

"Невидимое" золото и ЭПГ в сфалерите и ковеллине: изучение синтетических кристаллов методами РСМА, ЛА-ИСП-МС и рентгеновской спектроскопией с использованием синхротронного излучения

Тонкачев Дмитрий Евгеньевич¹, Трофимов Николай Дмитриевич²

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра минералогии, Москва, Россия; 2 - Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

E-mail: tonkacheev@mineralog.com

Сфалерит и ковеллин являются широко распространенными минералами на месторождениях различных генетических типов. Целью данной работы является определение максимально возможных концентраций и форм нахождения золота и элементов платиновой группы (ЭПГ) в сфалерите (ZnS) и ковеллине (CuS).

Кристаллы сфалерита были выращены методом газового транспорта и в расплаве солей KCl/NaCl, CsCl/NaCl/KCl, LiCl/RbCl при температурах 850, 645, 430 градусов Цельсия, соответственно. Кристаллы ковеллина синтезированы в эвтектических расплавах солей RbCl/LiCl при температуре 470 и 340 градусов Цельсия. При этом, активность примесного компонента контролировалась его присутствием в чистом виде. Таким образом, полученные значения концентрации являются максимально возможными при данных параметрах синтеза (T, f(S₂)).

Концентрации Au в сфалерите и ковеллине определялись в ИГЕМ РАН, как с помощью РСМА, так и с помощью ЛА-ИСП-МС. Получившиеся значения хорошо согласуются между собой. Концентрация золота в сфалерите с примесями Cd, In, Fe, Mn, Se, синтезированного при 850 градусах Цельсия, составила 0.3 мас. %. При этом параметр решетки увеличился до 5.4161 Ангстрем, что гораздо больше 5.4060 Ангстрем, принятых для чистого сфалерита. Данные концентрации связаны с примесью In (2091±46 г/т Au в образце с примесью In по сравнению с 14±7 - для Zn(S,Se); 94±12 для (Zn,Fe,Mn)S и 96±6 г/т для (Fe,Zn)S). Концентрация Au в ZnS, синтезированном при 645 и 340 градусах Цельсия, не превышает 5 г/т и 1г/т, соответственно. Таким образом, повышение температуры приводит к возрастанию концентрации Au.

Концентрация Au в сфалеритах другой серии меняется от 200 до 500 г/т и зависит от содержания железа. Данный факт может быть связан с различной степенью окисления железа в изоморфном ряду ZnS - FeS. Концентрации Pt, Ph, Ru, Os в ZnS и CuS находятся ниже предела обнаружения метода ЛА-ИСП-МС (примерно 0.030 г/т), однако эти элементы меняют катодолуминесцентные свойства сфалерита.

Максимально возможная концентрация Au в CuS - 0.3 мас.% при 450 градусах Цельсия. Эта величина незначительно изменялась при повышении температуры синтеза. В целом, добавление примесей In, Zn, Se, Cu, Sb, Bi не оказывает влияния на концентрацию золота. Однако, в образцах где сера была добавлена в избытке и присутствовали всё те же примеси, концентрация золота составила 0,128±0.028 г/т. Распределение золота в ковеллине и сфалерите во всех случаях гомогенное. Изучение тонкой структуры спектров рентгеновского поглощения на синхротроне ESRF в г. Гренобле (Франция) показало что атомы Au в кристаллической структуре ковеллина находятся в треугольной координации и окружены атомами Cu. Au в структуре сфалерита тоже находится в "невидимой" форме.