

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ
Выпуск 6

Редактор д-р геол.-мин. наук Г. П. Барсанов

Г. П. БАРСАНОВ, В. А. ШЕВЕЛЕВА

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МИНЕРАЛОВ

III. СОЛИ КИСЛОРОДНЫХ КИСЛОТ

Первоначальные результаты систематического визуального изучения люминесценции минералов в фильтрованном ультрафиолетовом свете и в катодном излучении были опубликованы нами в предыдущих выпусках Трудов Минералогического музея (Барсанов и Шевелева, 1952, 1953). В указанных выпусках освещены данные по минералам классов силикатов, солей галоидных кислот, титанатов, титаносиликатов, карбонатов и некоторых других минеральных групп. В настоящем кратком сообщении, в принятой для нашей работы табличной форме, мы излагаем результаты, полученные нами при экспериментальном изучении остальных классов минералов, относящихся к типу солей кислородных кислот. В различных максимумах ультрафиолетового излучения, а также в вакуумной катодной ячейке нами просмотрен и зафиксирован фотолюминесцентный эффект для многочисленных минералов классов сульфатов, фосфатов, арсенатов, ванадатов, а также боратов, хроматов, вольфраматов, молибдатов, антимонатов и нитратов.

Преследуя на данном этапе работы цель накопления первоначального фактического материала по люминесцентному свечению всех минералов и зная также, что последние часто, в зависимости от геохимической специфики месторождений, обнаруживают различия в характере и интенсивности люминесцентного свечения, мы старались получить как можно больше сравнительных фактических данных. Для этого нами просмотрено для указанных классов 955 образцов минералов, подобранных из различных месторождений СССР и зарубежных стран таким образом, чтобы по возможности были испытаны люминесцентные свойства всех разновидностей минералов из всех генетических типов месторождений, характерных для каждой разновидности.

Для получения единообразных, вполне сравнимых данных по цвету и интенсивности люминесценции, указанные выше образцы исследовал на тех же приборах, с применением тех же фильтров тот же сотрудник, который описывал минералы в предыдущих сообщениях (Барсанов и Шевелева, 1952, 1953). Напомним, что фиксированные в прилагаемых таблицах фотолюминесцентные эффекты устанавливались путем непосредственного зрительного восприятия без применения фотоизмерительных приборов, что отвечало первоначально поставленным нами целям исследования,

изложенным в статье, опубликованной в 1952 г. Оценка цвета и интенсивности, как и в работах большинства других авторов, работавших над изучением люминесценции минералов, приводится в сравнительной, условно принятой, градации, и, так же как и ранее, нами применялись минералы-эталоны (Барсанов и Шевелева, 1952). Фильтрованное ультрафиолетовое излучение мы получали от кварцево-ртутной лампы типа ПРК-4 при помощи конденсирования его кварцевой линзой. Эти условия и применение стеклянных фильтров УФС-4, Уг-5 и УФС-1 обеспечивали соответственно получение максимумов излучения в областях λ 3600 Å, 3200—2800 Å и 2500 Å. Катодолюминесценцию наблюдали в холодной вакуумной катодной ячейке системы Г. Ф. Комовского при напряжении на электродах до 10—15 кВ на 2—5 мА.

Полученные результаты аналогично тому, как это было сделано в предыдущих наших статьях (1952, 1953), сведены в таблицы (I—VII), помещенные в конце настоящей статьи. Все люминесцирующие минералы для удобства пользования таблицами разбиты нами на группы по видимому цвету люминесценции, причем для каждой группы минералов приведена отдельная таблица. При исследовании оказалось, что наиболее наглядная фотолюминесценция для минералов группы кислородных солей получается при применении фильтрованного ультрафиолета с длиной волны λ 3200—2800 Å, поэтому, в отличие от таблиц в предыдущих статьях, в приведенных таблицах минералы в основном подразделены соответственно их цвету люминесценции при данном излучении. Люминесцентные эффекты, обнаруживающиеся при иных длинах волн ультрафиолетового излучения и в катодe, указаны параллельно в тех же таблицах, но в качестве подчиненных признаков. Одновременно в таблицах приведены общее количество просмотренных образцов, их парагенетическая характеристика, что позволяет объективно судить об устойчивости эффекта фотолюминесценции для данного минерала, а также о зависимости между люминесцентными свойствами и условиями генезиса (геохимией процесса) для разных образцов одного и того же минерала.

Литературные источники, содержащие имеющийся к настоящему времени фактический материал по люминесценции минералов исследованных нами классов солей кислородных кислот, чрезвычайно ограничены [Де-Мент (De-Ment), 1945; Левшин, 1951; Прингстейм, 1951, и др.]. Из всех этих классов, собственно, подробно изучались некоторые вольфраматы (главным образом шеелит), частью молибдаты и некоторые фосфаты (апатит), обладающие наиболее сильной люминесценцией. В отношении остальных минералов имелись отдельные, нередко случайные, качественные испытания образцов, часто даже неизвестного происхождения, так что сравнительная оценка этого материала оказывалась весьма затруднительной.

В наиболее полной из зарубежных сводок по люминесценции минералов (Де-Мент, 1945), к сожалению, не отражено вообще, какие именно минеральные виды подвергались исследованию, насколько обширен и разнообразен генетически был исследованный материал и т. д. В ней зафиксированы минеральные виды и отмечено, как они качественно люминесцируют. При сравнении этих данных с полученными нами выявляется, что в сводке Де-Мента по изученным нами классам оказывается всего 28 так или иначе люминесцирующих в ультрафиолете минеральных видов и разновидностей. Из этого числа пять минералов, к сожалению, не могли быть нами исследованы, так как они отсутствуют в наших коллекциях (гейлюссит, метавольтин, мейергофферит, прицеит, сассолин). Для шести минералов (алунита, алюминита, ангидрита, ганксита, монацита, гедифана) люми-

несения, указываемая Де-Ментом, нашими исследованиями не подтверждается. Таким образом, нашими данными более или менее подтверждается люминесцентный эффект только для 17 минералов из указанных 28. Нашими же исследованиями из 254 исследованных минеральных видов и разновидностей, относящихся к упомянутым классам, зафиксирован люминесцентный эффект для 41 минерального вида и разновидности (см. табл. I—VII). Таким образом, нами заново обнаружена люминесценция в 24 минералах, т. е. в большем числе случаев, чем это сделано всеми предыдущими исследователями до наших работ.

Небезинтересны некоторые результаты статистической обработки изученного нами обширного (955 образцов 254 минеральных видов и разновидностей) материала. Так, из 33 изученных арсенатов люминесцирующими оказались всего 3 вида, т. е. 10%; из 76 сульфатов люминесцируют 16—21%; из 96 фосфатов люминесцируют 10—9%; из 19 боратов люминесцируют 9—47%; из 5 вольфраматов люминесцируют 1—20%; из 3 молибдатов люминесцирует 1, т. е. 33%. Из нитратов был изучен только 1 минерал (селитра), который и оказался люминесцирующим. Среди антимонатов, хроматов и ванадатов не отмечен ни один люминесцирующий минерал.

Эти статистические материалы показывают, что большинство наиболее распространенных в природе классов солей кислородных кислот простого строения, против ожидания, не обладает способностью возбуждаться ультрафиолетом (и катодом) и давать видимое люминесцентное свечение. Мы не будем подробно обсуждать причины этого, так как пока они точно не могут считаться изученными и явятся предметом нашего дальнейшего исследования, однако некоторые соображения напрашиваются уже сейчас в свете того, что известно о природе люминесцентного свечения некоторых минералов этих классов. Наиболее изученными в этом отношении являются вольфраматы и молибдаты, по которым были исследованы как природные соединения — минералы, так и искусственные люминофоры (см. Левшин, 1951, и там же обширную сводку литературы).

Свечение вольфраматов и молибдатов относится к типу так называемого собственного свечения, то есть вызываемого свечением дискретных центров в решетке соединения, которыми в данном случае являются группы WO_4 и MoO_4 . Только интенсивность свечения и отчасти его спектральный состав определяются катионами или примесями элементов-люминогенов, из которых наиболее обычны, по видимому, редкие земли. Интенсивность свечения изменяется в зависимости от смены катиона — главным образом щелочей или щелочных земель, которые, таким образом, не являются гасителями люминесцентного возбуждения.

Остальные кислородные соли, по видимому, имеют люминесцентное свечение иного характера: обусловленное только примесями сенсibilизированных элементов-люминогенов. Это известно для фосфатов, например апатита, люминесцентные свойства которого связываются с наличием редких земель и, по видимому, соответствующие группы — PO_4 , VO_4 , SO_4 , CrO_4 , AsO_4 — не являются люминогенными дискретными центрами в этих соединениях.

Для некоторых из этих групп можно сделать даже обратное предположение, как о гасящих группах. Например, такой сильный катион-люминоген, как ураниловая группа, не обнаруживает люминесценции в форме ванадата. Быть может, таким же свойством обладают и катионные группы антимонатов, хроматов, отчасти фосфатов. Поэтому и наблюдается внутри соответствующих классов полное отсутствие люминесцирующих минералов или очень низкий их процент, несмотря на то, что во многих

из этих минералов катионы не могут быть предполагаемы как гасители. Таким образом, по существу, возникновения люминесцентного эффекта в минералах этих классов можно ожидать только при наличии весьма активных люминогенов — таких, как редкие земли, и некоторых других. Вследствие этого, разумеется, в отдельных минералах и их экземплярах из определенных месторождений может наблюдаться яркая, однако изменчивая люминесценция, что в действительности и имеет место. Следует отметить, что, повидимому, для многих минералов из этих классов, где катионная группа не является своеобразным «гасителем», в возбуждении видимых люминесцентных свойств значительную роль играет вода, в том или ином качестве входящая в состав этих минералов. Это, нам кажется, особенно заметно, например, на сульфатах.

Как видно из приведенных статистических данных, несколько выделяются из изученных классов бораты. Около 47% изученных минералов этой группы оказываются люминесцирующими, т. е. процент последних оказывается в этой группе необычайно высоким. Здесь невольно напрашивается сравнение с силикатами, с одной стороны (Барсанов и Шевелева, 1952), а с другой — с вольфраматами и молибдатами. К сожалению, с точки зрения физики люминесцентных явлений бораты почти не изучены, и в настоящее время трудно сказать, почему эти соединения дают высокий выход люминесцирующих минералов. Весьма возможно, что анионные группы некоторых полиборных кислот (в частности, ангидрид BO_4), подобно группам WO_4 и MoO_4 , сами являются люминогенными. Это предположение напрашивается в связи с тем, что сассолин, например, является люминесцирующим; люминесцируют также борные стекла. Кроме того, как известно, структура группы BO_4 в кристаллических решетках чрезвычайно напоминает структуру SiO_4 , и, быть может, подобные координация и структура комплексного аниона способны возбуждать люминесценцию в занимаемых бором дискретных центрах. Наконец, следует обратить внимание на то, что для большинства борных минералов люминесценция обнаруживается в случае водных боратов, т. е. возможно усиление люминесцентного эффекта за счет люминесценции воды, входящей в решетку борных минералов. Вероятность влияния последней подтверждается тем, что большинство люминесцирующих водных боратов имеет максимумы излучения в крайней, фиолетовой, части спектра, вследствие чего цвет люминесценции (см. таблицы) всех боратов слабый — в бело-голубых тонах. Последнее, как известно, характерно и для люминесценции воды, удерживаемой в решетках минералов.

Следует подчеркнуть, что все приведенные выводы относительно возможных причин частоты и характера люминесценции в классах исследованных нами кислородных солей являются только предположениями, которые мы высказали в надежде, что они могут быть полезными в качестве наводящего фактора при необходимых подробных и серьезных исследованиях сущности этих явлений.

В заключение, как и в предыдущих наших сообщениях, мы приводим полученный нами обширный материал по изучению люминесцентных свойств многочисленных минералов, сведенный в виде таблиц. Таблицы составлены нами таким образом, чтобы материалы нашего исследования, даже на первой стадии, могли быть использованы в практике лабораторий, занимающихся изучением и диагностикой минералов. В ряде случаев, когда для определенного минерала фотолюминесценция оказывается устойчивым признаком (например, для амблигонита, англезита, апатита, колеманита, ледгиллита и некоторых других — см. таблицы), люминесцентный эффект может быть даже решающим при определении минерала.

Таблица А

Минералы класса фосфатов, сульфатов, арсенатов, боратов, молибдатов, вольфраматов, антимонатов, хроматов и нитратов, просмотренные в ультрафиолетовом и катодном излучении

Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции	Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции
1	2	3	1	2	3
Абихит	0 : 1	—	Варисцит	0 : 3	—
Адамит	0 : 3	—	Вашегит	0 : 1	—
Алуминит	0 : 4	—	Весцелиит	0 : 1	—
Алунит	0 : 1	—	Вилианит	0 : 30	—
Алюмохалько- сидерит	0 : 1	—	Вилатенит	0 : 1	—
Амблигонит	3 : 5	VI	Воксенит	0 : 1	—
Апацит	0 : 1	—	Вольфрамит	0 : 14	—
Англезит	7 : 10	I, II, IV	Вонсенит	0 : 1	—
Ангидрит	0 : 19	—	Вульфенит	0 : 10	—
Аннабергит	0 : 3	—	Вуд-артит	0 : 1	—
Антлерит	0 : 1	—	Галотрихит	0 : 1	—
Антонит	0 : 1	—	Ганксит	0 : 1	—
Апателит	0 : 1	—	Ганомалит	0 : 1	—
Апатит	91 : 105	II, IV, VII	Гедденит	0 : 2	—
Арроядит	0 : 1	—	Гедифан	0 : 1	—
Астраханит	0 : 1	—	Гердерит	0 : 3	—
Ателестит	0 : 1	—	Герренгрундит	0 : 1	—
Афтиталит	0 : 1	—	Гетерозит	0 : 3	—
β-ашарит	0 : 1	—	Гидроборацит	0 : 2	—
Байльдонит	0 : 2	—	Гидроромеит	0 : 1	—
Бакерит	1 : 1	VI	Гинсдалит	0 : 1	—
Бандилиит	0 : 1	—	Гипс	20 : 77	I, II, III, IV, V, VI
Барит	23 : 98	I, IV, VI	Глауберит	1 : 2	VI
Баритоцелестин	1 : 1	IV	Глоккерит	0 : 1	—
Баррандит	0 : 1	—	Говлит	1 : 2	VI
Бартит	0 : 2	—	Гоцеит	0 : 1	—
Бѣдантит	0 : 2	—	Горсейксит	0 : 1	—
Бераунит	0 : 1	—	Госларит	0 : 1	—
Бериллонит	0 : 1	—	Графтонит	0 : 1	—
Билерит	0 : 1	—	Mg-графтонит	0 : 1	—
Бицдгоймит	0 : 6	—	Грифит	0 : 1	—
Бирюза	0 : 4	—	Гуано	1 : 1	VI
Бледит	0 : 1	—	Гукотолит	0 : 1	—
Борацит	0 : 2	—	Гюберит	0 : 4	—
Бракебушит	0 : 1	—	Гюролит	0 : 1	—
Брошантит	0 : 5	—	Деклуазит	0 : 2	—
Бура	2 : 3	VI	Дельеоксит	0 : 3	—
Валеллит	4 : 10	VI	Диадохит	0 : 1	—
Вагнерит	0 : 2	—	Дигидрит	0 : 1	—
Ванадинит	0 : 11	—	Дурантит	0 : 1	—
Вантгофтит	1 : 1	VI	Дюфренит	0 : 1	—
			Дюфтит	0 : 1	—

Таблица А (продолжение)

Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции	Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции
1	2	3	1	2	3
Индерборит . . .	1 : 1	VI	Лирокозит . . .	0 : 3	—
Иниоит	1 : 1	VI	Лоссенит	0 : 1	—
Иоганнит	1 : 1	V	Лудламит	0 : 1	—
Кабрерит	0 : 1	—	Людвигит	0 : 1	—
Кайнит	0 : 1	—	Магнитографто- нит	0 : 1	—
Какоксен	0 : 5	—	Магнотриплит	0 : 3	—
Калаит	0 : 1	—	Магнитофиллит	0 : 2	—
Калафатит	0 : 1	—	Маманит	0 : 1	—
Каледонит	0 : 1	—	Мангананатит	0 : 1	—
Калинит	1 : 1	VI	Манганкоин- нит	0 : 1	—
Кампилит	0 : 2	—	Мангантриплит	0 : 1	—
Караколит	0 : 1	—	Меланохроит . . .	0 : 1	—
Карминит	0 : 1	—	Мелантерит	0 : 2	—
Квасцы	0 : 2	—	Месселит	0 : 1	—
Кернит	1 : 1	VI	Метакьюэтит . . .	0 : 2	—
α -керченит	0 : 1	—	Мизит	0 : 1	—
β -керченит	0 : 1	—	Миметезит	5 : 9	III, IV
Кизерит	0 : 1	—	Мирабиллит	0 : 1	—
Кировит	0 : 1	—	Монацит	0 : 14	—
Клиноклаз	0 : 1	—	Моттрамит	0 : 1	—
Кокимбит	0 : 1	—	Натрохальцит	0 : 1	—
Колеманит	4 : 4	I, IV	Оксикерченит	0 : 2	—
Коллинсит	0 : 2	—	Оксильдрен- нит	0 : 2	—
Коллофашит	0 : 1	—	Олиенит	0 : 5	—
Конихальцит	0 : 1	—	Палаит	0 : 1	—
Корарф. сит	0 : 1	—	Пандермит	1 : 1	VI
Корнетит	0 : 1	—	Парагопсит	0 : 1	—
Краурит	0 : 2	—	Пеганит	0 : 1	—
Кренцит	0 : 1	—	Пизанит	0 : 1	—
Крокоит	0 : 9	—	Пиккерингит	0 : 2	—
Крыжановскит	0 : 1	—	Пикрофарма- колит	1 : 1	IV
Ксенотим	0 : 5	—	Пироморфит	17 : 27	IV
Купродеклуа- зит	0 : 2	—	Писсофан	0 : 1	—
Купрошеелит	2 : 2	IV	Питтицит	0 : 3	—
Кьсерульфит	0 : 1	—	Планерит	0 : 2	—
Лазулит	0 : 10	—	Повеллит	5 : 7	IV
Лаксманит	0 : 1	—	Полигалит	0 : 1	—
Ланаркит	1 : 1	IV	Полиарсенит	0 : 1	—
Ландезит	0 : 1	—	Пробертит	0 : 1	—
Лёнгит	1 : 1	I	Пситтацит	0 : 1	—
Леграндит	0 : 1	—	Пурпурит	0 : 1	—
Ледгиллит	3 : 5	I, IV			
Либетенит	0 : 3	—			
Линарит	0 : 5	—			

Таблица А (окончание)

Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции	Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к просмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции
1	2	3	1	2	3
Пухерит . . .	0 : 1	—	Ферропиккерингит . . .	0 : 1	—
Радиобарит . .	0 : 1	—	Фиброферрит . .	0 : 1	—
Рейнит	0 : 1	—	Фишерит	0 : 1	—
Ремерит	0 : 1	—	Фольборгит . . .	0 : 4	—
Родицит	0 : 1	—	Фосфат алюминия	2 : 2	VI
Розелит	0 : 1	—	Фосфосидерит . .	0 : 1	—
Ромбоклиз . . .	0 : 1	—	Фосфорохальцит	0 : 1	—
Роменит	0 : 1	—	Фосфоферрит . . .	0 : 1	—
Рокбриджеит . .	0 : 1	—	Фосфиллит	0 : 1	—
Саркинит	0 : 1	—	Фрейринит	0 : 1	—
Селстромит . . .	0 : 1	—	Халькашит	0 : 5	—
Селеноязорзит	0 : 1	—	Халькоксидерит . .	0 : 1	—
Селитра	1 : 3	VI	Халькофиллит . . .	0 : 9	—
Серпирит	0 : 1	—	Хлорофенцит . . .	0 : 1	—
Сиклерит	0 : 2	—	Хьюэттит	0 : 1	—
Симплезит	0 : 1	—	Целестин	7 : 30	I, IV, VI
Сингенит	0 : 1	—	Цизелит	0 : 1	—
Скородит	0 : 20	—	Цианотрихит . . .	0 : 2	—
Славикит	0 : 1	—	Цинкрокбриджеит	0 : 1	—
Струвит	0 : 2	—	Цинпеит	1 : 1	V
Стюартит	0 : 2	—	Чермигит	0 : 1	—
Суссексит	0 : 1	—	Чильдренит	0 : 2	—
Тагилит	0 : 1	—	Шеелит	16 : 42	III, IV, VI
Тамаругит	1 : 1	VI	Штаффелит	0 : 1	—
Тангейт	0 : 1	—	Штольцит	0 : 1	—
Тарбуттит	1 : 1	III	Штренгит	0 : 3	—
Тенардит	1 : 3	VI	Эвансит	0 : 2	—
Тзумебит	0 : 1	—	Эвхроит	0 : 2	—
Тинкал	1 : 1	VI	Экдемит	0 : 1	—
Тиролит	0 : 1	—	Элеонорит	0 : 1	—
Триплит	2 : 6	III	Элит	0 : 3	—
Триплоидит . . .	0 : 2	—	Эндлихит	0 : 1	—
Трифилин	0 : 7	—	Эсфорит	0 : 3	—
Туранит	0 : 1	—	Эпсомит	2 : 3	VI, VII
Узбекит	0 : 3	—	Эритрин	0 : 13	—
Улексит	0 : 3	—	Юталит	0 : 1	—
Уранопилит . . .	1 : 1	V	Ярозит	0 : 5	—
Урусит	0 : 3	—	Ag-язозит	0 : 1	—
Файрфильдит . .	0 : 1	—	Ca-язозит	0 : 1	—
Фармаколит . . .	0 : 3	—	Pb-язозит	0 : 1	—
Фармакосидерит	0 : 6	—			
Фельзобанит . . .	0 : 1	—			
Ферберит	0 : 1	—			
Ферримолибдит . .	0 : 1	—			

Таблица Б

Люминесцирующие минералы в У-Ф, λ 3200—2800 Å, 3600 Å, 2500 Å
и катодных лучах

Название минерала	Отношение количества люминесцирующих образцов к рассмотренным	№ таблиц, указывающих результат люминесценции	Примечание
1	2	3	4
Амблигонит	3 : 5	VI	<p>1. Все рассмотренные образцы шеелита показывают яркую люминесценцию в У-Ф при λ 2500 Å, а также яркую катодолюминесценцию голубого цвета разных оттенков.</p> <p>2. 95% образцов апатита показывают желтую катодолюминесценцию</p>
Англезит	7 : 10	I, II, IV	
Апатит	91 : 105	II, IV, VII	
Бакерит	1 : 1	VI	
Барит	23 : 98	I, IV, VI	
Баритоцелестин	1 : 1	IV	
Бура	2 : 3	VI	
Вацеллит	4 : 10	VI	
Вантгоффит	1 : 1	VI	
Гипс	20 : 77	I, II, III, IV, V, VI	
Глауберит	1 : 2	I, VI	
Говлит	1 : 2	VI	
Гуано	1 : 1	VI	
Индерборит	1 : 1	VI	
Иниоит	1 : 1	VI	
Иоганнит	1 : 1	V	
Калинит	1 : 1	VI	
Кернит	1 : 1	VI	
Колеманит	4 : 4	I, IV	
Купрошеелит	2 : 2	IV	
Ланаркит	1 : 1	IV	
Лёвигит	1 : 1	I	
Ледгиллит	3 : 5	I, IV	
Миметезит	5 : 9	III, IV	
Пандермит	1 : 1	VI	
Пикрофармаколит	1 : 1	IV	
Пироморфит	17 : 27	IV	
Поьеллит	5 : 7	IV	
Селитра	1 : 3	VI	
Тамаругит	1 : 1	VI	
Тарбуттит	1 : 1	III	
Тенардит	1 : 3	VI	
Тинкал	1 : 1	VI	
Триплит	2 : 6	III	
Уранонилит	1 : 1	V	
Фосфат алюминия	2 : 2	VI	
Целестин	7 : 30	I, IV, VI	
Церулеолактит	1 : 1	VI	
Циннеит	1 : 1	V	
Шеелит	16 : 42	III, IV, VI	
Эпсомит	2 : 3	VI, VII	

Таблица I

Минералы с белым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
1	2		4	5	6	7
Англезит	Зона окисления сульфидных месторождений	10	1 средняя	1 розовая средняя	—	1 синяя слабая
Барит	Гидротермальный с антимонитом	93	1 средняя 4 слабая 1 оч. слабая	1 белая средняя 2 белая слабая 1 розовая средняя 1 розовая слабая	—	—
Барит	Гипергенный	5	2 средняя 1 слабая	2 розовая средняя 1 розовая слабая	—	—
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений	51	2 слабая	2 беловатая слабая	—	—
Глауберит	Гипергенный — химические осадки	2	1 оч. слабая	1 белая оч. слабая	—	1 фиолетовая оч. слабая
Колеманит	Гипергенный — химические осадки	4	1 яркая 2 слабая	1 белая яркая 2 белая слабая	2 белая слабая 1 белая оч. слабая	—
Лёвигит	Гипергенный	1	1 слабая	1 белая средняя	—	—
Ледгиллит ¹	Гидротермальный	5	1 яркая	1 розовая яркая	—	—
Целестин ¹	Гипергенный	30	1 яркая 1 оч. слабая	1 белая яркая 1 белая оч. слабая	1 белая слабая	—

¹ Фосфоресцирует.

Минералы с розовым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люменесценция, λ			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
Англезит	Зона окисления сульфидных месторождений: с галенитом	10	1 слабая	1 красная средняя	1 желтая слабая	1 голубая слабая
Апатит	Гранитные пегматиты — со слюдой и кварцем	21	1 яркая 4 средняя	1 розовая средняя 1 красная очень слабая	1 желтая средняя 1 желтая слабая	2 желтая яркая 1 зеленовато-желтая средняя 1 желтая средняя
Апатит	Гранитные пегматиты, литиевый тип — с кварцем, рубеллитом	5	1 средняя	—	1 желтая средняя	1 зеленовато-желтая яркая
Апатит	Щелочные пегматиты — с биотитом и микроклином	10	5 яркая 3 средняя	4 розовая очень слабая	1 желтая средняя 7 желтая слабая	5 желтая яркая 1 желтая средняя 1 зеленовато-желтая яркая 1 зеленовато-желтая средняя
Апатит	Сyenитовые пегматиты — с окислами железа	1	1 средняя	1 розовая слаб.	1 желтая средняя	1 желтая яркая
Апатит	Пегматиты скрещения; в слюдистом сланде	3	2 яркая	2 розовая оч. слаб.	1 желтая средняя 1 желтая слабая	2 желтая яркая
Апатит	Магматический; в лабораторите	7	3 средняя	—	—	3 желтая слабая
Апатит	Контактовый — с флогопитом, энидотом и магнетитом	17	1 средняя 1 слабая	1 белая слабая	—	1 желтая средняя 1 желтая слабая
Апатит	Гидротермальный — с гематитом и кварцем	7	1 яркая 1 средняя	1 оранжево-розовая средняя	—	2 желтая яркая
Апатит	Пневматолитовый — с кварцем, флюоритом	5	1 средняя 1 слабая	1 желтая средняя 1 желтая слабая	1 желтая средняя	1 фиолетовая слабая 1 желтая яркая
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений	51	1 слабая	1 розовая слабая	—	—

Минералы с оранжевым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений	51	1 слабая	1 оранжевая средняя	—	—
Миметезит	Зона окисления сульфидных месторождений с бурым железняком и кварцем	9	2 средняя 2 слабая	1 желтая слабая	—	—
Тарбуттит	Зона окисления сульфидных месторождений	1	1 средняя	1 оранжевая слабая	—	—
Триплит	Грапитные пегматиты со стапнином, мусковитом и пиритом	3	2 слабая	2 оранжевая слабая	—	2 желтая средняя
Шеелит	Пневматолитовый — на кварце	12	1 слабая	—	1 голубая яркая	1 голубая яркая

Минералы с

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов
Англезит	Зона окисления сульфидных месторождений: с галенитом и пиритом	10
Апатит	Гранитные пегматиты — со слюдой, кварцем и полевым шпатом	21
Апатит	Гранитные пегматиты, литиевый тип — на ростерите, кварце — с микроклином, альбитом, спессартином	5
Апатит	Пневматолитовый — с флюоритом и кварцем	5
Апатит	Контактовый — с эпидотом, магнетитом, хлоритом, гранатом, роговой обманкой	17
Барит	Гидротермальный — со сфалеритом, пиритом и антимонитом	93
Барит	Гипергенный, осадочный	5

Таблица IV

желтым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
3 яркая 2 средняя	3 желтая яркая 2 желтая средняя	1 желтая слабая	4 голубая слабая
3 средняя 1 слабая 1 оч. слабая	1 желтая средняя 1 желтая очень слабая	—	3 желтая яркая 2 желтая средняя
1 слабая 2 очень слабая	1 желтая средняя 2 желтая слабая	1 желтая слабая	3 желтая яркая
2 слабая 1 оч. слабая	2 желтая средняя 1 желтая слабая	—	1 желтая яркая 1 желтая средняя 1 синяя слабая
1 слабая	1 желтая слабая	—	1 желтая средняя
7 слабая 4 оч. слабая	7 желтая слабая 4 желтая оч. слабая	—	—
1 оч. слабая	1 желтая оч. слабая	—	—

Баритоцелестин	Гидротермальный с пиритом	1	1 средняя
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений с низанитом, на кварце, с халькопиритом	51	4 слабая 2 оч. слабая
Гипс	Гипергенный, химические осадки с целестином, битумом и серой	26	1 слабая 1 оч. слабая
Колеманит	Гипергенный; химические осадки	4	1 слабая
Купроше-елит	Гидротермальный	2	2 средняя
Ланаркит	Зона окисления сульфидных месторождений	1	Слабая
Ледгиллит	Гидротермальный	5	2 средняя
Мимстезит	Зона окисления сульфидных месторождений — с кварцем вольфрамитом, бурым железняком	9	1 слабая
Пикрофармаколит	Зона окисления сульфидных месторождений	1	Оч. слабая
Пироморфит	Зона окисления сульфидных месторождений; на березите — с церусситом, на буром железняке	27	8 средняя 9 слабая

1 розовая средняя

—

—

2 желтая средняя

—

—

2 желтая слабая

2 желтая

оч. слабая

1 желтая слабая

—

—

1 желтая

оч. слабая

1 желтая слабая

—

—

—

2 голубая яркая

2 голубая яркая

Желтая яркая

—

—

2 желтая средняя

—

—

—

—

—

Желтая слабая

—

—

—

—

—

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов
Поцеллит	Зона окисления пневматолитовых месторождений — с молибденитом, на кварце	2
Повеллит	Зона окисления гидротермальных месторождений — с молибденитом, на кварце	3
Целестин	Гипергенный	30
Шеелит	Гидротермальный — с флюоритом, кварцем, вольфрамитом	22
Шеелит	Пневматолитовый — с циннвальдитом, кварцем	12
Шеелит	Контактово-метасоматический	8

Таблица IV (окончание)

42

Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
2 яркая	—	2 желтая яркая	2 желтая яркая
1 оч. яркая 2 средняя	1 голубая средняя	1 желтая яркая 2 желтая средняя	1 желтая оч. яркая 1 желтая яркая 1 желтая средняя
3 желтая слабая	1 розоватая слабая 2 желтая слабая	—	Не люминесцирует
1 яркая 3 средняя 3 слабая	2 желтая средняя 3 желтая слабая	7 голубая яркая	7 голубая яркая
1 слабая	—	1 голубая яркая	1 голубая яркая
1 яркая 2 средняя	1 оранжевая сред- няя 2 оранжевая слабая	3 голубая яркая	3 голубая яркая

Г. П. Варсанов, В. А. Шевелева

Таблица V

Минералы с зеленым свечением в У-Ф λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений	51	1 яркая	1 зеленая яркая	1 зеленая яркая	1 зеленая средняя
Иогацит	То же	1	1 яркая	1 зеленая яркая	1 зеленая средняя	—
Циппеит	» »	1	1 яркая	1 зеленая яркая	1 зеленая средняя	—
Ураноилит	» »	1	1 яркая	1 зеленая яркая	1 зеленая средняя	—

Таблица VI

Минералы с голубым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
Амблигонит	Грапитные пегматиты, литиевый тип—с мусковитом	5	3 слабая	3 голубая слабая	—	3 голубая слабая
Бакерит	Гипергенный	1	Слабая	Голубая средняя	—	Голубовато-розовая слабая
Барит	Гидротермальный с кварцем	93	2 слабая	2 голубая слабая	—	—
Бура	Гипергенный; химические осадки	3	2 слабая	—	—	—
Вавеллит	Гипергенный; на песчанике	10	4 средняя	4 голубая средняя	1 голубая слабая	—
Вантгоффит	Химические осадки	1	Слабая	Голубая слабая	—	—

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов
Гипс	Гипергенный; химические осадки	26
Гипс	Зона окисления сульфидных месторождений с халькопиритом, кальцитом	51
Говлит	Гипергенный, химические осадки — с гипсом	2
Гуано	Гипергенный	1
Индерборит	Гипергенный; химические осадки	1
Иниоит	То же	1
Калинит	Гипергенный	1
Кернит	Гипергенный; химические осадки	1
Пандермит	То же	1

Таблица VI (продолжение)

44

Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
1 средняя 7 слабая	1 голубая средняя 7 голубая слабая	—	—
1 оч. слабая	1 голубая оч. слабая	—	—
4 слабая	4 голубая средняя	—	—
3 оч. слабая	5 голубая слабая 1 голубая оч. слабая	—	—
1 средняя	1 голубая средняя	—	—
Слабая	Голубая слабая	—	—
1 средняя	1 голубая средняя	—	—
1 средняя Слабая	1 голубая средняя Голубая слабая	—	—
1 слабая	—	—	—
1 слабая	1 голубая слабая	1 голубая оч. слабая	—

Г. П. Варсанов, В. А. Шевцова

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов
Селитра	То же	3
Тамаругит	Гипергенный	1
Тепардит	Гипергенный; химические осадки	3
Тинкал	То же	1
Фосфат алюминия	Осадочный	2
Целестин	Гипергенный	30
Церулеолактит	Осадочный	1
Шеелит	Контактовометасоматический — с кварцем	8
Шеелит	Гидротермальный	22
Шеелит	Пневматолитовый	12
Эпсомит	Гипергенный, химические осадки	3

Таблица VI (окончание)

	Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
	3200—2800 Å	2600 Å	2500 Å	
1 средняя	1 голубая средняя	1 голубая средняя	—	
Слабая	Голубая слабая	—	—	
1 средняя	1 голубая средняя	—	—	
1 слабая	—	—	—	
2 голубогато-белая средняя	2 голубовато-белая средняя	2 голубогато-белая слабая	—	
2 оч. слабая	1 голубоватая, оч. слабая	—	—	
	1 розоватая, оч. слабая	—	—	
Голубая слабая	Голубая средняя	—	—	
1 средняя	1 оранжевая	1 голубая яркая	1 голубая яркая	
1 средняя	—	1 голубая яркая	1 голубая яркая	
2 слабая	—	2 голубая яркая	2 голубая яркая	
1 оч. слабая	1 голубая слабая	—	—	

Материалы по излучению люминесценции минералов

Минералы с фиолетовым и сиреневым свечением в У-Ф, λ 3200—2800 Å

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов	Люминесценция, Å			Катодолюминесценция
			3200—2800 Å	3600 Å	2500 Å	
Апатит	Гранитные пегматиты— со слюдой, кварцем, микроклином, спессартином, бериллом	21	2 яркая 5 средняя 4 слабая	1 розовато-желтая яркая 1 фиолетовая средняя 1 желтая средняя 1 синяя средняя 1 фиолетовая слабая	1 желтая средняя 2 желтая слабая	4 желтая яркая 5 желтая средняя 2 желтая слабая
Апатит	Контактные пегматиты — с флогопитом и кальцитом	12	1 яркая 4 средняя 5 слабая 2 оч. слабая	2 фиолетовая оч. слабая	1 желтая слабая	1 зеленовато-желтая яркая 1 желтая яркая 2 желтая средняя 3 желтая слабая
Апатит	Пегматиты скрещения; в слюдистом сланце	3	1 яркая	1 розовая средняя	—	1 зеленовато-желтая яркая
Апатит	Магматический; в лабрадорите — с эгиритом и лепидомсланом	7	1 яркая 1 средняя	1 розовая слабая	—	2 желтая средняя
Апатит	Контактный — с магнетитом, эпидотом, хлоритом, гранатом, роговой обманкой	17	6 средняя 3 слабая 2 оч. слабая	1 голубая слабая	1 синяя слабая	2 желтая яркая 2 желтая средняя 3 желтая слабая
Апатит	Метаморфический	2	1 средняя 1 оч. слабая	1 желтая слабая	—	1 желтая яркая 1 желтая слабая

Название минерала	Парагенезис и тип месторождения	Количество просмотренных образцов
Апатит	Гидротермальный	7
Апатит	Гидротермальный альпийский тип — с хлоритом; в кварце — с эпидотом	17
Эпсомит	Химические осадки	3

Таблица VII (окончание)

Люминесценция, λ			Катодолюминесценция
3200—2800 \AA	3600 \AA	2500 \AA	
1 средняя 1 слабая	1 голубая оч. слабая	—	1 желтая яркая 1 беловатая слабая
7 средняя 4 слабая 1 оч. слабая	1 розовая слабая 1 голубая слабая 1 фиолетовая слабая	1 синеватая слабая	3 желтая яркая 2 зеленовато-желтая яркая 1 зеленовато-желтая средняя 1 желтая средняя
1 слабая	2 розовая оч. слабая 1 желтая оч. слабая 1 фиолетовая средняя	—	—

В других случаях фотолюминесценция может служить наводящим признаком или хорошей дополнительной константой при определении минерала. Намеченные нами дальнейшие исследования по количественному изучению интенсивности излучения, характеристике спектров люминесценции, корреляции люминесцентных свойств с точным химическим анализом минералов, несомненно, позволят более уверенно говорить о причинах, вызывающих люминесценцию того или иного минерала. Мы надеемся, что полученный и публикуемый нами обширный фактический материал может быть и в этом отношении полезен всем исследователям, которые пожелают потрудиться над этой важной и интересной областью изучения минералов.

ЛИТЕРАТУРА

- Барсанов Г. П. и Шевелева В. А. Материалы по изучению люминесценции минералов. Труды Минер. музея, вып. 4, 1952.
- Барсанов Г. П. и Шевелева В. А. Материалы по изучению люминесценции минералов: II — Карбонаты. Труды Минер. музея, вып. 5, 1953.
- Левшин В. Л. Фотолюминесценция жидких и твердых веществ. Гос. изд. техн. теор. лит., 1951.
- Прингсгейм П. Флюоресценция и фосфоресценция (пер. с нем.). Изд. иностр. литер., М., 1951.
- De - M e n t. Fluorochemistry. N. Y. 1945.