

**Отзыв научного руководителя на диссертационную работу  
Дмитрия Евгеньевича Тонкачеева  
«Геохимические аспекты вхождения Hg и Au в сфалерит»**

Исследование изоморфной ёмкости сфалерита и его полиморфа вюртцита остается одним из центральных направлений геохимии этого минерала, часто он является единственным минеральным концентратором важных для промышленности стратегических металлов. Цель диссертационной работы Д.Е. Тонкачеева заключается в определении максимально возможных концентраций и структурных положений Hg и Au в сфалерите. Это достигалось с помощью синтеза кристаллов, легированных этими и некоторыми дополнительными примесными компонентами, которые могут быть встречены в природных системах.

Сфалерит может сохранять золото в “невидимой” – изоморфной форме после нагрева и последующей закалки, в отличие от Au-содержащих Cu-Fe-сульфидов, охлаждение которых приводит к распаду твёрдого раствора с выделением самородного Au. Именно поэтому в природных сульфидных ассоциациях концентрация химически связанного “невидимого” золота в сфалерите может быть выше, чем концентрация Au, равномерно распределенного в матрице сосуществующих Cu-Fe-сульфидов.

В диссертационной работе на основе комплекса исследования химического состава распределение примесных компонентов и структурного положения элементов-примесей в синтетических кристаллах сфалерита проводились методами РСМА, ЛА-ИСП-МС в ИГЕМ РАН и с помощью рентгеновской спектроскопии поглощения в НИЦ «Курчатовский Институт». При этом микрорентгеноспектральный анализ использовался, в основном для определения «макросостава» выращенных кристаллов, а ЛА-ИСП-МС – для анализа состава и распределения микрокомпонентов – по линий длиной 300–400 мкм в наиболее крупных из синтезированных кристаллов.

Результаты работы подтвердили возможность существования “невидимой” - изоморфной формы Au в сфалерите. Установлена положительная корреляция между содержанием In и Au в синтезированном сфалерите при их равномерном распределении в кристаллах, что соответствует гетеровалентному изоморфному замещению по схеме  $Au^+ + In^{3+} \leftrightarrow 2 Zn^{2+}$ . Увеличение фугитивности серы, как и активности примесных компонентов, таких, как In, Fe и, возможно, других трёхвалентных элементов (например, Ga), способствует вхождению Au в состав сфалерита. С помощью рентгеновской спектроскопии поглощения изучено состояние Hg и структура смешенных кристаллов в системе ZnS-HgS.

Диссертационная работа Дмитрия Евгеньевича Тонкачеева является законченной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям ВАК и может быть принята к защите на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» в диссертационном совете Д 002.109.02 при Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

29.09.2021 г.

Доктор геолого-минералогических наук,

профессор по специальности минералогия, кристаллография,

Ведущий научный сотрудник лаборатории Геологии рудных месторождений

ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии,

минералогии и геохимии (ИГЕМ РАН) –

**Макеев Александр Борисович**

119018, г. Москва, Старомонетный пер., д. 35.

Тел. 8(916) 8830085, E-mail: abmakeev@mail.ru

