

Министерство образования Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный горный институт
им. Г.В. Плеханова (технический университет)

Кафедра минералогии, кристаллографии и петрографии

ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

080300 «ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ»

Санкт-Петербург
2003

УДК 548.2+548.5 1.549.01:553 (075.83)

ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИЯ: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Санкт-Петербургский горный институт; Сост. *М.В. Морозов, М.А. Иванов*. СПб. 2003. 31 с.

В методических указаниях излагается порядок и правила выполнения лабораторных работ по курсу «Основы кристаллографии, минералогия» студентами специальности 080300 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Также «Указания» могут быть рекомендованы для лабораторных занятий по кристаллографии и минералогии, входящих в программу учебной дисциплины «Месторождения полезных ископаемых» специальности 060800 «Экономика и управление на предприятии».

В «Указаниях» также содержатся рекомендации по подготовке к выполнению лабораторных работ во время, отведенное студентам для самостоятельной работы по данной дисциплине.

Библиогр.: 5

© Санкт-Петербургский горный институт
им.Г.В.Плеханова, 2003 г.

ВВЕДЕНИЕ

На лабораторных занятиях по минералогии студенты учатся тому, что должен уметь каждый геолог: определять минералы, давать обоснованное заключение о происхождении и практической ценности изучаемых образцов. Данные методические указания составлены в помощь студентам, которые хотят этому научиться и с этой целью готовы терпеливо изучать минералогические коллекции.

В процессе выполнения лабораторных работ не только закрепляется материал лекций, но также развивается наблюдательность, умение вырабатывать обоснованные суждения о природе и ценности минералов. Это очень важно, так как именно с наблюдений и раздумий над камнем начинаются исследования, без которых геологу невозможно обойтись в практической научной и производственной деятельности.

В настоящее время открыто около 3,7 тыс. минеральных видов. В большинстве – это минералы редкие, содержащиеся в горных породах и рудах в весьма малых количествах, причем в виде мельчайших кристалликов. Визуально в лабораторных, а тем более в полевых условиях, определить такие минералы не удастся даже опытному минералогу. Для этого требуется знать их химический состав и параметры кристаллической решетки, что можно выяснить лишь с помощью лабораторных методов исследования вещества.

В учебную программу данного курса включены только такие минералы, с которыми геолог сталкивается постоянно при изучении горных пород, рудных тел и осадков. С задачей по их диагностике он может встретиться всякий раз, когда в геологическом маршруте поднимает образец с земли или отбивает его молотком. От того, насколько точно при этом будут определены минералы, нередко зависит оперативное решение важных профессиональных вопросов, прямо или косвенно связанных с открытием месторождений полезных ископаемых. Именно поэтому на занятиях по минералогии очень важно учиться диагностировать минералы средствами и приемами, доступными в полевых экспедиционных условиях.

За единичными исключениями, все минералы обладают кристаллической структурой и поэтому обладают всеми свойствами

кристаллических тел: способностью самоограняться, т.е. образовывать кристаллы, симметрией и анизотропией свойств. Поэтому начальные занятия курса посвящены основам кристаллографии – науки, изучающей свойства кристаллических тел и способы их описания. Наиболее очевидно кристаллические свойства минералов проявляются в облике (морфологии) кристаллов и в характере некоторых механических свойств – спайности, изломе, твердости. Симметрия свойств минералов соответствует симметрии формы кристаллов, поэтому главная задача лабораторных занятий – научиться выявлять симметрию кристаллов и характеризовать симметричные особенности граней.

В методических указаниях приводится план и порядок выполнения лабораторных работ, излагаются требования к оформлению их результатов. В конце приводится список основной методической и справочной литературы, которой рекомендуется пользоваться. В приложениях к тексту представлен образец заполнения специального конспекта свойств минералов и приводится список программных минералов с их кристаллохимическими формулами.

Лабораторные работы подразделяются на два этапа: первый этап – лабораторные работы по кристаллографии, второй – по минералогии. Описания работ и методические рекомендации к ним также сгруппированы по этим этапам.

1. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Основы кристаллографии.

Исходным материалом служат наборы моделей кристаллов кафедры МКП. Исходными образцами для большинства моделей являются реальные кристаллы распространенных в природе минералов. Изготовление таких моделей – весьма трудоемкий процесс, требующий наличия полных данных о расположении граней кристалла, а также высокой квалификации изготовителя. Поэтому все модели кристаллов представляют высокую ценность, и их утрата не может быть легко восполнена. Необходимо обращаться с моделями кристаллов очень бережно.

При определении простых форм кристаллов студент может также воспользоваться набором моделей наиболее распространенных простых форм, в котором каждая модель представляет только одну гранную простую форму, без комбинаций. Этот набор может оказаться полезным при составлении зрительного представления об облике отдельно взятой простой формы и о расположении ее граней относительно элементов симметрии и друг друга.

Минералогия.

Исходным материалом служат учебные коллекции минералов кафедры МКП. Большинство экспонатов этих коллекций представляют собой типичные образцы минеральных видов и важнейших парагенезисов, но некоторые представляют собой редкие, и потому ценные минералогические находки. Коллекции ежегодно пополняются из личных собраний преподавателей и студентов, а также фондов Горного музея.

Лабораторные работы рассчитаны на использование минералогических коллекций двух видов: а) *эталонных*, где каждый образец сопровождается специальной этикеткой, содержащей сведения о названии, химическом составе, парагенезисе и геологических условиях образования минералов; б) *рабочих*, представленных образцами минералов без описания. В тех и других коллекциях минералы систематизированы в соответствии с излагаемой на лекциях классификацией.

При работе с коллекциями следует помнить, что они собирались преподавателями и студентами в геологических экспедициях, на учебных и производственных практиках в течение многих десятилетий и поэтому к ним надо относиться бережно. Необходимо соблюдать следующие правила.

Эталонные коллекции предназначены для знакомства с минералами только по их внешним признакам. Образцы из таких коллекций можно брать в руки, рассматривать под лупой и микроскопом, но нельзя раскалывать, определять их твердость, испытывать химическими реактивами. В противном случае они быстро утратят свой первоначальный вид и потеряют коллекционные качества. А вот образцы из рабочих коллекций, наоборот, предназначены для практических испытаний. При определении физических и химиче-

ских свойств минералов от них можно откалывать небольшие кусочки.

2. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Перед тем, как приступить к лабораторным работам по минералогии, необходимо освоить материал лекций, проработать соответствующие разделы учебника и другой рекомендованной литературы. Опыт многих поколений студентов (начиная с XIX века) показывает, что для быстрого освоения практической минералогии лучше всего вести специальный *конспект свойств минералов*, в который по определенной форме выписываются из учебников, справочников и конспектов лекций важнейшие морфологические, физические и другие характеристики минералов. В нашем институте такие конспекты являются для студентов **обязательным** домашним заданием.

Конспект свойств минералов (приложение 3) составляется каждым студентом самостоятельно – дома или в читальном зале библиотеки. В нем должны содержаться сведения о составе, физических и химических свойствах, условиях образования и практическом значении важнейших минеральных видов, входящих в программу курса. Конспект должен пополняться информацией, получаемой во время лекций и лабораторных занятий, а также данными из научной литературы, которая рекомендована для изучения в качестве дополнительной.

Важно помнить, что значительные затраты времени на составление такого конспекта «окупаются» быстрым освоением большого объема минералогической информации, содержащейся в учебниках. Такого результата значительно труднее достичь только при чтении учебной и научной литературы, так как при конспектировании материала к работе подключаются все виды памяти: зрительная, логическая, моторная, ассоциативная. Особенно важна наглядность конспектируемых признаков минералов, которая обеспечивается процессом перерисовки структурных схем, кристаллов, двойников и других графических приложений.

Немаловажное значение имеют также зарисовки и описания отдельных фактов, которые выясняются на лабораторных занятиях при изучении образцов горных пород и руд.

Работа над конспектом свойств минералов в конечном итоге приводит к составлению краткого справочника по основным породообразующим и рудным минералам. Практика показывает, что многие студенты используют составленный ими конспект свойств минералов также на занятиях по петрографии, геохимии, геологии месторождений полезных ископаемых. Некоторые не расстаются с ним и после окончания института.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ К СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТА СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ

Конспект составляется на развернутых листах общей тетради и имеет форму таблицы (приложение 3). Краткие сведения о минералах заносятся в соответствующие графы, причем на одном листе описывается не более трех-пяти минералов. Зарисовки иногда удобнее выполнять на отдельных небольших листах кальки, вклеивая их в конспект.

В **1-й** графе приводится **название минерала и его кристаллохимическая формула**. После лекции, на которой рассматривается данный минерал, формула должна быть откорректирована. Здесь же указываются изоморфные примеси, имеющие промышленное значение или ощутимо влияющие на свойства минерала. В некоторых случаях следует приводить данные о механических (минеральных) примесях, представляющих значительный практический интерес (например, золото в пирите).

2-я графа посвящена **морфологии минералов и их агрегатов**. Она заполняется в первую очередь выполненными «от руки» зарисовками кристаллов. В подписи указывается сингония минерала, перечисляются основные габитусные кристаллографические формы, дается общая характеристика облика минеральных индивидов, приводятся наиболее характерные и распространенные двойники и агрегаты. Так, в зарисовках должны найти отражение коленчатые двойники касситерита, полисинтетические двойники плагиокла-

зов и т.п. Так как виды минеральных агрегатов могут существенно меняться в зависимости от условий образования, в конспект включаются только некоторые из них, причем наиболее типичные (например, зернистые агрегаты апатита, почковидные формы смитсонита и гётита, параллельно-волокнистые прожилковые выделения хризотил-асбеста и другие).

Наиболее обширная часть конспекта отводится изложению физических и химических свойств минералов (графы 3–10).

При описании **цвета** указывается основная окраска минерала, а иные цвета и оттенки фиксируются как признаки минеральных разновидностей. Цвета вторичных минеральных пленок на поверхности индивидов (побежалость) могут служить важным диагностическим признаком. Не менее важна информация о световых эффектах (иризация, опалесценция и т.п.) в агрегатах некоторых минералов.

В графе 4 необходимо указать границы изменчивости цвета порошка минерала (**черты** на фарфоровом бисквите) и, по возможности, причины изменчивости. Важный диагностический признак некоторых минералов – изменение цвета черты при ее растирании вторым бисквитом (молибденит, антимонит).

В 5-й графе **блеск** минералов следует указывать по общепринятой шкале (металлический, полуметаллический, алмазный, стеклянный), применяя в некоторых случаях дополнительные характеристики для индивидов (смоляной, перламутровый, жирный) и агрегатов (матовый, шелковистый).

В графе 6 приводятся данные о **спайности** минералов с оценкой степени ее совершенства по принятой шкале (весьма совершенная, совершенная, средняя, несовершенная и весьма несовершенная), указывается **количество плоскостей спайности и их ориентировка** – соответствие граням простой кристаллографической формы. В конспекте следует избегать записей «спайность отсутствует», заменяя подобные фразы некоторых устаревших учебников и справочников действительным указанием на несовершенство спайности. Аналогично вместо «заметной» или «ясной» следует указывать среднюю спайность.

Заполнение граф 7 и 8 дополнительных пояснений не требуется. При описании прочих физических свойств минералов в графе 9 следует отметить особенности их проявлений. Например, только моноклинный пирротин проявляет магнитные свойства, а при наличии примеси молибдена свечение шеелита меняется с голубовато-белого на желтое.

В графе 10 отмечаются **химические свойства** минералов, особое внимание уделяется реакциям взаимодействия минералов с различными реагентами, которые могут использоваться как диагностические. При этом следует выбирать только достаточно выразительные по конечным продуктам диагностические реакции, которые не допускают неопределенности в интерпретации.

В графе 11 указываются **геологические процессы**, при которых образуется минерал, а в необходимых случаях также и **физико-химические параметры среды образования**. Приводится состав минеральных парагенезисов, включающий и описываемый минерал. Как правило, упоминаются важнейшие минералы, но в отдельных случаях могут приводиться дополнительно и редкие минералы, имеющие промышленное значение.

В графе 12 следует указать **продукты изменения минералов**, возникшие в результате как поверхностных (экзогенных), так и глубинных (эндогенных) процессов преобразования. Например, важно отметить, что при гидротермальных изменениях роговая обманка переходит в хлорит, а при выветривании на поверхности – в нонтронит. В связи с этим в конспекте не должно быть простого перечисления вторичных минералов: они должны быть увязаны с определенными природными процессами.

В графе 13 в первую очередь отмечается значение минерала для промышленности, сельского хозяйства, науки и техники. В других случаях минерал может представлять интерес как поисковый или оценочный признак, как важный породообразующий минерал.

В графе 14 "**Примечания**" может быть указана распространенность минерала в природе, наличие разновидностей, сведения исторического характера и другие, не вошедшие в предыдущие разделы конспекта.

При составлении конспекта целесообразно придерживаться изложенной на лекциях систематики минералов (приложение 4), а также использовать упрощенные диагностические таблицы, которые хотя и не дают нужного представления о причинно-следственных связях конституции, морфологии, свойств и условий образования минералов, но могут облегчить начинающему минералогу решение задач диагностики.

По мере освоения материала лекций и учебников в конспекте желательно выделять (красным карандашом, фломастером и т.п.) самое важное, что следует учитывать при диагностике и дальнейшем изучении минералов.

4. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1

Определение элементов симметрии кристаллов

Цель работы: научиться определять симметрию кристаллов и описывать ее, используя понятия об элементах симметрии.

Исходный материал: наборы моделей кристаллов.

Решаемая задача: характеристика симметрии кристаллов в терминах элементов симметрии (центр инверсии, плоскости и оси симметрии), составление формулы симметрии и определение сингонии и категории симметрии кристалла.

Объем работы: 3-5 моделей всех категорий симметрии.

Лабораторное обеспечение: наборы моделей кристаллов низшей, средней и высшей категории симметрии, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов (приложение 1), вытяжной шкаф.

Порядок выполнения работы:

- вводная часть занятия посвящается знакомству с практическими правилами определения элементов симметрии кристаллов;
- затем студент получает от преподавателя модели кристаллов, относящиеся ко всем категориям симметрии;
- поочередно для каждой модели:

- определяет и записывает в рабочую тетрадь обнаруженные элементы симметрии, затем составляет формулу симметрии, в соответствии с правилами;
- убеждается, что найденная формула соответствует одному из видов симметрии по таблице (приложение 1), определяет сингонию и категорию симметрии;
- представляет результаты проделанной работы.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии.

Лабораторная работа № 2 **Определение простых форм кристаллов**

Цель работы: научиться определять простые формы кристаллов, находящиеся в комбинациях.

Исходный материал: наборы моделей кристаллов.

Решаемая задача: определение симметрии кристалла, определение количества и типов простых форм.

Объем работы: 4-8 моделей всех категорий симметрии.

Лабораторное обеспечение: наборы моделей кристаллов низшей, средней и высшей категории симметрии, наборы наиболее распространенных простых форм кристаллов, демонстрационные модели кристаллов, таблицы 32-х видов симметрии кристаллов (приложение 1), список наиболее распространенных простых форм кристаллов их с краткими характеристиками (приложение 2).

Порядок выполнения работы:

- вводная часть занятия посвящается знакомству с практическими правилами определения простых форм кристаллов;
- затем студент получает от преподавателя модели кристаллов, относящиеся ко всем категориям симметрии;
- поочередно для каждой модели:
 - определяет и записывает в рабочую тетрадь формулу симметрии, сингонию и категорию симметрии кристалла (используя таблицу 32-х видов симметрии, приложение 1);

- определяет количество простых форм кристалла, определяет число граней для каждой из простых форм, определяет тип простой формы, используя список наиболее распространенных простых форм кристаллов с их краткими характеристиками (приложение 2);
- представляет результаты проделанной работы.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией расположения найденных элементов симметрии и характеристикой простых форм.

Лабораторные работы №№ 3,4

Диагностика простых веществ, сульфидов и их аналогов

Цель работы: научиться диагностировать минералы, относящиеся к простым веществам, сульфидам и их аналогам.

Исходный материал: образцы эталонной и рабочей минералогической коллекции.

Решаемая задача: характеристика морфологии минеральных индивидов (облик, габитус, сингония), типов минеральных агрегатов; определение физических (цвет, цвет черты, блеск, спайность, твердость, хрупкость-ковкость, магнитность и др.), химических и особых свойств минералов, и как итог – диагностика минералов в образцах.

Объем работы: не менее 6 образцов минералов и их агрегатов.

Лабораторное обеспечение: эталонные коллекции минералов, экспозиции минералов на кафедре МКП, наборы шкал твердости, блеска, цвета минералов, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, место для химических испытаний – вытяжной шкаф.

Порядок выполнения работы:

- вводная часть первого занятия посвящается изучению эталонной коллекции минералов, относящихся к простым веществам, сульфидам и их аналогам;

- затем студент получает коробку с образцами минералов, горных пород и руд;
- поочередно для каждого минерала определяет и записывает в рабочую тетрадь диагностические признаки минералов;
- с помощью заранее составленного конспекта свойств минералов диагностирует минералы, характеризует минеральные парагенезисы, вторичные изменения минералов;
- в конце занятия представляет результаты проделанной работы.

Форма представления результатов: в письменном виде с устным отчетом, демонстрацией диагностических признаков минералов непосредственно на образцах, характеристикой парагенезисов, вторичных изменений минералов, выводами о практической ценности минералов.

По аналогичному плану выполняются следующие лабораторные работы:

Лабораторная работа № 5
Диагностика оксидов и гидроксидов

Лабораторные работы №№ 6,7
Диагностика силикатов и алюмосиликатов

Лабораторные работы №№ 8,9
Диагностика минералов группы «солей» (фосфаты, вольфраматы, сульфаты, карбонаты, галогениды)

13. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Основы кристаллографии.

Для успешного выполнения лабораторных работ необходимо ознакомиться со способами определения элементов симметрии кристаллов, выявления взаимосвязей между ними и научиться выявлять грани кристаллов, связанные между собой элементами симметрии, т.е. относящиеся к одной простой форме.

Порядок работы при определении симметрии и простых форм кристаллов

1. Сначала надо внимательно рассмотреть модель кристалла, обратив внимание на повторяющиеся грани, ребра и вершины, который могут занимать место друг друга при поворотах и отражениях кристалла. Таким образом, следует определить количество типов граней, внутри каждого типа грани должны быть равны по форме и размеру (учитывая равенство наложением и зеркальное).

2. Затем следует определить элементы симметрии. Знание правил сложения элементов симметрии может значительно облегчить и ускорить выполнение задания.

- Наличие центра инверсии. Для этого нужно, перебирая все типы граней, класть кристалл выбранной гранью на стол и определять наличие сверху грани того же типа
- Наличие и количество плоскостей симметрии. На данном этапе рекомендуется избегать поворотов модели, т.к. при этом легко сбиться со счета плоскостей симметрии. Следует иметь в виду, что плоскости симметрии проходят через центр тяжести кристалла, его вершины, середины ребер и центры граней кристалла, располагаясь перпендикулярно ребрам и граням, которые они пересекают.
- Наличие, и количество осей симметрии разных порядков. Оси симметрии также располагаются перпендикулярно ребрам и граням, центры которых они пересекают.

3. После того, как все элементы симметрии определены, следует записать формулу симметрии, сингонию и категорию симметрии в соответствии с таблицей 32-х видов симметрии кристаллов (приложение 1). Важно убедиться, что записанная формула симметрии точно соответствует одной из формул в таблице.

4. Определив симметрию кристалла, следует подсчитать число простых форм, т.е. число различных типов граней. В пределах каждого типа грани «меняются местами» друг с другом при поворотах вокруг осей симметрии и отражениях в плоскостях симметрии и центре инверсии.

6. Затем нужно определить названия простых форм, используя список наиболее распространенных простых форм кристаллов (приложение 2), для чего необходимо, зная категорию симметрии кристалла, определить число граней, образующих простую форму, и их расположение относительно элементов симметрии и друг друга.

Форма представления результатов выполнения лабораторной работы

Результаты работы фиксируются в рабочей тетради, представляются преподавателю и сопровождаются устным отчетом. Рекомендуется придерживаться следующей примерной формы записей результатов выполнения лабораторных работ.

Модель № 1.

- $3L_23PC$
- Ромбическая сингония.
- Низшая категория.
- Простые формы:
 - пинакоид – 3 шт.;
 - ромбическая призма – 2 шт.;
 - ромбическая дипирамида.

Модель № 2.

- $4L_33L_23PC$
- Кубическая сингония.
- Высшая категория.

- Простые формы:
 - гексаэдр;
 - октаэдр;
 - ромбододекаэдр;
 - пентагондододекаэдр.

Минералогия.

Перед тем, как приступить к лабораторным занятиям, необходимо составить конспект свойств изучаемого класса минералов. При выполнении лабораторных работ рекомендуется соблюдать следующие условия:

- самостоятельно ознакомиться с экспозициями кафедры и Горного музея, в которых представлены образцы минералов изучаемого класса;
- желательно пользоваться на лабораторных занятиях личными оптическими лупами (лучше всего с увеличением 6^{\times}) и инструментами, предназначенными для препарирования минералов – стальными иглками, штихелями и другими.

Порядок работы при диагностике минералов

1. Сначала надо внимательно рассмотреть образец и определить число содержащихся в нем минералов, наметить последовательность их диагностики по принципу «от простого к сложному».

2. Затем следует определить и зафиксировать в рабочей тетради важнейшие диагностические признаки выбранного минерала (в том виде, в котором он присутствует в выданном преподавателем образце) в той последовательности, в какой охарактеризованы минералы в **конспекте свойств**:

- морфология (облик и габитус кристаллов, тип минерального агрегата);
- цвет кристаллов и агрегатов, цвет черты;
- блеск;
- твердость (по шкале Мооса);
- хрупкость – ковкость (пластичность);

- спайность: а) совершенство; б) число плоскостей; в) кристаллографическая ориентировка плоскостей или величина углов между плоскостями спайности;
- плотность (в случаях, когда образец представлен преимущественно одним минералом);
- особые свойства: магнитность, люминесценция, химические свойства и др.

3. После того, как все перечисленные выше признаки определены, становится возможным определить минерал путем сопоставления его признаков с теми, что представлены в **конспекте свойств минералов и в учебниках**. Следует обращать первейшее внимание на главные, т.е. диагностические свойства минерала, которые должны быть предварительно выделены в конспекте свойств минералов.

4. Важно убедиться, что выбранный вариант диагностики подтверждается парагенезисом данного минерала и наличием в нем типичных вторичных изменений.

6. Только после положительных результатов проверки минерал относят окончательно к тому или иному минеральному виду, к той или иной разновидности, выделяемой по особенностям морфологии, составу, структуре или свойствам.

Форма представления результатов выполнения лабораторной работы

Результаты работы фиксируются в рабочей тетради, представляются преподавателю и сопровождаются устным отчетом. В записях и при отчете указываются только те из признаков, которые отнесены к главным диагностическим, и могут быть непосредственно выявлены в данном образце, а не все, возможные для определенного минерала (т.е. записанные в конспекте свойств минералов).

Рекомендуется придерживаться следующей примерной формы записей результатов выполнения лабораторных работ.

Образец № 1.

Крупнокристаллический агрегат двух минералов

Минералы:

1. **ГАЛЕНИТ** – PbS . Кристаллы величиной 0,5-1,0 см.

- Облик кристаллов – изометрический.
- Цвет – свинцово-серый.
- Черта – свинцово-серая, блестящая.
- Блеск – металлический.
- Твердость – 3, слабо ковкий.
- Спайность – совершенная, три системы плоскостей, ориентированных взаимно перпендикулярно.

2. **СФАЛЕРИТ** – $(Zn,Fe)S$. *Одиночные зерна (5-7 мм в поперечнике), сростающиеся с галенитом.*

- Облик кристаллов – изометрический.
- Цвет – темно-коричневый.
- Черта – светло-бурая, матовая.
- Блеск – алмазный.
- Твердость – 3-4.
- Спайность – совершенная, несколько систем плоскостей, ориентированных под тупым углом друг к другу.
- Под действием разбавленной HCl мгновенно распространяется запах сероводорода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образец состоит из двух минералов: галенита и сфалерита.

Темно-коричневый цвет сфалерита свидетельствует о повышенном содержании в этом минерале изоморфной примеси железа. Образование минералов - гидротермальное. Образец представляет собой ценную в практическом отношении цинково-свинцовую руду, в которой, кроме свинца и цинка, могут содержаться также серебро, золото (в галените), кадмий (в сфалерите).

Образец № 2.

Обломок крупнокристаллического агрегата.

Минералы:

1. **ГРАНАТ (андрадит)** – $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$. Представлен друзой идиоморфных кристаллов ромбододекаэдрического габитуса.

- Габитус кристаллов – ромбододекаэдрический.
- Цвет – темно-коричнево-красный.
- Блеск – стеклянный.
- Твердость 7.
- Спайность весьма несовершенная.
- Характерная для андрадита ассоциация с эпидотом и кальцитом.

2. **ЭПИДОТ** – $Ca_2(Al_2Fe)[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$. Представлен агрегатами игольчатых кристаллов, нарастающих на грани кристаллов андрадита в виде друз.

- Облик кристаллов – удлиненный, игольчатый.
- Цвет – темно-фишашково-зеленый.
- Блеск – стеклянный.
- Твердость – 6.
- Спайность – наблюдается одна плоскость совершенной вдоль удлинения.
- Характерна ассоциация с андрадитом и кальцитом.

3. **КАЛЬЦИТ** – $Ca[CO_3]$. В виде одиночных кристаллов нарастает на андрадит и эпидот.

- Габитус кристаллов – ромбоэдрический.
- Белый, участками бесцветный.
- Три системы плоскостей совершенной спайности по ромбоэдру.
- «Вскипает» под каплей холодной разбавленной HCl.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В образце наблюдается ассоциация минералов, образовавшихся в полости (пустоте), характерная для скарнов в зонах контакта магматических (преимущественно кислых) и карбонатных (известковых) пород, где при участии гидротермальных растворов создаются высокие концентрации Ca, Fe, Al и Si.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторные работы по минералогии с основами кристаллографии – это уроки наблюдений и генетического анализа. Практическая работа с минералогическими коллекциями только и может определить успех в развитии способностей диагностировать и изучать минералы. Начиная эту работу можно посоветовать следующее:

- составляйте хороший конспект свойств минералов – время на его составление окупится знаниями;
- читайте про минералы, одновременно просматривая их образцы, выставленные в учебных коллекциях и в экспозициях Горного музея;
- не останавливайтесь на запоминании информации о минералах – составляйте собственные суждения о предмете исследования; обосновывайте, доказывайте свои выводы;
- учитесь пользоваться минералогической терминологией, для чего читайте учебную литературу внимательно, почаще обращайтесь к геологическим и минералогическим словарям, постоянно следите во время ответов за правильностью своей речи.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Булах А.Г. Общая минералогия. СПб.: Изд. С.-Петербургского государственного университета. СПб, 1999. 356 с.
2. Шафрановский И.И., Алявдин В.Ф. Краткий курс кристаллографии. М.: Высшая школа, 1984.

Дополнительная

3. Краснова Н.И., Петров Т.Г. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. СПб.: Невский курьер. 1997.
4. Лазаренко Е.К. Курс минералогии. 2-е изд. М.: Высшая школа. 1971.
5. Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография. М.: Высшая школа. 1972.

32 вида симметрии кристаллов

КАТЕГОРИЯ	СИНГОНΙΑ	ВИД (КЛАСС) СИММЕТРИИ								
		низшая (нет осей высшего порядка)	триклинная	–	С					
моноклинная			Р	L ₂	L ₂ PC					
ромбическая			L ₂ 2P	3L ₂	3L ₂ 3PC					
средняя (одна ось высшего порядка)	тригональная	L ₃	L ₃ C	L ₃ 3P	L ₃ 3L ₂	L ₃ 3L ₂ 3PC				
	тетрагональная	L ₄	L ₄ PC	L ₄ 4P	L ₄ 4L ₂	L ₄ 4L ₂ 5PC	L _{i4} ⇒ L ₂	L _{i4} 2L ₂ 2P ⇒ 3L ₂ 2P		
	гексагональная	L ₆	L ₆ PC	L ₆ 6P	L ₆ 6L ₂	L ₆ 6L ₂ 7PC	L _{i6} = L ₃ P	L _{i6} 3L ₂ 3P = L ₃ 3L ₂ 4P		
высшая (4L ₃)	кубическая	4L ₃ 3L ₂	4L ₃ 3L ₂ 3PC	3L _{i4} 4L ₃ 6P ⇒ 4L ₃ 3L ₂ 6P	3L ₄ 4L ₃ 6L ₂	3L ₄ 4L ₃ 6L ₂ 9PC				

- L₆ ось симметрии 6-го порядка
- L_{i6} инверсионная ось симметрии 6-го порядка (эквивалентна сочетанию L₃ и перпендикулярной ей P)
- L₄ ось симметрии 4-го порядка
- L_{i4} инверсионная ось симметрии 4-го порядка («содержит в себе» L₂)
- L₃ ось симметрии 3-го порядка
- L₂ ось симметрии 2-го порядка
- Р плоскость симметрии
- С центр инверсии
- = запись формулы без использования инверсионных осей симметрии (вся информация о симметрии сохраняется)
- ⇒ запись формулы без использования инверсионных осей симметрии (при этом часть информации теряется)

Наиболее распространенные простые формы кристаллов

Название	Число граней	Особенности
Низшая категория		
Моноэдр	1	–
Пинакоид	2	Грани параллельны
Диэдр	2	Грани пересекаются
Ромбическая призма	4	Грани попарно (через одну) параллельны
Ромбическая пирамида	4	Все грани пересекаются в одной точке
Ромбическая дипирамида	8	–
Средняя категория		
Моноэдр	1	Грани перпендикулярны главной оси
Пинакоид	2	(оси высшего порядка)
Тригональная призма	3	Грани параллельны главной оси
Тетрагональная призма	4	
Гексагональная призма	6	
Тригональная пирамида	3	Грани пересекают главную ось в одной точке
Тетрагональная пирамида	4	
Гексагональная пирамида	6	
Тригональная дипирамида	6	Грани пересекают главную ось в двух точках А. Нижние грани расположены точно под верхними
Тетрагональная дипирамида	8	
Гексагональная дипирамида	12	
Ромбоэдр	6	Грани пересекают главную ось в двух точках Б. Нижняя грань расположена симметрично между двумя верхними
Тригональный скаленоэдр	12	Грани пересекают главную ось в двух точках В. Нижняя пара граней расположена симметрично между двумя парами верхних

Приложение 2 (продолжение)

Название	Число граней	Особенности
Высшая категория		
Тетраэдр	4	–
Гексаэдр (куб)	6	–
Октаэдр	8	–
Ромбододекаэдр	12	Есть взаимно перпендикулярные грани
Пентагондододекаэдр	12	Нет взаимно перпендикулярных граней
Тетрагонтриоктаэдр	24	Грани расположены симметрично относительно координатных осей (L_4 или L_2)
Тетрагексаэдр	24	Грани параллельны координатным осям (L_4 или L_2)
Гексоктаэдр	48	–

Форма заполнения конспекта свойств минералов

Название, кристалло-химическая формула, примеси	Морфология индивидов (сингония, габитусные формы, облик, главные двойники), агрегаты	Физические свойства						
		Цвет, побелость, прозрачность	Цвет черты	Блеск	Спайность, отдельность, излом	Твердость	Плотность	Магнитные, радиоактивные и другие физические свойства
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПИРИТ $\text{Fe[S}_2\text{]}$ Изоморфные примеси: Co, Ni, Au, Ag. <i>Минеральные примеси:</i> дисперсные включения золота	Кубическая синг. Куб {100}, октаэдр {111}, пентагон-додекаэдр {210} и их комбинации. Изометрический. Часто комбинационная штриховка на гранях куба	Соломенно-желтый с бурями, иногда радужными пленками	Зеленовато-черная	Металлический	Весьма несовершенная	6-6,5	4,9-5,2	Термоэлектрические свойства, слабо проводит электричество
3,5 см	4 см	2 см	1 см	1 см	1 см	1 см	1 см	1,5 см

Примечание: В нижней строке таблицы указана рекомендуемая ширина столбцов в конспекте.

Химические свойства	Геологические процессы образования и парагенезисы	Продукты изменения	Практическое значение	Сходные минералы и др. примечания
Растворимость, разлагаемость, диагностические реакции				
10	11	12	13	14
Растворяется в HNO ₃	<p>Может образовываться в разных условиях: а) эндогенных - в гидротермальных рудных жилах с кварцем, галенитом, сфалеритом и другими сульфидами, также карбонатами и баритом; в колчеданных рудах с пирротинном, халькопиритом, галенитом, блеклой рудой, сфалеритом, золотом; в скарнах с халькопиритом, диопсидом, гранатом, магнетитом; б) экзогенных - в осадочных породах в виде вкрапленников и конкреций с сидеритом, баритом и опалом; составляет псевдоморфозы по органическим остаткам.</p>	Гётит, гидрогётит – результат экзогенного преобразования	Сырье для получения H ₂ SO ₄ . Может служить источником Au и Co.	Мельниковит - черная сажа-стая скритокристаллическая масса.
2 см	7,5 см	2,5 см	2,5 см	1,5 см

СИСТЕМАТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ

Тип I. ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

01. Медь	Cu
02. Серебро	Ag
03. Золото	Au
04. Платина	Pt
05. Сера	S
06. Графит	C
07. Алмаз	C

Тип II. СЕРНИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СУЛЬФИДЫ) И ИХ АНАЛОГИ

08. Халькопирит	CuFeS_2
09. Пирротин	Fe_{1-x}S
10. Пентландит	$(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$
11. Пирит	$\text{Fe}[\text{S}_2]$
12. Халькозин	Cu_{2-x}S
13. Блеклые руды (теннантит-тетраэдрит)	$\text{Cu}_{12}[(\text{As}, \text{Sb})\text{S}_3]_4\text{S}$
14. Антимонит (стибнит)	Sb_2S_3
15. Молибденит	MoS_2
16. Галенит	PbS
17. Арсенопирит	$\text{Fe}[\text{AsS}]$
18. Кобальтин	$\text{Co}[\text{AsS}]$
19. Сфалерит	ZnS
20. Борнит	Cu_5FeS_4
21. Аурипигмент	As_4S_6
22. Реальгар	As_4S_4
23. Киноварь	HgS

Примечание: Кристаллохимические формулы упрощены. Курсивом обозначены минералы для теоретического ознакомления. В скобках даны синонимы и устаревшие названия.

Тип III. КИСЛОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Класс 1. Оксиды и гидроксиды

24. Куприт	Cu_2O
25. Гематит	Fe_2O_3
26. Магнетит	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$
27. Хромит	FeCr_2O_4
28. Ильменит	FeTiO_3
29. Вольфрамит	$(\text{Mn},\text{Fe})\text{WO}_4$
30. Касситерит	SnO_2
31. Гетит, лимонит	$\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$

Минералы марганцевых руд:

32. Пиролюзит	MnO_2
33. Псиломелан	$(\text{Mn}^{4+},\text{Mn}^{2+})_5\text{O}_{10}\cdot(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})_2$

Минералы бокситов:

34. Гиббсит (гидраргиллит)	$\text{Al}(\text{OH})_3$
35. Диаспор	$\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$

36. Корунд	Al_2O_3
37. Кварц, халцедон	SiO_2
38. Опал	$\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$

Класс 2. Силикаты

Подкласс 1 (островной структуры)

39. Оливин	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$
40. Циркон	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$
41. Группа граната:	
Пироп	$\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$
Альмандин	$\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$
Анрадит	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$
Гроссуляр	$\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$
42. Кианит (дистен)	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$
43. Топаз	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$
44. Титанит (сфен)	$\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$
45. Берилл	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
46. Турмалин	$\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$

Подкласс 2 (цепочечные и ленточные структуры)

Группа пироксенов:

47. Диопсид $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
48. Эгирин $\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Группа амфиболов:

49. Актинолит $\text{Ca}_2\text{Fe}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
50. Роговая обманка $\text{NaCa}_2\text{Mg}_4(\text{Al}, \text{Mg}_3)[(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

Подкласс 3 (слоистой структуры)

Группа слюд:

51. Мусковит $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
52. Флогопит $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
53. Биотит $\text{KFe}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
54. Лепидолит $\text{K}(\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{1.5})[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

55. Серпентин $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
56. Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
57. Каолинит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
58. Монтмориллонит $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
59. Хлорит $(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Подкласс 4 (каркасной структуры)

Группа полевых шпатов:

60. Калиево-натриевые п.ш. $(\text{K}, \text{Na})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
61. Плаггиоклазы $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] - \text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
62. Нефелин $\text{Na}_3\text{K}[\text{AlSi}_4\text{O}_4]$

Группа цеолитов:

63. *Стильбит (десмин)* $\text{Ca}_{0.5}\text{Na}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
64. *Натролит* $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Класс 3. Карбонаты

65. Кальцит $\text{Ca}[\text{CO}_3]$
66. *Арагонит* $\text{Ca}[\text{CO}_3]$
67. Доломит $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$
68. Магнезит $\text{Mg}[\text{CO}_3]$
69. Сидерит $\text{Fe}[\text{CO}_3]$
70. Смитсонит $\text{Zn}[\text{CO}_3]$
71. Церуссит $\text{Pb}[\text{CO}_3]$

72. Малахит	$\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$
73. Азурит	$\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$
Класс 4. Сульфаты	
74. Гипс	$\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
75. Ангидрит	$\text{Ca}[\text{SO}_4]$
76. Барит	$\text{Ba}[\text{SO}_4]$
Класс 5. Фосфаты	
77. Апатит	$\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$
Класс 6. Вольфраматы	
78. Шеелит	$\text{Ca}[\text{WO}_4]$

Тип IV. ГАЛОГЕНИДЫ

Класс 1. Фториды	
79. Флюорит	CaF_2
Класс 2. Хлориды	
80. Галит	NaCl
81. Сильвин	KCl

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Исходный материал для лабораторных работ.....	4
2. Подготовка к лабораторным работам	6
3. Рекомендации к составлению конспекта свойств минералов	7
4. Темы и содержание лабораторных работ.....	10
5. Практические рекомендации	14
Заключение	20
Рекомендуемая литература	21
<i>Приложение 1.</i> 32 вида симметрии кристаллов	22
<i>Приложение 2.</i> Наиболее распространенные простые формы кристаллов	23
<i>Приложение 3.</i> Форма заполнения конспекта свойств минералов	25
<i>Приложение 4.</i> Систематика минеральных видов...27	