

С. Г. Тесалина, В. Н. Быков

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ СФАЛЕРИТОВ АЛЕКСАНДРИНСКОГО МЕДНО–ЦИНКОВО–КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (Ю. УРАЛ)

S. G. Tesalina, V. N. Bykov

LUMINESCENCE OF SPHALERITES FROM ALEXANDRINSKOE COPPER-ZINC-PYRITE DEPOSIT (SOUTH URALS)

Luminescence of sphalerites from Alexandrinskoe copper-zinc-pyrite deposit has been studied. It has been distinguished two groups of sphalerites: with light blue ($\lambda_{\max} = 460\text{--}470$ nm) and with yellow-orange ($\lambda_{\max} = 590\text{--}600$ nm) luminescence. It has been established correlation between luminescence spectra of sphalerites and its location in the section of submarine hypergene zone.

Важным вопросом при изучении колчеданных месторождений является выяснение типоморфных особенностей слагающих их минералов, обусловленных геохимическими и термодинамическими факторами минерагенеза. Одним из наиболее интересных минералов является сфалерит, конституционные особенности которого допускают возможность относительно легкого изоморфного вхождения в кристаллическую структуру широкого набора примесных элементов: Fe, Cu, Cd, Mn, In, Ag, Ga, Ge, Sn и др.

Для изучения структурных и генетических особенностей минералов широкое распространение получил метод люминесцентного анализа [2]. Люминесценция сфалеритов различных месторождений Урала изучалась П. Я. Ярошем, Ю. Ф. Юриным [4, 5], Ф. П. Буслаевым, М. П. Андроновым [1] и другими. П. Я. Ярош и Ю. Ф. Юрин [5] пришли к заключению, что желтая люминесценция сфалеритов из борнитсодержащих руд уральских колчеданных месторождений связана с привнесением радиоактивных элементов при образовании борнитовых руд.

Геологическое строение Александринского месторождения было описано ранее [3]. Предварительно в УФ-свете было просмотрено более ста образцов руд месторождения — люминесценция зафиксирована более чем в 50 % случаев. Как правило, наблюдалось свечение желтого и голубого цвета. Для наиболее характерных люминесцирующих сфалеритов (16 образцов) получены спектры фотолюминесценции в области 400—700 нм. Для снятия спектров люминесценции в лаборатории экспериментальной минералогии и физики минералов ИМин собрана спектрофотометрическая установка на базе монохроматора SPM-2. Регистрация сигнала осуществлялась фотоумножителем ФЭУ-79 и усилителем постоянного тока У5-11. Люминесценция образцов возбуждалась ртутной лампой ДРШ-250 с фильтром УФС-2.

На рис. 1 представлены типичные спектры люминесценции изученных сфалеритов. По соотношению интенсивностей полос и характеру кривых сфалериты можно разделить на две группы. К первой относятся образцы, в спектрах которых преобладает голубая полоса люминесценции с $\lambda_{\max} = 460\text{--}470$ нм., ко второй — сфалериты, основная полоса люминесценции которых расположена в желто-оранжевой области ($\lambda_{\max} = 590\text{--}600$ нм). В соответствии с работой А. Н. Таращана [2], голубая полоса люминесценции связана нами с вакансией цинка (центры $V_{Zn}\text{-Cl}$, $V_{Zn}\text{-GaZn}^{3+}$, Ag_{Zn}^{+} , Cu_{Zn}^{+}), а желто-оранжевая полоса — с вакансией серы (центр $Cu_{Zn}^{+}\text{-Vs}$). На рис. 2 представлены структурные модели этих центров люминесценции.

Анализ геологических условий нахождения изученных сфалеритов в пределах Александринского месторождения позволил установить определенную корреляцию между их люминесцентными спектрами, положением в разрезе и минеральными ассоциациями.

Сфалериты первой группы с преимущественно голубой люминесценцией тяготеют к кровле кластогенных сульфидных циклитов и рудных тел в целом [3]. Они входят в состав халькопирит-сфалеритовой минеральной ассоциации с подчиненными количествами галенита и блеклой руды, в частности, в состав халькопирит-сфалеритовых линзовидно-полосчатых руд. Голубой цвет люминесценции визуалью плохо фиксируется. Поэтому однозначный вывод П. Я. Яроша и Ю. Ф.

Юрина [5] о том, что может люминесцировать только сфалерит в ассоциации с борнитом, видимо, основан на наблюдениях желтой люминесценции.

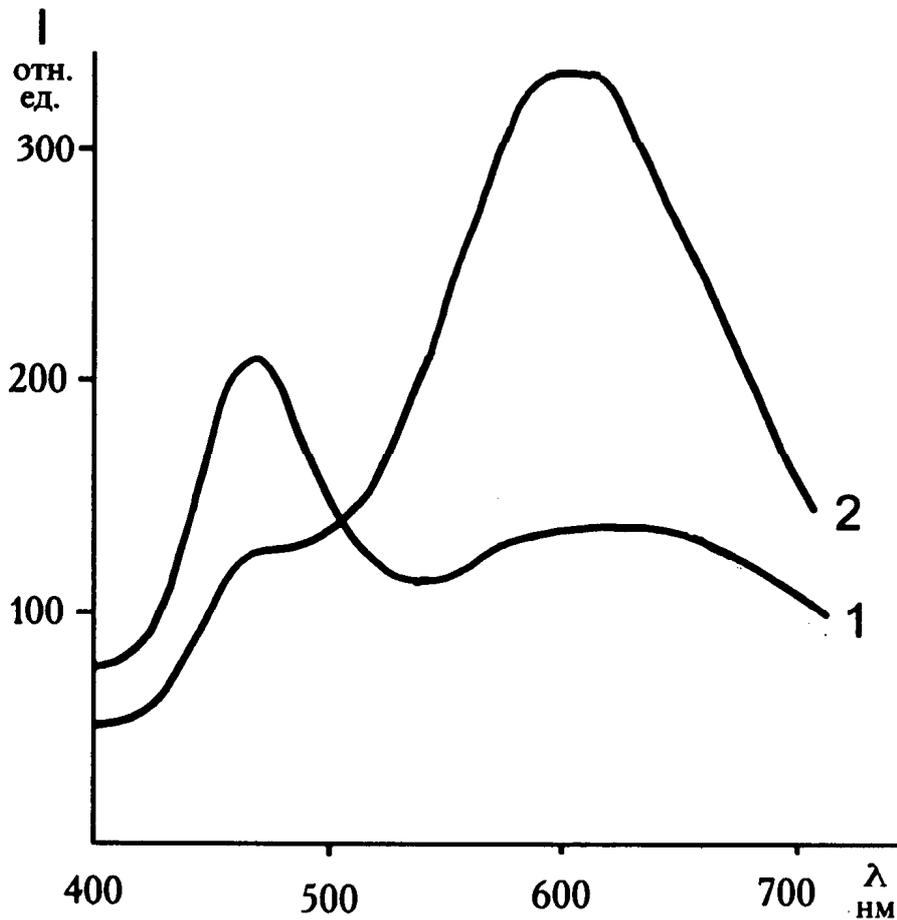
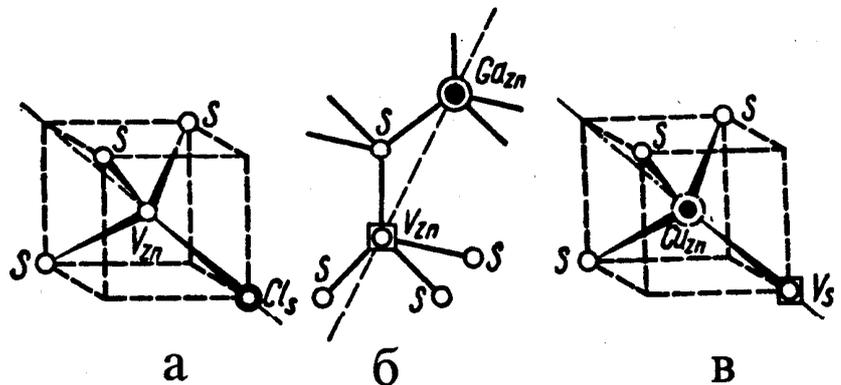


Рис. 1. Спектры люминесценции сфалеритов Александринского месторождения: 1 — первый тип (голубая люминесценция), 2 — второй тип (желтая люминесценция)

Сфалериты второй группы с желто-оранжевой люминесценцией расположены в зонах сульфидного обогащения борнит-халькопирит-сфалеритового состава и борнит-халькопирит-сфалеритовых ритмично-слоистых рудах в подошве рудных тел. Практически всегда они ассоциируют с борнитом и халькозином, на что ранее указывали П. Я. Ярош и Ю. Ф. Юрин [4].

Было установлено также, что нелюминесцирующие сфалериты представлены в основном метасоматическими разностями в виде прожилков под рудным телом, а также на выклиниваниях рудных тел в виде крупно-зернистых придонно-метасоматических руд. Кроме того, они часто встречаются в зоне выщелачивания обедненной цветными металлами кровли рудных циклитов совместно со сфалеритами, имеющими голубой цвет люминесценции. Как правило, все они тесно ассоциируют с пиритом.

Рис. 2. Модели ассоциативных центров, обуславливающих голубую (а, б) и желтую (в) люминесценцию сфалерита [по А. Н. Таращану, 1978].



Таким образом, проведенными исследованиями было установлено, что в сфалеритах из кровли циклитов и рудных тел (зона выщелачивания) наблюдается преимущественно голубая люминесценция ($\lambda_{\max} = 460\text{—}470$ нм), обусловленная вакансией цинка в паре с хлор-анионом, либо с примесным катионом металла. Вероятно, «выщелачивание» катиона цинка происходит при прохождении кислотных растворов. Чрезвычайная мобильность цинка объясняется его крайним положением в ряду напряжения металлов [6], а также высокой растворимостью его сульфата. Источником хлор-аниона могла быть морская вода.

Для сфалеритов из зоны сульфидного обогащения характерна люминесценция с $\lambda_{\max} = 590\text{—}600$ нм. Можно предположить, что в этой зоне на сфалерит происходит наложение меди из медь-содержащих растворов электролита, и при избытке меди и некотором количестве железа происходит выделение самостоятельной фазы — борнита Cu_5FeS_4 . При этом в кристаллической решетке сфалерита появляются вакансии серы, что приводит к образованию донорно-акцепторной пары $\text{Cu}_{\text{Zn}^{2+}}\text{-V}_\text{S}$ и люминесценции в желто-оранжевой области спектра. Это подтверждает вывод П. Я. Яроша и Ю. Ф. Юрина [4] о том, что образование борнита в рудах уральских месторождений происходило после того, как пирит-сфалеритовые рудные агрегаты были уже сформированы. Однако эти исследователи связывают образование борнита с метаморфизмом рудных агрегатов.

В заключение авторы выражают благодарность В. В. Масленникову за ценные рекомендации и О. В. Трофимову за помощь в проведении исследований.

Литература

1. Буслаев Ф. П., Андронов М. П., Ярош П. Я., Двинянинов Б. Л. Особенности фотолюминесценции сфалерита из месторождения им. III Интернационала//Тр. ИГГ УНЦ, Ежегодник-1976. Свердловск, 1977. С. 62—64.
2. Таращан А. Н. Люминесценция минералов. Киев, 1978. 296 с.
3. Тесалина С. Г., Масленников В. В., Трофимов О. В. Особенности строения и состава залежи кластогенных руд Александринского медноколчеданного месторождения //Уральский минералогический сборник № 3, г. Миасс, 1994, №. С. 131—140.
4. Ярош П. Я., Юрин Ю. Ф. Использование фотолюминесценции сфалерита при решении некоторых вопросов генезиса колчеданных руд//Записки ВМО, 1966, 2 серия, ч. 95, в. 6. С. 748—755.
5. Ярош П. Я., Юрин Ю. Ф. Фотолюминесценция сфалерита из колчеданных месторождений Урала//ДАН СССР, 1965. Том 165, № 3. С. 664—665.
6. Яхонтова Л. К., Груднев А. П. Минералогия окисленных руд. М: Недра, 1987, 197 с.