

ОЧЕВИДЕЦ  ОБО ВСЕМ НА СВЕТЕ

КАМНИ И МИНЕРАЛЫ



Срез септарного
желвака



Гранат-хлоритовый сланец



Киноварь



Гематит



Гипсовая роза
пустыни

Уэнлокский известняк
с трилобитовыми
окаменелостями



Гранит





Опал

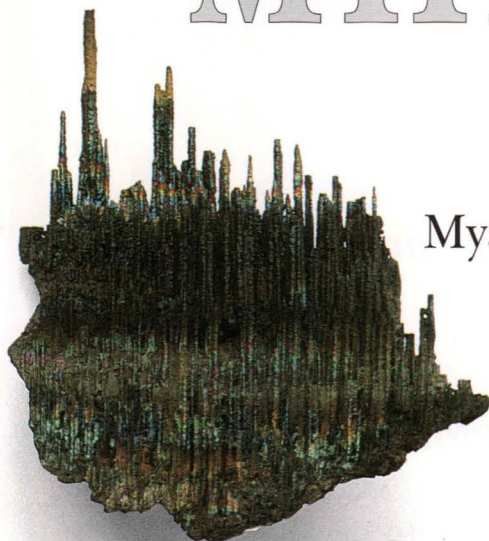
ОЧЕВИДЕЦ  ОБО ВСЕМ НА СВЕТЕ



Ограненные турмалины

КАМНИ И МИНЕРАЛЫ

Авторы текста
Д-р Р. Ф. Саймз
и сотрудники
Музея естественной истории,
Лондон



Малахит



Пирит



Обсидиан



Сера



Нефритовый «тики»



Лабрадор



ДОРЛИНГ КИНДЕРСЛИ
Лондон • Нью-Йорк • Штутгарт • Москва
Книга подготовлена в сотрудничестве с
МУЗЕЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ • ЛОНДОН



Зубило

УДК 549.0
ББК 26.31
С 14

Геологический молоток



A DORLING KINDERSLEY BOOK

Перевод с английского Алексея Щербакова
Консультант русского издания Валентина Краснова
Главный редактор Елена Мирская
Редактор Елена Казакевич
Корректор Елена Рудницкая

Специальные съемки

Колин Китс (Музей естественной истории, Лондон)
и Андреас Айнзидель

Консультанты

д-р Р.Ф. Саймс (Музей естественной истории, Лондон)
и д-р Уинди Кирк (Юниверсити-Колледж, Лондон)

Серия «Eyewitness® Guide» была разработана
издательством «Дорлинг Киндерсли Лимитед»
совместно с издательством «Галлимар»

Оригинальное название
«Eyewitness Guides - ROCK&MINERAL»

Впервые опубликовано в Великобритании в 1988 г.
издательством «Дорлинг Киндерсли Лимитед»,
WC2E 8PS Лондон, Генриетта-стрит, 9

На русском языке опубликовано в 1996 г.
Переиздания: 1997, 1999

© 1988 «Дорлинг Киндерсли Лимитед», Лондон
© 1988 Текст «Дорлинг Киндерсли Лимитед», Лондон
© 1988 Иллюстрации «Дорлинг Киндерсли Лимитед», Лондон

СЛОВО/SLOVO

*Издание подготовлено издательством «Дорлинг Киндерсли»
для издательства СЛОВО/SLOVO. Исключительные права
на распространение книг «Дорлинг Киндерсли» на русском
языке принадлежат издательству СЛОВО/SLOVO.*

109147, Москва, ул. Воронцовская, 41.
Тел.: (095) 912-0113, 911-6133.

Все права на копирование зарегистрированы.
Ни одна часть данной публикации не может быть
воспроизведена или использована в какой-либо форме
и каким-либо способом, электронным или механическим,
включая фотокопирование, магнитную запись или
какие-либо другие способы хранения и воспроизведения
информации, без предварительного письменного разрешения
обладателя права на копирование.

ISBN 0-7513-8665-0 (Великобритания)
ISBN 5-85050-541-5 (Россия)

Цветоделение – «Колорскан», Сингапур
Отпечатано в типографии «Неография», Словакия







Камея из халцедона

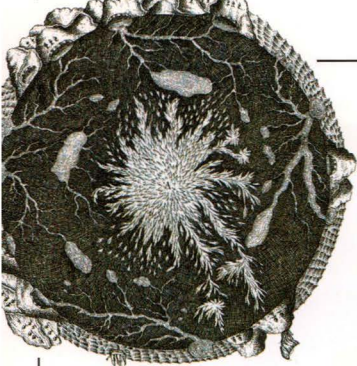


Лупа

Необработанная
и полированная
галька

Содержание

Земля	6	Ограненный цитрин		Прозрачный топаз	
Горные породы и минералы	8	Баритовая роза пустыни		Ограненный аметист	
Как образуются горные породы	10				
Выветривание и эрозия	12				
Горные породы на берегу моря	14				
Магматические породы	16				
Вулканические породы	18				
Осадочные породы	20				
Пещеры в известняках	22				
Метаморфические породы	24				
Мрамор	26				
Первые кремневые орудия труда	28				
Каменные орудия труда	30				
Красители	32				
Строительный камень	34				
История угля	36				
Ископаемые	38				
		Породы из космоса	40		
		Минералы в породах	42		
		Кристаллы	44		
		Рост кристаллов	46		
		Свойства минералов	48		
		Драгоценные камни	50		
		Декоративные камни	52		
		Малоизвестные самоцветы	54		
		Рудные минералы и металлы	56		
		Драгоценные металлы	58		
		Огранка и полировка камней	60		
		Коллекционирование камней	62		
		Указатель	64		



Древние полагали, что в центре земного шара пылает огонь

Земля

Земля – одна из девяти планет, обращающихся вокруг Солнца. Возраст ее составляет примерно 4600 млн. лет. Ученые-геологи изучают горные

породы, из которых состоит земная кора, чтобы получить представление об истории развития нашей планеты. Современная техника позволяет бурить в земной коре скважины глубиной всего несколько километров, поэтому пока нельзя добыть образцы из самой мантии. Горные породы и минералы, изображенные здесь, исключительно разнообразны и обладают важными свойствами, о которых подробно расскажет эта книга.

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

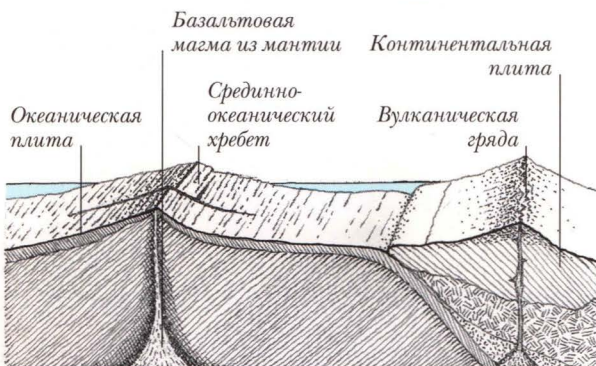
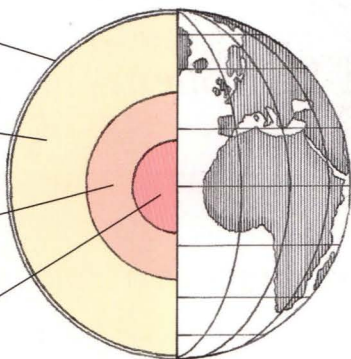
Земля состоит из трех главных частей: ядра, мантии и коры. Кора и верхняя мантия образуют континентальные и океанические плиты, которые медленно движутся по подстилающей мантии. Чем ближе к центру Земли, тем выше температура и давление.

Земная кора толщиной 6-70 км

Твердая мантия толщиной примерно 2900 км

Расплавленное внешнее ядро толщиной примерно 2300 км

Твердое внутреннее ядро радиусом примерно 1200 км



ДВИЖУЩИЕСЯ ПЛИТЫ

При столкновении плит возникают горные хребты, подобные Гималаям. В океане вещество мантии заполняет разрывы между плитами, образуя хребет. В других местах океанические плиты затягиваются под континентальные, что вызывает извержения вулканов.

МОРСКАЯ ГАЛЬКА
Галька образуется из обломков горных пород, обкатанных прибрежными волнами (с. 14-15).



ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ
Платина, серебро и золото – ценные и редкие металлы (с. 58-59).

ГАБИТУС КРИСТАЛЛОВ
Форма и размеры граней кристалла определяют его облик, или габитус (с. 46-47).

Кубики пирита

РУДЫ
Из руды добывают большинство полезных металлов (с. 56-57).



Ограненный цитрин, разновидность кварца



Оловянная руда касситерит из Боливии



Алмаз в кимберлите

ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ
Это редкие, твердые и красивые минералы, поддающиеся огранке. В основном они используются в ювелирном деле (с. 50-55).



Кристаллы кварца из Франции

КРИСТАЛЛЫ
Многие минералы встречаются в природе в виде кристаллов – твердых многогранников, обладающих определенной симметрией (с. 44-47).

Ракушечный известняк



ИСКОПАЕМЫЕ
В некоторых породах сохраняются остатки или отпечатки древних растений или животных (с. 38-39).



Кварцитовая морская галька

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Большинство горных пород образовалось из расплавленной магмы (с. 16-17).



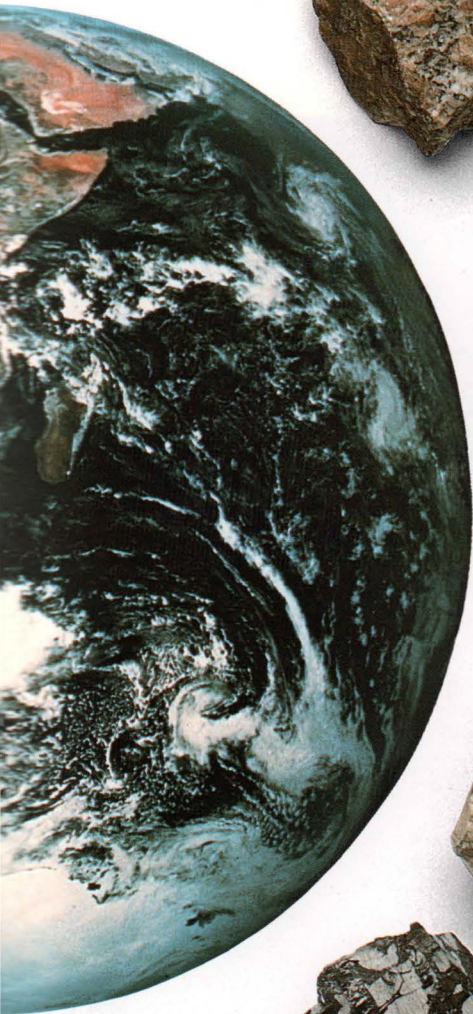
Гранит

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Многие типы горных пород и лав образуются в результате вулканической деятельности (с. 18-19).



Гавайская канатная лава



Известняк каменноугольного периода



ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

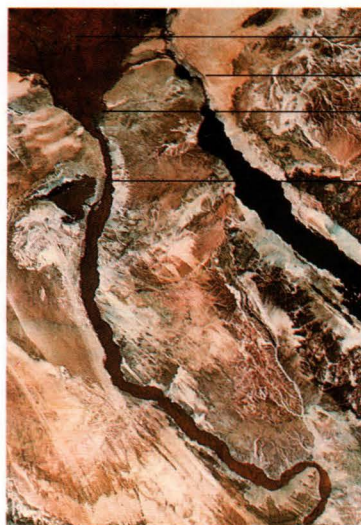
Эта группа горных пород формируется в результате уплотнения осадков, образующихся при разрушении других пород (с. 20-23).



Антрацит, самая твердая разновидность угля

УГОЛЬ

Эта осадочная горная порода образуется в результате окаменения остатков отмерших растений (с. 36-37).



Дельта
Суэцкий канал
Город Каир
Река Нил

СНИМОК РЕКИ НИЛ ИЗ КОСМОСА

Река Нил размывает обломки горных пород в Центральном Египте и переносит их в дельту и море, где со временем из них образуются осадочные горные породы (с. 11, 20).



Холмы Ингито, Восточно-Африканская рифтовая долина
Сухое озеро Амбосели
Горный хребет Чулуу (Кения)
Гора Меру
Гора Килиманджаро
Долина реки Пангани
Ледники Кибо

СНИМОК ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ СО СПУТНИКА

На разных горных породах формируется разный ландшафт: вулканические породы слагают горные массивы (с. 18), а эвапоритовые осадки (с. 21) – котловины высохших озер.



Джеймс Геттон (1726-1797), один из основоположников геологии

Горные породы и минералы

Горные породы – это природные соединения из одного или нескольких минералов. Некоторые породы содержат только один минерал, например кварцит (чистый кварц) и мрамор (чистый кальцит). Большинство, однако, состоит из нескольких минералов. Минералы – это природные неорганические соединения, имеющие определенный химический состав и строгий порядок расположения атомов. Здесь представлены две горные породы – гранит и базальт – и образцы слагающих их минералов. Породообразующие минералы подробно описаны на с. 42-43.

ГРАНИТ И ГЛАВНЫЕ СЛАГАЮЩИЕ ЕГО МИНЕРАЛЫ

Обычно в горной породе присутствует несколько минералов. Размер и форма их зерен зависят от условий, в которых шло образование породы. В грубозернистой магматической породе (граните) хорошо видны три основных слагающих ее минерала: кварц (серые зерна), полевые шпаты (розовые и белые) и слюда (черные).



Кварц

Слюда

Полевой шпат

БАЗАЛЬТ И ГЛАВНЫЕ СЛАГАЮЩИЕ ЕГО МИНЕРАЛЫ

Базальт состоит в основном из трех минералов: оливина, пироксена и полевого шпата плагиоклаза. Но в тонкозернистой породе их не всегда можно различить невооруженным глазом. Этот оливковый базальт был найден в кратере вулкана Килауэа на Гавайях.



ОЛИВИН

Прозрачные зеленые кристаллы оливина встречаются относительно редко и известны под названием перидот (с. 54).



Кристалл авгита

ПОЛЕВОЙ ШПАТ

Лабрадор – полевой шпат группы плагиоклаза – найден на полуострове Лабрадор (Северная Америка). Он очень красиво окрашен.



Видны переливы синего и оранжевого цветов (иризация)

КВАРЦ

Хорошо развитые кристаллы кварца могут быть молочно-белого цвета.



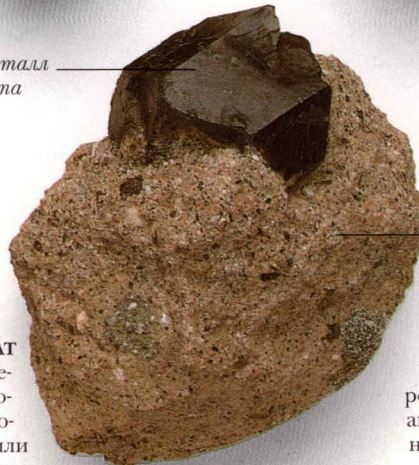
СЛЮДА

Черный биотит (вид слюды) легко расщепляется на тонкие, как вафли, пластинки.



ПОЛЕВОЙ ШПАТ

Кристаллы полевого шпата ортоклаза бывают молочно-белыми или бледно-розовыми.



Основная масса (матрикс) породы

ПИРОКСЕН

Этот хорошо развитый одиночный черный кристалл пироксена авгита родом из Италии. Кристаллы авгита встречаются в различных магматических породах.

Разные формы горных пород

Горные породы необязательно бывают твердыми и неподатливыми: сыпучий песок и влажная глина — это тоже горные породы. Зерна минералов в породе могут быть разных размеров: от нескольких миллиметров в тонкозернистой вулканической породе до нескольких метров в гранитном пегматите.



ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВНУТРИ ПОРОДЫ

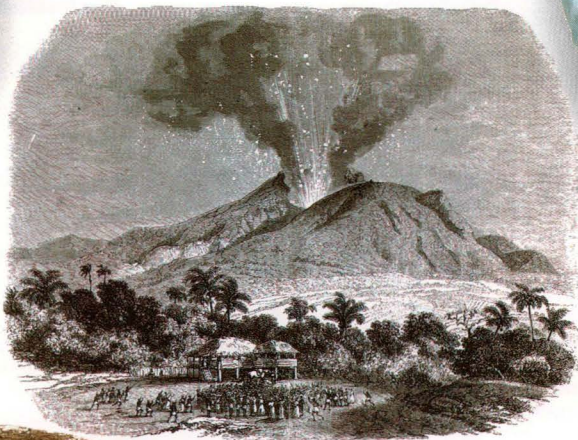
Желваки осадочной горной породы аргиллита (их называют также конкрециями или септариями) образуются в результате перераспределения минералов в породе под воздействием грунтовых вод. Трещины внутри желвака заполнены кальцитом.



КРИСТАЛЛЫ В МИНЕРАЛЬНОЙ РУДЕ

Оранжево-красные таблитчатые кристаллы вольфенита из Аризоны (США) найдены в рудной жиле, содержащей свинец и молибден.

Извержение вулкана Мон-Пеле, остров Мартиника, 5 августа 1851 г.

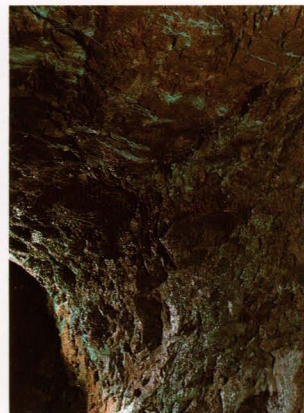


ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

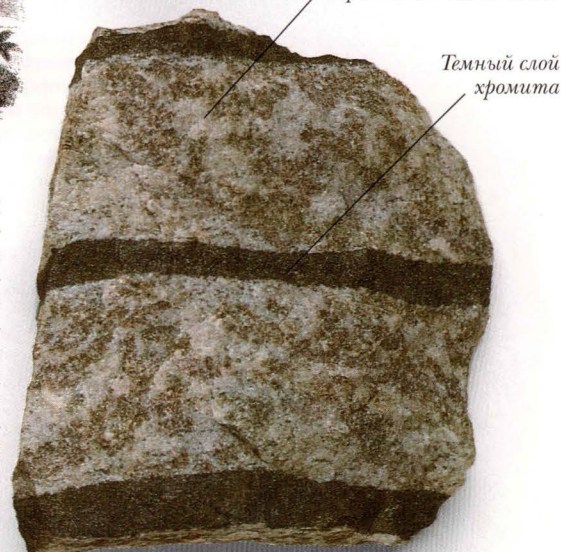
Несмотря на необычную внешность, «волосы Пеле» с точки зрения геологии — горная порода. Это золотисто-коричневые похожие на волосы нити базальтового стекла с редкими включениями мельчайших кристаллов оливина. Они образуются во время извержения маловязкой базальтовой лавы под действием сильного ветра и тока газов.



ЭВАПОРИТОВЫЕ ПОРОДЫ
Такие породы возникают при испарении воды. Сталактиты формируются из веществ, оседающих по мере испарения стекающей воды (с. 22). Этот живописный голубовато-зеленый сталактит состоит из минерала халькантита (сульфат меди) и вырос там, где в рудник просачивалась насыщенная медью вода.



Отложения медного минерала халькантита на кровле горной выработки



Светлая полоса пироксена и плагиоклаза

Темный слой хромита

РАССЛОЕННЫЕ ПОРОДЫ

Норит — магматическая порода, состоящая из пироксена, плагиоклаза и хромита (богатый хромом минерал). В этом образце из Южной Африки темные и светлые минералы откладывались отдельно, поэтому порода получилась расслоенной. Темные прослойки хромита — руда, из которой добывают хром.

Как образуются горные породы



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ — это непрерывные циклы перераспределения химических элементов, минералов и горных пород в недрах и на поверхности Земли.

Процессы в земных недрах, например метаморфизм и горообразование, приводятся в действие внутренним теплом Земли. Поверхностные процессы, например выветривание, вызваны солнечной энергией.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНОВ

При извержении вулканов на земную поверхность изливается магма — расплавленные породы земной коры и верхней мантии. В результате образуются эффузивные магматические породы (с. 16). Самый обычный пример — базальт.

Базальтовая лава из лавового потока на Гавайях



Габбро, крупнозернистый базальт из Финляндии

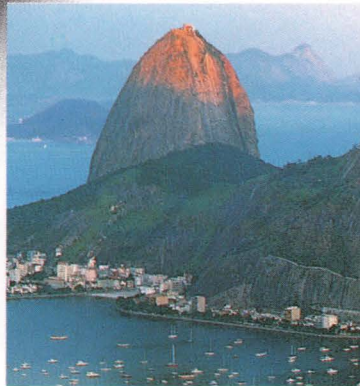


МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Интрузивные магматические породы (с. 16) образуются из расплавленной магмы. Их также называют плутоническими — по имени Плутона, древнегреческого бога подземного мира. Из таких пород, например гранита, в горных поясах формируются гигантские массивы — батолиты.



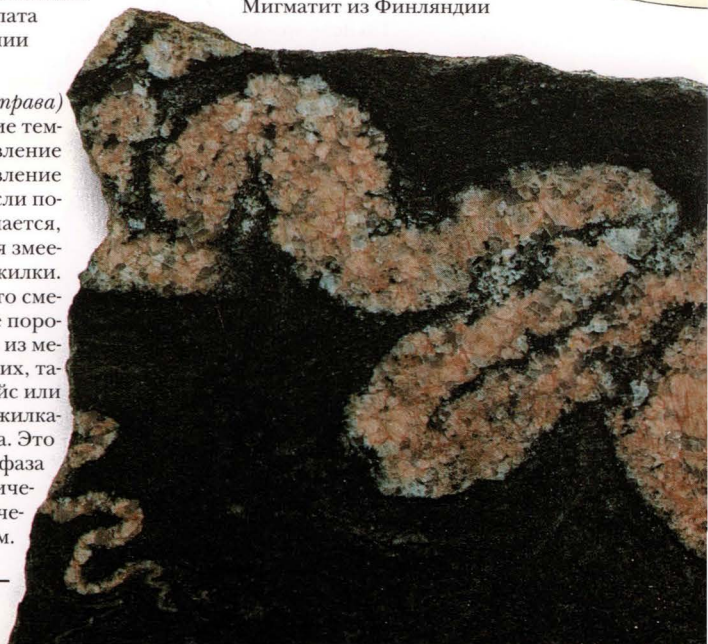
Гранит с крупными кристаллами розового полевого шпата из Северной Англии



ОСТАНЕЦ
Гора Сахарная Голова в Бразилии — это интрузивные магматические породы, оказавшиеся на земной поверхности в результате выветривания окружающих пород.

ПЛАВЛЕНИЕ (справа)

Иногда высокие температуры и давление вызывают плавление горных пород. Если порода затем сжимается, в ней образуются змеевидные прожилки. Мигматиты — это смешанные горные породы, состоящие из метаморфических, таких, как гнейс или сланец, с прожилками гранита. Это переходная фаза от метаморфических к магматическим породам.

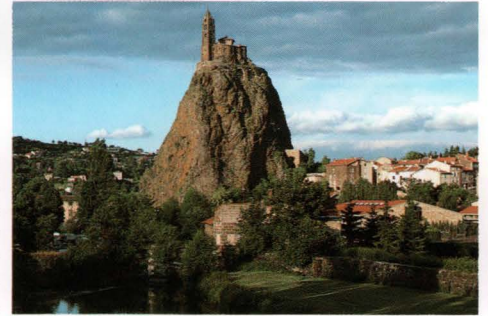


Мигматит из Финляндии



Андезит, образовавшийся при извержении вулкана на Соломоновых островах в Тихом океане

Чистый кварцевый песок — результат выветривания гранитов или песчаников



ВУЛКАН-ПАМЯТНИК

Необычного вида гора Ле-Пуи-де-Дом (Франция) — это лавовая пробка, образовавшаяся в жерле древнего вулкана.



ВЫВЕТРИВАНИЕ

Погодные условия изменяют химический состав горных пород или приводят к их механическому разрушению (с. 12) и образованию осадков. Например, песок образуется из пород, содержащих кварц, а глины — из пород, богатых полевым шпатом.



Вследствие выветривания образуются глины — важная составная часть почв

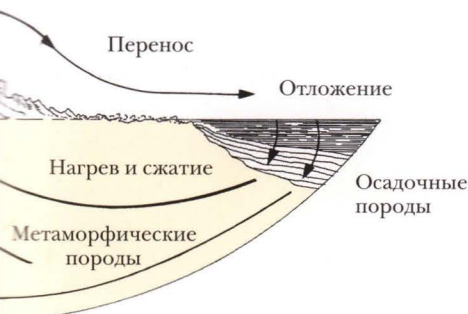


ПЕРЕНОС РЕКАМИ

Как видно на этом снимке из космоса, реки переносят частицы горных пород из одного района в другой. Только река Миссисипи ежедневно откладывает в дельте тысячи тонн каменных обломков.

ЦИКЛ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОРОД

Этот непрерывный круговорот происходит на протяжении уже многих миллионов лет.



Гнейс — полосчатая метаморфическая порода



Гранит

Гнейс



Слюдяной сланец из метаморфизированных аргиллитов

МЕТАМОРФИЗМ

Чем глубже залегает горная порода, тем больше давление и выше температура. Сжатие и нагрев — причина изменения горных пород, когда составляющие их минералы перекристаллизуются. Такие породы называются метаморфическими (с. 24).

ОТЛОЖЕНИЕ ОСАДКОВ

Осадки переносятся реками, а в пустынных районах — ветром. Там, где скорость течения снижается, как, например, при впадении реки в озеро, осадок ложится слоями разных по величине частиц. В дальнейшем при уплотнении этих слоев образуются осадочные породы (с. 20).



Слоистый песчаник из Арканзаса (США)



Полосчатый аргиллит из Уганды



Возраст этого пустынного песчаника из Шотландии — около 200 млн. лет

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

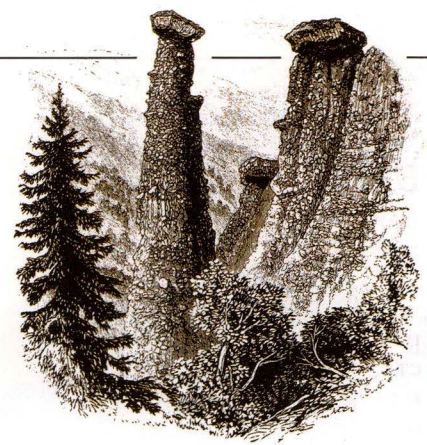
В Шотландии, богатой метаморфическими породами, на поверхности кристаллических сланцев выступают кварцевые жилы.

Кварцит, измененный песчаник, образовался под давлением в недрах Земли



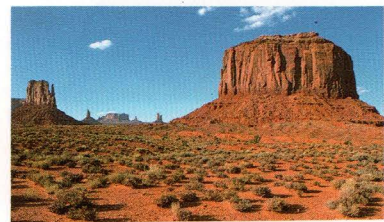
Выветривание и эрозия

ВСЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ на земной поверхности разрушаются. Выветривание — это разрушение пород под действием химических, механических или органических факторов. Дождь, замерзание и оттаивание, шлифующее действие воды, ветра и льда — все это приводит к выветриванию горных пород.



Ветровая эрозия Температурное выветривание

Горные породы постоянно обтачивает ветер, насыщенный осадочными частицами.



ДОЛИНА МОНУМЕНТОВ (АРИЗОНА, США)

Выветривание приводит к образованию гор-останцов (бьюттов).

ВЕТРОВАЯ АБРАЗИЯ

Ветер разрушает мягкие слои горных пород, и более твердые слои выступают наружу, как в этом образце породы из пустыни в Сомали.



ИСТИРАНИЕ ПЕСКОМ

Эоловые трехгранники — это огранные пустынные гальки, обработанные надуваемым на них песком.

Расширение и сжатие при изменениях температуры приводит к разрушению горной породы. Дробление происходит также, когда вода в породе, замерзая, расширяется.



Песчаник сформировался из песка, накопившегося в пустыне 200 млн. лет назад

Песок из пустыни в Саудовской Аравии



ПОРОДЫ ПУСТЫНИ

Породы, сформировавшиеся в условиях пустыни, где осадки переносятся ветром, часто имеют рыжеватую окраску и состоят из характерных округлых песчаных зерен.



ЛАНДШАФТ ПУСТЫНИ

Ветер и резкие перепады температур формируют причудливые безжизненные ландшафты пустыни Сахара.

ВЫВЕТРИВАНИЕ ШЕЛУШЕНИЕМ

Сфероидальное, или луковичное, выветривание — это отщепление слоев, как в луковице, с поверхности породы при колебаниях температуры.



Тонкозернистый долерит

Луковичное выветривание долерита



Вследствие перепадов температур слои породы отщепляются, как луковая шелуха

Химическое выветривание

Лишь немногие минералы не растворяются кислотной дождевой водой. Минералы, растворенные на поверхности, переносятся в почву и подстилающие породы и там переотлагаются.

Железная шляпа (окисленная сульфидная руда)



Неизмененный гранит

Выветренный гранит



ИЗМЕНЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

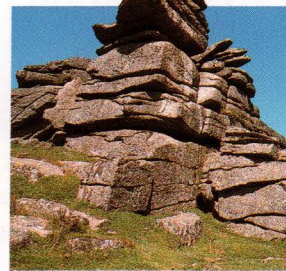
Вода при замерзании расширяется и раскалывает гранит. Составляющие его минералы химически изменяются, образуя рыхлые куски породы.



Вторичные минералы

ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Химическое выветривание рудной жилы вызывает перераспределение минералов. Яркоокрашенные минералы (их называют вторичными) — результат отложения растворенных минералов.



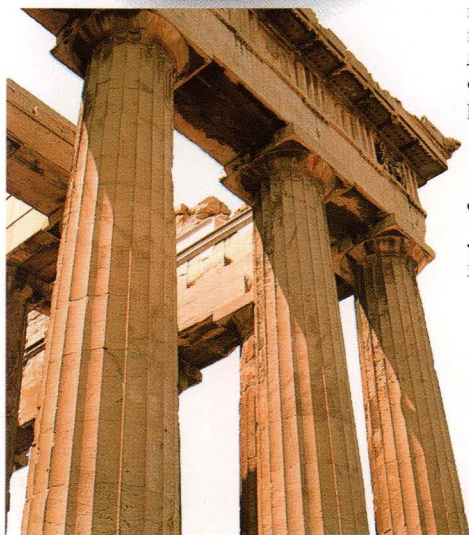
ГРАНИТНЫЕ ТОРЫ

Торы, округлые скалы, образуются из останцов, когда окружающие их породы уже сглажены эрозией. На фото: гора Хэй-Тор (Дартмур, Англия).



ТРОПИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ

В тропическом климате кварц растворяется и вымывается из почвы, а полевые шпаты превращаются в глинистые минералы. Они могут накапливаться в виде боксита (с. 56).



ПАРФЕНОН (АФИНЫ, ГРЕЦИЯ)

Содержащиеся в воздухе вещества вызывают сильную эрозию камня. Это хорошо видно на колоннах древнегреческого Парфенона.

Ледниковая эрозия

Ледники движутся вместе со вмержшими в них обломками горных пород. Движение смерзшейся массы вызывает дальнейшую эрозию подстилающих пород.

Крупный обломок породы

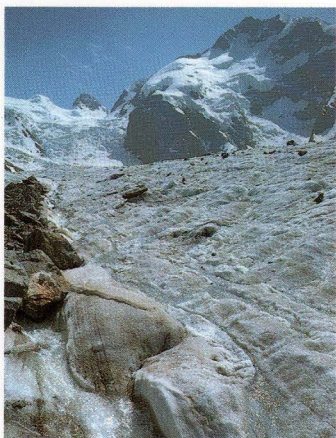


Царапины, оставленные ледником



ИШТРИХОВАННАЯ ПОРОДА

Этот известняк из Гриндельвальда (Швейцария). Глубокие борозды на нем (штриховка) были процарапаны обломками горных пород, вмержшими в движущийся ледник.

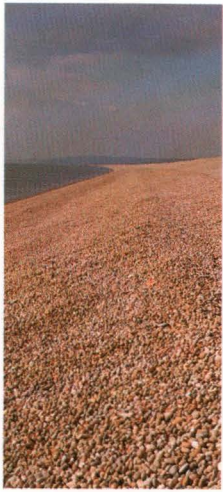


ЛЕДНИК МОРТЕРАШ В ШВЕЙЦАРИИ (слева)

Ледники — основная причина эрозии в горных районах.

ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Тающий ледник оставляет тилль — осадок в виде перетертых обломков горных пород (от крошечных зернышек до крупных валунов). Из древних тиллей образуются твердые горные породы — тиллиты. На снимке — образец с хребта Флиндерс (Южная Австралия), где оледенение произошло около 600 млн. лет назад.



Галька на пляже Чесил (Англия)

Горные породы на берегу моря

На морском побережье можно наблюдать действие геологических процессов. У подножия береговых обрывистых скал откладываются падающие сверху грубые обломки пород. Море постепенно их измельчает и сортирует по размеру на гравий, гальку, песок и ил. Осадки разного размера откладываются отдельно и становятся основой для будущих осадочных пород (с. 20).

СОРТИРОВКА ЗЕРЕН

На пляже гальку сортируют волны и приливы. Вода приносит с прилегающей территории песок, состоящий из чистого кварца, так как другие породообразующие минералы непрерывно вымываются волнами.



Крупная грубая галька

ПРЫГУЧИЕ КАМЕШКИ

Каждый школьник знает, что «блинчики» по воде пускают плоскими круглыми камешками. Обычно это обломки осадочных или метаморфических пород, легко расщепляющихся на пластинки.



Слюдяной сланец



Шиферный сланец

Желвак пирита неправильной формы



СКРЫТЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Невзрачные с виду желваки пирита часто встречаются в слоях мела. При раскалывании обнаруживается их эффектное кристаллическое строение в виде радиальных лучей.

МЕСТНЫЕ КАМНИ

По гальке можно судить о породах данной местности. Это обломки метаморфических пород, залегающих по соседству с пляжем, обкатанные в форме плоского диска.



ЯНТАРНАЯ ГАЛЬКА

Янтарь — окаменелая смола вымерших хвойных деревьев, покрывавших сушу много тысяч лет назад. Особенно часто он встречается на побережье Балтийского моря в России и Польше.

ОКАМЕНЕЛЫЕ ВОЛНЫ

Знаки ряби и другие похожие формы образуются под водой на поверхности песчаного дна, их можно увидеть на многих пляжах во время отлива. На этом образце из Финляндии знаки ряби сохранились в песчанике; это означает, что в прошлом процессы накопления осадков протекали так же, как и сейчас (с. 20).



РАКУШЕЧНАЯ ГАЛЬКА

Волны постоянно катают пустые морские раковины. Острые края обломков сглаживаются, и образуется галька. Эти образцы собраны на пляже в Новой Зеландии.

ЧЕРНЫЕ ПЕСКИ

В вулканических районах песок богат темными минералами и часто совсем не содержит кварца. Перед вами оливинный песок из Раасея, Шотландия, и песок с острова Тенерифе, содержащий магнетит.



Темный оливинный песок



Песок с магнетитом



Черный пляж из вулканического пепла на острове Санторин (Греция)



Галька средних размеров

Мелкая галька

Самая мелкая галька

Кварцевый песок



Однородная желтоватая поверхность

Сверкающие, расходящиеся от центра кристаллы

МЕЛОВЫЕ СКАЛЫ

На пляжах в меловых районах можно увидеть кремневые конкреции, не поддающиеся абразии. Эти образцы (внизу) найдены у знаменитых Белых Скал Дувра (Англия).



На меловых обрывах встречаются желваки пирита и кремния



Кремневые желваки, найденные под меловыми обрывами

ГРАНИТНАЯ ГАЛЬКА

В гранитных районах пляжная галька обычно состоит из кварца — им богаты розовый и серый граниты.



ИНОРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

Горные породы, встречающиеся на пляже, не обязательно местного происхождения. Этот валун из порфирита был, вероятно, перенесен льдом из Норвегии в Англию через Северное море во время последней ледниковой эпохи.



Стеклопанная галька



ИСКУССТВЕННАЯ ГАЛЬКА

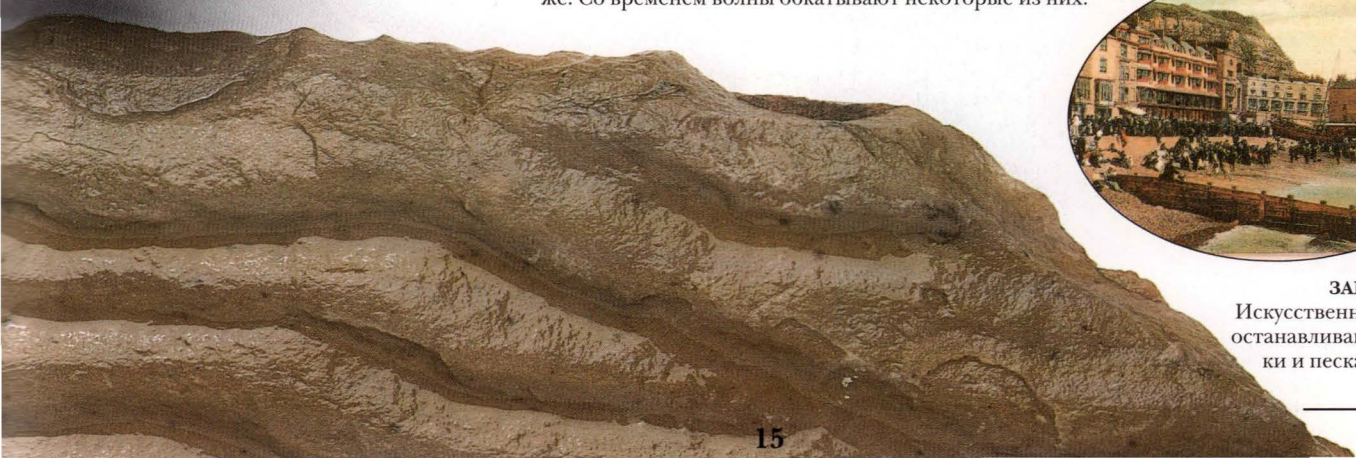
Кроме природных минералов и горных пород, волны прибивают к берегу предметы, сделанные человеком и попавшие в воду из корабельного балласта или из свалки на пляже. Со временем волны обкатывают некоторые из них.

Кирпичная галька



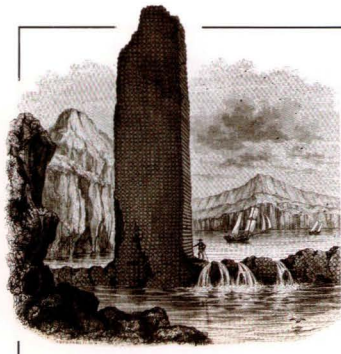
ЗАЩИТА ПЛЯЖА

Искусственные волнорезы останавливают дрейф гальки и песка вдоль берега.

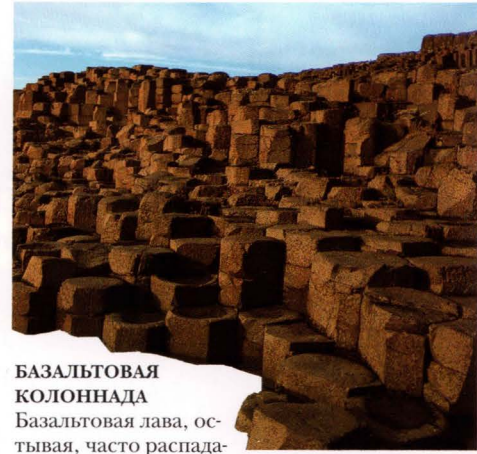


Магматические породы

КОГДА РАСПЛАВЛЕННАЯ МАГМА, вырвавшись из земных глубин (с. 6), охлаждается и затвердевает, образуются магматические породы двух типов: интрузивные и эффузивные. Интрузивные породы кристаллизуются в земной коре и выходят на поверхность лишь после разрушения вышележащих пород. Эффузивные породы образуются после извержения вулканов из остывшей и затвердевшей лавы.



Базальтовая игла, остров Св. Елены



БАЗАЛЬТОВАЯ КОЛОННАДА

Базальтовая лава, остывая, часто распадается на шестигранные колонны. На снимке: мостовая гигантов (поверхность лавового покрова) в Северной Ирландии.

Биотитовый гранит



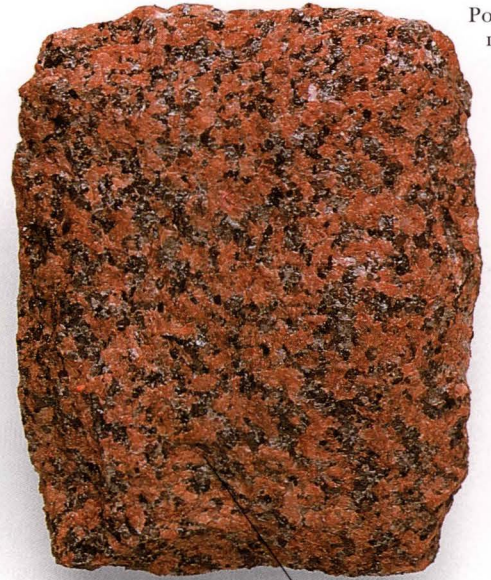
Черные зерна – это биотит, вид слюды (с. 42)

Письменный гранит



Длинные клинообразные кристаллы кварца на розовом полево шпате напоминают древние письмена

Розовый гранит



Розовая окраска обусловлена высоким содержанием в породе калиевого полевого шпата

ГРАНИТ

Эта широко распространенная во многих районах мира интрузивная порода состоит в основном из крупных зерен кварца, полевого шпата и слюды (с. 8). Крупные кристаллы образовались из медленно остывавшей в недрах Земли магмы. Все граниты внешне обычно одинаково пестрые, но различаются по цвету от серого до красного, в зависимости от количественных соотношений составляющих его минералов. Изображенный здесь образец биотитового гранита был взят с горы Хэй-Тор, высшей точки плато Дартмур на юго-западе Англии (с. 13).



ПЕХШТЕЙН

Пехштейн образуется при быстром остывании лавы. Порода содержит мелкие кристаллы полевого шпата и кварца и имеет однородную, похожую на смолу поверхность коричневого, черного или серого цвета. Иногда в пехштейне видны крупные кристаллы полевого шпата и кварца.



ОБСИДИАН

Как и пехштейн, обсидиан – вулканическое стекло. Лава остывала так быстро, что кристаллы не успели образоваться. Острые края скола на этом образце из Исландии – характерный признак обсидиана, из которого древние делали примитивные орудия труда (с. 29).



Фенокристалл полевого шпата

ПОЛЕВОЙ ШПАТ ПОРФИР

Порфиры – горные породы, содержащие крупные кристаллы (фенокристаллы), вкрапленные в среднезернистую массу породы. Они хорошо видны на этом образце из Уэльса.



БАЗАЛТ

Базальт – одна из наиболее распространенных эффузивных пород. Он сходен по составу с габбро, однако зернистость базальта намного тоньше. Когда базальтовая лава остывает, в ней образуются многогранные колонны. Наиболее известные из этих эффектных структур – Игла на острове Св. Елены и мостовая гигантов в Ирландии.



ПЕРИДОТИТ

Эта темная, тяжелая горная порода состоит в основном из оливина и пироксена. Предполагают, что она залегает под слоями габбро на глубинах 10 км ниже уровня дна океана. Этот образец был найден в Оденвальде (Западная Германия).

СЕРПЕНТИНИТ

Как видно из названия, основной минерал в этой грубозернистой красно-зеленой горной породе – серпентин. Его прорезают белые жилки кальцита. Серпентинит широко распространен в Альпах.



Оливин

Пироксен

*Полевой шпат
плаггиоклаз*



ГАББРО
Эта интрузивная горная порода состоит из темноцветных минералов – оливина и авгита. Порода крупнокристаллическая, так как образовалась из медленно остывавшей магмы. На снимке: образец с острова Скай (Шотландия).

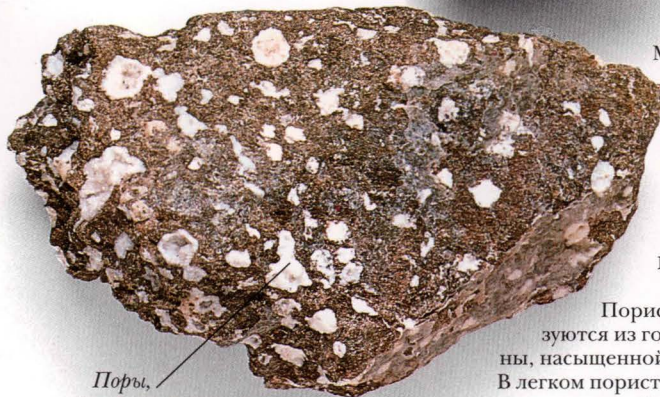


Пористый базальт

Пустоты, или поры

ПРОЗРАЧНЫЙ СРЕЗ ГАББРО

Если очень тонкий срез породы рассмотреть под микроскопом в поляризованном свете, обнаруживаются некоторые ее особенности, например кристаллические формы минералов (с. 42): яркоокрашенные зерна – это оливин и пироксен, серые – полевой шпат плаггиоклаз.



Миндалекаменный базальт

Поры, заполненные кальцитом

ПОРИСТЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Пористые породы образуются из горячей лавовой пены, насыщенной пузырьками газа. В легком пористом базальте много пустот, или пор. В миндалекаменном базальте поры позднее заполнились минералами, в частности кальцитом. Эти образцы с Гавайских островов – района активной вулканической деятельности.



Кальцитовая жила

Вулканические породы



Извержение вулкана Эльдфелль (Исландия), 1973 г.

Вулканические породы делятся на две группы: пирокластические породы и лавы кислые и основные. Пирокластические породы образуются из твердых обломков пород и вязких вулканических бомб, вылетающих из кратера и твердеющих в воздухе. Горные породы из отвердевших лав делятся на два типа. Густые и вязкие кислые лавы растекаются медленно и образуют вулканические конусы. Более жидкие базальтовые (основные) лавы формируют плоские вулканы и могут извергаться из трещин на дне океана. Основные лавы растекаются быстро и покрывают большие площади земной поверхности.

Пирокластические породы

Буквально это означает «взорванные огнем». Это породы, состоящие из частиц других пород и лавы, выброшенных взрывом газов при извержении.



ВУЛКАНИЧЕСКИЕ БОМБЫ

Когда вулкан выбрасывает капли жидкой лавы, некоторые из них успевают отвердеть в воздухе и падают на землю в виде каменных бомб. Оба этих образца похожи на мячи для регби, однако бомбы могут иметь и шаровидную или неправильную форму.



Агломерат, образовавшийся вблизи жерла

Интрузивная брекчия, образовавшаяся внутри жерла



СМЕСЬ ОБЛОМКОВ

Взрыв при извержении дробит породы. В результате смесь обломков заполняет жерло вулкана или оседает недалеко от него. Обломки образуют горные породы, называемые агломератами.



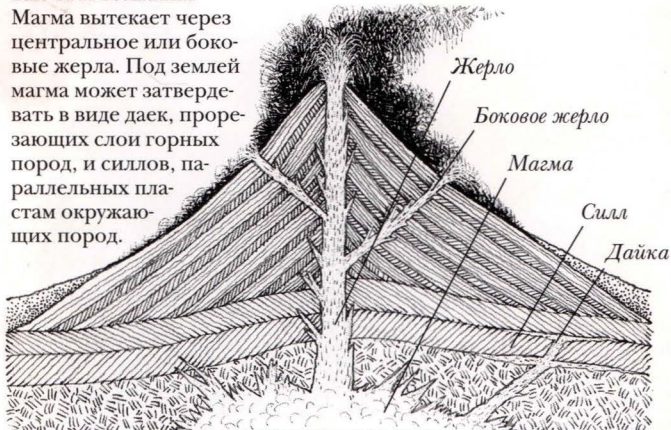
Слоистый туф (отвердевший пепел)



Пепел

ВНУТРИ ВУЛКАНА

Магма вытекает через центральное или боковые жерла. Под землей магма может затвердевать в виде даек, прорезающих слои горных пород, и силлов, параллельных пластам окружающих пород.



ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПЕПЕЛ

Ветер может разносить крошечные частицы вулканического пепла на тысячи километров. Там, где они оседают и уплотняются, образуется туф. При извержении вулкана Сент-Хеленс на северо-западе США в 1980 г. крупные частицы пепла были отнесены ветром на пять километров от кратера, а мелкие — на 27 км.



Извержение вулкана Сент-Хеленс, 1980 г.

Кислые лавы

Вязкие кислые лавы текут медленно и могут затвердеть в жерле, перекрыв выход газам. Так как давление возрастает, они взрываются и образуют пирокластические породы.



ИЗВЕРЖЕНИЕ ВЕЗУВИЯ

Знаменитое извержение 79 г. н.э. выбросило раскаленное облако, насыщенное магмой и пеплом. Облако быстро накрыло древний город Помпеи и уничтожило его.



ПРИРОДНОЕ СТЕКЛО

Химический аналог пемзы, обсидиан (с. 16), имеет совершенно иную структуру – аморфную структуру стекла. Поскольку у сколов обсидиана острые края, первобытный человек использовал их для орудий труда, наконечников стрел и украшений (с. 29).

Афтиталит



ПЛАВУЧИЕ ПОРОДЫ

Пемза – это окаменевшая лавовая пена. Пена насыщена пузырьками газа, поэтому порода пронизана пустотами, как медовые соты. Пемза – единственная горная порода, которая не тонет в воде. Образец получен с Липарских островов (Италия).



ВЯЗКИЕ ЛАВЫ

Эта светлоокрашенная тонкозернистая порода называется риолит. Характерные отчетливые полосы – следы течения липкой вязкой лавы на короткие расстояния.

Основные лавы

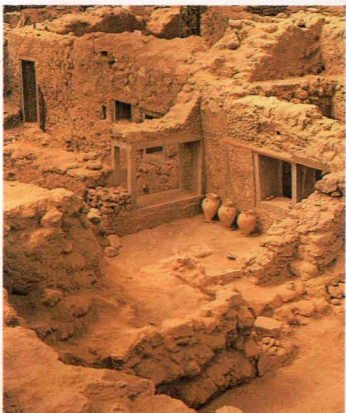
Эти лавы легко растекаются и могут тонким слоем покрывать большие территории. Жерло не закупоривается, газы свободно выделяются в атмосферу, поэтому, несмотря на обилие лавы, пирокластических пород образуется немного.

Афтиталит



ПОРОДЫ ИЗ ГАЗОВ

Недействующие вулканы называют дремлющими. Даже когда вулканы спят или умирают, газы продолжают выделяться, образуя горячие источники. Так возникли на Везувии эти красочные породы.



ГИБЕЛЬ АКРОТИРИ

Этот минойский город погиб под слоем пепла в 1450 г. до н.э.



ПОРОДЫ С МОРЩИНАМИ

Поверхность потока лавы охлаждается, образуя корку сморщивается, пока жидкая сердцевина продолжает течь. Такие породы называют канатными лавами.



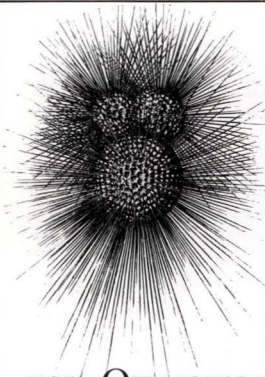
ТЕКУЧИЕ ЛАВЫ

Базальтовые лавы так быстро растекаются, что порой покрывают обширные пространства. Этот образец базальта (с. 17) с вулкана Хуалалаи, одного из множества вулканов Гавайских островов.



МНОГОЦВЕТНЫЙ БАЗАЛЬТ

Искрящиеся пятнышки на этом базальте – зеленые и черные кристаллы оливина и пироксена.



Осадочные породы

Горные породы в процессе выветривания и эрозии (с. 12) распадаются на более мелкие куски и отдельные минералы, образуя осадок. Он может быть перенесен в другое место — часто на морское или речное дно. Осадки откладываются слоями и уплотняются. Со временем обломочные частицы цементируются и превращаются в осадочные породы. В крупных обнажениях таких пород легко различить отдельные осадочные слои.

«СТРОИТЕЛЬНЫЙ» МАТЕРИАЛ (вверху)

Фораминиферы — морские организмы, выделяющие известь. Хотя их размеры редко превышают булавочную головку, они играют важнейшую роль в образовании горных пород. Когда они умирают, их раковины оседают на дно океана, где позже цементируются в известняк.



КРЕМЬ

Конкреции кремня, одного из видов кремнезема (с. 42), часто встречаются в известняках, особенно в меле. Они бывают серого или черного цвета и иногда покрыты похожим на пудру белым материалом. Как и обсидиан (с. 16), кремень имеет раковистый излом (с. 48) с острыми краями.

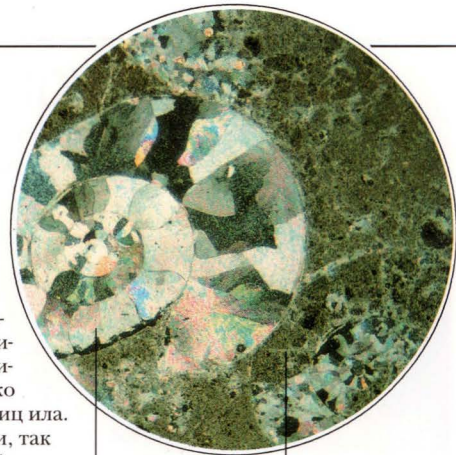
ВОДОРΟΣЛЕВЫЙ ИЗВЕСТНЯК

Этот известняк называют также илистым или глинистым и часто путают с «пейзажными мраморами», потому что составляющие его минералы образуют узоры в форме деревьев и кустов.



ТОНКИЙ СРЕЗ ИЗВЕСТНЯКА

Под микроскопом (с. 42) проявляются мелкие детали строения этого аммонитового известняка. Раковины аммонитов (с. 38) четко выделяются на фоне частиц ила. Аммониты давно вымерли, так что этой породе должно быть не менее 160 млн. лет.



Раковина аммонита

Илистый фон

Обломки раковин в породе

Ракушечный известняк

Гастроподовый известняк

Остатки раковин гастропод

Мел

Оолитовый известняк

Округлые зерна — оолиты

ИЗВЕСТНЯКИ

Многие осадочные породы состоят из остатков живых организмов. В некоторых известняках, например в ракушечном и гастроподовом, остатки животных хорошо видны. Мел, напротив, образован скелетами таких мелких морских организмов, которые нельзя увидеть невооруженным глазом. В море встречается и другой известняк — оолитовый.

Он образуется по мере того, как кальцит обволакивает зерна песка, пока их перекачивают волны, и зерна постепенно увеличиваются в размерах.

Заполненная минералом полость неправильной формы



ИЗВЕСТКОВЫЙ ТУФ

Эта необычная ноздреватая порода образуется при испарении воды минерализованных источников и иногда встречается в карстовых пещерах (с. 22).

ЭВАПОРИТЫ

Некоторые осадочные породы, например гипс и галит, образуются при испарении насыщенной солями воды. Галит известен как каменная соль, из которой получают обычную столовую соль. Массивная форма гипса называется алебастром, он используется для изготовления штукатурки. Галит и гипс — широко распространенные минералы, часто образующие огромные месторождения там, где когда-то происходило испарение морской воды.

Гипсовые кристаллы похожи на лепестки маргаритки



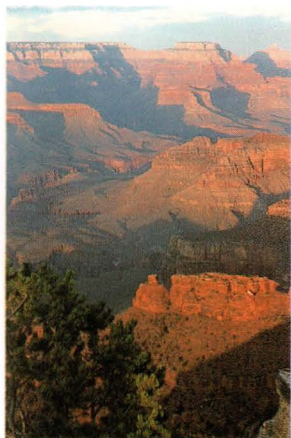
Гипс

Одиночные кристаллы каменной соли встречаются не так часто



Галит

Примесь рыжеватого оттенка



БОЛЬШОЙ КАНЬОН (США)

Этот ландшафт сформировался в результате эрозии красного песчаника и известняка.



Грит (грубозернистый песчаник)

Красный песчаник

ПЕСЧАНИКИ

Обе эти породы состоят из сцементированных зерен песка, однако их структуры различны.

Красный песчаник образовался в пустыне, где зерна кварца округлены и отполированы ветром. В грите зерна более угловатые. Захоронение произошло быстрее, чем они были сглажены истиранием.



ГЛИНА

Образованная мельчайшими частицами, глина становится липкой на ощупь при увлажнении. Она бывает серой, черной, белой и желтоватой. Когда из спрессованной глины выдавливается вся вода, то образуется твердая горная порода — аргиллит, или глинистый сланец.



СЛОИСТЫЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПЕПЕЛ

Во многих осадочных породах отдельные слои образуют отчетливые полосы. Здесь вы видите слоистый вулканический пепел. Поверхность образца отполирована, чтобы полосы были лучше видны.

Кремневая галька



КОНГЛОМЕРАТ

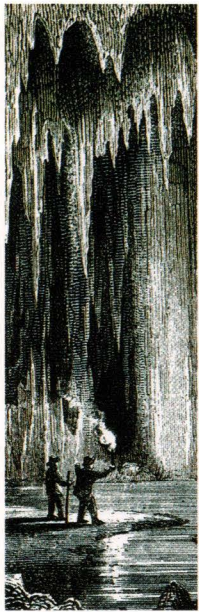
Кремневая галька в этой породе была обкатана, пока вода неслала ее по дну реки или моря. По мере того как гальку заносило песком, она постепенно цементировалась и образовала породу, называемую конгломератом.

Крупный обломок породы



БРЕКЧИЯ

Как и конгломерат, брекчия состоит из обломков пород. Но эти обломки угловатые, так как вода их никогда не обкатывала и не переносила на большое расстояние от места образования — часто это осыпи у подножий обрывов.

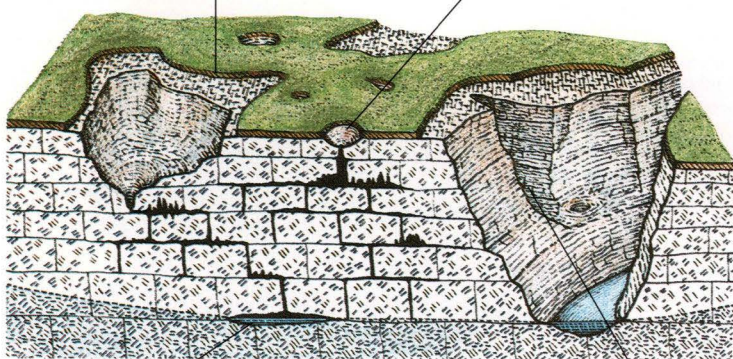


Пещеры в известняках

ЭФФЕКТНЫЕ ПЕЩЕРЫ с рядами гигантских сталактитов и сталагмитов — пожалуй, одно из самых знаменитых известняковых чудес. Они образуются, когда слабокислая дождевая вода растворяет и вымывает карбонат кальция (кальцит) из осадочной породы — известняка (с. 20). Этот процесс порождает и другие характерные формы — известняковые мостовые и карстовый ландшафт.

Мостовая из плотно уложенных известняковых плит

Понор — воронка, через которую вода стекает под землю

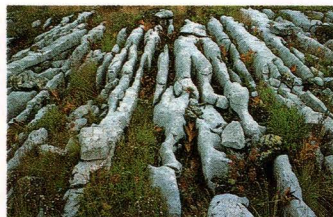


Подземное озеро

Пещеры

ИЗВЕСТНЯКОВЫЙ ЛАНДШАФТ (вверху)

Дождевая вода растворяет кальцит известняка и вымывает в породах узкие глубокие вертикальные трещины. Со временем просачивающаяся вода превращает их в широкие коридоры. На поверхности почвы сухо, но подземные воды растворяют породы, и в местах соединения трещин образуются воронки, или поноры. Подземные реки разбегаются по пещерам и заполняют подземные озера. В пещерах часть кальцита переотлагается в виде сталактитов и сталагмитов.



ПЛАН-ДЕ-САЛЬС (ФРАНЦИЯ)

Известняковая мостовая образуется из крупных плоских блоков породы (клинтов) там, где выветривается чистый известняк и не остается глины, необходимой для формирования почвы.

ИЗВЕСТКОВЫЙ ТУФ (ТРАВЕРТИН)

Известковый туф (с. 21) — это осадок извести из минерального источника в районах, где редко идут дожди. Если положить любой предмет в насыщенный известью воду, он покроется известковым туфом.



Коралловая структура



Верхняя часть приросла к потолку пещеры

Точка пересечения

Сталактиты такой толщины растут многие сотни лет

Единый сталактит, образовавшийся из двух сросшихся более мелких сталактитов

СТАЛАКТИТЫ

Сталактиты образуются в пещерах из грунтовой воды, которая содержит растворенный карбонат кальция и, стекая со свода, по мере испарения оставляет тонкий слой осадка. Сталактиты растут с потолка вниз на несколько миллиметров в год и могут достигнуть многометровой длины. Там, где приток воды зависит от сезона, на срезах сталактитов видны годовичные кольца роста, как на древесных стволах.



ПЕЩЕРЫ ИЗ-ДЖИЛ (АНГЛИЯ)

Великолепные сталактиты и сталагмиты этой пещеры составляют самую эффектную часть протяженной и сложной системы пещер, пролегающей под холмами Пеннинских гор в Ланкашире. Это самая крупная система пещер в Великобритании.

Сталактит причудливой формы

Рельефные кольца роста показывают периодичность отложения осадка при развитии сталактита

Вершина, на которую падают капли воды

Оранжевый двойной сталактит

Нарастающий к концу

СТАЛАГМИТЫ

Сталагмиты образуются на полу пещер там, где вода капает сверху — с кровли и со сталактитов. Как и сталактиты, они растут по мере испарения воды, содержащей растворенный кальцит. Сталактиты и сталагмиты могут расти навстречу друг другу и срастаться в колонны. Такие колонны часто называют «органные трубы», «висячие занавесы» или «крепостные решетки».

Основание приросло к полу пещеры



КАМЕННЫЙ ЛЕС (КИТАЙ)

Поразительный пейзаж провинции Хунань в Китае типичен для карстового ландшафта. Термин «карст» происходит от названия известнякового плато Карст в Югославии и применяется ко многим другим известняковым районам, включая плато Камберленд (США), Голубые горы (Австралия) и Касси (Франция).

ВОДОПАДЫ ПАМУК-КАЛЕ (ТУРЦИЯ)

Живописные травертиновые террасы образованы отложениями кальция из горячих минеральных источников в известняковых районах. Травертин (известковый туф) добывают в карьерах как декоративный строительный материал (с. 27).



Окрашивание вызвано загрязнением осадка

Слой относительно чистого кальцита

СТАЛАКТИТ ИЗНУТРИ

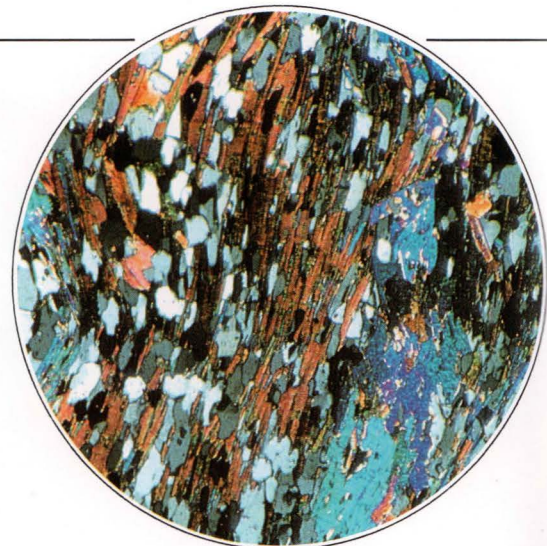
Этот образец — поперечный срез сталактита. На нем видны разноцветные полосы кальцита разной степени загрязненности. Самый чистый кальцит — белого цвета.



Кристаллический сланец

Метаморфические породы

ЭТО НАЗВАНИЕ происходит от греческих слов «мета» и «морфе» и означает «изменение формы». Так называют магматические (с. 16) или осадочные (с. 20) породы, измененные нагревом или давлением. При горообразовательных процессах (с. 6) породы нагреваются и сжимаются, что приводит к их перекристаллизации и появлению новых минералов. Другие метаморфические породы образуются при «обжиге» горячей магматической массой.



ТОНКИЙ СРЕЗ ГРАНАТ-СЛЮДЯНОГО СЛАНЦА

В поляризованном свете под микроскопом (с. 42) в прозрачном срезе (шлифе) кристаллического сланца из Норвегии видны яркоокрашенные пластинчатые кристаллы слюды, серые зерна кварца и полевого шпата и черные зерна граната.

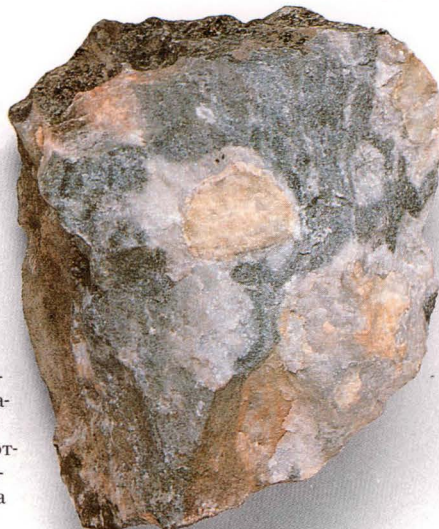
Сахаровидный мрамор



Зерна одинакового размера похожи на сахар

МРАМОРЫ

Если известняк подвергается воздействию очень высоких температур, кальцит в нем начинает перекристаллизовываться. Порода становится плотной, крупнозернистой и превращается в мрамор. Его иногда путают с похожим на него кварцитом. Но мрамор мягче и легко царапается ножом. Некоторые среднезернистые мраморы внешне напоминают подмоченный сахар и поэтому называются сахаровидными. Образец слева — из Кореи. Два других образца (справа) образовались из известняка, содержащего примеси, например пироксен.



Желваковый серый мрамор



Мрамор, загрязненный примесями



Включения графита

Пятнистый сланец



Удлиненные кристаллы хиастолита

Хиастолитовый сланец



Пятнистый роговик

ОТ СЛАНЦА ДО РОГОВИКА

Беспорядочные крапинки в пятнистом сланце — мелкие агрегаты кристаллов углерода (графит), образовавшиеся при нагреве вблизи магматической интрузии. Если порода ближе к интрузии, она нагревается больше, при этом в сланце образуются игольчатые кристаллы хиастолита. При непосредственном контакте с интрузией породы разогреваются настолько, что полностью перекристаллизовываются, превращаясь в вязкую породу — роговик.

Гранат-мусковит-хлоритовый сланец



Красные кристаллы граната



Синие пластинчатые кристаллы кианита



Кианит-ставролитовый сланец

Каменоломня в сланцах, XIX в.



КРОВЕЛЬНЫЕ СЛАНЦЫ

Глинистые сланцы были сжаты так сильно, что кристаллы слюды кристаллизовались перпендикулярно направлению давления. Образовавшийся в результате кровельный (шиферный, аспидный) сланец легко раскалывается на тонкие плитки.

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СЛАНЦЫ

Большая часть метаморфических пород — кристаллические сланцы. Эти среднезернистые породы образовались из глинистых сланцев или аргиллита при более сильном нагреве, чем сланцы шиферные. Гранат-мусковит-хлоритовый сланец нагревался до 500°С, так как при меньших температурах гранат не образуется. Кианит-ставролитовый сланец образовался под высоким давлением на глубине 10-15 км от поверхности земли.



Кристаллы красного граната

Кристаллы зеленого пироксена

ЭКЛОГИТЫ

Эта чрезвычайно плотная порода образуется под очень высоким давлением. Предполагают, что она формируется в мантии (с. 6) — значительно глубже, чем почти все остальные горные породы. Она состоит из пироксена и мелких кристаллов красного граната.

Светлые слои кварца и полевого шпата

Темный слой биотита

Черные кристаллы биотита

Синие кристаллы кианита

Биотит-кианитовый гнейс

Полосчатый гнейс



ГНЕЙСЫ

Под воздействием нагрева и давления магматические или осадочные породы могут превратиться в гнейсы. Зерна в гнейсах крупнее, чем в кристаллических сланцах, и составляющие минералы легко распознаются, так как часто расположены тонкими слоями. Эти слои бывают искривлены, если порода была смята в складки.

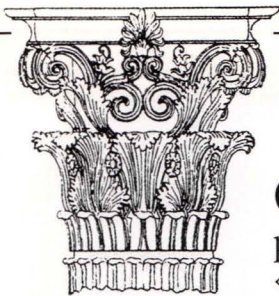
МИГМАТИТЫ

При сильном нагреве горные породы начинают частично плавиться и течь. Образуется затейливый узор застывших струй, характерный для мигматитов. Они состоят не из одной горной породы, а из смеси окружающей темной метаморфической породы и светлого гранита. Этот образец — с Шотландского нагорья.

Темная окружающая порода

Розовый гранит



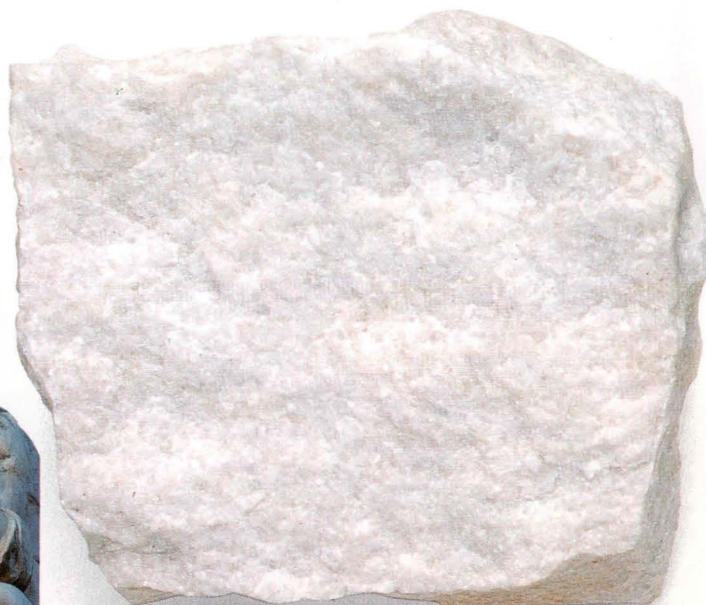


Мрамор

Строго говоря, мрамор — это метаморфизированный известняк (с. 24). Однако термин «мрамор» применяется и для обозначения других красивых и пестрых кристаллических известняков и брекчий. Все они ценятся за богатство текстуры и цвета и за легкость в обработке. Мрамор широко применялся древними греками и римлянами в скульптуре и в строительстве.

НЕОБРАБОТАННЫЙ МРАМОР (внизу)
Этот неотшлифованный грубозернистый михасский мрамор добывают близ Малаги (Испания). По необработанной породе трудно представить себе узор, который возникнет после полировки.

МАДОННА МЕДИЧИ
Микеланджело вырезал эту статую из каррарского мрамора примерно в 1530 г.



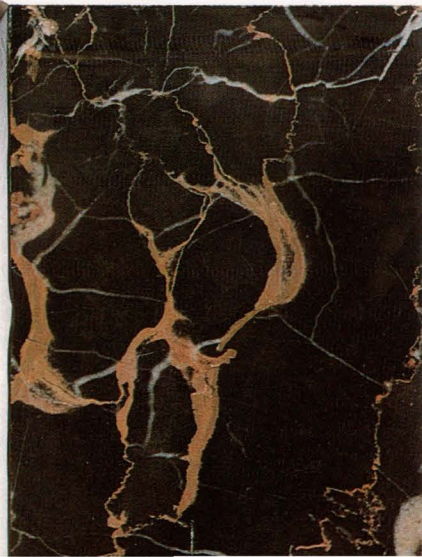
ГРЕЧЕСКИЙ МРАМОР
Этот полосатый мрамор чиполлино с греческого острова Эвбея использовался при строительстве византийского собора св. Софии в Стамбуле (Турция). Похожий на него мрамор добывается в Швейцарии, на острове Эльба и в штате Вермонт (США).

КАРРАРСКАЯ КАМЕНОЛОМНЯ
Самый знаменитый в мире мрамор добывается в каменоломнях близ города Каррара (Тоскана, Италия). Именно его использовал Микеланджело.

ИТАЛЬЯНСКИЙ ОСОБЫЙ (слева)
Это серый бардильский мрамор из Каррары — местности, славящейся добычей и обработкой мрамора.



ИТАЛЬЯНСКИЙ ИЗЫСКАННЫЙ (справа)
Чудесный золотисто-черный мрамор из Лигурии (Италия) называют также египетским, или портолом.



КАМНИ ТОСКАНЫ

Брекчия Виолетто, итальянский декоративный камень со своеобразной текстурой, был использован в отделке здания Парижской Оперы в 1875 г.



ТАДЖ-МАХАЛ (ИНДИЯ)

Этот знаменитый дворец построен из разных сортов мрамора.

ЗАВИТКИ ИЗ ЮЖНОЙ АФРИКИ

Полированный травертин, вид туфа (с. 21, 23), обладает великолепным витиеватым узором. Это образец из Капской провинции (Южная Африка).

КАМНИ ИЗ ШВЕЙЦАРИИ

Известняковая брекчия Маккьявеккья добывается в Мендризио (Швейцария).

Деталь мраморной инкрустации (Тадж-Махал)

АФРИКАНСКАЯ МЕДЬ (слева)

Яркая окраска зеленого вердита означает, что в породе есть медь. Этот образец — из Свазиленда.

АЛЖИРСКИЕ КАМНИ (внизу)

Кроваво-красная брекчия (с. 21) из Алжира называется «красный африканец». Этот камень использован для отделки Пантеона в Риме.



Первые кремневые орудия труда

КРЕМЬ ЛЕГКО РАСКАЛЫВАЕТСЯ на острые обломки. Он очень часто встречается в природе, поэтому первобытные люди использовали его осколки в качестве орудий труда. Сначала это были грубые колуны, затем появились более совершенные орудия — скребки и ножи.

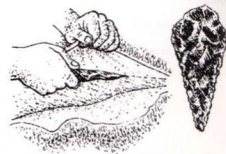
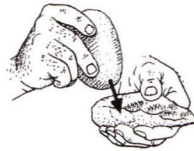
Желвак красного кремня из меловых отложений



Кремень в муфте из рога прикреплялся к рукоятке кожаным ремешком

ОРУДИЯ ИЗ КРЕМНЯ

При обработке кремня от желвака постепенно отбивали осколки, чтобы придать ядру нужную форму.



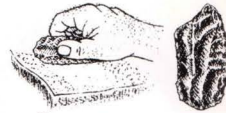
Орудие с острым краем для выделки кожи

КАМЕНЬ О КАМЕНЬ

Для изготовления орудий труда кремень обкалывали камнем. Так получалось орудие нужной формы с острыми зазубренными краями.

ОТСЛАИВАНИЕ ДАВЛЕНИЕМ

Более острые режущие края и тонкие осколки получали с помощью заостренного инструмента, например оленьего рога.



В период неолита скребками выскребывали шкуру животных

Кремневые пластины и осколки



Большое заостренное рубило

Светлое рубило



Маленькое заостренное рубило



Первобытные люди используют рубило



Ранний примитивный колун

Грубый режущий край



Острый режущий край

РУБИЛА

В период палеолита рубилами дробили кости и снимали шкуры с убитых на охоте животных, рубили деревья и срезали растения. Темные рубила хорошо обработаны, им 300 000-70 000 лет. Возможно, меньшее из них когда-то было крупнее и постепенно уменьшалось по мере затачивания. Возраст светлого рубила 70 000-35 000 лет.

Мезолитический резец

Муфта из рога



Резцами на рукоятях выдалбливали и обтесывали каноз

РЕЗЦЫ НА РУКОЯТЯХ

Резцы имеют асимметричную режущую кромку, а кремьен крепится под прямым углом к рукояти. Удары ими наносили вертикально, а не горизонтально. Резцы применяли для обработки древесины. Это образцы эпохи мезолита (10 000-4000 гг. до н.э.).

Резец насажен прямо на рукоять

Асимметричная режущая кромка кремня



Деревянные рукояти (реконструкция)

СЕРП

Кремневые серпы появились, когда человек начал возделывать землю. Длинное, плавно изогнутое лезвие использовалось для жатвы. Режущие кромки некоторых серпов отполированы до блеска регулярным срезанием стеблей. Этот серп из эпохи неолита (4000-2300 гг. до н.э.) закреплен на современной деревянной рукояти.

Обсидиановый топор (Мексика), IX в.



Копье с обсидиановым наконечником (острова Адмиралтейства близ Папуа — Новой Гвинеи)

ОБСИДИАН

Из обсидиана также делали орудия труда, поскольку на изломе он имеет острые края. Его даже использовали как примитивное зеркало.

ТОПОР И КИНЖАЛ

Этот топор эпохи ранней бронзы (2300 — 1200 гг. до н.э.) найден в реке Темзе в Англии и из-за своей формы считается завезенным издалека. Тщательная полировка говорит о том, что он, вероятно, служил символом престижа. Форма кремневого кинжала той же эпохи имитирует самые ранние медные кинжалы, которые тогда были большой редкостью и ценились очень дорого.

Топор

Кремневый кинжал



НАКОНЕЧНИКИ СТРЕЛ

Хотя лук и стрела были изобретены в эпоху мезолита, ими продолжали пользоваться и в эпоху раннего неолита. Тогда были широко распространены наконечники стрел в форме листьев. В эпоху ранней бронзы (2750-1800 гг. до н.э.) появились зазубренные наконечники. Это было время перемен, вызванных появлением металлургии.

Наконечники эпохи неолита



Наконечники эпохи ранней бронзы

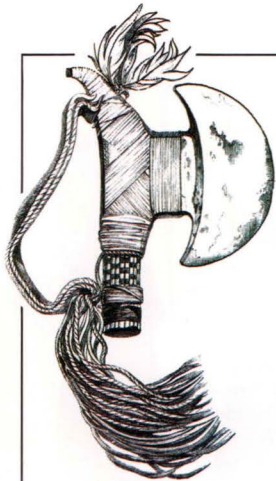
КРЕМНЕВЫЕ КИНЖАЛЫ

Оба кинжала изготовлены в эпоху ранней бронзы. Тщательность их обработки позволяет предположить, что они скорее служили знаком высокого положения владельца, чем оружием.



Каменные орудия труда

Первобытные люди делали орудия труда не только из кремня. При раскопках древних цивилизаций археологи находят множество предметов из камня: оружие, сельскохозяйственные и бытовые орудия труда самого разного назначения — от ступок и сосудов до палеток с косметикой. Оружие часто служило всего лишь символом могущества владельца.



Бразильский каменный топор



Гладко отполированный неолитический топор



Неолитический топор из диорита



Неолитический топор из вулканического риолитового туфа

Деревянная часть палки-копалки (реконструкция)

Заостренный конец для вскапывания твердой почвы

Резная каменная боевая палица (жезл) изготовлена североамериканскими индейцами хайда с островов близ Британской Колумбии

Южноафриканская палка-копалка с каменным грузом и острием из рога

Клин для закрепления соскальзывающего камня

Просверленная галька из кварцита



УТЯЖЕЛЕННАЯ ПАЛКА-КОПАЛКА

Кварцитовые гальки иногда просверливали и использовали для утяжеления заостренных деревянных палок. В период мезолита и неолита (10 000-2300 гг. до н.э.) такими палками разрыхляли почву или выкапывали корни.



Перед посадкой почву обычно рыхлили палкой-копалкой

КАМЕННЫЕ ТОПОРЫ
Все эти английские каменные топоры датируются эпохой неолита (4000-2300 гг. до н.э.). Они имеют четкую форму, гладко отшлифованы и гораздо прочнее грубых кремневых топорков. Их, вероятно, привезли издалека, так как горные породы, из которых они сделаны, залегают порой в сотнях километров от места находки.

БОЕВЫЕ ТОПОРЫ
Эти просверленные топоры относятся к эпохе ранней бронзы (2300-1200 г. до н.э.). Два верхних могли служить оружием. Нижний — это топор-молоток, так как один его конец использовался как топор, а другой — как молоток. Хорошая сохранность этих орудий говорит о том, что они скорее служили украшением, чем применялись по назначению.

Боевой топор из диорита (вид сбоку)



Боевой топор (вид сверху)



Двухцелевой гранитный топор-молоток

Молоток

Топор





ТОЧИЛА

Затупившиеся бронзовые инструменты затачивали о камень продолговатой формы. Часто такие камни проворачивали и носили на шейном ремешке или на пояском ремне. Это точильные бруски бронзового века (2300-700 гг. до н.э.).



Наковальня из жировика (мыльного камня) в виде головы викинга

Ступка из камня в виде птицы сделана индейцами хайда



МРАМОРНАЯ ПАЛЕТКА

Древнеримские модницы покрывали лицо и руки мелом и свинцовыми белилами, подкрашивали губы и щеки красной охрой, а брови подводили сажей. Но эту «косметику» надо было приготовить: на каменной палетке белила, охра и сажу бронзовой или костяной ложечкой смешивали с водой или водорастворимым клеем. После этого они были готовы к употреблению в виде краски или мастики.



КАМЕННЫЙ БЛОК ДЛЯ ВЕРЕТЕНА (справа)

Древние римляне утяжеляли веретено каменным блоком. Концы шерстяных или хлопковых волокон привязывали к висячему костяному или деревянному веретену. Вращаясь, оно скручивало волокна и наматывало нить. Чем тяжелее было веретено, тем быстрее и прочнее оно скручивало нить.



РИМСКИЙ ВРАЩАЮЩИЙСЯ ЖЕРНОВ

В Древнем Риме переносной жернов применяли для помола зерна в домашних условиях. Состоял он из двух камней: нижний клали на землю или крепили к подставке, а верхний надевали на вертикальную ось и вращали вручную с помощью рукояти. Через отверстие в верхнем камне засыпали зерно, которое перемалывалось между трущихся поверхностями камней.

Помол зерна каменным жерновом в железном веке



Зерно для помола



Рукоять

Вращающийся камень

Круг из конгломерата (с. 21), который клали на землю или крепили на подставке

Красители



Когда первобытный человек начал раскрашивать свое тело и жилище, ему не пришлось долго искать красящие вещества. Куски цветных горных пород, растертые с жиром животных, давали разные краски. По мере расширения торговых связей в палитру древних мастеров добавлялись новые краски. Многие токсичные краски теперь заменены искусственными красителями.



ОКРАСКА МИНЕРАЛОВ

Многие минералы всегда бывают одного и того же цвета, по которому их легко определить, но некоторые могут иметь самую разную окраску. Например, кристаллы турмалина (с. 55) бывают черными, коричневыми, розовыми, зелеными и синими или даже многоцветными (зональными).

СЕКРЕТЫ ЦВЕТА

Минерал можно определить по цвету его порошка. Простейший способ получить такой порошок — провести образцом по белой неглазурованной фарфоровой пластинке. Одни минералы оставляют при этом отчетливо окрашенную черту, цвет которой может и не совпадать с цветом самого минерала. Другие же истираются в белый порошок и не оставляют четкого, яркого штриха.



Коричневая глина

Порошок коричневой глины

Зеленая глина

Порошок из зеленой глины

ЦВЕТА ЗЕМЛИ

Глины легко растираются в порошок, поэтому древние люди часто использовали их для получения красителей, главным образом грязно-зеленого и коричневого цвета.

Охра

Умбра



Порошок мела



ОТТЕНКИ БЕЛОГО

Самым первым белым красителем стал мел (с. 20), но иногда вместо него использовали каолин (китайскую глину).



ПЕЩЕРНАЯ ЖИВОПИСЬ

Самые ранние рисунки создали пещерные люди, используя смеси из разных глин, мела, грунта, древесного угля и обожженных костей.

Белила

Бизон

из пещеры Нио, Франция, 20 000 г. до н.э.



ЧЕРНЫЙ, КАК УГОЛЬ

Используемый до сих пор в графике и живописи древесный уголь был хорошо известен пещерным художникам: его находили в золе костра.



Порошок древесного угля



Ламповая копоть



НАТУРАЛЬНЫЕ РУМЯНА

Землистая разновидность гематита дает сочную красно-коричневую краску. В тонко измельченном виде он использовался как грим и как отличное средство для полировки камней (красный ювелирный порошок).



Порошок гематита



Английская красная



Порошок реальгара



Мышьяк оранжевый



ЕГИПЕТСКИЙ ОРАНЖЕВЫЙ

В 1500 г. до н.э. древние египтяне создали оранжевый краситель из реальгара — соединения мышьяка из отложений горячих источников. В средние века ему стали предпочитать киноварь.



Порошок малахита



Малахитовая зелень



БРИЛЛИАНТОВЫЙ ЗЕЛЕНЬ

Малахит, соединение меди, дает сочный ярко-зеленый цвет. Впервые его применили в бронзовом веке в Египте.



Порошок аурипигмента



Королевская желтая



ЛОЖНОЕ ЗОЛОТО

Аурипигмент (мышьяковую руду) использовали для изготовления красок и имитации золота. Алхимики пытались даже добыть из него благородный металл!



Порошок лазурита



Ультрамарин



ЛЯПИС-ЛАЗУРЬ

Секрет превращения ляпис-лазури (с. 52) в ультрамариновую краску был открыт в Персии. Но из-за дороговизны ее использовали реже, чем азурит.



Порошок азурита



КЛАССИЧЕСКИЙ СИНИЙ

Азурит, соединение меди, — классический синий краситель времен античности. Из этого образца рыхлого азурита получается великолепная и очень ценная краска.



Медная синь



Порошок киновари



ПРИРОДНЫЙ ВЕРМИЛЬОН

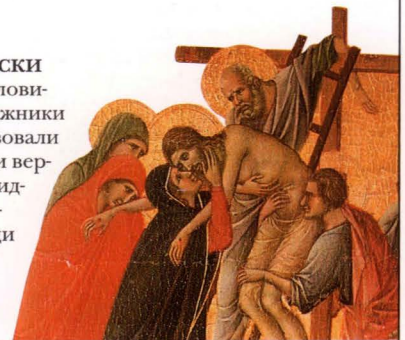
Ярко-красный цвет киновари, сульфита ртути, давно был известен в Китае, но его начали использовать лишь в средние века. Позднее вермильон научились получать искусственно, из ртути и серы.



Вермильон

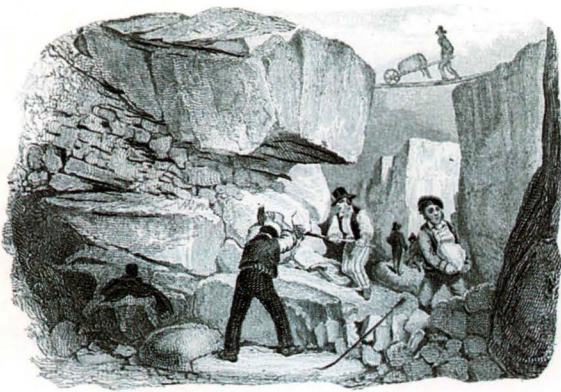
СОЧНЫЕ КРАСКИ

Во второй половине XIII в. художники часто использовали ультрамарин и вермильон, как видно на этом полотне Дуччо ди Буонинсенья.



Строительный камень

Великие памятники прошлого, храмы и дворцы, сохранились потому, что были построены из прочного природного камня. Хороший строительный камень легко в обработке, но не хрупок, не трескается и не выветривается. Сейчас природный камень, например мрамор (с. 26), применяется чаще для декоративной облицовки. В строительстве используют искусственные материалы.



Труд в каменоломнях еще в начале XIX в. почти полностью был ручным

НУММУЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК

Один из самых знаменитых известняков добывается близ Каира в Египте. Его возраст около 40 млн. лет. Он содержит много окаменелостей (раковин нуммулитов). Древнеегипетские пирамиды были построены из камня, взятого из тех же каменоломен.

Египетские пирамиды построены из местного известняка



Кровельный сланец из Уэльса

ХРИСТИАНСКАЯ МОЗАИКА

Мелкими кусочками местных камней часто выкладывали замысловатые мозаичные полы.



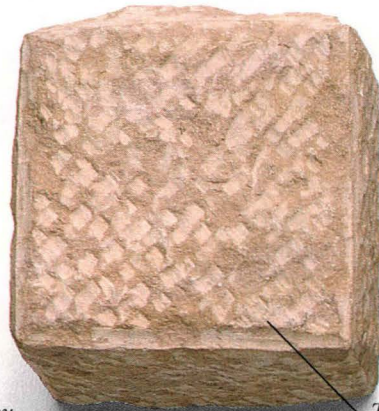
Древний известняк использовали для покрытия крыш

КРОВЕЛЬНЫЙ СЛАНЕЦ

Кровельные камни легко расщепляются на тонкие листы. Лучший из них — шиферный, или аспидный, сланец (с. 25). В тех районах, где его не было, использовали местные сланцы более низкого качества.



Окаменелости



Тиснение



ООЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК

Возраст этого известняка — около 160 млн. лет. Его используют в строительстве и иногда для производства цемента.





СОБОР ПАРИЖСКОЙ БОГОМАТЕРИ

Этот знаменитый собор был построен из известняка, добытого в парижском районе Сен-Жак, между 1163 и 1250 гг. Интересно, что катакомбы Парижа — это старинные каменоломни.

Шпунтовая черепица

Желобчатая черепица



ПЕСЧАНИКИ

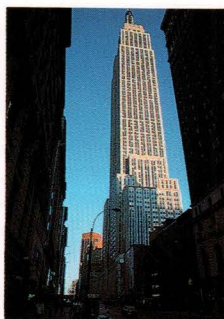
Цветные песчаники — отличный строительный материал. Город Каркассон во Франции почти весь построен из песчаника, так же как и великолепные дворцы эпохи Моголов в Индии.



Возраст песчаника 230 млн. лет

Кирпич и бетон

Человек научился делать кирпич и черепицу, цемент, бетон и стекло. Но сырьем для них служат те же природные породы.



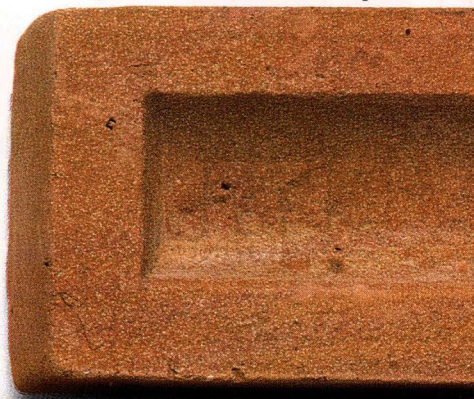
ЭМПАЙР СТЕЙТ БИЛДИНГ (НЬЮ-ЙОРК)

Этот небоскреб построен из гранита и песчаника, а также из некоторых искусственных материалов.

КРОВЕЛЬНАЯ ЧЕРЕПИЦА

Кровельную черепицу формуют из глины и затем обжигают.

Зернистый темно-желтый кирпич



Гладкий красный кирпич



КИРПИЧ

Глину формуют и обжигают — получается кирпич. Примеси в глинах дают разный цвет и степень прочности, что используется в строительстве для различных целей.

ЦЕМЕНТ

Растирая и нагревая известняк, получают цемент. Смесь цемента с песком, гравием и водой — это бетон, самый распространенный строительный материал.



ГРАНИТ

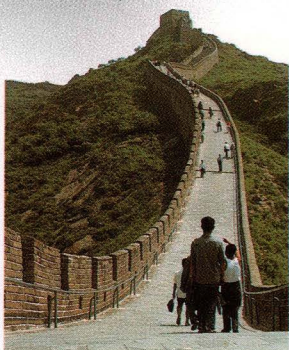
Полированный гранит часто используется для облицовки больших зданий, а также для изготовления надгробий. Многие здания в Санкт-Петербурге (Россия) отделаны финским гранитом.



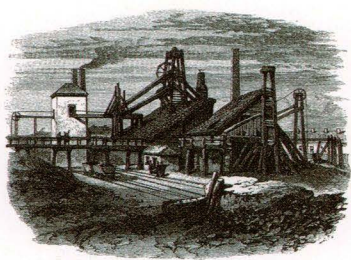
Красный песчаник из Шотландии — облицовочный строительный камень

ВЕЛИКАЯ КИТАЙСКАЯ СТЕНА

Это самое большое сооружение на Земле построено из разных материалов (кирпича, гранита и других пород) в зависимости от того, какую местность пересекает стена. Длина Великой стены — 6400 км.



История угля



КАМЕННОМУ УГЛЮ, который сейчас дает нам тепло, много миллионов лет. Изначально это была растительность заболоченных ле-

сов, покрывавших Европу, Азию и Северную Америку. Листья, семена и отмершие ветви, падая на мокрую лесную подстилку, начинали разлагаться. Сверху на капливались осадки, своим весом постепенно выдавливая воду из гниющей массы и спрессовывая ее в твердый торф и затем в уголь. По мере увеличения давления и нагрева процесс образования угля проходит пять этапов.



Корни растений



ОКАМЕНЕВШАЯ ДРЕВЕСИНА

Гагат — очень легкий твердый черный материал, образовавшийся из кусочков древесного плавника, захороненных на морском дне.

Гагат хорошо полируется, поддается резке и как поделочный камень использовался уже в бронзовом веке.



«ДРАГОЦЕННЫЙ» УГОЛЬ

Богатые залежи гагата находятся в графстве Йоркшир (Англия).

Кулоны эпохи римского господства в Британии, найденные в городе Йорк, скорее всего, были вырезаны из местного материала.



ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

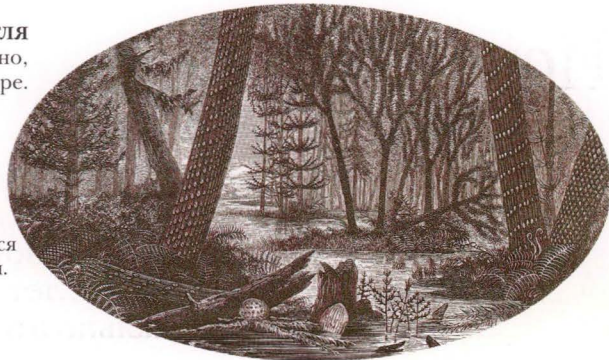
Эта осадочная горная порода содержит битумное вещество животного и растительного происхождения — кероген. При нагревании и перегонке из горючих сланцев получают жидкие и газообразные углеводороды.





ПРАРОДИТЕЛИ УГЛЯ

Болота каменноугольного периода, возможно, выглядели так, как изображено на этой гравюре.



ПРОИСХОЖДЕНИЕ УГЛЯ

Уголь образуется, когда во влажных районах со слабым стоком, например болотах или топях, накапливается мощная толща растительных остатков. Мертвые растения пропитываются водой и гниют, но окончательно не разлагаются.



ТОРФЯНОЙ СЛОЙ

Торф — уплотненный слой гниющей растительности. В нем еще различимы корни растений и оболочки семян. В болотистых районах, где постоянно образуется новый торф, местные жители нарезают его, сушат и используют в качестве топлива.



РЕЗКА ТОРФА

Многие ирландские фермеры до сих пор добывают торф старинным способом.



БУРЫЙ УГОЛЬ

Когда торф спрессовывается, он превращается в рыхлое коричневое вещество — лигнит, в котором еще видны растительные остатки. Невысушенный торф состоит из воды на 90%, а в лигните ее всего уже 50%.

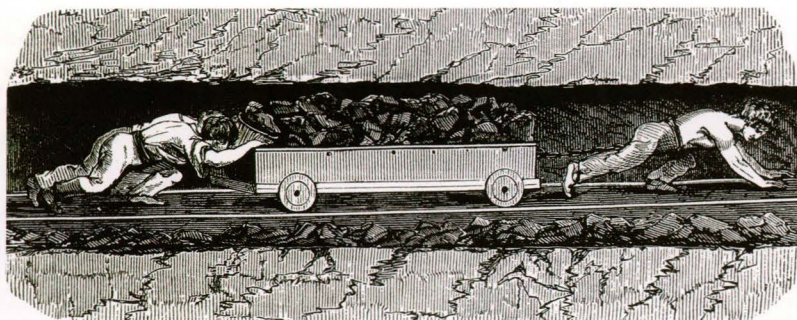


БЫТОВОЙ УГОЛЬ

Под давлением лигнит превращается в битуминозный, или бытовой, уголь — твердый, хрупкий и очень богатый углеродом. В нем содержится похожее на копоть вещество, пачкающее руки. В крупном куске угля могут чередоваться блестящие и тусклые слои с включениями растительного материала, например спор.

УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ

Слои угля называются пластами. Они чередуются со слоями других горных пород, например песчаников и аргиллитов, образовавшихся из речных осадков. Здесь показаны лигнитовые пласты из карьера во Франции.



УСЛОВИЯ ТРУДА В ШАХТАХ

Во времена Промышленной революции в Англии на шахтах работали даже дети. Рабочий день был длинным, а условия труда просто ужасными. Такая шахта изображена на гравюре 1842 г.

ДОБЫЧА УГЛЯ

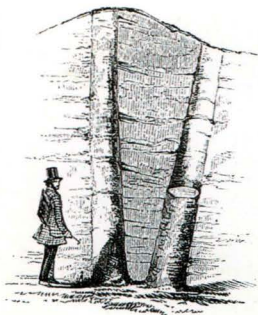
Человек начал добывать уголь в средние века. Иногда уголь разрабатывают в карьерах открытым способом, но большинство шахт спускается на глубину нескольких сот метров. Сейчас в угольных шахтах работает специальная техника.



САМЫЙ ТВЕРДЫЙ УГОЛЬ

Уголь самого высокого качества — антрацит. Этот сверкающий уголь тверже всех остальных и совсем не пачкается. Он самый ценный из углей, так как содержит наибольшее количество углерода, дает меньше дыма и больше тепла.





Ископаемые

ИСКОПАЕМЫЕ ОСТАТКИ, или окаменелости, — это остатки, следы или отпечатки животных или растений в осадочных породах. Мягкие части обычно гнивают,

а твердые сохраняются в осадке. Чаще всего это кости, раковины, листья и древесина.

В морских осадках раковины могут замещаться другим минералом, тогда остается отпечаток внутренней или наружной стороны раковин. Ископаемые встречаются в осадочных породах, особенно известняках и глинистых сланцах. Многие ископаемые — это остатки вымерших растений и животных, например динозавров, которые обитали на Земле миллионы лет тому назад. По ним можно определять возраст горных пород. Сохранившиеся отпечатки лап, следы ползания, ходы червей и норки называются «ископаемыми следами».

Neuropteris (семенной папоротник) — отпечаток в буром железняке



ИСКОПАЕМЫЕ РАСТЕНИЯ

Остатки папоротникообразных растений в угленосных слоях попали туда в каменноугольный период и относятся к характерным формам верхнего карбона. Эти ботанические виды отличаются от современных, однако между ними наблюдается удивительное сходство.



Современный папоротник



Глинистая порода

Отпечаток листа

Буковый лист



ОТПЕЧАТОК ЛИСТА
Этот отпечаток листа очень похож на лист современного бука. Ему почти 40 млн. лет, однако структура листа до сих пор различима.



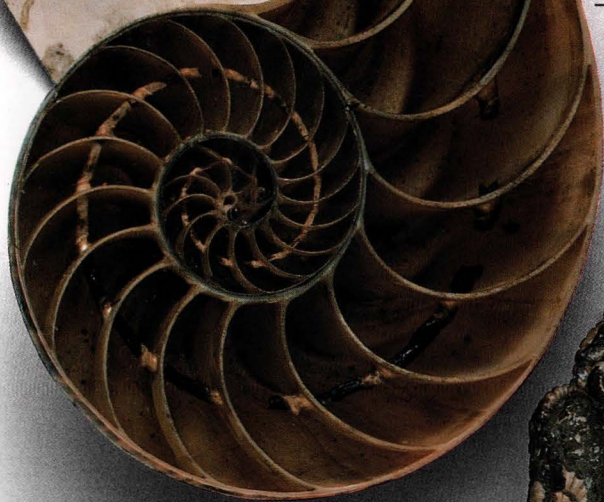
Лист магнолии (миоцен)

Папоротник каменноугольного периода



Отпечаток вайи (листообразной части) папоротника *Asterotheca*

Раковина
наutilusа
в разрезе



НАУТИЛУС

Как и у аммонитов, раковина у наutilusа разделена на камеры. Регулируя содержание газа в камерах, наutilus всплывает или погружается. Плавает он задом наперед головой вниз.



ДРЕВНИЕ ПРЕДКИ

Этому известняку около 200 млн. лет. Он почти целиком сложен остатками аммонитов. Эти давно вымершие создания имели твердую спиральную раковину. Виды аммонитов быстро менялись и населяли многие океаны и моря, поэтому их используют для определения относительного возраста горных пород, в которых их находят. Ближайший современный родич аммонита — наutilus — обитает в Тихом океане.



Остатки
аммонитов

КЛАДБИЩЕ УЛИТОК

Этот кусок известняка содержит твердые спиральные раковины морских гастропод (улиток), которым около 120 млн. лет. Местами белые раковины растворились, оставив лишь отпечаток внутренней поверхности (слепок, или ядро).



Слепок внутренней
поверхности

Раковина
гастроподы



**ОХОТА
ЗА ИСКОПАЕМЫМИ**
Коллекционирование окаменелостей на морских побережьях было модным увлечением в XIX в.

Виноградные
улитки



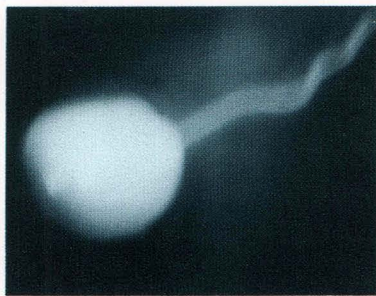


Породы из космоса

Ежегодно на Землю падает около 19 000 метеоритов весом больше 100 г. Большинство их исчезает в океане или пустынях, и в среднем ученые находят лишь пять из них. Метеориты – природные тела, уцелевшие в плотных слоях атмосферы. По мере вхождения в атмосферу их поверхность плавится и испаряется, но ядро остается холодным. При торможении расплавленная поверхность отвердевает, и образуется темная корка плавления.

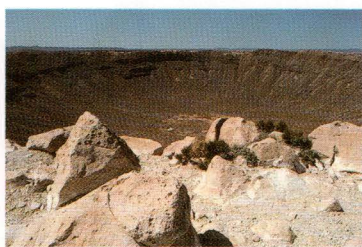
ОГНЕННЫЙ ШАР ПАСАМОНТЕ

Метеориты именуют по географическому названию места падения. Этот огненный шар упал на Землю в марте 1933 г. В 5 часов утра его сфотографировал рабочий на ранчо в Пасамонте (Нью-Мексико, США). Метеорит спускался по пологой траектории около 800 км длиной. Он рассыпался в атмосфере на десятки осколков, выпавших на Землю каменным дождем.



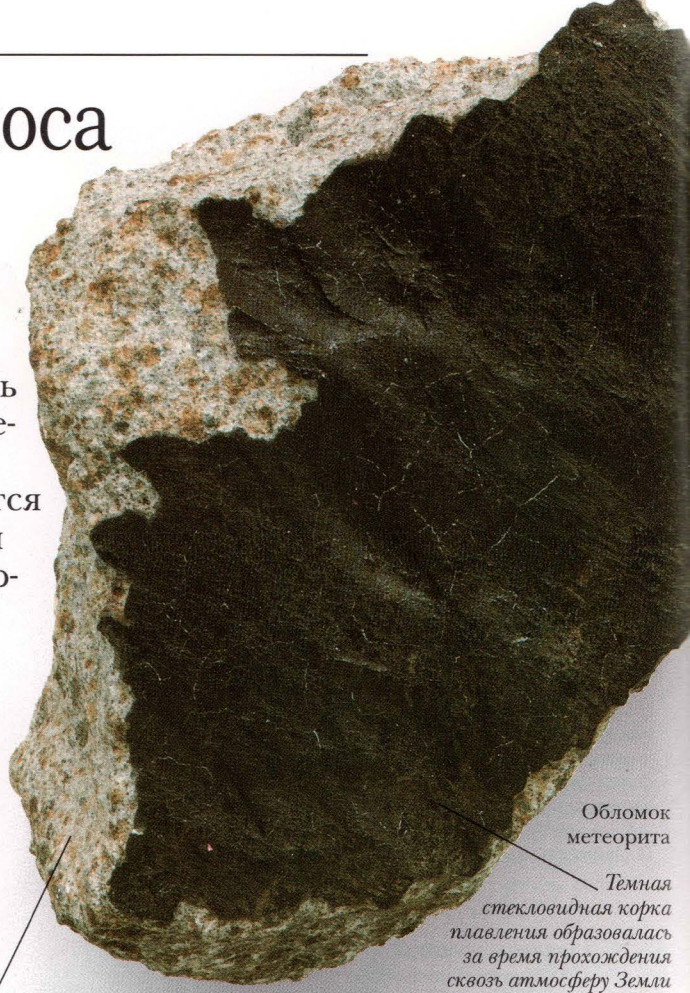
МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ МЕТЕОРИТ

Метеорит Каньон-Дьябло столкнулся с Землей около 20 000 лет назад. В отличие от метеорита Барвелл он железный. Такие метеориты – части рассыпавшихся маленьких астероидов (с. 41) – встречаются реже каменных и состоят из железоникелевого сплава (5-12% никеля). Самый крупный из известных, метеорит Гоба из Намибии, состоит из железа и весит около 50 т. Этот кусок метеорита Каньон-Дьябло отполировали и частично протравили кислотой, чтобы выяснить его внутреннее строение.



КРАТЕР ВЗРЫВА

Метеорит Каньон-Дьябло весом примерно 15 000 т взорвался при падении в пустыне Аризона (США). При этом образовалась огромная воронка (метеоритный кратер) диаметром около 1,2 км и глубиной почти 180 м. В результате взрыва осталось лишь 30 т метеоритного вещества, распыленного по окрестностям в виде мельчайших кусочков.



Обломок метеорита

Темная стекловидная корка плавления образовалась за время прохождения сквозь атмосферу Земли

Серая внутренняя масса состоит из минералов оливина и пироксена

РОВЕСНИК ЗЕМЛИ (вверху)

Метеорит Барвелл упал в Барвелле (графство Лестершир, Англия) в сочельник 1965 г. Он образовался 4600 млн. лет назад, почти одновременно с Землей, только в другой части Солнечной системы. Из каждых 10 найденных метеоритов 8 каменные, как Барвелл.

МЕТАЛЛ И КАМЕНЬ (внизу)

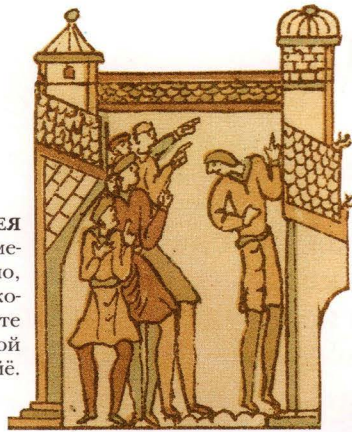
Железокаменные метеориты составляют отдельную группу. Поверхность этого кусочка метеорита Тиль-Маунтинс была специально отшлифована, чтобы обнажить блестящий светлый металл с включениями минерала оливина. Он был найден в Антарктиде, где большинство метеоритов, упавших на Землю за 300 млн. лет, сохраняется в толще ледников.



Металл

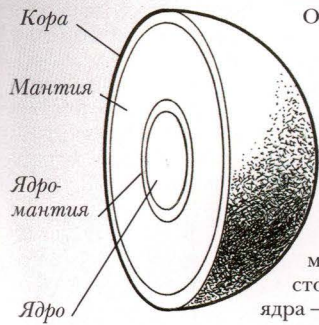
Каменная часть, содержащая оливин

КОМЕТА ГАЛЛЕЯ
Содержащие воду метеориты, возможно, образовались из комет, подобных комете Галлея, изображенной на гобелене из Байё.



СТРОЕНИЕ АСТЕРОИДА

Многие метеориты рождаются из малых планет (астероидов). Они обращались вокруг Солнца в промежутке между орбитами Марса и Юпитера. Самый большой астероид Церера достигает 1020 км в поперечнике, однако у большинства астероидов диаметр меньше 100 км. Они состоят из металлического ядра — источника железных метеоритов (таких, как Каньон-Дьябло), ядерно-мантийной оболочки, образующей железокремнистые метеориты (типа Тиль-Маунтинс), и коры, из которой возникают каменные метеориты (подобные Барвеллу).



ВОДОНОСЫ

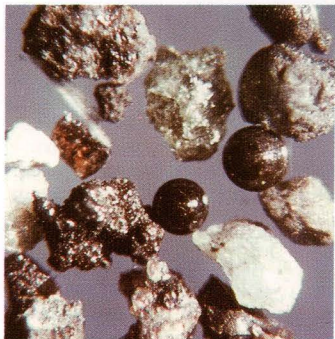
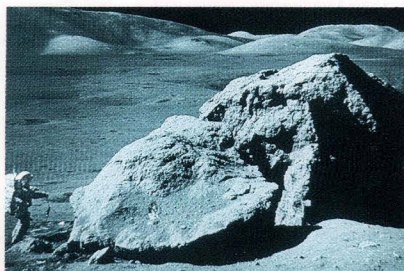
Метеорит Мерчисон упал в Австралии в 1969 г. Он содержит углеродные соединения и воду из космоса. Возможно, такого рода материал слагает ядра комет. Углеродные соединения — результат химических реакций, а не жизнедеятельности организмов. Такие метеориты встречаются редко — лишь три из ста попавших на Землю.

Породы с Луны и Марса

В Антарктиде найдены пять метеоритов, которые, вероятно, попали на Землю с Луны, так как по составу похожи на лунные породы, собранные во время полетов кораблей «Аполлон». Восемь других, по-видимому, прибыли с Марса.

ЛУННЫЕ ОТКРЫТИЯ

Лунные метеориты состоят из того же материала, что и эта глыба в лунных горах, рядом с которой стоит астронавт «Аполлона-17» Джек Шмитт.



ЛУННАЯ ПОРОДА

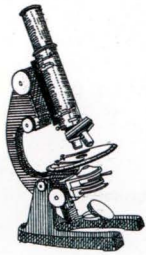
Луна покрыта рыхлым грунтом из мелких частиц горных пород и минералов. Он образовался в процессе бомбардировки поверхности метеоритами. Из подобного материала, спрессовавшегося на поверхности астероида, состоят многие каменные метеориты. На снимке светлые минералы — полевой шпат, более темные — пироксен.

МАРСИАНИН

Камень Накла упал в Египте в 1911 г. и, как гласит легенда, убил при этом собаку. Он образовался 1300 млн. лет назад (недавно по сравнению с большинством метеоритов) и, вероятно, попал на Землю с Марса.



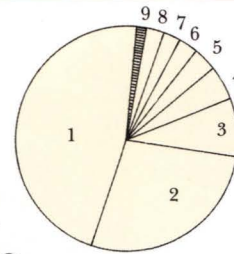
Минералы в породах



Петрологический микроскоп

Восемь химических элементов слагают земную кору почти на 99%. Из их соединений образуются природные минералы. Во многих горных породах, кроме известняков, преобладают кварц и силикаты.

Земные недра состоят в основном из магматических пород. Их типы характеризуются специфическим набором породообразующих минералов.



СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ
По весу в процентах элементы располагаются в следующем порядке: кислород (1), кремний (2), алюминий (3), железо (4), кальций (5), натрий (6), калий (7), магний (8) и все остальные элементы (9).

Минералы гранитных пород

Граниты и диориты состоят из полевых шпатов, кварца, слюды и амфиболов. Полевые шпаты — самые распространенные из минералов и встречаются почти во всех горных породах.

Агрегат черных кристаллов и кальцита



Амфибол роговая обманка обычен для магматических и метаморфических пород

Амфибол тремолит обычен для метаморфических пород

Серебристые игольчатые кристаллы

АМФИБОЛЫ

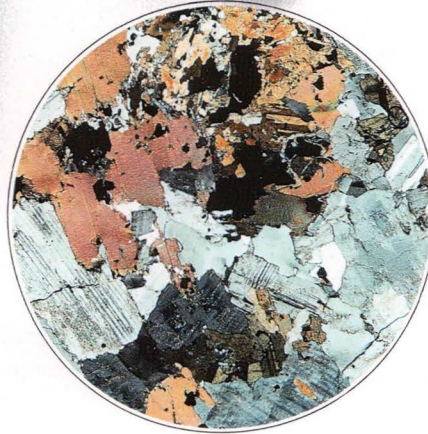
Минералы этой группы входят в состав многих магматических и метаморфических пород. Отличить амфиболы от пироксенов (с. 43) можно по углам между плоскостями спайности (с. 48).



Одиночный кристалл роговой обманки



Кварц, или горный хрусталь



ТОНКИЙ СРЕЗ ГРАНИТНОЙ ПОРОДЫ
Когда прозрачный шлиф диорита толщиной 0,03 мм рассматривают в петрологический микроскоп, в нем обнаруживаются разноцветные амфиболы, гладкий серый кварц и серый полосатый полевой шпат плагиоклаз.

Мусковит, светлая, богатая алюминием слюда, преобладает в кристаллических сланцах и гнейсах

Серебристо-коричневые таблитчатые кристаллы



СИЛИКАТЫ

Это минералы кремния — кварц, полевые шпаты и другие. Кварц — один из самых распространенных минералов — входит в состав магматических, осадочных и метаморфических пород. Его присутствие характерно для гранитов, гнейсов и кварцитов.

КАЛИЕВЫЕ ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ

Ортоклаз входит в состав многих магматических и метаморфических пород. Микроклин (низкотемпературная форма ортоклаза) находят в гранитных пегматитах.



Кристалл зеленого микроклина (амазонита)



Сдвойнированный кристалл розового ортоклаза



Биотит, темная, богатая железом слюда, встречается в магматических породах, а также гнейсах и кристаллических сланцах

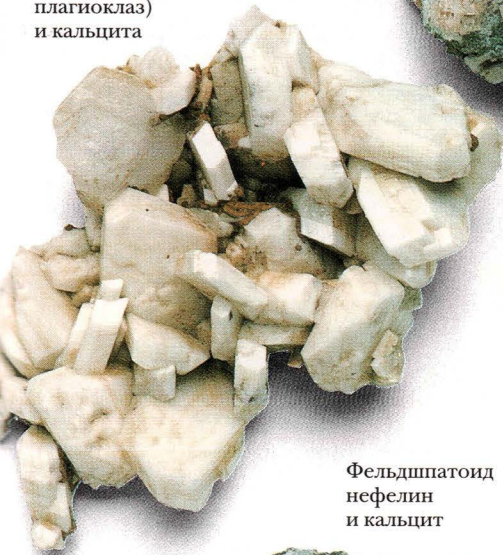
СЛЮДЫ

Две главные разновидности слюды — биотит, богатый железом и магнием, и мусковит, богатый алюминием, — имеют совершенную спайность в одном направлении (с. 48) и легко расщепляются на тонкие листочки.

Минералы основных пород

Семь изображенных здесь минералов обычно встречаются в основных породах, в частности в базальтах и габбро.

Сдвойникованные кристаллы альбита (полевого шпата плагиоклаза) и кальцита



Фельдшпатоид нефелин и кальцит

ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ ПЛАГИОКЛАЗЫ

(вверху)
Группа натрий-кальциевых алюмосиликатов с переменным содержанием натрия и кальция. Плагиоклазы — главный компонент магматических пород.

ФЕЛЬДШПАТОИДЫ

Это минералы из разряда полевых шпатов с низким содержанием кремния, образующиеся в бедных кремнием вулканических лавах.



Фельдшпатоид лейцит в вулканической породе



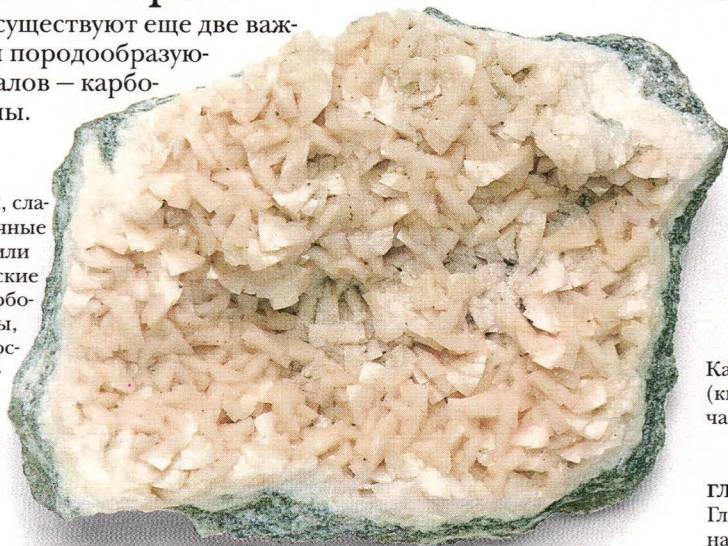
Другие минералы

В природе существуют еще две важные группы породообразующих минералов — карбонаты и глины.

КАРБОНАТЫ

Это минералы, слагающие осадочные (известняки) или метаморфические (мраморы) карбонатные породы, а также рудоносные жилы. Например, кальцит — главная составляющая известняков.

Доломит (карбонат магния и кальция) обычно переслаивается с известняками



Каолинит (китайская глина) образуется из частично разложившегося ортоклаза

ГЛИНЫ

Глины — самые распространенные на Земле осадочные породы. Они состоят в основном из минералов каолинита, монтмориллонита, иллита и др.



Иллит

Монтмориллонит



ОЛИВИН

Этот силикат железа и магния, типичный для бедных кварцем пород (базальтов, габбро и перидотитов), образует в них мелкие вкрапления или крупные зернистые агрегаты. Ограниченные кристаллы оливина называются перидот, или хризолит (с. 54).

Зеленые кристаллы оливина

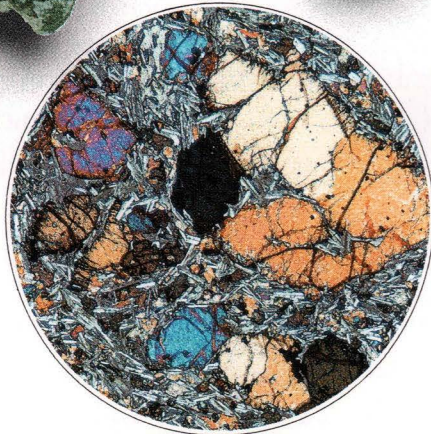


Вулканическая бомба с Везувия, содержащая оливин (с. 18)

Одиночный кристалл авгита



Зеленоваточерные призматические кристаллы пироксена авгита



СРЕЗ ОСНОВНОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

В шлифе оливинового базальта видны ярко окрашенный оливин, коричнево-желтый пироксен и серые полосатые зерна полевого шпата плагиоклаза.



ПИРОКСЕНЫ

Пироксены — это силикаты кальция, магния и железа.

Пироксен авгит в изобилии содержится в магматических породах типа габбро и базальтов. Реже встречается энстатит, который входит в состав габбро, пироксенитов и некоторых перидотитов.

Призматический кристалл энстатита с биотитом

Фельдшпатоид лейцит

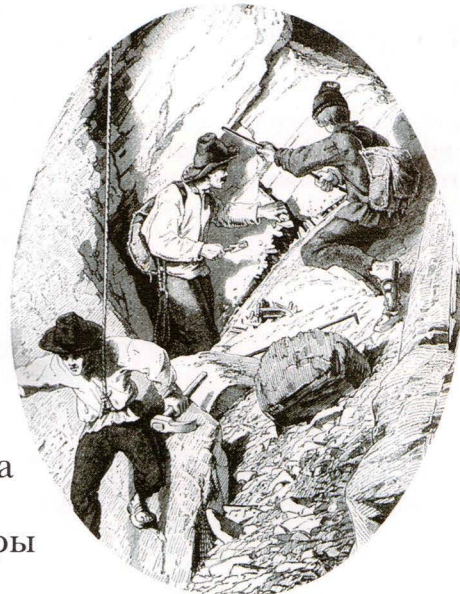
в вулканической породе

Призматический кристалл энстатита с биотитом

Кристаллы



КРАСОТА КРИСТАЛЛОВ всегда восхищала человека. Раньше считалось, что горный хрусталь (вид кварца) — это окаменевший лед, который никогда не растает. На самом деле кристаллы (от греческого слова «криос» — «ледяной холод») — это твердые тела со строгим внутренним расположением атомов, которому соответствует симметрия их внешних гладких поверхностей — граней. Грани в кристаллах одного минерала могут быть разного размера и формы. Многие кристаллы имеют техническую ценность, а некоторые из них ювелиры гранят как драгоценные камни (с. 50).



Сбор кристаллов
в Альпах, 1870-е гг.

Отражение света от грани кристалла

Рост кристаллов
ориентирован произвольно

Линии штриховки отмечают
последовательный рост кристалла

Большой сдвойникованный кристалл (двойник)

Плоскость срастания

Хорошо выраженные
грани



«РЕЗНОЙ ЛЕД»

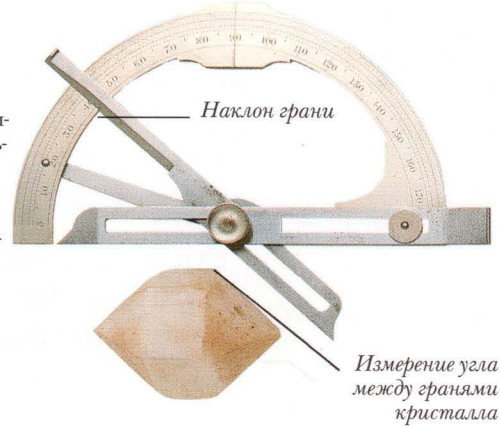
Живописные сростки (друзы) кристаллов, как этот образец горного хрусталя, выглядят так, словно были искусственно вырезаны и отполированы. Этот образец, найденный в Изере (Франция), очень хорошо оформлен и состоит из крупного двойника (с. 45) и множества одиночных простых кристаллов. Узкие выступы и бороздки (штриховка), заметные на некоторых гранях, образуются при одновременном росте двух различных граней кристалла.

Симметрии кристаллов

Классификация кристаллов основана на симметрии кристаллов и размерах углов между гранями. Все строгие правильные формы кристаллов подразделены на 7 систем — сингоний. Например, каждой грани должна соответствовать параллельная ей грань на противоположной стороне кристалла, одинаковая по форме и размеру. В природных образцах бывает трудно установить симметрию, поскольку кристаллы, образуя сростки, могут не иметь хорошо развитых граней.

НАУЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

При идентификации кристаллов определенного минерала используется признак постоянства углов между смежными гранями. Ученые точно измеряют их с помощью ручного гониометра (угломера).

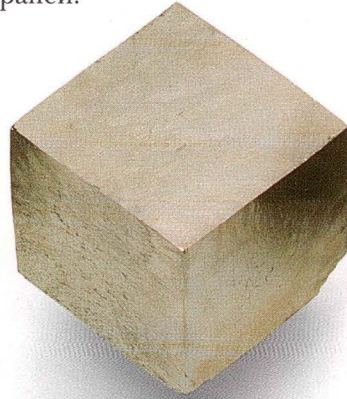


Измерение угла между гранями кристалла



ТРИКЛИННАЯ СИНГОНИЯ

Для кристаллов этой системы характерна самая низкая симметрия, что видно по этому клиновидному кристаллу аксинита из Бразилии. Кристаллы полевых шпатов (с. 43) также относятся к триклинной сингонии.



КУБИЧЕСКАЯ СИНГОНИЯ

Пирит (с. 59) образует кристаллы в виде кубов. Однако кристаллы кубической сингонии могут иметь форму октаэдров и тетраэдров. Гранат (с. 55) относится к этой же системе. Такие кристаллы отличаются наивысшей симметрией.



ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ СИНГОНИЯ

Темно-зеленые кристаллы идократа (везувияна), как этот образец из Сибири, а также кристаллы циркона (с. 54) и вульфенита (с. 9) относятся к тетрагональной сингонии.



РОМБОЭДРИЧЕСКАЯ (ТРИГОНАЛЬНАЯ) СИНГОНИЯ

На этом кристалле сидерита выросли мелкие вторичные кристаллы. К этой же сингонии относятся кварц, корунд (с. 51), турмалин (с. 55) и кальцит (с. 22, 48).



РОМБИЧЕСКАЯ СИНГОНИЯ

Наиболее часто встречающиеся ромбические минералы — это барит (сульфат бария), оливин (с. 43) и топаз (с. 54).



МОНОКЛИННАЯ СИНГОНИЯ

Самая распространенная система симметрии кристаллов объединяет гипс, из которого делают штукатурку (с. 21), азурит (с. 33) и ортоклаз (с. 49).

ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ СИНГОНИЯ

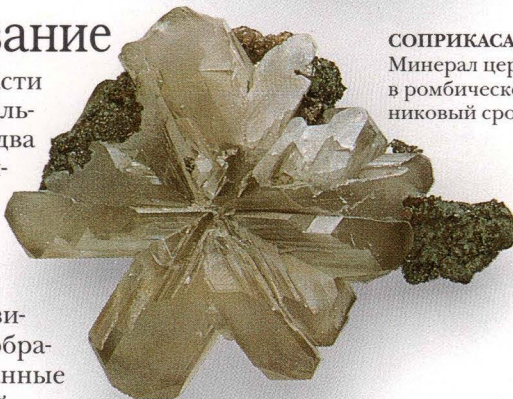
К этой сингонии относится берилл (с. 50), его драгоценная разновидность — изумруд (образец из Колумбии), а также апатит (с. 49) и лед. Но это не мешает каждой снежинке иметь свою, единственную и неповторимую форму.



Снежинки

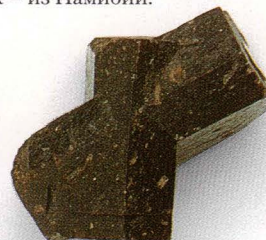
Двойникование

Кристаллы могут расти в пустотах и минеральных жилах. Иногда два или больше кристаллов одного и того же минерала сростаются друг с другом в определенной геометрической позиции — в результате образуются sdвойникованные кристаллы, или двойники.



СОПРИКАСАЮЩИЕСЯ ДВОЙНИКИ

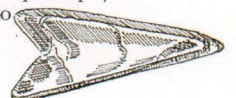
Минерал перуссит кристаллизуется в ромбической сингонии. Этот двойниковый сросток — из Намибии.

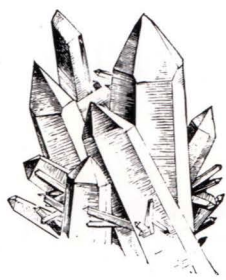


ПРОНИКАЮЩИЕ ДВОЙНИКИ

Ставролит также относится к минералам с ромбической симметрией. В этом двойнике из Бразилии один кристалл пророс в другой.

Сдвойникованные кристаллы гипса имеют характерную стреловидную форму — «ласточкин хвост»





Рост кристаллов

В ПРИРОДЕ НЕ БЫВАЕТ ДВУХ одинаковых кристаллов — ведь они образуются в разных условиях. Кристаллы растут там, где достаточно пространства. В ограниченном пространстве кристалл может приобрести искаженные или необычные черты. Форма и размеры граней определяют облик (габитус) кристаллов и их сростков.



Коралловидная форма

Тонкие «иглы» кристалла

РАДИАЛЬНЫЕ ИГЛЫ

Очень тонкие, длинные, похожие на иглы кристаллы имеют игольчатый габитус. В этом образце сколецита серые игольчатые кристаллы лучами расходятся из центра.



СВЕРКАЮЩИЙ СРОСТОК (внизу справа)

Гематит (с. 33) может иметь разный облик. Его разновидность спекулярит (от латинского *speculum*, т. е. «отражатель») — сверкающие кристаллы — имеет зеркальный габитус. Образец на снимке представляет собой агрегат зеркальных кристаллов, сверкающих, как зеркальца.



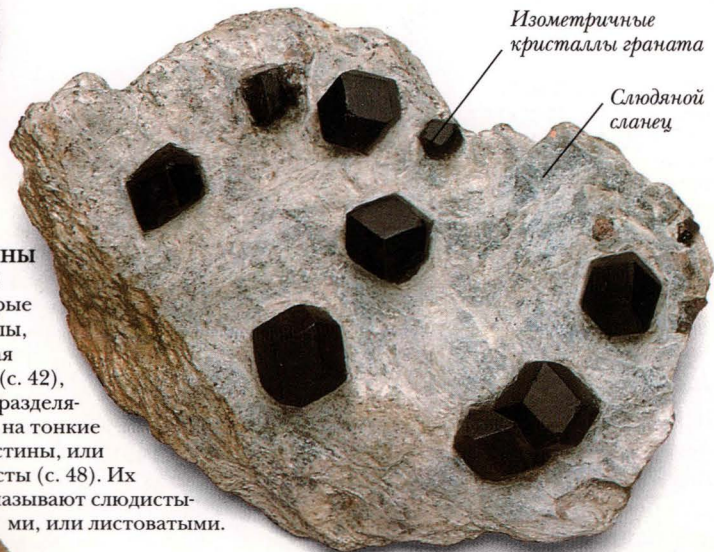
МЯГКИЕ НИТИ (слева)

Кристаллы тремолита (одного из минералов группы амфиболов) мягкие и чрезвычайно гибкие. Они имеют волокнистый габитус, поскольку напоминают текстильные волокна.



ПЛАСТИНЫ СЛЮДЫ

Некоторые минералы, включая слюду (с. 42), легко разделяются на тонкие пластины, или листы (с. 48). Их называют слюдястыми, или листоватыми.



Изометричные кристаллы граната

Слюдяной сланец

БЕЛЫЙ КОРАЛЛ

Арагонит (по названию испанской провинции Арагон) иногда имеет коралловидный габитус. Так характеризуют минералы, своей формой напоминающие кораллы.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ «ВИНОГРАД»

Некоторые кристаллы халькопирита (с. 59) растут из центра. Их сростки имеют облик округлых желваков. Такой габитус называется гроздевидным — по очевидному сходству с виноградной гроздью.



СТОЛБЧАТЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Призматические кристаллы вытянуты в длину в одном направлении. У кристалла берилла (с. 50) шесть длинных прямоугольных граней и две плоские шестигольные грани на концах.

ИЗОМЕТРИЧНЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Изометричными называют минералы, образующие кристаллы, почти одинаковые во всех направлениях. Яркий пример — этот образец граната (с. 55) в слюдяном сланце.

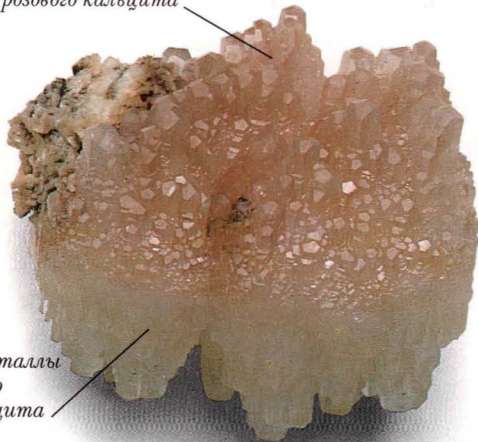
ДВЕ ФОРМЫ

Пирит (с. 59) может кристаллизоваться в виде кубов и в виде 12-гранников (пентагональных додекаэдров). Если условия роста меняются, обе формы развиваются одновременно, оставляя на гранях параллельные борозды штриховки (с. 44).



Глубокая штриховка на гранях куба
Грани додекаэдра

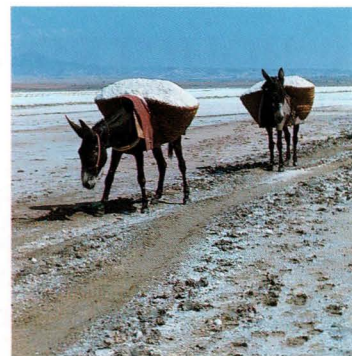
Блестящие кристаллы розового кальцита



Кристаллы серого кальцита

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РЯДЫ

Иногда сростки однотипных кристаллов развиваются и растут только в одном направлении. В этом агрегате кальцита множество тонких розовых и серых кристаллов, ориентированных строго параллельно.



СОЛЕННОЕ ОЗЕРО (КИПР)

На дне высохших соленых озер остается толстая соляная корка.

СТУПЕНЧАТЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Этот образец галита (с. 21) содержит множество песчинок. Прослеживается избыточный рост в двух предпочтительных направлениях. В результате получились ступени из кубических кристаллов.



Ступенчатые грани

В ДВА ЭТАЖА

Кристаллы халькопирита (с. 59) и сфалерита (с. 57) имеют одинаковую структуру. Здесь тусклые, медно-латунного цвета кристаллы халькопирита выросли на коричневатых черных кристаллах сфалерита.



Кристаллы сфалерита

Кристаллы халькопирита

Насыщенные песком кубики

ВЕТВИСТЫЙ МЕТАЛЛ

Иногда между слоями пород пространство для роста кристаллов ограничено. Тогда самородная медь (с. 56) и другие минералы могут расти в виде тонкой пленки. Характерная ветвистая форма называется дендритовой.

«Веточки» меди



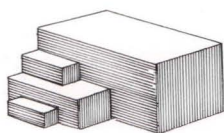
Хлоритовый контур



ФАНТОМ-КРИСТАЛЛЫ

Внутри этого кристалла кварца видны следы более ранней стадии роста. Они отмечены тонкой пленкой минерала хлорита, отложившегося на плоскостях роста кварца.

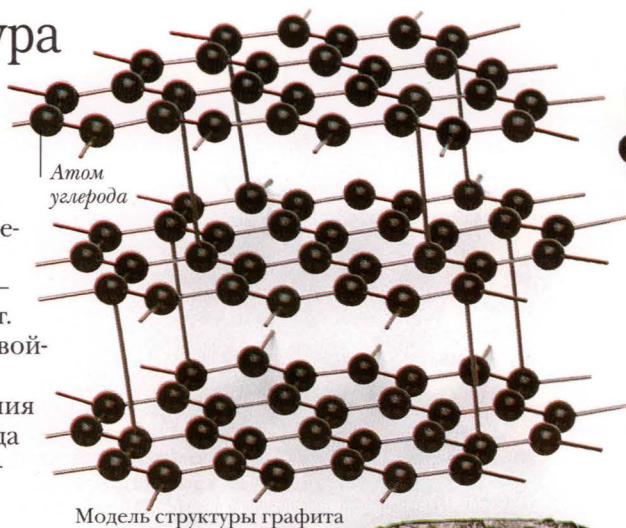
Свойства минералов



Большинство минералов имеют упорядоченную кристаллическую структуру и определенный химический состав. Это обуславливает их физические и химические свойства, которые нередко представляют значительный интерес для науки и промышленности. По физическим свойствам минералов, таким, как спайность, твердость и плотность, а также по цвету и габитусу (с. 46) можно судить об условиях их образования и идентифицировать их.

Структура

Химически одинаковые минералы могут иметь разную структуру. Например, углерод образует два минерала — алмаз и графит. Разница в их свойствах зависит от расположения атомов углерода в кристаллической решетке.



ГРАФИТ

Гексагональный минерал графит образовался при высокой температуре, каждый атом углерода в нем тесно связан с тремя другими в одной и той же плоскости. Структура построена из отдельных слабых связанных слоев. Графит — очень мягкий минерал (по шкале Мооса 1-2). Он оставляет четкий штрих на бумаге, поэтому используется в карандашах.



Образец графита



Алмазы



АЛМАЗ

Алмаз (с. 50), кубический минерал, образовался при высоком давлении. В его жесткой структуре каждый атом углерода прочно связан с четырьмя другими. Алмаз чрезвычайно тверд (по шкале Мооса 10), поэтому его используют в промышленности как режущий материал.

Спайность

Некоторые минералы раскалываются только вдоль четко выраженных плоскостей. Это свойство называется спайностью и обусловлено порядком расположения атомов в кристалле.



ТОНКИЕ ЛИСТЫ

Антимонит (сурьмяная руда) отличается совершенной листоватой спайностью из-за слабых структурных связей между цепочками атомов сурьмы и серы.

СВИНЦОВЫЕ СТУПЕНИ

Галенит, свинцовая руда (с. 57), имеет совершенную спайность по кубу: он раскалывается только вдоль граней куба. Поэтому грань его кристалла состоит из множества мелких ступенек.



РАЗБИВАЮЩИЙСЯ ВДРЕБЕЗГИ

Кристаллы барита (с. 45) демонстрируют совершенную спайность в трех направлениях. Если попытаться его разбить, он будет крошиться по этим плоскостям.



СОВЕРШЕННЫЙ РОМБОЭДР

Кальцит имеет совершенную спайность по ромбоэдру, так что расколоть его в любом другом направлении практически невозможно.

ИЗЛОМ

Кристаллы кварца раскалываются не по какой-либо определенной плоскости, а в произвольном направлении, образуя раковистый излом.



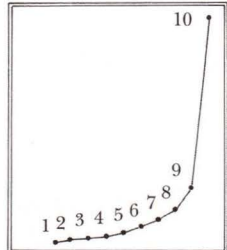
Волнистый, раковистый излом

Твердость

Связи, удерживающие атомы, определяют твердость минерала. В 1812 г. австрийский минералог Фридрих Моос составил шкалу относительной твердости, расположив последовательно десять минералов в качестве стандартов, так что любой минерал шкалы царапает лишь предшествующие ему. Разные предметы также можно проверить по шкале. Твердость ногтя — 2,5, перочинного ножа — 5,5. Минералы с твердостью 6 и выше царапают стекло, а само стекло царапает апатит и все другие расположенные перед ним минералы.

КРИВАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ТВЕРДОСТИ

Интервалы между минералами шкалы Мооса неодинаковы. Алмаз почти в 40 раз тверже талька, в то время как корунд только в 9 раз.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тальк	Гипс	Кальцит	Флюорит	Апатит	Ортоклаз	Кварц	Топаз	Корунд	Алмаз

Магнетизм

Лишь два из минералов — магнетит и пирротин (соединения железа) — обладают сильными магнитными свойствами. Магнетит (магнитный железняк) применялся в первых примитивных компасах.

ПРИРОДНЫЙ МАГНИТ

Магнетит постоянно намагничен, поэтому притягивает к себе железные опилки и другие металлические предметы, например скрепки для бумаги.



Пучки железных опилок

Оптические свойства

Когда свет проходит сквозь минерал, от его взаимодействия с атомами кристаллической решетки возникают оптические эффекты.



ДВОЙНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ
Свет, проходящий сквозь ромбоэдр кальцита, расщепляется на два луча, поэтому стебель маргаритки воспринимается глазом как два.



ФЛЮОРЕСЦИРУЮЩИЙ ОТУНИТ
Некоторые минералы флюоресцируют (светятся) в ультрафиолетовом свете.

Плотность

Плотность связана с химическим составом и кристаллическим строением минерала. Это отношение массы вещества к массе равного объема воды. Плотность минерала служит диагностическим признаком.

РАЗМЕР И МАССА

Вид атомов и внутренние атомные связи определяют плотность вещества. Эти три образца разных минералов (справа и внизу) имеют одинаковую массу. Но атомы в кварце и галените тяжелее и прижаты друг к другу теснее, чем в слюде, поэтому образцы кварца и галенита значительно меньше по размеру.



Слюда

Кварц

Галенит



Драгоценные камни

ДРАГОЦЕННЫЕ камни — это исключительно красивые и редкие природные минералы, которые ис-

пользуются в ювелирных изделиях и произведениях искусства. К драгоценным камням относятся алмаз, изумруд, рубин, сапфир и благородный опал. Минералы отражают и преломляют свет, поэтому алмаз, рубин и изумруд горят и переливаются сочными красками. Цвет и блеск проявляются только при искусной огранке и полировке (с. 60). Единицей веса драгоценных камней служит карат, равный одной пятой грамма, — его нельзя путать с каратом, который используется для характеристики качества золота (с. 59).

Берилл

Драгоценные разновидности берилла — изумруд и аквамарин — известны с древних времен. Изумрудные копи Египта начали разрабатывать уже в 1650 г. до н.э. Прекрасно оформленные кристаллы берилла встречаются в пегматитах и кристаллических сланцах в Бразилии, России и других странах.



Ограненный изумруд

ИЗУМРУДЫ

Лучшие изумруды, подобные тем, что украшают драгоценности из сокровищницы английской королевской семьи, находят в кальцитовых и пиритовых жилах в Колумбии. Безупречные изумруды очень редки. Трещины или включения других минералов снижают достоинства камня, но доказывают его природное происхождение.

Зеленоватый гелиодор

Желтый гелиодор



ЦВЕТА БЕРИЛЛА

Чистый берилл — бесцветный. Его разновидности окрашены примесями. Морганиту, например, розовый цвет придает марганец. Зеленовато-голубой аквамарин часто подвергают нагреву для получения более сочного голубого цвета.



Розовый мorganит



Аквамарин



ДРЕВНИЕ УКРАШЕНИЯ

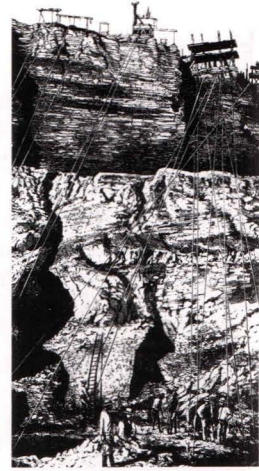
На этой римлянке — серьги и бусы из ограненных изумрудов (I-IV вв.).



Кристалл алмаза
Кимберлит

Алмаз

Название «алмаз» происходит от греческого слова «адамас», что означает «непобедимый», — это самый твердый из всех известных минералов (с. 49). Он слывет своим блеском и игрой света. Качество драгоценного (ювелирного) алмаза определяется цветом, чистотой, типом огранки и весом в каратах.



Рудник Кимберли, Южная Африка

СОКРОВИЩА ИЗ ГРАВИЯ

До 1870 г. алмазы находили лишь в виде одиночных кристаллов в речном гравии, в основном в Индии и Бразилии. В конце 1800-х гг. в Южной Африке были найдены слои алмазного гравия, а затем и кимберлиты — главный источник алмазов.



АЛМАЗЫ В ГОРНОЙ ПОРОДЕ

Кимберлит — это горная порода, из которой добывают большую часть алмазов. Она получила свое название по поселку Кимберли в Южной Африке, где впервые была обнаружена в вулканической трубке, уходящей своими корнями в мантию Земли.



ЦВЕТНЫЕ АЛМАЗЫ

Окраска алмазов очень разнообразна: от бесцветного через желтый и коричневый к розовому, зеленому и синему. Красный алмаз очень редок. Чтобы добиться чудесного блеска, древние ювелиры полировали естественные грани кристаллов. С XV в. алмазы стали гранить в форме таблиц и роз, а в XVII в. изобрели эффектную бриллиантовую огранку (с. 60).

АЛМАЗ «КОХИНОР»

На портрете — индийский алмаз, который в 1850 г. был подарен королеве Виктории.



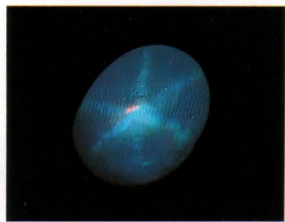
Корунд

Великолепие рубина и сапфира заключается в богатстве и сочности их цветов. Оба они — разновидности минерала корунда, который в чистом виде абсолютно бесцветен. Примесь крошечного количества хрома окрашивает в красный цвет рубин, а железо и титан придают синие, желтые и зеленые цвета сапфиру.



ЗВЕЗДАТЫЙ САПФИР

Часто кристаллы содержат игольчатые включения, ориентированные в трех направлениях. Огранка в виде кабошона проявляет шестилучевую звезду.



Ограненный рубин

КРИСТАЛЛ РУБИНА

Рубин «Эдуардс» — исключительный по качеству кристалл весом 162 карата — хранится в Музее естественной истории (Лондон). Скорее всего, он из месторождения в Могоке (Бирма).



Синий сапфир

Розовый сапфир



Бесцветный сапфир



Желтый сапфир

Светлый сапфир



Розовато-лиловый сапфир

ИСТОЧНИКИ САМОЦВЕТОВ

Источник синих и желтых сапфиров — Австралия. Рубины добывают в Бирме, Таиланде и Центральной Африке. Вот уже 2000 лет отложения гравия в Шри-Ланке, богатые самоцветами, дают лучшие синие и розовые сапфиры.

РЕЧНЫЕ САМОЦВЕТЫ

Большинство сапфиров и рубинов добывают из богатых самоцветами гравиев. Самоцветы обычно тяжелее и устойчивее к химическому выветриванию, чем материнские породы, и потому скапливаются на речном дне.



ЮВЕЛИРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ САМОЦВЕТОВ

Древнейшим ювелирным изделиям уже 20 000 лет. Они были найдены при раскопках древних погребений. На снимке: эмалевый золотой кулон конца XVI в. с рубинами, изумрудами и алмазами.

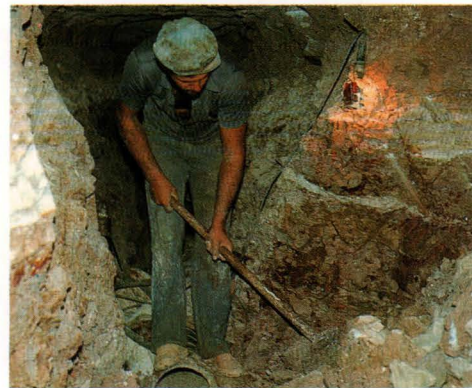
Опал

Слово «опал», вероятно, из санскрита («упала» — «драгоценный камень»). Однако опалы, которые использовали в ювелирном деле римляне, были не из Индии, а с территории современных Чехии и Словакии. В XVI в. опал привозили в Европу из Центральной Америки, а после 1870 г. первое место на мировом рынке опалов заняла Австралия.



ДОБЫЧА ОПАЛОВ В АВСТРАЛИИ

В настоящее время опалы применяются в ювелирном деле, а также в производстве шлифовальных и изоляционных материалов.



ИГРА ЦВЕТОВ В ОПАЛЕ

Синие, зеленые, желтые и красные переливы в благородном опале вызваны отражением и рассеянием лучей света от мельчайших кремневых шариков внутри минерала. Окраска бликов сильно отличается от цвета «тела»: прозрачного у водяного опала, молочного у белого опала, серого или черного у драгоценного черного опала.

Радужные черные опалы



Молочный опал

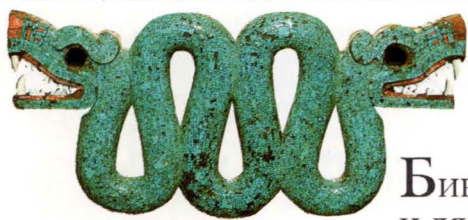
Белый опал



ОГНЕННЫЙ ОПАЛ

Самые великолепные огненные опалы добывают в Мексике и в Турции. Опал обычно гранят в виде многогранника. Этот камень ценится за сочность и богатство цвета.





Декоративные камни

Бирюза, агат, жад и ляпис-лазурь — цветные камни, встречающиеся в природе в виде тонкокристаллических скоплений, а не отдельных кристаллов. Они ценятся за свою равномерную, как у бирюзы, или узорчатую, как у агата, окраску. Прочные яшма и агат подходят для изящной резьбы, а мягкую бирюзу просто шлифуют. Резьба по ляпис-лазури требует материала очень высокого качества.

Халцедон

Сердолик, оникс, агат и хризопраз — все это формы халцедона. Чистый халцедон — полупрозрачно-серый или белый и состоит из тончайших слоев волокон кварца. Полосчатый халцедон называется агатом. Примеси «расписывают» его разными цветами и узорами.

Кабошон хризопраза

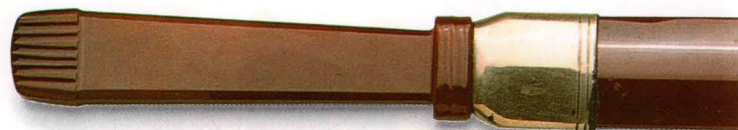


ЛЮБИМЕЦ ДРЕВНИХ

Яблочно-зеленый хризопраз использовали в ювелирном деле еще с до-римских времен, обычно в камнях или инталиях для колец и кулонов.



Прожилка бирюзы



Бирюза

Бирюзу использовали для самых ранних ювелирных поделок. Термин «бирюзово-голубая» распространяется и на ее бледные, зелено-голубые разновидности. Такая окраска возникает благодаря присутствию меди и следов железа. Чем больше железа, тем зеленее становится бирюза и тем меньше она ценится.



Ляпис-лазурь

Синяя ляпис-лазурь состоит в основном из лазурита, гаюина и содалита с небольшим количеством белого кальцита и вкраплениями латунно-желтого пирита.



ЧИСТЕЙШИЕ ОБРАЗЦЫ

Лучшая ляпис-лазурь добывается в Бадахшане (Афганистан). Там она встречается в виде линз и жил в белом мраморе.



ДРЕВНЯЯ БИРЮЗА

Этот маленький кулон, вероятно, персидского происхождения. А двуглавый змей (вверху) был частью ацтекского ожерелья. Вождь Моктесума прислал его Кортесу на рубеже XV-XVI вв.

ДОБЫЧА БИРЮЗЫ

Лучшая небесно-голубая бирюза происходит из окрестностей Нишапура (Иран), где ее добывают уже около 3000 лет. Другой ее источник, известный еще древним ацтекам, — юго-западные районы США. Сейчас отсюда поступает большая часть всей бирюзы, добываемой в мире.

ДРЕВНИЕ УКРАШЕНИЯ

На протяжении многих веков из лазурита делали бусы и разные резные изображения. Само название камня произошло от персидского слова «лажвард», что означает «синева неба».



МЕСОПОТАМСКАЯ МОЗАИКА

Лазурином инкрустирована декоративная пластина из царской могилы, так называемый «штандарт Ура» (около 2500 г. до н.э.).



ЕГИПЕТСКИЙ АМУЛЕТ

Из гробниц фараонов были извлечены многие изящные произведения раннего египетского искусства.

НАТУРАЛЬНАЯ СИНЬ (слева)

Слабая примесь серы окрашивает лазурит в ярко-синий цвет. Такой оттенок имитируют и в стекле, и даже в искусственном лазурите.



АГАТ

Тонкозернистый полосатый агат образуется в пустотах вулканических пород. Самые крупные месторождения ювелирного агата находятся в Бразилии и Уругвае.

Кристаллы



Густоокрашенная прослойка

ПОЛИРОВАННЫЙ АГАТ

Великолепные узоры поперечных срезов агата образовались при послойном отложении осадка горячих растворов, насыщенных кремнеземом, которые просачивались сквозь пустоты в пористых горных породах.



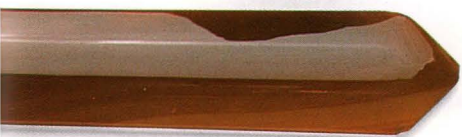
РЕЗНОЙ ПОРТРЕТ

Камей из гелиотропа были популярны в Древнем Риме.



ПЕЙЗАЖ В КАМНЕ

Узор внутри мохового агата (мохкского камня) подчеркнут изящной формой кабошона.



ДЕКОРАТИВНЫЙ НОЖ

Сердолик — красный халцедон — веками широко использовался для изготовления украшений и инкрустаций. На снимке изображен изящный нож из сердолика.



МАСКА ТУТАНХАМОНА

Эта золотая маска инкрустирована лазурином, сердоликом, обсидианом, кварцем и разноцветным стеклом.

Жад

Первоначально жадом называли камень зеленого цвета, который использовали для резьбы индейцы Центральной Америки. В действительности это название объединяет два разных минерала — жадеит и нефрит.



РЕДКИЙ ЖАД

Жадеит бывает белым, оранжевым, коричневым, изредка — сиреневым. Но самый ценный — просвечивающий изумрудно-зеленый «императорский жад».



НЕФРИТОВЫЕ ВАЛУНЫ

Нефрит встречается гораздо чаще, чем жадеит. Он бывает зеленым, серым или кремово-белым. Реки переносят нефрит в виде валунов. Этот типичный образец нефрита — из Новой Зеландии.

КИНЖАЛ МОГОЛОВ

Из бледно-зеленого и серого нефрита древние мастера вырезали рукояти кинжалов, кубки и ювелирные украшения. Их часто инкрустировали рубинами и другими драгоценными камнями.



КИТАЙСКОЕ ИСКУССТВО

Уже 2000 лет назад китайцам была известна вязкость жада. Это свойство они использовали в художественной резьбе по нефриту. А около 1750 г. широкое распространение получил бирманский жадеит.





Малоизвестные самоцветы

КРОМЕ ИЗВЕСТНЫХ всем драгоценных камней — алмаза, рубина, сапфира, изумруда и опала, — в ювелирном деле использовались многие другие минералы. Блеск и огонь циркона и демантоида (изумрудно-зеленого граната), богатство оттенков турмалина просто не могли не привлечь к себе

внимания. На этой странице показаны лишь некоторые камни, используемые в ювелирном деле, но и они дают представление о разнообразии цветов и оттенков.



Многоцветный топаз

Голубой топаз

Желтый топаз



Синяя шпинель

Розовая шпинель

Розовато-лиловая шпинель

ШПИНЕЛЬ

Красные шпинели очень похожи на рубины. Их называли рубинами-балэ и добывали в Баласкии (ныне Бадахшан, Афганистан). Великолепные красные, а также розовые, сиреневые, голубые и голубовато-зеленые шпинели встречаются в Бирме и Шри-Ланке.

РУБИН

«ЧЕРНЫЙ ПРИНЦ»
Это красная шпинель — одна из величайших драгоценностей среди сокровищ Британской короны.



Ограненная шпинель

БРОШЬ ИЗ ТОПАЗОВ

В ювелирных украшениях XVIII и XIX вв. использовали коричневый топаз. Розовые камни получили искусственно, нагревая желтый топаз.



ПЕРИДОТ

Это прозрачная ювелирная разновидность оливина (с. 43) — минерала, обычного для базальтовых лав и некоторых магматических пород. Оттенки его цвета обусловлены примесью железа: более ценные золотисто-зеленые и темно-зеленые камни содержат железа меньше, чем камни коричневых тонов. Перидот мягче кварца и имеет отчетливый маслянистый блеск. Его используют в ювелирном деле со времен античности. Сначала он был найден на острове Зебиргет в Красном море, мелкие же камни поставляются из Бирмы, Норвегии и из Аризоны (США).



Пунцовый циркон

Розовый циркон

Зеленый циркон

Желтый циркон

Синий циркон

ЦИРКОН

Название произошло от арабского слова «жаргун» — «пунцовый», «золотистый». Золотистые, зеленые и коричневые цирконы использовали ювелиры Индии в течение многих веков. Когда эти прозрачные камни гранят и полируют, они становятся похожи на бриллианты. Однако циркон мягче и легче раскалывается.



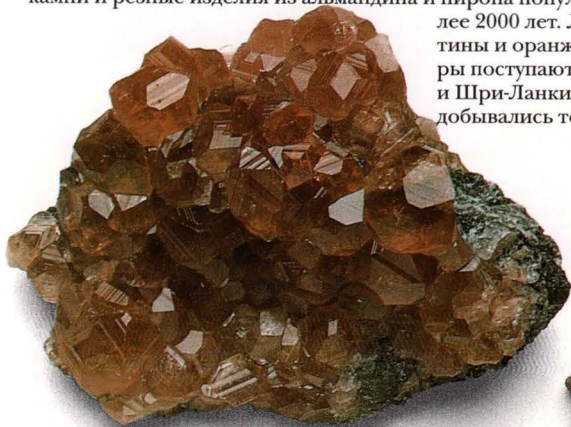
Ограненные перидоты

ГРАНАТ

Группа гранатов включает альмандин и пироп (красный и пурпурно-красный), спессартин (оранжево-красный), гроссуляр (оранжевый, зеленый или бесцветный) и демантоид (зеленый). Великолепный демантоид соперничает по цвету с изумрудом и превосходит по блеску алмаз. Он красив и редок, поэтому стоит дорого. Кабошоны, ограненные камни и резные изделия из альмандин и пироба популярны вот уже более 2000 лет. Лучшие спессартин и оранжевые гроссуляры поступают из Бразилии и Шри-Ланки, а демантоиды добывались только на Урале.

ГРАНАТОВЫЕ СЕРЬГИ

Благодаря огранке в форме розы (с. 60) и золотой оправе камни превращаются в чудесные украшения, подобные этим серьгам XVIII в.



Гроссуляр



ГРЕЧЕСКАЯ ДИАДЕМА

Это звено эмалевой диадемы эпохи эллинизма выложено гранатами. Украшение датируется II в. Его дизайн характерен для греческих художественных изделий того времени.



Альмандин Гессонит Пироп Демантоид



Демантоид

ТУРМАЛИН

Диапазон цветов турмалина гораздо шире, чем у других самоцветов. Иногда окраска кристалла меняется по его длине (полихромные турмалины). Структура и электрические свойства на концах кристалла разные, и эта полярность иногда отражается в различии цветов, особенно розового и зеленого. Резные изделия и огранка подчеркивают это свойство. Лучшие экземпляры турмалина находят в пегматитах. В Калифорнии (США) находят розовые и зеленые кристаллы, другие прекрасные турмалины встречаются на Урале, в Бразилии и на острове Мадагаскар.

АМЕТИСТ

Фиолетовый аметист, как и прозрачный горный хрусталь, — разновидность кварца (с. 44). Аметист, цитрин (желтый кварц) и розовый кварц окрашены примесями железа или титана. Мельчайший кристаллический аметист встречается в газовых пустотах (жеодах) вулканических пород в Индии, Уругвае и Бразилии.



Аметистовое ожерелье, XIX в.



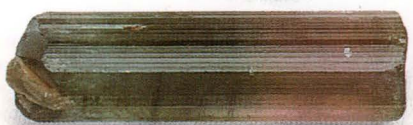
Ограненный аметист

Розовый турмалин Коричневый турмалин Лилово-серый турмалин «Арбузный» турмалин

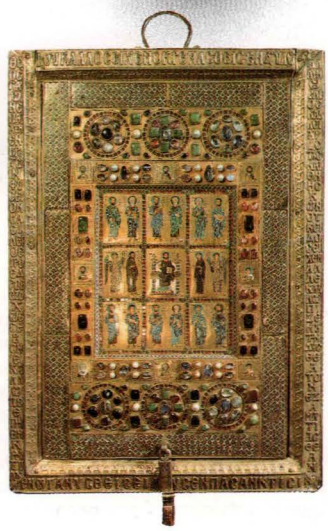
Желтовато-зеленый турмалин

Зеленый турмалин

Синий турмалин



Полихромный турмалин



ВИЗАНТИЙСКАЯ РЕЛИКВИЯ (ок. 955 г.)

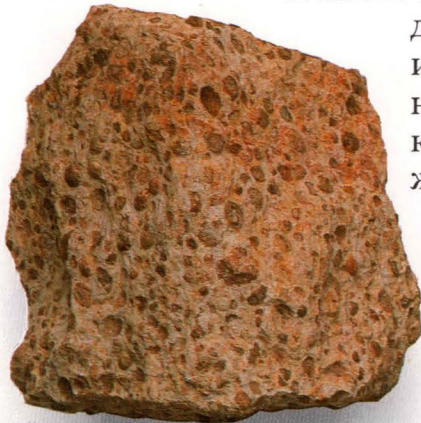
Произведения искусства в Византии часто делали из золота и драгоценных камней.

Рудные минералы и металлы

РУДНЫЕ МИНЕРАЛЫ — источник многих полезных металлов. Руду добывают в шахте, карьере или с помощью драги, обогащают (измельчают и сепарируют), очищают и, наконец, выплавляют металлы. Еще до 5000 г. до н.э. медь использовали для изготовления бус и булавок. Но выплавку и литье первыми освоили жители Междуречья. Около 3000 г. до н.э. к меди стали добавлять олово и получили более твердый металл — бронзу. Еще более важным событием стало начало производства железа, которое к 500 г. до н.э. распространилось повсеместно. Железо тверже бронзы, и железные руды встречаются гораздо чаще.



Бронзовый чан для ритуальной пищи, Китай, около X в. до н.э.



Боксит, алюминиевая руда (с. 13)

ЛЕГКИЙ АЛЮМИНИЙ

Алюминий легкий, хорошо проводит электричество, не поддается коррозии. Он используется в строительстве, энергетике, в производстве автомобилей,

бытовых приборов и домашней утвари.



Алюминиевая фольга



Штабеля алюминиевых болванок



Гематит, железная руда

Рудокопы, около 1580 г.



ПРОЧНОЕ ЖЕЛЕЗО

Гематит обычно встречается в виде «почечной руды», получившей свое название за характерную форму. Железо прочное и твердое, но его легко обрабатывать: лить, ковать, резать, прокатывать и сплавлять с другими металлами. Оно широко применяется в строительстве и в производстве предметов быта. Железо входит в состав стали.



Стальной шуруп



Рутил, титановая руда

ТВЕРДЫЙ ТИТАН

Главные титановые руды рутил и ильменит образуются обычно в магматических или метаморфических породах, где они накапливаются в процессе выветривания и образуют залежи вместе с другими минералами, многие из которых добывают как побочные продукты. Благодаря легкости и чрезвычайной прочности титан применяется в авиационной промышленности для изготовления корпусов и двигателей самолетов.



Авиалайнер, частично построенный из титана

ЦВЕТНАЯ МЕДЬ

Самые распространенные медные руды — латуно-желтый халькопирит и синевато-фиолетовый борнит. Богатые руды обычно встречаются в отдаленных месторождениях, поэтому медь часто добывают из низкосортных руд. Медь хороший проводник и ковкий металл, поэтому она используется в энергетике и для производства водопроводных труб. Сплав меди с цинком дает латунь, а ее сплав с оловом — бронзу.



Халькопирит, медная руда

Борнит, медная руда



Медная муфта



Сфалерит,
цинковая руда

Гвоздь
с гальваническим
покрытием

ОБМАНЧИВЫЙ ЦИНК

Сфалерит, важнейшую цинковую руду, добывают из месторождений в осадочных и вулканических породах. Название его происходит от греческого слова «обманчивый», так как его часто путали с другими минералами. Поэтому в старину рудокопы называли его «цинковая обманка». Цинк в основном применяется в гальванизации, когда листовую сталь покрывают тонким слоем цинка для защиты от ржавчины.

Обработка цинком,
Бельгия, около 1873 г.



МЯГКИЙ И БЛЕСТЯЩИЙ СВИНЕЦ

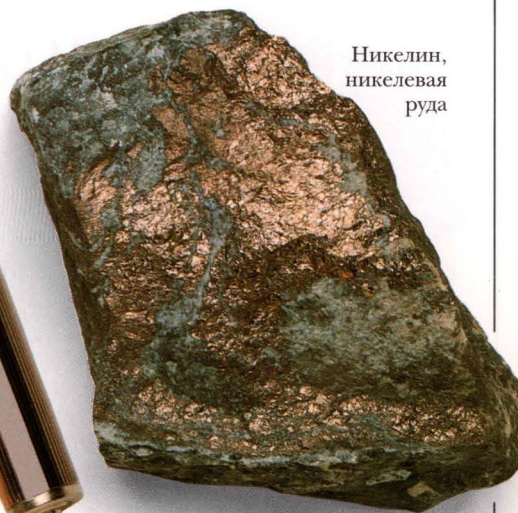
Свинцовую руду галенит добывают в известняковых отложениях, например на юге США. Некоторые месторождения свинца разрабатывают лишь из-за высокого содержания в них серебра. Свинец – самый плотный и мягкий металл, устойчив к коррозии, но не очень прочен. Свинец используют в трубопроводах и аккумуляторах, а в сплаве с оловом – в качестве припоя. Свинец входит также в состав бензина.

Галенит,
свинцовая
руда



Свинцовая
проволока
для паяния

ДОЛГОВЕЧНЫЙ НИКЕЛЬ
Никель добывается из месторождений в крупных расслоенных интрузиях габбро (с. 17), а также из залежей, образовавшихся при выветривании базальтовых магматических пород, и – как побочный продукт – в серебряных и урановых рудниках. Никель применяется в устойчивых к коррозии сплавах, таких, как нержавеющая сталь, а его высокопрочные термостойкие сплавы пригодны для использования в самолетах и реактивных двигателях.



Никелин,
никелевая
руда

Батарея
из никелевого
сплава

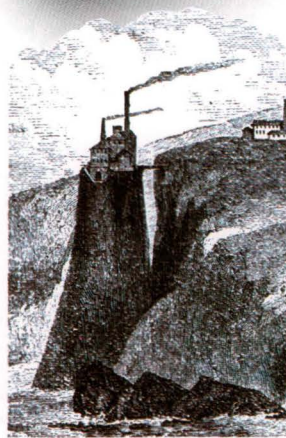
Киноварь, ртутная руда



КРАСНАЯ РТУТЬ

Киноварь (с. 33), ядовитая ртутная руда, встречается редко, наиболее известны месторождения в Китае, Испании и Италии. Она накапливается вблизи молодых вулканических пород и горячих источников. Ртуть очень тяжёлая, имеет низкую температуру плавления и уже при комнатной температуре становится жидкой. Ее используют в производстве красителей, лекарств, инсектицидов и научных приборов, а также в стоматологии.

Ртутный
термометр



Корнуоллский оловянный
рудник, Англия, XIX в.



Касситерит,
оловянная руда

ОЛОВО-РАБОТЯГА

Твердый, тяжёлый и устойчивый к истиранию касситерит (оловянная руда) редко имеет кристаллическую форму, как этот образец из Боливии. Олово хороший проводник, имеет низкую точку плавления, устойчиво к коррозии, пластично и не токсично. Применяется для пайки и как листовое олово, хотя в производстве консервных банок сейчас чаще используют алюминий. Пьютер – это сплав из 75% олова и 25% свинца.

Оловянная
консервная банка





Драгоценные металлы

Золото и серебро были одними из первых металлов, найденных человеком. Но в отличие от других эти редкие металлы ценились очень высоко. Золотые и серебряные монеты и бруски служили средством обмена, были свидетельством богатства, использовались в ювелирном деле. Платина стала известна в середине XVIII в., но вплоть до нынешнего столетия применялась редко.

Платина

Этот металл сейчас ценится выше золота. Платину применяют для рафинирования нефти и очистки бензина.

КРИСТАЛЛ СПЕРРИЛИТА

Минерал сперрилит — одна из природных форм платины. Этот хорошо оформленный кристалл, найденный около 1924 г. в Трансваале (Южная Африка), — самый крупный в мире.



ПЛАТИНОВЫЕ ЗЕРНА

Большинство платиновых минералов встречается в виде мельчайших зерен в месторождениях никеля, а также на золотых приисках. Эти зерна собраны в Рио-Пинто (Колумбия).

САМОРОДОК ПЛАТИНЫ

Крупные платиновые самородки встречаются очень редко. Вес этого самородка из Нижнего Тагила (Урал) — 1,1 кг, а самый большой из когда-либо найденных на Земле весил 9,7 кг.



РУССКИЕ МОНЕТЫ

Иногда платину использовали для чеканки монет. В России с 1827 г. чеканили монеты из платины. На монете был указан ее эквивалент в серебряных рублях.



Серебро

Серебро менее ценно, чем золото и платина, и имеет важный недостаток — оно быстро тускнеет. Из монетного и листового серебра изготавливаются ювелирные изделия и украшения. Серебро также применяется в фотографии.



МЕКСИКАНСКИЙ ДРОБИЛЬЩИК РУДЫ

Старинные способы измельчения серебряной руды были просты, но очень эффективны.



ИЗЯЩНАЯ СЕРЕБРЯНАЯ ПРОВОЛОКА

Серебро сейчас извлекают в основном как побочный продукт при добыче меди, свинца и цинка. Но еще в прошлом веке его добывали как основной металл. Известна так называемая серебряная «проволока» из Конгсбергских рудников в Норвегии.



КЕЛЬТСКАЯ БРОШЬ

Кельты делали из серебра разнообразные изящные украшения.

СЕРЕБРЯНЫЕ ВЕТОЧКИ

Иногда, как в этом образце из Копьяпо (Чили), серебро встречается в виде хрупких веточек. Это так называемая дендритовая форма.



СВЯТОЙ КОЛОКОЛ

Это один из двух серебряных колоколов Торы, изготовленных в Италии в начале XVIII в. Он предназначался для иудаистских религиозных церемоний.

Золото

В наши дни этот хорошо всем знакомый желтый металл используют в ювелирном деле, стоматологии и в электронике. Правда, более половины этого металла, добываемого с большим трудом, снова попадает под землю — в банковские подвалы.

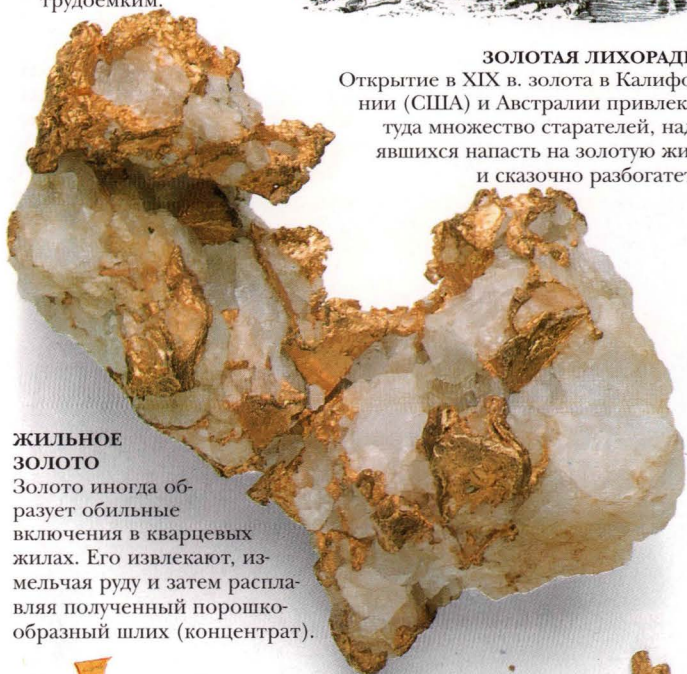


КОПИ ЮЖНОЙ АФРИКИ (ок. 1900 г.) Добыча золота всегда была делом очень трудоемким.



ЗОЛОТАЯ ЛИХОРАДКА

Открытие в XIX в. золота в Калифорнии (США) и Австралии привлекло туда множество старателей, надевшихся напасть на золотую жилу и сказочно разбогатеть.



ЖИЛЬНОЕ ЗОЛОТО

Золото иногда образует обильные включения в кварцевых жилах. Его извлекают, измельчая руду и затем расплавляя полученный порошкообразный шлик (концентрат).

ЗОЛОТЫЕ ЗЕРНА

Иногда в песчаных или гравийных залежах встречаются окатанные зерна золота. Такие месторождения разрабатывают промывкой или драгированием, отделяя зерна золота от других частиц.

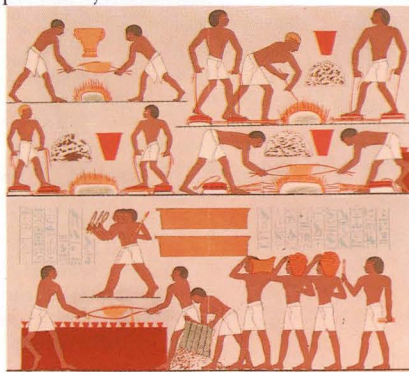


Воротник Тутанхамона



ЕГИПЕТСКОЕ ИСКУССТВО

Древние египтяне одними из первых овладели ювелирным искусством. Они использовали твердое чеканное золото. В настоящее время к золоту часто добавляют медь и серебро для твердости. Содержание золота в сплаве измеряют в каратах.



Кристаллический халькопирит



Массивный халькопирит

ЛОЖНОЕ ЗОЛОТО

Новички иногда ошибаются, принимая за золото халькопирит или пирит из-за их золотистого цвета. Отсюда и произошел термин «ложное золото». В отличие от золота халькопирит зеленовато-желтого цвета, более хрупкий и твердый, хотя и не такой твердый, как пирит.

ПИРИТ

Кристаллы пирита обычно кубические. По цвету они ближе к «белому золоту», или электруму (сплав золота с серебром), чем к чистому золоту. Кроме того, пирит значительно тверже золота.



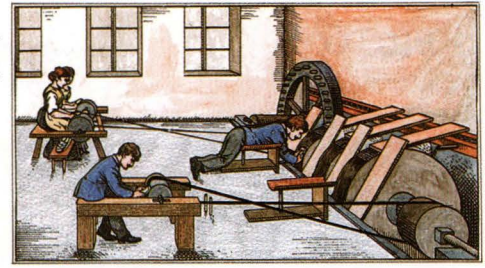
Кристаллический пирит



Массивный пирит

Огранка и полировка камней

В древности камни обрабатывали так: терли один о другой до появления гладкой поверхности, на которую наносили резьбу. Позднее профессиональные мастера овладели секретами огранки драгоценных камней, достигая наилучшего оптического эффекта и стараясь сохранить размер камня. Сейчас гранильщики-любители придают минералам округлую форму, возвращаясь к способу трения камней друг о друга во вращающемся барабане.



Шлифовка и полировка агатов в немецкой мастерской, около 1800 г.

Огранка самоцветов

Извлеченный из породы самоцвет выглядит скучно (с. 50). Чтобы он заискрился, камень гранят и полируют, подчеркивая природные достоинства и учитывая при этом все его дефекты.

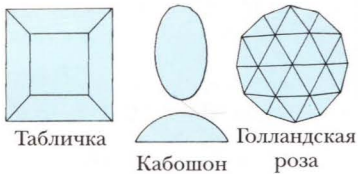


ТРУДНЕЙШАЯ ОГРАНКА

Перед огранкой алмазы отмечают индийскими чернилами.

ПОПУЛЯРНЫЕ ОГРАНКИ

Первые драгоценные камни гранили в сравнительно простые формы, в виде табличек и кабошонов. Затем гранильщики изобрели более сложные фасетные огранки: ступенчатую для цветных камней и бриллиантовую для алмаза и других бесцветных камней.



Табличка

Кабошон

Голландская роза



Изумрудная ступенчатая форма

Грушевидный бриллиант

Круглый бриллиант



Галтовочный барабан

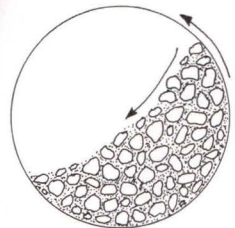
Ремень, приводимый в движение мотором

Крышка барабана

Ролики

ГАЛТОВКА

Электрическая полировальная машина состоит из полого барабана на роликах. Кусочки минералов перекатываются в барабане около недели с грубым порошком и водой, затем с более тонким порошком, пока не округлятся и не отполируются.



ДЕЙСТВИЕ ВРАЩЕНИЯ

Когда барабан вращается, гальки сглаживаются и округляются от трения о порошок и друг о друга.

К порошку добавляют воду

Грубые кусочки минералов для галтовки



ШЛИФОВКА И ПОЛИРОВКА

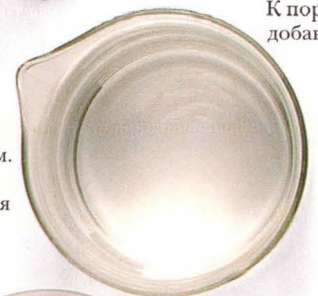
Шлифовальные порошки применяют последовательно — от грубых к тонким. Завершает весь процесс полировальная пудра.



Грубый шлифовальный порошок для первой галтовки



Тонкий порошок для второй стадии



Оксид церия, тончайшую полировальную пудру, применяют в самом конце полировки

УНАКИТ (внизу)

Материал, который часто используют граблищники-любители, — это пестрая горная порода, состоящая из розового полевого шпата и зеленого эпидота. Она известна под названием «унакит».

Кусочки унакита



Полированный унакит

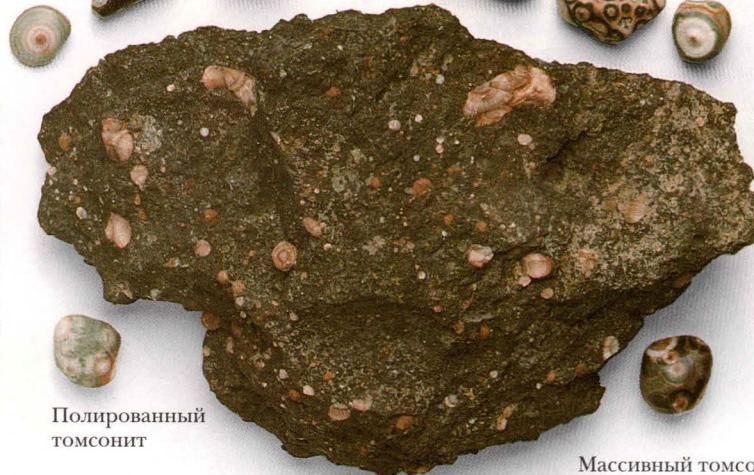


Кусочки аметиста

Полированный аметист

АМЕТИСТ (внизу)

Цвет в этой фиолетовой разновидности кварца (с. 55) редко распределен равномерно, поэтому пестрые полированные камни очень привлекательны.



Полированный томсонит

Массивный томсонит

ТОМСОНИТ

В цветасто-полосатых кусочках томсонита при полировке обнаруживаются необычные узоры и «глазки». Лучшие образцы находят в штате Миннесота (США). Томсонит, распространенный алюмосиликат из группы цеолитов (с. 42), встречается в потоках базальтовых лав (с. 19).

Массивный горный хрусталь (кварц)



Полированный горный хрусталь



Портретная инталия



Классическая портретная камея

ГЕММЫ (РЕЗНЫЕ КАМНИ)

Камеи — это камни с резным выпуклым изображением, инталии — с углубленным.



ОЖЕРЕЛЬЕ

Полированные агаты нанизаны поочередно с шариками

Камея из сердолика-оникса



Инталия с библейской сценой



КВАРЦ (слева)

Минералы группы кремния, включая кварц (с. 42, 44), весьма твердые, поэтому хорошо полируются. Они в изобилии встречаются в природе и чаще всех используются для получения отполированных камней.

Полированный розовый кварц



Обломки розового кварца

РОЗОВЫЙ КВАРЦ

Эта розоватая разновидность кварца встречается значительно реже молочного кварца и аметиста. Розовый кварц добывается по большей части в Бразилии и США.



РАЗНЫЕ КАМНИ

Для полировки хороши разные минералы и горные породы. Наиболее привлекательные из них: тигровый глаз (1), синий авантюрин (2), амазонит (3), снежный обсидиан (4), слезы апача (5), моховый агат (6), красно-полосатый агат (7), содалит (8), агат «бешеный галун» (9) и агат «змеиная кожа» (10).

Коллекционирование камней

Коллекционирование образцов минералов и горных пород с описанием находок — полезное и весьма популярное увлечение. Как хобби оно восходит к традиции геологов-любителей XIX в., собравших замечательные коллекции.

Геологический молоток (0,5 кг)



Кувалда используется вместе с зубилами

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СБОРА ОБРАЗЦОВ

Основное снаряжение — это геологический молоток весом от 0,5 до 1 кг и набор зубил. Геологический молоток обычно имеет тупой и острый концы для раскалывания пород. Он специально приспособлен для этой работы. Другие типы молотков нельзя использовать, потому что они чаще раскалываются и ломаются.



Легкий геологический молоток

ТЩАТЕЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Нужно заранее спланировать полевую работу и разработать маршрут по путеводителям и картам. Бывает, что на посещение некоторых территорий или достопримечательностей нужно получить разрешение. Отправляясь в поход в одиночку,

сообщите кому-нибудь, по какому маршруту вы пойдете. Обязательно возьмите с собой компас для ориентирования на местности и записывайте показания компаса в полевой блокнот.



Карта

Компас

Путеводитель

ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА

Отбивать породы молотком нужно с большой осторожностью, чтобы не пораниться отлетающей породой или металлическими осколками. Наденьте защитные очки, каску, перчатки, прочную обувь и водонепроницаемую одежду.

Широкое зубило



Перчатки

Острое тонкое зубило



ПОЛЕВАЯ РАБОТА

В течение XIX в. работавшие в поле геологи разработали технику сбора и картирования пород.



Защитная каска

Защитные очки

ВНИМАНИЕ!

Геолог-любитель должен соблюдать несколько строгих правил: не нарушать запретов на посещение определенных территорий, не нарушать природное равновесие, пользоваться соответствующей одеждой и снаряжением, не подвергать опасности других людей.



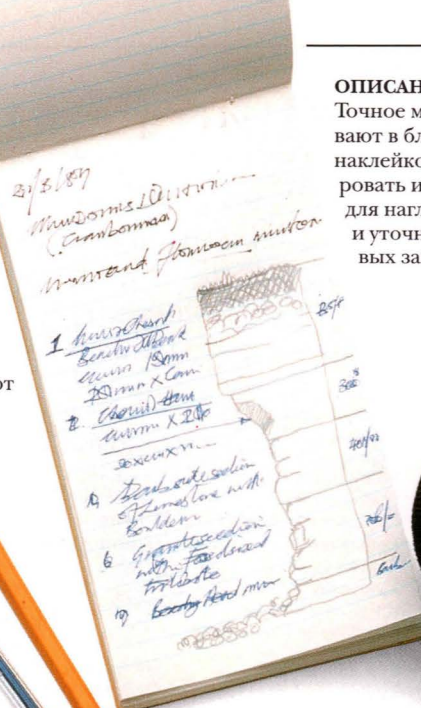
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБРАЗЦА

Образец рассматривают в поле под лупой с 10-кратным увеличением. Дома бинокулярный микроскоп выявит более тонкие детали.

Блокнот

Карандаш

Ручка



ОПИСАНИЕ НАХОДОК

Точное местоположение и особенности находки описывают в блокноте, а сам образец нумеруют или отмечают наклейкой. Перед отбором образец лучше сфотографировать или зарисовать для наглядности и уточнения полевых записей.



Камера для фиксации геологических объектов. Снимая, не забудьте показать масштаб!

Шпателями вырезают окаменелости и делают другую тонкую работу



Скальпель для препарирования окаменелостей



Плоский нож для извлечения мелких кристаллов из мягких окаменелостей или минералов



ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТОНКОЙ РАБОТЫ

Лишнюю породу удаляют с образца водой или мягкой щеткой. Рыхлую породу вынимают лопаткой и просеивают через сито, а потом отбирают мелкие кристаллы и обломки пород.

Лопатка для мягких горных пород

Сито для сортировки

Маленькие кисти для очистки



Матерчатый мешок

Газета

ТРАНСПОРТИРОВКА ОБРАЗЦОВ

Образцы надо по отдельности завернуть в бумагу или в ткань, чтобы не было сколов и царапин. Сторчки кристаллов обычно очень хрупкие. Их упаковывают в баночки или коробки в обертке и переносят только в специальных мешочках.

Пластиковая баночка



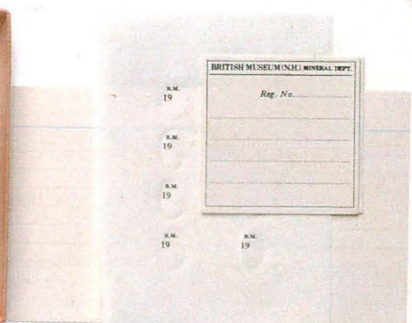
Пузырчатая обертка



Такой пакет плотно закрывается

КОЛЛЕКЦИЯ

Образцы хранят на отдельных поддонах или в коробках в застекленном шкафу с выдвигаемыми ящиками. Некоторые минералы разрушаются от сырости, колебаний температуры или под воздействием света. При хранении коллекции каждый образец требует соответствующих условий.



Картонные коробочки для образцов

Наклейки для регистрации

Указатель

А

Авгит 8, 17, 43
Агат 52, 53, 60, 61
Агломераты 18
Азурит 33, 45
Акротири 19
Алмаз «Кохинор» 50
Алмазы 6, 48, 49, 50, 60
Алюминий 56
Аметист 55, 61
Аммониты 20, 39
Амфиболы 42
Антрацит 7, 37
Апатит 45, 49
Аргиллит 9, 11
Астероиды 41
Аурипигмент 32, 33

Б

Базальт 8, 9, 10, 16, 17, 19
Барит 45, 48
Берилл 45, 46, 50
Бiotит 8, 16, 25, 42
Бирюза 52
Боксит 13, 56
Большой каньон 21
Борнит 56
Брекчия 18, 21, 27

ВГ

Везувий 19
Великая китайская стена 35
«Волосы Пеле» 9
Вулканический пепел 15, 18, 21
Вулканы 9, 10, 18-19
Вульфенит 9, 45
Выветривание 10, 11, 12-13:
температурное 12;
химическое 13;
шелушением 12
Габбро 10, 17
Гагат 36
Галенит 48, 49, 57
Галит 21, 47
Галлея комета 43

Галтовка 60
Галька 6, 14-15
Гематит 32, 33, 46, 56
Гемма 61
Гипс 21, 45, 49
Глины 11, 13, 21, 32, 35, 43
Гнейс 10, 11, 25
Гониометр 45
Горный хрусталь 44, 61
Горообразование 6, 24
Гранат 24, 25, 46, 54, 55
Гранит 7, 8, 10, 13, 15, 16, 35, 42
Графит 487
Грит 21

ДЖЗ

Диорит 30, 42
Долина монументов 12
Драгоценные камни 6,
50-55, 60-61;
огранка 60-61
Жад 52-53
Жадеит 53
Желваки 9, 14, 15
Железная шляпа 13
Железо 56
Земля
мантия 6, 10
строение 6
ядро 6
Земная кора 6, 10
Золото 6, 58, 59

И

Известняк 6, 7, 20, 24, 34-35;
оолитовый 20, 34;
мостовые 22;
пещеры 22-23
Из-Джил 22
Изумруды 50, 60
Италии 61
Ископаемые,
окаменелости 6, 14, 34,
38-39
Искусственный
строительный
материал 35

К

Кальцит 8, 17, 20, 22-23,
24, 45, 47, 48, 49

Камей 53, 61
Каолин 32, 43
Карбонаты 43
Карстовый ландшафт 23
Касситерит 6, 57
Кварц 8, 16, 24, 42, 59;
галька 15;
кристаллы 6, 44, 45, 47;
образование 11;
песок 14
полировка 61;
свойства 48, 49;
эрозия 13;

Кварцит 6, 8, 11, 14, 24, 30
Килиманджаро 7
Кимберлит 6, 50
Киноварь 32, 33, 57
Кирпичи 15, 35
Коллекционирование
62-63
Конгломерат 21, 31
Конкреция 9
Корунд 45, 49, 51
Красители 32-33
Кремень 15, 20, 21;
инструменты, орудия
28-29
Кремний 20, 42
Кристаллы 6, 44-47;
симметрия 45;
двойники 45;
габитус 46-47

Л

Лабрадор 8
Лавы 7, 10, 17, 18-19;
базальтовые 18;
канатные 7, 19;
кислые 18-19;
основные 18-19
Ледники 13
Лигнит 37
Ляпис-лазурь 33, 52

М

Магма 6, 7, 10, 16, 18
Магнетизм 49
Магнетит 15, 49
Малахит 33
Марс 41
Медь 33, 47, 56
Мел 15, 20, 32
Металлы 56-59;
драгоценные 6, 58-59

Метеориты 40-41
Мигматиты 10, 25
Миссисипи 11
Мон-Пеле 9
Мооса шкала 49
Мостовая гигантов 16, 17
Мрамор 8, 24, 26-27, 39;
каррарский 26, 27

НО

Нефрит 53
Никель 57
Нил 7
Норит 9
Обсидиан 16, 19, 29
Оливин 8, 9, 15, 17, 19,
40, 43, 45, 54
Олово 6, 57
Опалы 51
Орудия труда 28-31, 62-63
Осадки 12, 13, 20, 38

П

Памук-Кале 23
Парфенон 13
Пемаз 19
Перидот 8, 54
Перидотит 17
Песок 11, 12, 14-15, 47
Песчаник 11, 12, 14, 21, 35
Пехштейн 16
Пещерная живопись 32
Пирамиды 34
Пирит 6, 15, 45, 47, 59
Пироксен 8, 9, 17, 19, 24,
25, 40, 41, 43
Пирротин 49
Платина 6, 58
Полевые шпаты 8, 10, 11,
13, 16-17, 24, 41, 42;
плаггиоклаз 8-9, 17, 43, 45;
ортоклаз 8, 42, 45, 49
Полировка 60-61
Помпеи 19
Поноры 22
Породы
вулканические 7, 17,
18-19;
интрузивные 16;
лунные 41;
магматические 7, 10,
11, 16-17, 42;
метаморфические 10,
11, 24-25;

образование 10-11;
осадочные 7, 10, 11,
20-21, 38;
пирокластические 7, 18;
плутонические 10;
пористые
вулканические 17;
эффузивные 16
Портлендский камень 34
Порфир 17
Пустыня 11, 12
Пуон-де-Дом 10

Р

Раковины 6, 14, 20, 38-39
Реальгар 33
Риолит 19, 30
Роговая обманка 11, 42
Роговик 24
Ртуть 57
Рубин «Черный принц» 54
Рубины 51
Минералы
рудные 6, 56-57;
плотность 49;
свойства 48-49;
оптические 49
твердость 49
Рутил 56

С

Сапфиры 51
Свинец 48-57
Серебро 6, 58
Серпентинит 17
Сидерит 45
Сингония 45
Сланец
аспидный 34;
глинистый 21;
горючий 36;
кристаллический 10,
11, 14, 25;
кровельный 14, 34;
шиферный 14, 34
Слюда 8, 11, 14, 24, 25, 42,
46, 49
Собор Парижской
Богоматери 35
Соль 21, 47
каменная 21, 47
Спайность 48
Сперилит 58
Сталагмиты 23

Сталактиты 9, 22, 23
Строительный камень
34-35

Сфалерит 47, 57

Т

Тадж-Махал 27
Тальк 49
Тилль 13
Титан 56
Томсонит 61
Топаз 45, 49, 54
Торф 37
Торы 13
Точильные бруски 31
Травертин 23, 27
Тремолит 42, 46
Турмалин 32, 45, 54, 55
Туф
вулканический 18, 30;
известковый 21, 22, 27

УФХ

Углерод 24, 41, 48
Уголь 7, 36-37;
древесный 32
Унакит 61
Фельдшпатоиды 43
Флюорит 49
Халцедон 42, 52-53
Халькантит 9
Халькопирит 32, 46, 47,
56, 59

ЦШ

Цемент 35
Цинк 57
Циркон 45, 54
Цитрин 6
Шпинели 54

ЭЯ

Эвапориты 7, 9, 21
Эклогит 25
Эмпайр Стейт Билдинг 36
Эоловые трехгранники 12
Эрозия 12, 13;
ветровая 12;
ледниковая 13
Янтарь 14

Acknowledgments

Dorling Kindersley would like to thank:

Dr Wendy Kirk of University College London; the staff of the British Museum (Natural History); and Gavin Morgan, Nick Merryman and Christine Jones at the Museum of London for their advice and invaluable help in providing specimens. Redland Brick Company and Jacobson Hirsch for the loan of equipment. Anne-Marie Bulat for her work on the initial stages of the book. David Nixon for design assistance, and Tim Hammond for editorial assistance. Fred Ford and Mike Pilley of Radius Graphics, and Ray Owen and Nick Madren for artwork.

Pictures credits

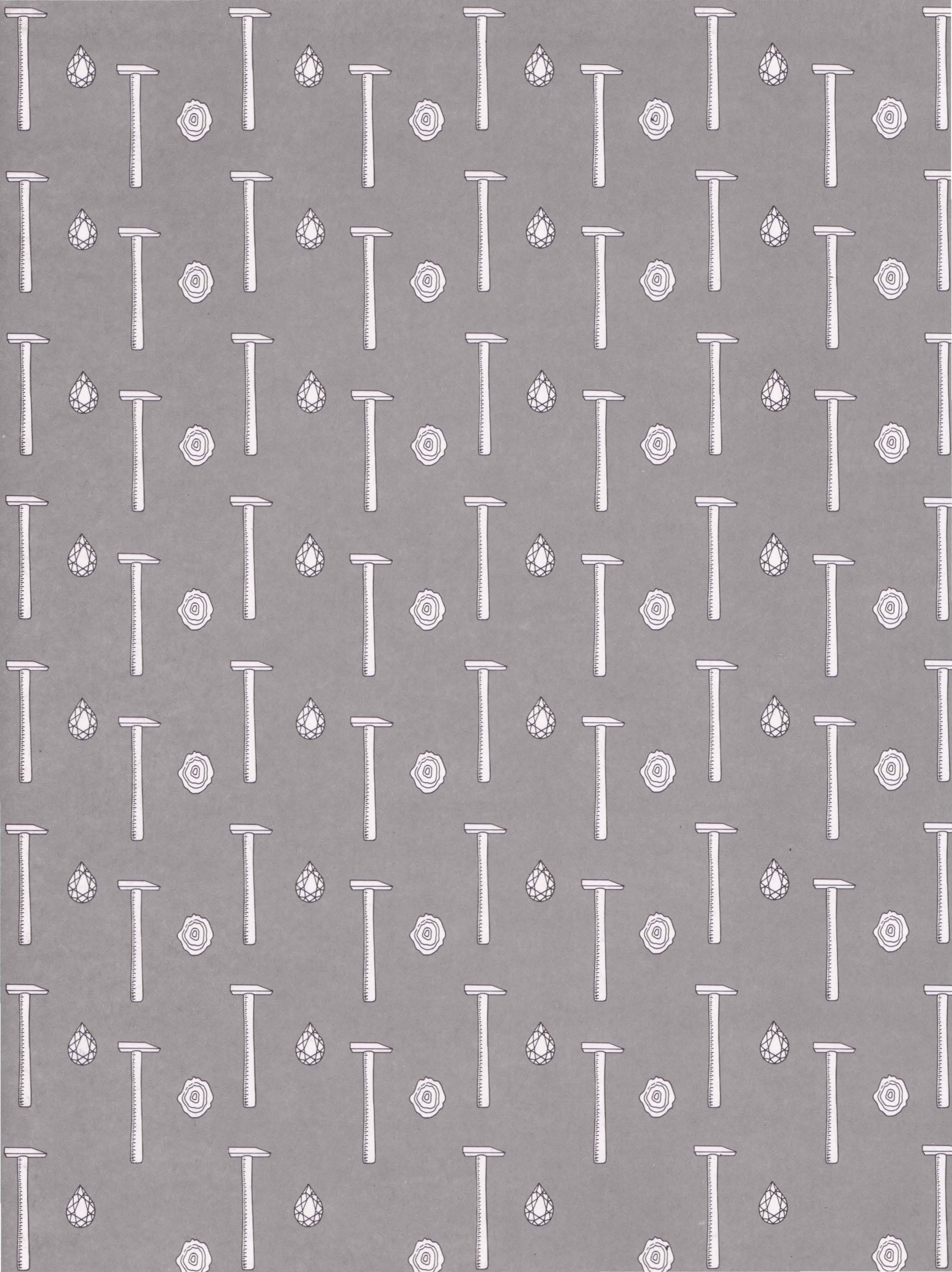
t=top b=bottom m=middle l=left r=right

Didier Barrault/Robert Harding Picture Library: 37mr
Bridgeman Art Library/Bonhams, London: 55mr
Paul Brierley: 49b; 51m;
British Museum (Natural History): 42m; 43
N.A. Callow/Robert Harding Picture Library: 13b
G. & P. Corrigan/Robert Harding Picture Library: 23t
Diamond Information Centre: 60m
C.M. Dixon/Photoresources: 11b; 14t; 15t; 19b; 32b
Earth Satellite Corporation/Science Photo Library: 7t
Mary Evans Picture Library: 6t; 8; 9m; 12b; 15b; 16tl; 19t; 25; 26b; 28b; 30bl; 31b; 32t; 34t, ml; 36t; 37t, bl; 39b; 40t; 41t; 44tr; 50tr, br; 56mr; 57m; 58tl, tr; 59tl, b; 62t, m
Clive Friend/Woodmansterne Ltd.: 15m; 36b

Jon Gardey/Robert Harding Picture Library: 40b
Geoscience Features: 18t
Mike Gray/University College London: 17; 20r; 24tr
Ian Griffiths/Robert Harding Picture Library: 13t
Robert Harding Picture Library: 13m; 18br; 21; 22bl; 23m; 27t, b; 35t, b; 56t; 59m
Brian Hawkes/Robert Harding Picture Library: 12m
Michael Holford: 50tl, bl; 51t; 54t, mr; 55t, ml
Glenn I. Huss: 40m
The Hutchinson Library: 35m; 51b; 56ml
Yoram Lehmann/Robert Harding Picture Library: 37ml
Kenneth Lucas/Planet Earth: 39t
Johnson Matthey: 58bl
Museum of London: 28t; 32m; 61tl, br
NASA: 41 br
NASA/Robert Harding Picture Library: 6-7; 7b
NASA/Spectrum Colour Library: 11t
National Coal Board: 37br

Walter Rawlings/Robert Harding Picture Library: 26m; 33b
John G. Ross/Robert Harding Picture Library: 53
K. Scholz/ZEFA: 10b
Nicholas Servian/Woodmansterne: 34mr
A. Sorrell/Museum of London: 29t
Spectrum Colour Library: 10m
R.F. Simes: 9tr
A. C. Waltham/Robert Harding Picture Library: 22br
Werner Forman Archive: 29b; 30br; 31tl, ml; 52t, b; 55b; 61m
G.M. Wilkins/Robert Harding Picture Library: 47
Woodmansterne: 58br
ZEFA: 16tr
Zeiss: 41bl
Reproduced with the permission of the Controller of her Majesty's Stationery Office, Crown copyright: 54ml

Illustrations: Andrew Macdonald 6m, b; 14ml; 18bl; 22ml; 28mr; 30mr.





КАМНИ И МИНЕРАЛЫ

Эта книга рассказывает о поразительном мире, который расстилается у вас под ногами.

На изумительных фотографиях – кристаллы и окаменелости, драгоценные камни и металлы. Вы увидите своими глазами строение Земли.

ВЫ УВИДИТЕ

метеоры с далеких планет • сталактиты времен динозавров • кристаллы фантастических форм • бесценные самородки золота и серебра

ВЫ УЗНАЕТЕ

как черный уголь превратить в бриллиант • откуда на пляже столько песка • какой камень сверкает в центре Британской королевской короны

ВЫ ПОЙМЕТЕ

почему драгоценные камни сияют всеми цветами радуги • отчего «просыпаются» вулканы • как возникли на Земле неприступные горы и бездонные пещеры

и многое, многое другое

«ДОРЛИНГ КИНДЕРСЛИ»
в сотрудничестве с
МУЗЕЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ
ИСТОРИИ • ЛОНДОН

СЛОВО/SLOVO

ISBN 5-85050-541-5



9 785850 505417





ОЧЕВИДЕЦ  ОБО ВСЕМ НА СВЕТЕ



КАМНИ И МИНЕРАЛЫ

Загляните в поразительный мир минералов, и вы узнаете, как возникла и из чего состоит наша Земля



Книга
подготовлена в сотрудничестве с
МУЗЕЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ • ЛОНДОН