



Минералы, минералогии, минералогия



1. Естественное обнажение.



О МИНЕРАЛАХ, КРИСТАЛЛАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Начнем, в самом деле, с того, что у нас под ногами. В городе — это асфальт или булыжник. За городом или в деревне — земля, точнее, почва. Чтобы узнать, что находится в земле, нужно выкопать яму. Наверно, каждому приходилось когда-нибудь это делать. Вспомните: сверху лежит почвенный слой с корнями растений, под ним песок, иногда глина, суглинок. Копаем дальше... вот стали попадаться камни, и все чаще и больше... и в конце концов мы добираемся до сплошного твердого камня. Кое-где придется копать очень глубоко, метра два или три, а то и все двадцать. Без экскаватора не справиться. А иногда лопата наткнется на твердое сразу под слоем почвы. Больше везет тем, кто живет в гористой местности, твердые скалы им хорошо знакомы.

Мы с вами проследили *геологический разрез*. Его можно увидеть и в «естественном обнажении» — све-

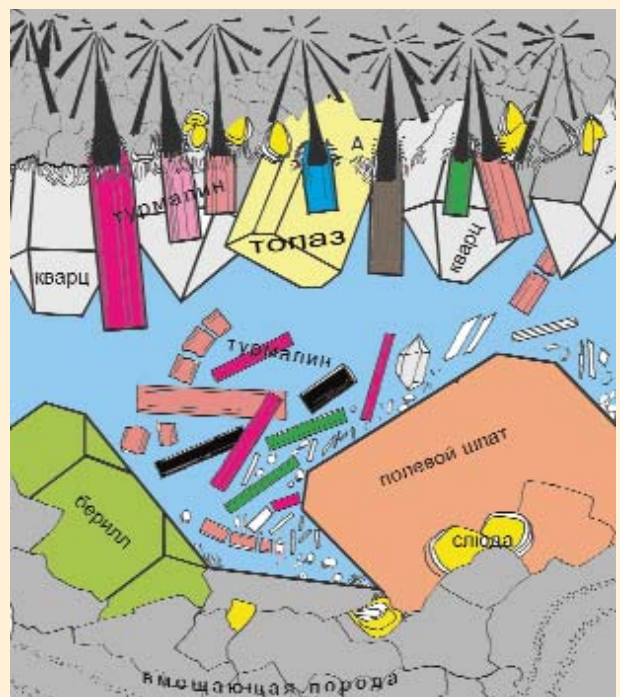
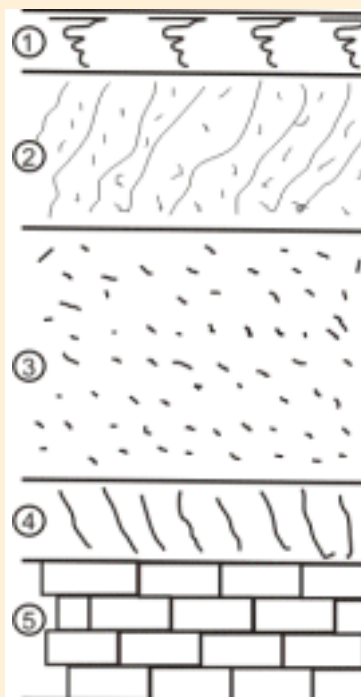
жем береговом обрыве реки (илл. 1), и в бортах карьера (см. илл. 94), где добывают руду или строительный камень. В разных местностях геологический разрез выглядит по-разному. Заведем дневник — записную книжку со страницами в клетку и зарисуем там то, что мы увидели (илл. 2).

Что же мы увидели? Камень, глина, песок — это *горные породы*, то есть те природные материалы, которыми сложена снаружи наша планета. Камни — это обломки твердых горных пород, и у каждой свое название: гранит, известняк, базальт, песчаник... Но где же минералы? Да вот они, перед нами. Вооружимся лупой и внимательно рассмотрим разрез или свежий излом какой-нибудь горной породы. Для этого можно спуститься в метро — настоящий геологический музей, или присмотреться к цоколю здания из природного камня, к постаменту памятника и т.п. Оказывается, не только

2. Геологический разрез.

- 1 — почва, 0.15 м;
- 2 — песок, суглинок, 0.6 м;
- 3 — песок, 1.2 м;
- 4 — глина зелено-черная, 0.3 м
- 5 — известняк.

3. Полость с кристаллами минералов.





4. **Кавансит.** 1.2 см.
Махараштра, Индия.

песок, но и твердая горная порода состоит из отдельных зернышек, то очень похожих друг на друга, как в мраморе, то совсем разных. В куске гранита можно различить сероватые просвечивающие зерна кварца, красноватые или серые зерна полевого шпата, блестящие пластиночки и чешуйки слюды; в куске мрамора — светлые зерна кальцита. Это и есть *минералы* — составные части горных пород. И весь геологический разрез, и все, что мы извлекли из ямы, — это минералы. В песке или граните зерна минералов можно различить с помощью лупы, а иногда и без нее, но некоторые породы приходится рассматривать в сильный микроскоп. Какие именно минералы входят в состав горной породы, каковы их зерна и как они расположены — этим различные горные породы отличаются друг от друга.

Выходит, минералы и в самом деле — повсюду и прямо у нас под ногами.

— Так это и есть те самые минералы, что показывают в музеях и которыми все так восхищаются? Что же в них интересного?

И в самом деле, если бы минералы были только такими невзрачными зернышками, они, наверно, интересовали бы только специалистов. Но иногда попадаются и такие минералы, на которые обратит внимание любой человек. Посмотрите, например, какую прелесть нашли в Индии при строительстве автомобильной дороги (илл. 4). В горных породах иногда бывают полости, где минералы — уже не бесформенные зерна, а хорошо образованные, красивые, иногда очень крупные кристаллы, сростки и другие радующие глаз кристаллические образования (илл. 3). Такие полости — называют их занорышами, гнездами, карманами — вскрываются в стенках горных выработок — карьеров, подземных штолен и штреков и, конечно, в природных (естественных) обнажениях горных пород. Представьте себе такую полость, маленькую или настолько просторную, что в нее можно забраться и поместиться целиком. Американский минералог и художник Венделл Уилсон представил и нарисовал такую полость в старинной уральской Мурзинке, прославившейся замечательными минералами (илл. 6). Уилсон назвал свой рисунок «Царским за-



5. **Датолит** (x15 до 3 см).
Дальнегорск, Приморский край.

норышем»: ввиду особой ценности он объявлен царской собственностью, о чем предупреждает объявление при входе, а также сидящий на пороге военный человек. А со стенок торчат блестящие кристаллы — золотой сон минералога и собирателя! Этого не увидишь ни в одном музее. Такие минералы никогда не валяются под ногами, и мы поговорим о них дальше. А пока возьмем на заметку, что зернышки минералов — это тоже кристаллы. Говоря «минерал», специалист всегда подразумевает *природное кристаллическое тело*.

Понятно, что наше представление о минералах следует уточнить.

Что такое минерал?

О минералах все мы слышим каждый день много раз. Реклама телевидения и радио твердит нам о «минералах» в «формулах» косметики и лекарств, продуктах питания, кошачьем корме и т.д. Но достаточно просто взглянуть (илл. 4, 5, 14) на какие-нибудь

6. «Царский занорыш». Рисунок В. Уилсона.



«Твердость и порядок»

Открытие десятибалльной шкалы твердости – один из самых значительных и в то же время загадочных эпизодов истории науки.

В 1810 году австрийский эрцгерцог Йоганн, покровитель натуралистов и коллекционеров и сам коллекционер, задумал создать минералогическое собрание в «Йоаннеуме», новом учебно-музейном центре, основанном эрцгерцогом в городе Граце. Но, как известно, не так-то просто собрать даже скромную коллекцию минералов. Это в наше время в одночасье на пустом месте возникает целый частный музей; но австрийский эрцгерцог позволить себе такого не мог. Помочь согласился известный минералог Фридрих Моос (1773–1839) (илл. 42). Вместе с помощниками ему предстояло собрать образцы минералов на рудниках и геологических обнажениях.

Но чтобы собирать минералы, надо уметь их распознавать. Как? Химическую лабораторию с собой не возьмешь, минералы предстоит определять на глаз, по внешнему виду. В этом у собирателей достаточного опыта нет, и Моос пытается что-нибудь придумать им в помощь. Например, составить список минеральных видов в порядке твердости, и тогда каждый займет там свое место. Но как найти место неизвестного минерала? Вместе с учениками Моос составляет «шкалу твердости» – набор из 10 образчиков минералов-эталонов, где каждый тверже предыдущего и мягче следующего, и присваивает им условную величину твердости от 1 до 10:

тальк	1	ортоклаз	6
гипс	2	кварц	7
кальцит	3	топаз	8
флюорит	4	корунд	9
апатит	5	алмаз	10

Небольшая коробочка с кусочками минералов-эталонов, необременительная в путешествии (илл. 44), поможет собирателю определять минералы испытанием на твердость.

Новшество оказалось исключительно плодотворным. Десятибалльной шкалой твердости и ныне пользуются все, кому приходится определять или описывать минералы. Правда, теперь ее составляют без алмаза: он дорог и фактически

ки не нужен, так как это единственный минерал тверже корунда. Так что если уж собирателю попался минерал, царапающий корунд, то это может быть только алмаз.

Идея Мооса кажется простой и естественной. Но не случайно назвали ее открытием, потому что 10-балльная шкала Мооса – это действительно открытие, поразительный и загадочный случай научного прозрения. Почему Моос выбрал именно эти минералы-эталоны? И «попал в десятку»? Если сравнить баллы твердости, приписанные Моосом его эталонам, с истинными, «абсолютными» значениями их твердости, измеренными на современных приборах, то получим кривую (илл. 43), которая привлечет внимание имеющего отношение к математике. Ведь это график логарифмической функции! Баллы шкалы Мооса – не что иное, как логарифмы объективных замеров твердости. Тем самым Фридрих Моос предвосхитил открытие психофизического закона Вебера–Фехнера, высказанного лишь полвека спустя: ощущения пропорциональны логарифмам вызвавшей их объективной причины. Исследования, выполненные во второй половине XX столетия, показали, что восприятию человеком соотношения твердостей минералов более всего соответствуют условные эталоны шкалы Мооса. В этом – причина поразительного успеха открытия Мооса. «Остается только удивляться, – заметил академик Н.П. Юшкин, – как удалось Ф. Моосу, не прибегая к обширным экспериментальным работам и аналитическим расчетам, почти интуитивно подобрать минералы в строгой закономерности». Впоследствии много раз вместо них предлагались другие эталоны, предлагалось и увеличить их число, чтобы сделать шкалу более дробной и точной. Но ни одна попытка усовершенствовать шкалу Мооса не оказалась удачной. Открытию Мооса уже больше двухсот лет, изобретены точные и сверхточные приборы для определения твердости, но простая шкала Мооса ничуть не потеряла своего значения.

Сам Фридрих Моос едва ли заглядывал так далеко. Ведь ему просто нужно было дать своим помощникам удобный рабочий инструмент, который уберег бы их от грубых ошибок.

Но его коробочку ждала иная судьба. В наше время ни одно минералогическое описание, ни один справочник не обходится без его эталонов. Величина твердости по шкале Мооса – один из главных опознавательных признаков любого минерала.

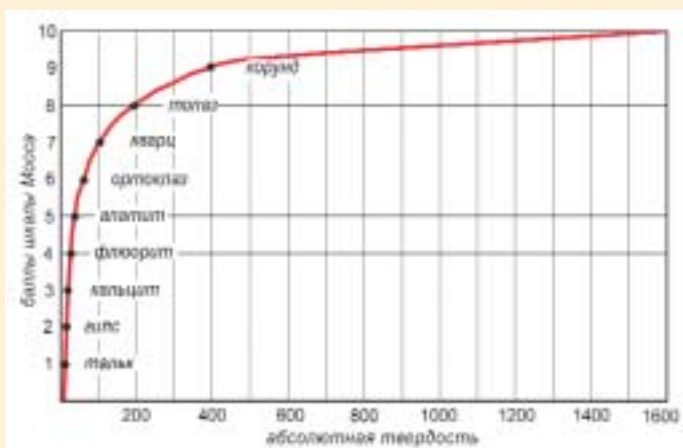
ние *внешних* признаков минералов, хотя сами по себе они ничего не говорят ни о его составе, ни о кристаллической структуре. Конечно, необходимы такие навыки и коллекционеру. Чтобы чувствовать себя в царстве минералов уверенно, нужно знать как можно

больше минеральных видов «в лицо». Это сложнее, чем узнавать грибы в лесу, ведь теперь известно уже более 4800 минеральных видов, а представители одного и того же вида могут внешне отличаться друг от друга гораздо больше, чем рыжик от сыроежки или кош-

42. Фридрих Моос, 1773–1839.



43. Абсолютная твердость и шкала Мооса.





44. Первая шкала твердости, составленная Ф. Моосом. Музей Йоханнеум, Грац, Австрия.

45. Апофиллит. Кристаллы до 3.4 см. Пуна, Индия.

ка от кролика. За сотни лет минералоги разработали множество практических приемов, проб и специальными таблицами для определения минеральных видов. Весьма эффективен при определении минералов старинный «метод паяльной трубки»¹.

В опознании минералов внешние признаки играют разную роль. Цвет — самый заметный признак, но и самый обманчивый. Одни минералы всегда окрашены одинаково: малахит — всегда зеленый, азурит — синий, реальгар — оранжево-красный и т.д. В то же время другие минералы разнообразны по окраске, и для них цвет не может служить опознавательным признаком. Например, кристаллы апатита (илл. 46) бывают серыми, голубыми, зелеными, оранжевыми, коричневыми, ярко-желтыми, фиолетовыми, а также в совершенно бесцветными и полихромными. Более надежный признак — твердость. Все кристаллы апатита имеют одну и ту же твердость независимо от цвета. Но в отличие от окраски, твердость приходится определять специальной пробой. В толковых руководствах процедура определения минерала и начинается с определения твердости. Относительную степень твердости нетрудно определить подручными средствами или с помощью 10 минералов-эталонов, набор которых называется «шкалой твердости Мооса». Царапая друг другом определяемый минерал и эталоны, определяют, какой из них тверже.

Инструкции по определению твердости минералов можно найти в Интернете (см., например, <http://www.mir-kamnej.ru/hardscale.html>;

http://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала_Мооса,

<http://www.kubera.narod.ru/kluch/ot.htm> и др.).

46. Кристаллы апатита.



Кроме эталонов шкалы Мооса, для испытаний на твердость можно использовать подручные предметы: на минералах твердостью 1 остается след при скоблении ногтем; минералы твердостью 2 царапаются, но не скоблятся ногтем; минералы твердостью 3 царапаются медной проволокой (оголенным концом медного провода); минералы твердостью 4 легко царапаются стальным ножом; минералы твердостью 5 с трудом царапаются стальным ножом; минералы твердостью 6 царапаются напильником; минералы твердостью 7 царапают стекло; минерал твердостью 9 легко царапает топаз (и в таком случае можно быть уверенным, что это корунд, единственный на сегодня минерал с твердостью 9).

Важно: данные о твердости минералов, которые приведены в справочниках и определителях, относятся к свежим кристаллическим поверхностям. Если же минерал находится в форме сферолита, зернистого агрегата и т.п., или испытываемая поверхность носит следы выветривания, испытание покажет заниженный результат.

А как же со «второстепенными» различиями? Минералы, принадлежащие к одному и тому же минеральному виду, могут отличаться друг от друга цветом, особенностями строения и просто величиной и формой. Среди них выделяют *разновидности*. Множество разновидностей имеет, например, минеральный вид кварц. Аметист (илл. 23), морион (илл. 47), цитрин (илл. 48) — разновидности кварца по окраске;

¹ — Пилипенко П.П. и Калинин П.В., Определитель минералов при помощи паяльной трубки. М.-Л.: Госгеолыздат, 1947 (<http://klopotow-narod.ru/soveti/trubka.html>); Зильберминц В.А., Руководство и таблицы для определения минералов. М.-Петроград: Госиздат, 1923.