работы является изучение взаимоотношений и составов сульфоселенидов серебра акантитового и науманнитового рядов в рудах эпитермальных месторождений Магаданской области, таких как Роговик, Джульетта (участок Тихий), Ольча, и оценка фугитивностей серы и селена на данных объектах.

Месторождение Роговик (Омсукчанский рудный район)

Данные микрорентгеноспектрального анализа руд месторождения Роговик показали, что одни сульфоселениды серебра науманнитового ряда (примеси серы достигают 0.4 мас.%) находятся в виде микровключений в пирите и в сростании с сульфосолями серебра, другие (с примесями серы 1,3-2,9 мас.%) часто содержат ламели галенита и образуют сростания с халькопиритом, акантитом (примеси селена <7.45 мас.%) и сульфосолями серебра (пирсеит–полибазит). Более поздний акантит (без примесей) образует каймы по сфалериту и галениту, а также встречается в виде микровключений в пирите или заполняет трещины в зернах или в межзерновом пространстве кристаллов пирита.

Месторождение Джульетта, участок Тихий (Энгтеринский рудный узел)

В рудах месторождения Джульетта установлены сульфоселениды серебра акантитового и науманнитового рядов. Науманнит совместно с Se-содержащим

галенитом образует сростания, и количество серы в его составе достигают 3.1 мас.%, иногда он содержит примеси теллура 1.4-2.1 мас.% и железа 0.6-1.1 мас.%. Акантит первой генерации совместно с галенитом встречается во включениях округлой или ксеноморфной формы в пирите, а также образует сростания с Ag-содержащей блеклой рудой (фрейбергитом), сфалеритом, селенополибазитом и науманнитом. Состав акантита-I характеризуется наличием примесей селена (6.8 – 14.6 мас.%) и железа (0.9 – 2.7 мас.%). Более поздний акантит-II образует каймы и прожилки во внешних зонах пирита и содержит малые примеси цинка (<1.4 мас.%), свинца (~2 мас.%) и селена (<2.4 мас.%).

Месторождение Ольча (Омолонский массив)

Результаты исследования руд месторождения Ольча показали, что сульфоселениды серебра присутствуют как на ранних, так и на поздних стадиях минералообразования. Акантит первой генерации образует тонкие сростания с электрумом, кюстелитом, и самородным серебром в кварце колломорфной структуры. В его составе обнаружены концентрации Se (1 – 6.1 мас.%) и Cu (1 – 2.2 мас.%). Гипергенный акантит (вторая генерация) в ассоциации с блеклой рудой и ковеллином является более поздним и образует каймы и структуры замещения вокруг других рудных минералов. В частности, науманнит с примесями серы (до 2.6 мас.%) и теллура (~2 мас.%) замещается акантитом, вплоть до образования реликтов в данной структуре.

Проведенные нами ранее термодинамические расчеты для системы Ag-S-Se-H₂O (Журавкова и др., 2015; Пальянова и др., 2016) позволили определить поля устойчивости минеральных ассоциаций в интервале температур 100-300⁰C и давлений 1-100 бар. Установлено, что образование сульфоселенидов серебра науманнитового ряда на месторождении Роговик происходило в восстановительных условиях из близнейтральных растворов, при фугитивности селена ($\lg f_{\text{Se}_2}$) – 26 ÷ –16. Сульфоселениды серебра акантитового ряда образуются на заключительной стадии в сходной окислительной обстановке при фугитивности серы ($\lg f_{\text{S}_2}$) – 21 ÷ –13.

Образование Ag-Au-S-Se минерализации на месторождении Джульетта происходило на фоне снижения температуры, фугитивностей серы ($\lg f_{\text{S}_2} = -22 \div -9$) и селена ($\lg f_{\text{Se}_2} = -27 \div -14$), а так же изменения восстановительной обстановки на окислительную из слабокислых-близнейтральных растворов.

Формирование сульфоселенидов серебра науманнитового ряда на месторождении Ольча происходило при фугитивности селена –18 ÷ –14 и серы > – 15, а сульфоселенидов акантитового ряда при фугитивности селена < –16 и серы > – 21.

В целом, результаты термодинамических расчетов позволяют предположить эволюцию физико-химических параметров минералообразующей среды – снижение температуры и разные режимы изменения фугитивностей серы и селена в процессе рудоотложения.

Авторы благодарят к.г.-м.н. Н.С.Карманова и М.В. Хлестова (г.Новосибирск, ИГМ СО РАН) за микрорентгеноспектральное определение

состава минералов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00241)

Журавкова Т.В., Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г. Физико-химические условия образования сульфоселенидов серебра на месторождении Роговик (северо-восток России)// Геология рудных месторождений. 2015. т.57. № 4. с. 351-369;

Пальянова Г.А., Савва Н.Е., Журавкова Т.В., Колова Е.Е. Минералы золота и серебра в пиритах малосульфидных руд месторождения Джульетта (северо-восток России) // Геология и геофизика. 2016. т.57. №8. с.1488-1510.