

53  
+ 81

КОВ  
АМУШЕВ

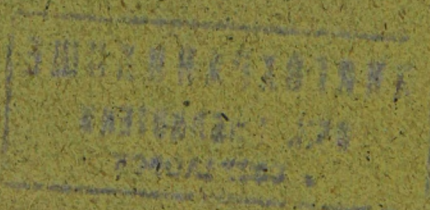
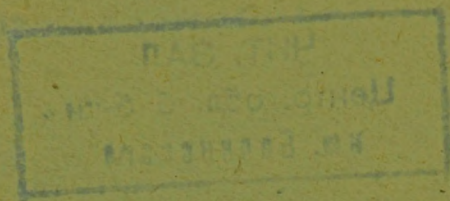


# ИЗУЧИМ БОГАТСТВА ЗЕМЛИ

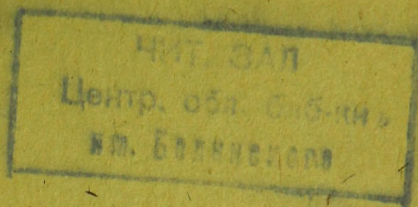
ОГИЗ  
1932

молодая гвардия

с 110935



СПУТНИК  
НАЧИНАЮЩЕГО  
ГЕОЛОГА

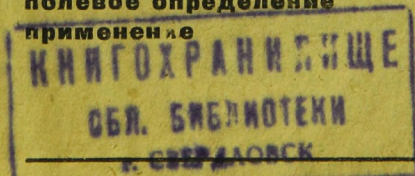


М. Жуков и А. Храмушев  
Научно-исследовательский центр МГРИ

1109357  
Книг. 1936 г. № 1  
117612

ИЗУЧИМ  
БОГАТСТВА  
ЗЕМЛИ

Полезные ископаемые  
поиски  
полевое определение  
применение



ОГИЗ  
молодая  
гвардия  
1932

553

Редактор В. Язвицкий.  
Техредактор Л. Юркевич.  
Сдано в производство 26/IX.  
Подписано к печати 16/XII.  
М. Г. 3374. Инд. Д -2.  
Формат  $72 \times 107 \frac{1}{32}$   $5 \frac{1}{4}$  п.л.  
20850 зн. в п. л.

Уполн. Главлита Б-25890.

Тираж 10.300 экз.

Б-я типогр. треста „Полиграфкнига“.

Москва, Каланчевский тупик, 3/5.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

---

Наша страна находится на великом историческом рубеже двух пятилеток. Под неуклонным руководством ленинской партии рабочий класс и трудящиеся массы СССР победоносно завершают первую пятилетку в четыре года.

Победивший в октябре 1917 г. пролетариат невиданно развернул свои творческие способности, изменяет лицо страны. Там, где несколько лет тому назад была голая степь, сейчас возникают новые индустриальные центры. В степи—у горы Магнитной, в тундре—у Хибин, в далекой Сибири—у Кузнецка,—во всех уголках Советского союза волей и энергией рабочего класса и его большевистской партии создаются мощные центры социалистической промышленности.

Во всех концах необъятного Советского союза идет горячая социалистическая стройка. Один за другим входят в строй гиганты индустрии, оставляющие позади уровень европейской техники. В течение первой пятилетки достигнуты огромные успехи в борьбе за экономическую независимость Советского союза, за выполнение лозунга «догнать и перегнать» технику передовых капиталистических стран.

Своими силами, на своих заводах, из собственных материалов мы научились строить самые сложные машины и техническое оборудование. Автомобили, тракторы, блюминги, сверхмощные паровозы, корабли, паровые тулбины, комбайны, крекинги, сложные станки, сотни новых производств освоила наша промышленность за истекшее время.

Неуклонно проводимый партией курс на индустриализацию страны, на подъем тяжелой индустрии обеспечил

бурный рост крупной промышленности. В итоге первой пятилетки «наша тяжелая промышленность поставлена твердо на ноги, и тем самым создана собственная база для завершения реконструкции всего народного хозяйства» (из решений XVII партконференции).

Решающие победы одержал социализм в деревне. Господствующее положение в сельском хозяйстве заняли социалистические формы—совхозы и колхозы. В колхозах объединено свыше 60% бедняцко-середняцких хозяйств СССР. В основных районах Советского союза завершена сплошная коллективизация, и на ее основе ликвидировано кулачество как класс. Окончательно подорваны корни капитализма в деревне. «Советский союз из страны мелкого и мельчайшего земледелия превратился в страну самого крупного в мире земледелия на основе коллективизации, роста совхозов и широкого применения машинной техники» (из решений XVII партконференции).

В итоге первой пятилетки завершено построение фундамента социалистической экономики в СССР. Ленинский вопрос «кто кого» решен полностью и бесповоротно в городе и деревне в пользу социализма, против капитализма.

Успешное завершение первой пятилетки еще раз подтверждает все преимущества социалистической системы хозяйства перед системой капиталистической. В то время как в Советском союзе идет победоносная социалистическая стройка, растут новые фабрики и заводы, полностью ликвидирована безработица, с каждым днем улучшается материально-бытовое положение трудящихся, в странах капитала под ударами жестокого экономического кризиса сокращается производство, закрываются фабрики, тухнут домны, насчитывается свыше пятидесяти миллионов безработных, растет нищета, миллионы трудящихся обречены на голодное существование. «Глубочайший кризис в странах капитализма—вернейшее доказательство приближающегося крушения капиталистического мира. Успехи социализма в СССР—лучшее доказательство преимущества социалистической системы перед системой капиталистической» (из решений XVII партконференции).

Эти решающие победы социализма в СССР одержаны благодаря невиданному в истории росту творческой активности рабочего класса и трудящихся масс, благодаря правильной политике и твердому большевистскому руководству ленинской партии, неуклонно проводившей развернутое наступление на капиталистические элементы, разбившей контрреволюционный троцкизм и агентуру кулачества—правых оппортунистов.

На базе успехов социализма, достигнутых в первой пятилетке, XVII конференция ВКП(б) впервые в истории человечества наметила развернутую программу построения полного социалистического общества во второй пятилетке.

«XVII конференция ВКП(б) считает, что огромные природные богатства страны, большевистские темпы социалистического строительства, растущая активность широких масс рабочих и колхозников и правильная линия партии полностью обеспечивают такое развертывание производительных сил социалистического хозяйства во втором пятилетии, на основе которого будут окончательно ликвидированы капиталистические элементы в СССР. Конференция считает, что основной политической задачей второй пятилетки является окончательная ликвидация капиталистических элементов и классов вообще, полное уничтожение причин, порождающих классовые различия и эксплуатацию, преодоление пережитков капитализма в экономике и сознании людей, превращение всего трудящегося населения страны в сознательных и активных строителей бесклассового социалистического общества» (из решений XVII партконференции).

Второй пятилетний план является планом построения бесклассового социалистического общества в СССР. Однако построить социализм можно лишь на базе новейшей машинной техники, на базе электрификации. Ленин неоднократно подчеркивал, что «единственной материальной основой социализма может быть крупная промышленность, способная реорганизовать земледелие». Поэтому основной и решающей хозяйственной задачей второй пятилетки XVII партконференция поставила «завершение реконструк-

ции всего народного хозяйства, создание новейшей технической базы для всех отраслей народного хозяйства».

Новая мощная техника социализма будет основана на дальнейшем быстром развитии тяжелой индустрии, особенно машиностроения, на базе электрификации всех отраслей народного хозяйства, в том числе и социалистического земледелия.

К концу второй пятилетки продукция машиностроительной промышленности должна быть увеличена не менее чем в три, три с половиной раза, что должно полностью освободить СССР от необходимости ввоза машин из-за границы.

Для создания мощной энергетической базы социализма намечено довести производство электроэнергии в 1937 г. до 100 млрд. квтч. против 17 млрд. квтч. в 1932 г., увеличить добычу угля с 90 млн. тонн до 250 млн. тонн и добычу нефти в два с половиной, три раза. Выплавка чугуна в 1937 году должна составить не менее 22 млн. тонн; к концу второй пятилетки мы должны полностью удовлетворить внутренним производством потребности всех отраслей народного хозяйства в цветных металлах—алюминии, меди, цинке, свинце и т. д. Огромное развитие получает во второй пятилетке химическая промышленность, в частности основная химия и производство минеральных удобрений для сельского хозяйства.

Для выполнения стоящих во второй пятилетке грандиозных задач по техническому перевооружению всех отраслей народного хозяйства требуется соответствующая минерально-сырьевая база. Есть ли у нас эта база? Безусловно есть.

По богатствам недр, по залежам полезных ископаемых, по топливным и сырьевым ресурсам наша страна не имеет себе равных в мире. Буквально почти каждый день газеты приносят со всех сторон известия о новых геологических открытиях, о новых месторождениях угля, нефти, железной руды и т. д.

Мы еще недостаточно знаем нашу страну, слабо изучили необъятные просторы Севера, тайгу Сибири, степи Средней Азии. Естественные богатства, которые уже изучены и на-

ходятся в разработке, являются лишь небольшой частью тех огромных запасов сырья и полезных ископаемых, которые таятся в недрах Советского союза. Но уже и то, что мы знаем о природных богатствах нашей страны, говорит об огромных источниках энергии, которые полностью обеспечивают выполнение задач технической реконструкции всех отраслей народного хозяйства во второй пятилетке.

На Урале, Украине, в Сибири, Казакстане, на Дальнем Востоке, на Севере, под Ленинградом и под Москвой—мы имеем мощные залежи каменного угля, на котором могут работать гигантские индустриальные комбинаты. Например, одна лишь Караганда имеет свыше 1 000 млрд. тонн угля, что выдвигает ее по угольным богатствам на второе место в мире после САСШ.

Кроме всемирно известных нефтяных районов (Баку, Грозный, Эмба), мы открываем все новые местонахождения нефти на Урале, на Севере, Дальнем Востоке, у Самарской луки и т. д. Вдоль всего западного склона Урала, от Каспийского моря до Ледовитого океана, на протяжении свыше двух тысяч километров, тянется нефтеносная полоса, содержащая сотни миллионов тонн нефти.

Мы обладаем огромными запасами железных руд, торфа, сланцев, минеральных удобрений, огромными лесными и водными энергоресурсами. В недрах СССР имеются неиссякаемые запасы цветных и редких металлов (цинк, олово, свинец, медь, золото, серебро, драгоценные камни и т. д.), стройматериалов (асбест, кварциты, известняки, трепел и т. д.).

На изучение и разведку естественных богатств и полезных ископаемых партия и советское правительство обращают сугубое внимание. По всему СССР разбросана сеть поисковых и разведывательных геологических партий и экспедиций. Если в 1928 г. на геолого-разведочные работы было отпущено 500 тыс. руб., то в 1932 г. стоимость этих работ равняется 300 млн. рублей.

Однако, несмотря на это, размах геологических разведок все еще отстаёт от темпов социалистического строительства. Это отставание необходимо ликвидировать в

кратчайший срок. Мы должны помнить, что от успешности геолого-разведочных работ в значительной степени зависит разрешение вопроса о правильном размещении производительных сил и своевременная подготовка сырьевой базы для основных отраслей народного хозяйства.

Естественно, что силами одних исследовательских учреждений мы не сможем обеспечить должных темпов геолого-разведочных работ. Необходимо к этим работам привлечь внимание широких масс трудящихся, всей советской общественности и в первую очередь силы и внимание комсомола.

Участие комсомольских организаций в изучении наших естественных богатств крайне недостаточно. ЦК ВЛКСМ принял в марте по этому вопросу специальное постановление, где отметил «совершенно неудовлетворительное участие комсомольских организаций как по линии изучения природных богатств данного края, района, так и в самых геолого-разведочных работах». Очень часто комсомольские организации даже плохо знают, какие разведки производятся в их районе, не оказывают необходимой помощи разведывательным партиям, не мобилизуют внимания общественности вокруг геолого-разведочных работ.

Сейчас по всему Советскому союзу, на каждом заводе, фабрике, в совхозах и колхозах, разворачивается массовое движение по проработке технических планов второй пятилетки, по выработке встречных планов на основе мобилизации внутренних ресурсов и местных природных богатств. Передовые комсомольские организации активно включились в объявленную ЦК ВЛКСМ всесоюзную комсомольскую встречу второй пятилетки.

Одним из основных маршрутов этой встречи должен стать массовый комсомольский поход за изучение и пропаганду природных богатств СССР. Основная задача этого похода — организация разведок природных богатств, внедрение в массы трудящихся основных знаний по геологии и минералогии, изучение элементарных приемов определения минералов и руд.

Комсомол должен создать сотни и тысячи бригад комсомольских разведчиков природных богатств своего района. В комсомольских ячейках, в школах, в пионеротрядах во

время похода необходимо провести ряд практических занятий по определению минералов и руд мокрым и сухим путем.

Каждая школа должна заняться составлением коллекций минералов, руд, строительных материалов, имеющих в своем районе, составить карту распределения полезных ископаемых по районам. Необходимо провести массовое распространение популярной литературы, плакатов и таблиц по геолого-разведочному делу среди трудящихся. Во всей этой работе по изучению и пропаганде геологических знаний комсомол должен держать тесную связь со специалистами, инженерно-техническими и научными работниками, используя их опыт и знания.

Естественно, что во всей этой работе комсомольской ячейке необходим краткий и популярный справочник, который помогал бы каждому комсомольцу, молодому рабочему и колхознику без применения особо сложных приборов определить ту или иную породу и на ряду с этим давал бы ряд элементарных сведений по геологии и минералогии.

Очень часто мы проходим мимо ценных месторождений полезных ископаемых, так как не умеем их определить. Настоящая книга М. М. Жукова и А. С. Храмушева является первой попыткой, которую делает издательство «Молодая гвардия» для того, чтобы дать комсомольцам и молодежи ряд элементарных сведений по геолого-разведочному делу.

Несомненно, что в развертывании комсомольского похода за изучение и для пропаганды природных богатств СССР эта книжка-справочник сыграет значительную роль. Она должна стать карманным спутником каждого молодого краеведа, туриста, каждого активного комсомольца.

Поставим богатства наших недр на службу социализму! Массовым комсомольским походом за изучение естественных богатств включим в работу и дадим новые мощные энергетические источники для нашей промышленности, для обеспечения окончательной независимости СССР, для укрепления мощи и обороноспособности нашей страны — социалистического отечества международного пролетариата.

20 июля 1932 г.

С. Остряков

## ОТ АВТОРОВ

---

В геологической литературе еще крайне мало книг, обеспечивающих возможность вооружения масс техникой геолого-поискового и разведочного дела. Имеются или специальные труды, для одоления которых нужна солидная подготовка, или научно-популярная литература, рассчитанная для чтения на досуге, но почти нет книжек, которые можно было бы взять с собой в карман в поле и по ним на месте учиться искать и определять полезные ископаемые.

Учтя это, издательство «Молодая гвардия» обратилось в Московский геолого-разведочный институт с заданием написать подобную книжку-справочник начинающего геолога. По поручению института авторами настоящей книжки сделана попытка в очень короткий срок (полтора месяца) дать такой справочник «начинающему геологу», подобно тому, как тем же издательством даны книжки-справочники трактористу, комбайнеру, металлургу и другим начинающим специализироваться в той или иной области техники.

Авторы не закрывают глаз на то, что труд их во многих частях может оказаться сырым, нуждающимся в доработке, но, стремясь восполнить пробел и тем самым не упустить возможность помочь молодежи в массовом движении за изучение недр СССР и в поисках ископаемых, решаются опубликовать настоящую работу.

Как построена книга, каков ее план, как ею пользоваться?

В первой главе дается представление о том, что такое полезные ископаемые, какие задачи ставит себе геолог при поисках их и как он подходит к разрешению этих задач.

Полезные ископаемые являются или сравнительно простыми телами, однородно построенными, иначе минералами, или более или менее сложными их сочетаниями, т. е. гор-

ными породами. Они залегают в толще земли (или, как говорят геологи, земной коры) то сплошными массами, то слоями, то разбросанными в породах вкраплениями незначительных масс. Отсюда вывод: чтобы узнать, полезное ли это ископаемое и какое именно, нужно определить его, т. е. нужно научиться определять минералы и горные породы. Эту задачу обслуживают вторая и третья главы, где указывается, по каким признакам узнаются минералы и породы.

Затем, чтобы в дальнейшем искать полезные ископаемые не вслепую, не рассчитывать на случайные находки, а искать там, где можно ожидать с наибольшей вероятностью встретить их, нужно знать, при каких условиях они образуются. С этой целью в этих же главах указываются условия образования минералов и горных пород. Зная закономерности происхождения полезных ископаемых, будем иметь тем самым и указание на закономерность их распределения в толще земли.

Дальше следуют специальные главы, посвященные описанию признаков полезных ископаемых (по которым их можно узнать), происхождению, описанию их технологических свойств, качеству и наконец их распространению.

В заключение приводится словарь употребляемых в книге геологических терминов в алфавитном порядке. Встречая не объясняемый в тексте термин, необходимо заглянуть в словарь. Если слово объяснено в тексте, то в словаре против этого слова найдем ссылку на соответствующую страницу книги.

Для того чтобы овладеть книгой, необходимо изучить первые три главы. Зная главнейшие типы минералов и горных пород и способ их определения, нетрудно будет пользоваться специальной частью.

Авторы надеются, что все, в чьи руки попадает эта книга, не откажутся прислать им свои замечания и критику в целях возможного исправления замеченных дефектов по адресу: г. Москва, Моховая ул., д. 11, МГРИ (Московский геолого-разведочный институт).

Москва,  
июнь 1932 года

М. Жуков  
А. Храмушев

## ГЛАВА I

### **ПОИСКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Минеральные богатства, заключенные в земле, всегда привлекали внимание и возбуждали интерес у людей, близко соприкасающихся с природой. Все равно, будет ли то турист, краевед, охотник, земледелец или пастух, встречаясь с горными породами, каждый задает себе вопрос о том, что представляют собою их каменные или землистые массы, не заключены ли в них ценные ископаемые. И неудивительно, что история горного дела знает многочисленные случаи открытия ценнейших месторождений полезных ископаемых, которые делались охотниками, бродящими по горам и лесам, пастухами или так называемыми «золотоискателями».

Вполне понятно, что, для того, чтобы с успехом производить поиски полезных ископаемых, необходимо вооружиться знаниями о том, что представляет собой то или иное полезное ископаемое, где и как его нужно искать; необходимо уметь определять минералы и горные породы простыми, всем доступными способами. Способы такого определения будут изложены в главах второй и третьей, теперь же мы рассмотрим несколько простых способов производства поисков и руководящих признаков, способствующих нахождению некоторых полезных ископаемых.

Но прежде чем перейти к этим вопросам, мы остановимся на выяснении некоторых названий, с которыми нам часто придется встречаться в этой книжке, и прежде всего выясним, что именно нужно понимать под полезным ископаемым.

Полезным ископаемым называется всякое минеральное вещество, находящееся в недрах земли и могущее быть использовано для нужд человечества. Все полезные ископаемые в практическом отношении делятся на две больших группы. Первую из них составляют такие полезные ископаемые, в состав которых входит какой-нибудь металл (золото, железо, медь и пр.) и из которых при современном состоянии техники и экономики эти металлы выгодно извлекать. Эта группа ископаемых носит название **металлических полезных ископаемых**. Ко второй группе относятся такие полезные ископаемые, извлечение которых производится с целью добычи не металла, а какого-либо другого вещества, например, асбеста, серы, каменного угля, строительных материалов и пр. Эта группа носит название **неметаллических полезных ископаемых**.

В противоположность полезным ископаемым те минералы или горные породы, в которых они заключены и часть которых нужно удалить, для того чтобы извлечь полезные ископаемые, называются **пустыми породами**.

Однако понятие о полезных ископаемых и пустых породах является относительным. Так, например, песчаник или известняк, среди которых залегает пласт угля, при добыче последнего будут пустыми породами. Но при других условиях они могут служить также предметом добычи (известняк—для обжига на известь, песчаник—в качестве строительного материала), и тогда они будут полезными ископаемыми. Вообще следует отметить, что понятие о полезном ископаемом зависит от его ценности, от легкости его добычи и подвоза к месту потребления и от целого ряда других причин экономического характера.

Естественное скопление в природных условиях той или иной руды или вообще полезного ископаемого называется **месторождением его**.

Не всякое месторождение при современном состоянии экономики, техники и технологии может быть с выгодой разрабатываемо. Поэтому в зависимости от этих факторов различают: месторождения, имеющие промышленное значение, и месторождения, не имеющие промышленного

значения. Само собой разумеется, что в зависимости от быстрого развития технологии, техники и роста экономики то, что невыгодно разрабатывать сегодня, может оказаться выгодным завтра. Таким образом поиски полезных ископаемых имеют своей целью не только обнаружить полезное ископаемое, но также и оценить, хотя бы приблизительно, заслуживает ли его месторождение разработки. Для этой цели изучается его размер, форма залегания и запасы на основании осмотра выходов полезного ископаемого на поверхность земли или при помощи буровых скважин, шурфов или канав.

По форме, в которой встречаются полезные ископаемые, месторождения называются пластовыми, жильными и т. д. Главнейшие формы изображены на рис. 1.

Приступая к поискам месторождений полезных ископаемых в местностях незнакомых или мало исследованных, необходимо прежде всего ознакомиться с общим характером местности: представляет ли она плоскую, слабо холмистую равнину или расчлененную горную область. Если имеется топографическая карта местности, представление о ее рельефе можно составить по карте. Если же топографической карты нет, необходимо самому сделать хотя бы глазомерный набросок ее. Для этого исследователь осматривает прежде всего возвышенности. Открывающийся с них вид позволяет начертить на бумаге общие контуры рельефа и составить по ним дальнейшие маршруты.

Внешнее очертание местности иногда позволяет сделать предположение о том, какие месторождения в ней можно встретить. Так, в горных местностях можно ожидать жильных месторождений, так как образование гор часто сопровождается образованием трещин, которые впоследствии могут быть выполнены рудой. В горных логах и в ложбинах горных рек возможно наличие россыпей; в местностях холмистых—пластовые месторождения (каменный уголь и др.); наконец в местностях плоско-холмистых, низменных возможно ожидать нахождения залежей железных руд, фосфоритов, торфа и т. п. Конечно эти предположения могут и не оправдаться, но такое местонахождение полезных ископаемых является наиболее вероятным.

# ФОРМЫ РУДНЫХ ТЕЛ.



ПЛАСТЫ



ЖИЛА



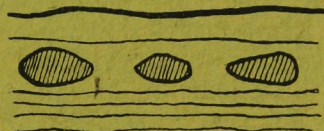
а - ПЛАСТОВАЯ ЖИЛА  
б - СЕКУЩАЯ ЖИЛА



ЗАЛЕЖ



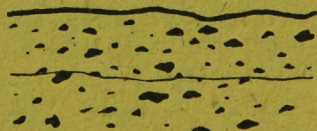
МЕШОК



ГНЕЗДА



ПОЧКИ



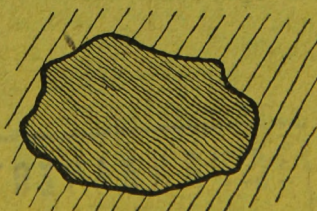
ВКРАПЛЕНИЯ



а - ЛИНЗА б - ЧЕЧЕВИЦА



ШТОКВЕРК



ШТОК

Далее, перед началом поисков чрезвычайно важным являются:

- 1) опрос местного населения,
- 2) ознакомление с архивным и литературным материалом.

Местное население—старожилы, так называемые «старатели», охотники, пастухи, будучи хорошо знакомы со своим краем, могут дать иногда ценные указания на присутствие тех или иных полезных ископаемых. Точно так же и местные архивы иногда содержат материалы, указывающие на отдельные месторождения или признаки полезных ископаемых.

Поискам полезных ископаемых способствуют и следы старинных выработок. Различные полезные ископаемые добывались с самой глубокой древности. Но в силу примитивной техники того времени месторождения, часто богатые, бросались далеко не выработанными полностью.

Тщательный осмотр этих выработок может дать очень ценные результаты.

Дальнейшим шагом по пути исследования местности будет ознакомление с ее геологическим строением. Обследуя «обнажения», т. е. места, где горные породы не прикрыты почвенным и растительным покровом (долины рек, овраги, выступы скал, каменоломни и т. п.), можно определить: сложена ли местность породами магматическими или осадочными. В районах распространения изверженных пород можно встретить месторождения жильные (руды) и нельзя рассчитывать на встречу каменного угля, фосфоритов и других полезных ископаемых, связанных с осадочными породами. Наоборот, если будут встречены осадочные породы, то это не исключает возможности встретить и рудные жилы, пересекающие пласты осадочных образований. Поиски в значительной степени облегчаются, если геологическое строение местности уже известно и для нее имеется геологическая карта. В этом случае необходимо предварительно ознакомиться с геологической литературой и иметь при себе копию геологической карты.

Поиски начинаются с осмотра речных долин, при чем исследование долины ведется от устья к верховьям. Делается это, во-первых, потому, что в берегах долины обычно

имеются обнажения, и, во-вторых, потому, что обломочный материал с верховьев долин и возвышенностей сносится к устью. Начиная исследование с устья, можно таким образом по обнажениям и перенесенным обломкам судить о геологическом строении приустьевой части долины, верховьев и возвышенностей.

Многие рудоискатели и так называемые старатели (обычно из горнорабочих) в результате многолетней практики в горном деле приобретают такой навык, что месторождения некоторых полезных ископаемых опознают на поверхности земли по некоторым характерным признакам. В далеком прошлом такого сорта люди считались людьми, владеющими особым секретом и даже сверхестественной силой.

И в самом деле, многие месторождения полезных ископаемых возможно определить на поверхности или по продуктам выветривания, по окраскам или по некоторым характерным формам рельефа. К перечислению характерных руководящих признаков мы и переходим.

Таковыми руководящими признаками будут:

1. Для месторождения каменного угля—выходы на поверхности черных полос, так называемой сажи. Черный цвет глины иногда также указывает на присутствие углей.

2. Появление бурых и жирных пленок на воде источников указывает на возможное присутствие нефти. Однако надо иметь в виду, что появление аналогичных пятен может быть вызвано и присутствием руд железа. Чтобы отличить одни от других, нужно по пленке слегка ударить. В случае наличия жирных пленок нефти после удара они сейчас же сольются в одну общую массу, в то время как пленка другого происхождения разорвется на отдельные кусочки.

3. Фосфориты обращают на себя внимание неправильной, прихотливо округленной формой конкреций и темным цветом.

4. Рудные жилы, выходящие под хлебными полями и пустырями, отражаются на растительности в виде то более темного, то более светлого цвета ее листьев.

5. Кварцевые жилы (которые часто содержат различные руды) выделяются в рельефе в виде стенок, грядов и кар-



## ГЛАВА 2

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ НА-ГЛАЗ**

Применяемые геологами методы определения минералов и горных пород могут быть разделены на две группы: лабораторные, или точные, и полевые, или предварительные. Последние, само собой разумеется, являются значительно менее точными, чем первые, но они должны быть известны каждому практическому работнику в области геологии, так как дают возможность в поле быстро ориентироваться в минералах и породах. Уточнение определения всегда можно сделать по возвращении с полевых работ. В поле лабораторные методы, каковыми являются химический анализ и микроскопическое определение, неприменимы из-за сложности их оборудования. Лишь в некоторых случаях применяют в полевой обстановке упрощенный химический метод определения минералов, так называемое определение посредством паяльной трубки. Здесь мы его не приводим<sup>1</sup>. Дальнейшее изложение будет посвящено исключительно наиболее доступному определению на-глаз, или, иначе, макроскопическому.

#### **А. Метод определения минералов**

Минерал обладает всегда одним и тем же химическим составом, и это сказывается определенным образом на его внешних физических признаках. Распознавая минералы,

---

<sup>1</sup> Простое изложение этого метода можно найти в книжке проф. Н. М. Федоровского, издание 1932 г.

мы обращаем внимание на следующие их особенности: на кристаллическую форму, окраску, блеск, прозрачность, твердость, характер излома, удельный вес.

Остановимся подробнее на рассмотрении каждого из этих признаков с точки зрения разнообразия признаков и их применимости при распознавании минералов на-глаз.

**Кристаллическая форма** является очень надежным признаком для определения минерала. Лишь в редких случаях минералы различного химического состава имеют одну и ту же во всех деталях форму. Если это и случается, то минералы будут отличаться другими признаками (окраской, твердостью и т. д.).

Однако при определении минерала, входящего в состав горных пород, этот признак мало применим, так как геолог, изучая породу, раскалывает ее молотком и тем самым разрушает правильное ограничение минерала.

Этим значительно понижается значение настоящего признака в полевой практике. Все же в дальнейшем при описании отдельных минералов мы будем указывать их главнейшие кристаллографические признаки.

**Окраска.** Люди, знакомые с минералами лишь понаслышке или по поделочным драгоценным и полудрагоценным камням, думают обычно, что окраска или цвет минерала является его постоянным неотъемлемым свойством. В самом деле, стоит назвать некоторые минералы, как тотчас же всплывает в памяти и их окраска. Нередко в общелитии говорят: красный, как рубин, гранатовая окраска, цвета аметиста. Кому не известно, что изумруд зеленый, что алмаз чист и прозрачен, «как слеза», и т. д.

Несмотря на такую кажущуюся надежность признака окраски, им приходится пользоваться с большой осторожностью. Дело в том, что бывают окраски, присущие данному минералу как признак постоянный, зависящий от особенностей его химического состава, и бывают окраски случайные, зависящие от незначительных механических подмесей красящего вещества. В последнем случае, базирываясь на окраске, мы можем неправильно понять химическую сущность минерала, а ведь последняя и определяет качество минерала как полезного ископаемого.

Отсюда не следует делать вывода, что окраска — совершенно непригодный признак для определения минерала на-глаз. Дело в том, что никогда нельзя основывать своего определения минерала на каком-либо одном признаке: определение по окраске нужно проверить другими признаками, свойственными данному минералу (твердость, характер излома и т. д.).

Цвет некоторых темно окрашенных минералов (гематит, бурый железняк и др.) не может быть определен непосредственно, и тогда прибегают к изучению его в порошке, измельчая его.

**Блеск** зависит от отражения света поверхностью минерала. Необходимо в этом отношении различать поверхности граней кристалла минерала и поверхности излома, так как блеск на тех и других может быть различен у одного и того же минерала. Различают **блеск металлический** и **неметаллический**. Первый, как показывает название, сходен с блеском металлов, наблюдается у многих минералов, представляющих собою руды тяжелых металлов (гематит, магнетит, пирит, галенит и др.). Минералы с **металлическим блеском** непрозрачны даже в тонких осколках и дают черную черту на фарфоровой пластине.

Некоторые минералы обладают **полуметаллическим блеском**, т. е. более тусклым, чем предыдущий (графит, лимонит).

Минералы с **неметаллическим блеском** или прозрачны, или полупрозрачны, дают белую или светло окрашенную черту.

Различают несколько разновидностей неметаллического блеска. **Алмазный** — наиболее сильный, искрящийся и переливающийся радужными цветами (алмаз, киноварь, цинковая обманка и др.). **Стекланный блеск** сходен с алмазным, но слабее его (кристаллические грани кварца, каменная соль, плавиновый шпат и др.). **Смоляной блеск** напоминает блеск смолы (асфальт). **Жирный блеск** — на поверхностях, кажущихся смазанными жиром (нефелин, на неровных поверхностях излома кварца и др.). **Перламутровый блеск** получается на ровных плоскостях излома некоторых минералов вследствие отражения света не только от внешней

поверхности, но и от тонких листочков, отщепляющихся по спайности, вследствие чего получается своеобразная игра световых лучей (слюда, некоторые разновидности гипса и др.). **Шелковистый блеск**—у минералов с тонковолокнистым строением (асбест, селенит).

Близким по производимому впечатлению признаком минералов является **побежалость**. Это радужные отливы на поверхности минерала, получающиеся при изменении тонкого слоя его от химического воздействия кислорода воздуха (медный колчедан и др.).

**Прозрачность.** По этому признаку можно разделить минералы на четыре группы: 1) прозрачные, как стекло (кварц, исландский шпат, каменная соль, белая слюда и др.), 2) просвечивающие, они же прозрачные, но пропускающие свет, как матовое стекло (халцедон, разновидности опала, известкового шпата и др.), 3) непрозрачные в куске, но просвечивающие в тонких осколках, по краям (полевой шпат и др.), 4), совершенно непрозрачные—минералы с металлическим блеском (пирит, магнетит, гематит и др.).

**Твердость.** При распознавании минералов этот признак является очень важным. Твердость есть свойство минерала, говорящая о силе сцепления частичек его между собой. Твердость распознается по тому сопротивлению, которое оказывает минерал парapanию или раздавливанию.

Минералы обладают различной твердостью, которую изучают, парapaя минерал каким-либо твердым предметом. В лабораторных условиях для этой цели употребляют так называемую «**шкалу твердости**». Она представляет собой ряд минералов, расположенных по степени твердости, от мягкого к самому твердому.

Шкала состоит из следующих десяти ступеней твердости:

1) тальк, 2) гипс, 3) известковый шпат, 4) плавиковый шпат, 5) апатит, 6) полевой шпат, 7) кварц, 8) топаз, 9) корунд, 10) алмаз.

Твердость каждого минерала выражается соответствующей цифрой. Так, например, твердость полевого шпата—6, топаза—8 и т. д.

Для определения твердости какого-либо минерала по последнему парapaют (чертят) образцами из шкалы, под-

бирая соответствующий по степени твердости. Если образец из шкалы оставляет царапину на испытуемом образце, то он тверже испытуемого, и в таком случае следует взять более низкий номер, перебирая их до тех пор, пока образец не перестанет царапать по испытуемому минералу. Здесь необходимо заметить, что не следует путать царапину с чертой. Последняя получается как тонкая полоска порошка истирающегося минерала на поверхности более твердого. Чтобы отличить царапину от черты, нужно попытаться стереть ее пальцем: черта стирается, царапина остается.

В полевых условиях шкалой обычно не пользуются, так как геолог должен стремиться избежать брать с собой в поле вещи без крайней нужды, сокращая вес своего багажа. В поле для испытания твердости пользуются предметами, твердость которых определена заранее. Например, мягкий карандаш имеет твердость 1, каменная соль—2, ноготь и медная монета—3, железный гвоздь—4, стекло—5, стальной нож и игла—6, напильник и кремень—7. Минералы с высокой твердостью (8, 9 и 10) немногочисленны.

**Характер излома.** Следующим надежным признаком для распознавания минералов служит их **излом** или **поверхность раскола**. В отношении этого признака минералы разделяются на две группы: обладающие спайностью и не обладающие ею. **Спайностью** называется способность минерала колоться по плоскостям. Эти плоскости бросаются в глаза своей гладкой блестящей поверхностью, по которой минерал легко раскалывается. Примером такого минерала с хорошо выраженной спайностью является слюда, расщепляющаяся на тонкие пластинки. Другие минералы из этой группы обладают **двумя направлениями плоскостей спайности**, например, роговая обманка. При раскалывании она распадается на тонкие игловидные призмочки. Наконец можно отметить еще минералы с **тремя направлениями плоскостей спайности**. Классическим примером является каменная соль. Плоскости спайности ее пересекаются под прямыми углами, благодаря чему при раскалывании ее образуются кубы.

Вторая группа минералов, выделяемых по характеру излома, в противоположность первой отличается неправильными поверхностями излома. Наиболее часто встречающийся излом—по кривым выпуклым или вогнутым поверхностям с дугообразными штрихами (волнами), напоминающими створки некоторых раковин. Отсюда название этого вида излома—**раковистый** (кварц, кремень, асфальт, толстое стекло). Среди этой группы изломов наблюдаются еще следующие: **землистый**, **занозистый** и **крючковатый**.

**Удельный вес.** Удельным весом вещества называется отношение его веса к весу воды, взятой в том же объеме при температуре 4° С. Точное определение его в поле невозможно. Если же удельный вес двух сравниваемых кусков минералов резко отличается, то относительное определение можно сделать, взвешивая оба кусочка в руках.

По удельному весу выделяют следующие группы:

	Удельный вес
Смолы и угли . . . . .	0,5—1,5
Сера, гипс, каменная соль . . . . .	2,0—2,5
Известковый шпат, кварц, полевой шпат, доломит, слюда . . . . .	2,5—3,0
Роговая обманка, авгит, эпидот . . . . .	3,0—3,5
Легкие медные и железные руды, барит . . . . .	3,5—4,6
Медные и железные руды . . . . .	6,5
Серебряные и свинцовые руды . . . . .	8,0
Самородные металлы: медь, серебро, золото, платина и др. . . . .	8,5—22,4

Вот те признаки, пользуясь которыми можно на-глаз определять минералы в поле. Из описания каждого признака можно заметить, что среди минералов наблюдаются различные вариации, разнообразия одних и тех же признаков.

Количество таких разнообразий обычно невелико, количество же минералов в природе насчитывается сотнями. Отсюда легко сделать вывод, что, основываясь на каком-либо одном признаке, определить минерал нельзя. Лишь

изучая его в отношении нескольких признаков, можно подойти к правильному определению минерала. Поясним примером. Кварц и исландский шпат—оба прозрачны и бесцветны, но твердость и характер излома у них различны: первый имеет твердость семь и раковистый излом, второй—твердость три и обладает спайностью. У некоторых минералов наблюдается совпадение нескольких признаков. Возьмем каменную соль и гипс. Оба минерала могут быть бесцветны, прозрачны, оба обладают твердостью два. По характеру излома относятся к группе обладающих спайностью; правда, спайность у них различна. Резко отличаются друг от друга кристаллической формой, кроме того каменная соль легко отличима от всех остальных минералов по своему соленому вкусу.

Для того чтобы определить минерал в поле, предлагаем печатаемую ниже таблицу, заимствованную у проф. Федоровского («Краткий определитель минералов и горных пород», 1932 г.). В ней даны лишь главнейшие минералы и сокращена графа «Реакции с паяльной трубкой».

Пользоваться таблицей для определения какого-либо минерала надлежит следующим образом: сначала определяется **твердость** минерала; на основании этого признака минерал помещается в определенное место таблицы, в которой указаны разделы: «твердость от 1 до 2», «твердость от 2 до 3» и т. д. Во вторую очередь определяют блеск: «металлический» и «неметаллический». На основании остальных признаков (окраска, характер излома, прозрачность и т. д.) окончательно устанавливается название минерала

**Б. Таблица для определения мине**

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
<b>ТВЕР</b>			
<b>Минералы, обладающие</b>			
1. Графит	Черно-серый, блестящий	1	Мягкий. Пачкает бумагу. Легко колетса по одному направлению.
<b>Минералы, не обладающие</b>			
2. Наменная соль (галит)	Белый	2	Совершенная спайность по трем направлениям. Раскалывается на кубики. Блеск стеклянный, прозрачна.
3. Гипс, алебастр	»	2	Чертится ногтем. Блеск стеклянный. Просвечивает по краям. Цвет белый, розовый.
4. Гипс волокнистый (селенит)	»	2	Блеск шелковый. Спайность по одному направлению. Цвет белый, розовый, красновато-желтый.
5. Гипс прозрачный	»	2	Блеск на плоскости спайности перламутровый
6. Тальк	»	1	Гибок. жирен наощупь. Блеск от перламутрово до жирного. Спайность по одному направлению. Цвет желтый, белый, светлозеленый.

**ралов (по Н. М. Федоровскому)**

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
<b>Дость 1—2</b>		
<b>металлическим блеском</b>		
2,1	Плотные или чешуйчатые массы в кристаллических сланцах и известняках. Шаровидные зерна в граните.	Углерод (C)
<b>металлическим блеском</b>		
2,1	Кристаллы в виде кубов. Зернистые скопления, часто с гипсом.	Натрий, хлор (NaCl)
2,2	Зернистые массы.	Кальций, сера, кислород, вода. (CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O)
2,2	Волокнистые массы в трещинах.	»
2,2	Пластинчатые массы. Кристаллы и сростки в виде розеток, ласточкиного хвоста. Жилы в глине и глинистых сланцах.	»
2,7	Листоватые или чешуйчатые массы.	Магний, кремний, кислород, вода (H <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>13</sub> )

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
7. Наолин	Белый	1	Тусклый. Излом землистый. Легко рассыпается. Наощупь слабо жирен. Цвет белый, редко желтый.
8. Горный воск (озокерит)	»	1	Блеск жирный. Излом раковистый. Легко мнется. Прилипает к пальцам.

#### ТВЕР

##### Минералы с металлами

9. Медь самородная	Красный с блеском	2,5—3	Излом крючковатый. Ковка. Цвет красный.
10. Золото самородное (рис. 18 и 19, см. стр. 85).	Желтый с блеском	2,5—3	Излом крючковатый. Ковко. Цвет желтый.
11. Серебро самородное (рис. 21, см. стр. 85).	Белый с блеском	2,5	Цвет белый. Ковко. Излом крючковатый.

##### Минералы с неметаллами

12. Боксит	Белый или светлобурый.	2,5	Цвет белый или буровато-красный. Землистый. Легко разламывается руками.
13. Исландский шпат (кальцит) (рис. 6)	Белый	3	Цвет серый, белый, голубой, желтый. Прозрачен или просвечивает. Спайность совершенная по трем направлениям. Удваивает линии.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
2,5	Землистые массы.	Алюминий, кремний, кислород, вода ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ )
0,94	Волокнистые массы с нефтью.	Углерод, водород ( $C_n H_{2n}$ )

#### Доступность 2—3

##### с металлическим блеском

8,7	В виде пластинок, проволок, веточек. С медными рудами.	Медь (Cu)
16—19	В виде пластинок, зерен. Включения в кварце, буром железняке, тальке.	Золото (Au)
10—11	В виде проволок, пластинок, наподобие мха. В жилах с свинцовым блеском.	Серебро (Ag)

##### с матовым блеском

2,3	Землистые массы, желваки. Часто оолитового сложения.	Алюминий, кислород, вода ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ )
2,6	Жилы в сланцах, известняках, кварцитах. Часто в кристаллах.	Кальций, углерод, кислород ( $CaCO_3$ )

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
14. Белая калийная слюда (мусковит)	Белый	2,5	Серебряно - белая, светложелтая. Расщепляется на тончайшие гибкие, упругие прозрачные листочки. Чертится ногтем.
15. Черная магнетическая слюда (биотит)	»	2,5	Цвет черный, бурый, темнозеленый. Расщепляется на тонкие ломкие листочки. Упругость значительно меньше мусковита.
16. Хлорит	Зеленовато-белый	2	Цвет зеленый, часто с перламутровым блеском. Гибок, но не упруг. Легко расщепляется по одному направлению.

#### ТВЕР

##### Минералы, обладающие

17. Медный колчедан (халькопирит)	Зеленовато-черный	3,5	Цвет латунно - желтый, иногда пестрая побежалость. Излом неровный.
-----------------------------------	-------------------	-----	--

##### Минералы, не обладающие

18. Красный железняк плотный (гематит)	Вишнево-красный	4—5,2	Цвет от железно-черного до стально-серого. Излом неровный. Немagnetен.
20. Плавиковый шпат (флюорит)	Белый	4	Разных цветов. Прозрачен или провизивает. Спайность совершенная. Блеск стеклянный.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
2,8	Составная часть гранита, гнейса и слюдяного сланца. От мелких блесков до больших «пакетов».	Калий, алюминий, кремний, кислород
2,8	Составная часть гранита, сиенита. От небольших листочков до пластин значительных размеров.	Калий, магний, железо, алюминий, кислород
2,8	Главная составная часть хлоритового сланца. Чешуйчатые скопления. Кристаллы с гранитом.	Магний, алюминий, кремний, кислород

#### ДОСТЬ 3—4

##### металлическим блеском

4,2	Плотные массы с кварцем и другими медными рудами. Иногда в сланцах и песчаниках.	Медь, железо, сера (Cu Fe S <sub>2</sub> )
-----	--	--

##### металлическим блеском]

4,7—5,2	Плотные массы среди кристаллических сланцев и кварцитов.	Железо, кислород (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
3,2	Кристаллы чаще в виде кубов. Плотные массы. В жилах часто с рудными минералами.	Кальций, фтор (Ca F <sub>2</sub> )

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
21. Железный шпат (сидерит)	Белый или бурый	3,5—4	Цвет от горохово-желтого до бурого. Спайность.
22. Сферосидерит	Белый или бурый	3,5	Цвет бурый, темно-бурый.
23. Магнезит	Белый	4	Цвет белый, серый. Блеск стеклянный. В кристаллических массах совершенная спайность.
24. Доломит	»	3,5—4,5	Цвет белый, серый, желтый. Блеск стеклянный. В кристаллических разностях спайность совершенная.

#### Минералы, не обладающие

25. Гипс безводный (ангидрит)	Белый	3,5	Бесцветен или слабо голубовато окрашен. Спайность. Блеск стеклянный.
26. Змеевик (серпентин)	»	3—4	От светло- до темнозеленого с черными пятнами. Блеск жирный. Излом раковистый, занозистый.
27. Асбест змеевиковый	»	3	Блеск шелковый. Легко треплется на мягкие волокна, похожие на лен (горный лен).

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
3,8	Зернистые массы среди известняков. Кристаллы с кварцем.	Железо, углерод, кислород ( $\text{FeCO}_3$ )
3,8	Шарообразные глинистые конкреции среди глин и сланцев.	Примесь глины
3	Мраморовидные зернистые массы. Белые плотные желваки среди тальковых сланцев, змеевиков.	Магний, углерод, кислород ( $\text{MgCO}_3$ )
2,8	Зернистые землистые массы. Кристаллы с кварцем.	Магний, кальций, углерод, кислород ( $\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$ )

#### металлическим блеском

3	Зернистые или плотные массы.	Кальций, сера, кислород ( $\text{CaSO}_4$ )
2,5	Плотные массы, часто с прожилками асбеста.	Магний, кремний, кислород, вода
2,5	Жилы в змеевике.	

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
----------	------------	-----------	---------------------

#### ТВЕР

28. Апатит	Белый	5	Разных цветов. Излом раковистый. Блеск жирный.
29. Фосфорит	Серый	5	Цвет желтый, серый. Излом неровный, землистый.

#### ТВЕР

##### Минералы с метал

30. Железный блеск (гематит). Землистые формы — красный железняк	Вишнево-красный	5,5	Цвет черный с блеском. Излом раковистый.
31. Магнитный железняк (магнетит) (рис. 17, см. стр. 87)	Черный	5,5	Цвет железо-черный. Излом раковистый. Действует сильно на стрелку компаса.

##### Минералы, не обладающие

32. Бурый железняк плотный (лимонит)	Бурый, желтовато-бурый	5— —5,5	Цвет темнобурый, блеск полуметаллический. Излом раковистый.
33. Бурый железняк натечный	»	5— —5,5	»
34. Бурый железняк оолитовый	»	5— —5,5	Блеск матовый.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
---------	----------------------------	-------------------

#### ДОСТЬ 4—5

3,2	Кристаллы в известняках, гранитах. Зернистые массы.	Кальций, фосфор, хлор, фтор, кислород
3,2	Шарообразные скопления среди глин, известняков, песчаников.	»

#### ДОСТЬ 5—6

##### лическим блеском

5,1	Кристаллы, вросшие в тальк, в жилах с кварцем.	Железо, кислород ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
5,1	Вросшие кристаллы в виде октаэдров в хлоритовые сланцы. Включения в гранитные породы. Плотные массы.	Железо, кислород ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ )

##### металлическим блеском

3,8	Плотные массы среди разнообразных пород. Псевдоморфозы в виде кубиков по пириту.	Железо, кислород, вода ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )
3,8	Сталактитообразные, почковидные, гроздевидные скопления.	»
3,8	Плотные скопления в виде икры из округлых зерен.	»

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
35. Бурый железняк охристый	Желтый	5—5,5	Излом землистый. Цвет желтый. Марают руки.
36. Опал	Белый	5,5	Цвет белый, желтый. Благородный опал играет разными цветами. Блеск стеклянный жирный. Излом раковистый.
37. Ортоклаз (калиевый полевой шпат)	»	6	Цвет желто-белый, розовый. Спайность совершенная.
38. Микроклин (зеленая разность ортоклаза — амазонский камень); калиевый полевой шпат (рис. 5)	»	6	Цвет белый и зеленый.
39. Альбит (натриевый полевой шпат, белый)	»	6	Белый или прозрачный.
40. Лабрадор (известково-натриевый полевой шпат)	»	6	Цвет темный с радужными переливами.
41. Масляный камень (эвексит, нефелин)	»	5,5	Цвет серый, красноватый. Блеск жирный. Излом плоско-раковистый. Иногда следы спайности.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
3,8	Губчатые глинистые массы. Часто с кварцем.	Железо, кислород, вода ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )
2,2	Плотные массы с глиной. Накипи ноздреватые — пористые. Часто псевдоморфозы по дереву и др.	Кремний, кислород, вода ( $\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ )
2,5	Составная часть гранита, полевошпатового порфира. Нередко наростные кристаллы в пустотах среди крупнозернистого гранита вместе с горным хрусталем.	Калий, алюминий, кремний, кислород ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )
2,5	В жилках крупнозернистого зеленого гранита. Нередко кристаллы.	»
2,6	Щетки мелких кристаллов с горным хрусталем. Составная часть некоторых гнейсов и гранитов.	Натрий, алюминий, кремний, кислород ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )
2,7	Составная часть лабрадорного гранита.	Кальций, натрий, алюминий, кремний, кислород.
2,7	Составная часть некоторых сиенитов.	Натрий, алюминий, кремний, кислород ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
----------	------------	-----------	---------------------

Минералы, не обладающие			
42. Авгит	Серый	6	Цвет черный или темнозеленый. Излом раковистый.
43. Роговая обманка	Зеленый иногда буроватый	6	Цвет черный, зеленовато-черный. Совершенная спайность в двух направлениях.

#### ТВЕР

Минералы, обладающие			
44. Железный колчедан (серный колчедан, пирит) (рис. 3).	Зеленовато-желтый	6,5	Цвет медножелтый. Хрупок. Со сталью дает искры. Излом неровный.

Минералы, не обладающие			
45. Кварц (рис. 2)	—	7	Бесцветный, белый, серый, дымчатый, розовый, желтый. Блеск стеклянный на гранях кристаллов и жирный на изломе. Излом раковистый.
46. Аметист	—	7	Цвет фиолетовый. Часто неравномерный—облачный. Прозрачен.
47. Яшма	—	7	Разных цветов, полосатая, волнистая. Излом плоско-раковистый. Просвечивает по краям.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
---------	----------------------------	-------------------

#### металлическим блеском

3,4	Вросшие кристаллы и зерна в вулканических породах. Составная часть диабазы.	Кальций, магний, железо, алюминий, кремний, кислород
3,1	Кристаллы в лавах. Составная часть сиенита, диорита.	Кальций, магний, железо, кремний, кислород, кроме того и алюминий

#### дость 6—7

#### металлическим блеском

5,0	Кристаллы часто в виде кубов в различных горных породах. Жилы среди гранитных пород.	Железо, сера (Fe S <sub>2</sub> )
-----	--	-----------------------------------

#### металлическим блеском

2,6	Призматические длинные кристаллы. Мелкие кристаллики внутри желваков кремня. Составная часть гранита. Плотными массами в жилах среди разнообразнейших пород.	Кремний, кислород (SiO <sub>2</sub> )
2,6	Кристаллы часто изъедены среди пустот крупнозернистого гранита.	»
2,6	Плотные массы. Жилы среди глин и сланцев.	»

Название	Цвет черты	Твердость	Физические свойства
48. Халцедон	—	7	Просвечивает. Воскового цвета. Блеск жирный.
49. Агат (рис. 4)	—	7	Полупрозрачен. Цвет синий, желтый. Полосатый, иногда с концентрическими кругами.
50. Кремень	—	7	Цвет от желтоватого до черного. Провечивает по краям. Излом типично раковистый. Со сталью искры.
51. Гранат железистый (альмандин) (рис. 6а)	—	6,5	Цвет красный, часто прозрачный. Следы спайности.

#### ТВЕРДОСТЬ

Минералы, не обладающие

52. Корунд (рис. 25)	—	9	Цвет синеватый, серый, желтый. Спайность совершенная.
53. Алмаз	—	10	Прозрачный, желтый, голубой, черный непрозрачный. Хрупок. Спайность совершенная.

Уд. вес	Формы нахождения в природе	Химический состав
2,6	Натечные формы с почковидной и гроздевидной поверхностью.	Кремний, кислород (SiO <sub>2</sub> )
2,6	Натечные массы, слоистые. Часто шарообразными включениями в вулканических породах.	»
2,6	Круглые, продолговатые стяжения в известняке и мелу.	»
4,0	Кристаллы в виде двенадцатигранников, вросшие в гранитах и сланцах.	Железо, алюминий, кремний, кислород (Fe <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub> )

#### ВЫШЕ 8

металлическим блеском

3,9	Боченкообразные кристаллы с полевым шпатом в гранитах.	Алюминий, кислород (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
3,5	Кристаллики — октаэдры, зерна в синей глине, в вулканических россыпях. Зерна в золотоносных песках.	Углерод кристаллический чистый (C)



Рис. 2. Кристаллы кварца  
(горного хрусталя).

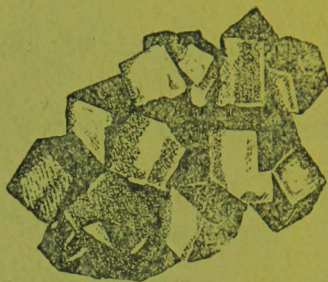


Рис. 3. Кристаллы пирита.



Рис. 4. Агат.



Рис. 5. Кристалл ама-  
зонского камня, или  
микроклина.

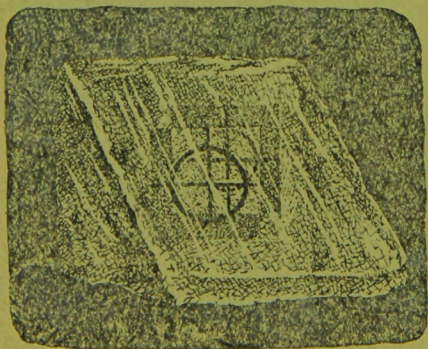


Рис. 6. Исландский шпат (нальцит).



Рис. 6а. Кристалл  
граната.

## ГЛАВА 3

### ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И СПОСОБЫ ПОЛЕВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ

Выше мы уже говорили, что земная кора состоит из горных пород и минералов, что в отличие от минералов горные породы очень сложно и часто неоднородно построены в химическом отношении. Минералы являются теми простейшими составными частями, из которых строятся породы. Познакомившись с методом определения минералов в поле, мы можем теперь перейти и к определению горных пород.

Разнообразие горных пород, составляющих земную кору, весьма велико и по внешнему виду, и по химическому составу, и по способу их образования. Много существует и названий, обозначающих разновидности пород.

Чтобы легче было в них ориентироваться, разобраться, удобнее всего разделить их по группам, так чтобы породы, входящие в одну группу, характеризовались некоторыми общими для всей группы признаками. Иначе говоря, для удобства изучения пород их необходимо классифицировать. Что же положим в основу такой классификации? Наиболее целесообразно за классификационную основу взять принцип происхождения пород, или их генезис.

Под толщей земной коры, покрывающей сплошным панцирем земной шар, находится расплавленное вещество, называемое **магмой**. По грубому подсчету геологов (Кларк) определено, что около 95 % всей массы земной коры составляют породы, получившиеся от застывания магмы, поднявшейся из глубин земного шара на поверхность земли или в твердые участки коры. Этот процесс подъема магмы

из глубины называют ее извержением. В зависимости от этого и породы, получившиеся таким способом, называются магматическими, или изверженными. Типичными представителями пород этой группы будут **гранит**, застывший в глубине в земной коре, и **базальт**, застывший на поверхности.

Изверженные породы, оказавшись на поверхности земли, подвергаются разрушению под химическим и физическим воздействием атмосферы и воды. Этот процесс, называемый **выветриванием горных пород**, ведет к образованию коры разрушенного материала, который сгружается или осаждается на пониженных участках поверхности земли: на дне морей, озер, рек, при действии воды или при действии ветра—в местах его затишья. Породы, получившиеся таким образом, называются **осадочными**. Из этой группы укажем на такие породы, как **гравий, щебень, песок, глина** и т. д. Чаще всего в состав их входят минералы **кварц** и **каолин**.

Наконец и осадочные породы и магматические могут быть подвергнуты сильному изменению главным образом в моменты горообразования. Горообразующие силы, сминая слои земли в складки, сдавливают породы, вызывая в них перекристаллизацию, изменение строения и т. д. Такого же порядка изменения производит и высокая температура, излучаемая магмой, ворвавшейся по трещинам в толщу земной коры. Подобные изменения горных пород бывают очень глубокими и называются **метаморфизмом**.

Породы становятся непохожими на их первоначальное состояние и получают название **метаморфических**. К этой группе относятся, например, **сланцы, кристаллические сланцы или гнейсы, мрамор, кварцит** и др.

Таким образом намечаются три крупных группы горных пород, выделяемых по генетическому принципу:

- 1) **магматические породы,**
- 2) **осадочные,**
- 3) **метаморфические.**

Но как узнать по внешнему виду о происхождении породы и о том, в какую группу она должна быть отнесена? Иначе, отпечатлеваются ли на породе особенности ее

образования? Для громадного большинства пород такие признаки можно указать. Лишь немногие из них, как будет видно ниже, трудны для определения неопытному глазу.

**Магматические породы**, в большинстве случаев массивные, имеют плотное сложение, состоят из кристаллов разнообразных минералов или имеют сплошное некристаллическое сложение. Для них характерны два отрицательных признака: не наблюдается слоистости и никогда не содержат отпечатков ископаемых животных и растений.

В виде исключения лишь немногие породы поверхностного застывания бывают легкими и пористыми (пемза) или крупноноздреватыми (андезит).

**Осадочные** в отличие от магматических часто содержат отпечатки органических остатков и вследствие их постепенного накопления слой за слоем обычно бывают слоистыми. Для них не характерна массивность и плотность сложения. Исключения в виде тяжелого сидерита или натечков бурого железняка редки. Если осадочная порода и представляет собой кристаллическую массу, то в отличие от магматических пород бывает составлена из кристаллов одного и того же минерала, т. е. является однообразной (каменная соль, гипс и пр.).

**Метаморфические породы**, происходящие за счет изменения первых двух групп пород, как бы наследуют некоторые признаки обеих: имеют в случаях крайне сильного изменения кристаллическое сложение из разнообразных минералов (признак магматических пород) и одновременно полосчатое строение, напоминающее слоистость осадочных. Необходимо оговориться, что последний признак лишь внешне напоминает слоистость, на самом же деле по своему происхождению не имеет со слоистостью ничего общего и называется в отличие от нее **сланцеватостью**, которая образуется в метаморфических породах при развитии сильного одностороннего давления, расщепывающего породу. Этот процесс заключается в том, что в сильно нагретой и сжатой вязкой массе минералы поворачиваются подобно флюгерам под действием односторонне направленного да-

вления и занимают положение, перпендикулярное к направлению давления. Таким образом все **темные силикаты** (роговые обманки, биотит и др.) оказываются расположенными в породе параллельно друг другу, часто группируются в отдельные от **светлых силикатов** прослои, почему породы и получают полосчатый вид, напоминающий по внешнему виду слюистость.

Характерным свойством **сланца** является его способность раскалываться, распадаться (рассланцовываться) на плитки, часто очень тонкие. Такое рассланцовывание происходит в направлении сланцеватости.

Если осадочная порода была изменена не очень глубоко, то она напоминает нормальную осадочную породу с тем отличием, что она стала более плотной. Так, глина становится плитчатым и звонким, как кирпич, сланцем землестого вида, известняк превращается в плотный кристаллический мрамор и т. д.

После знакомства с общими признаками главнейших групп горных пород перейдем к их более детальному изучению.

## **А. Породы магматического происхождения**

В пределах этой большой группы горные породы могут быть подразделены на более мелкие группы или подгруппы, объединяющие сходные породы. Признаками для подгруппы служат сходный химический состав и сходные условия застывания. И то и другое хорошо может быть определено на-глаз, по внешнему виду породы.

Магматические породы, объединенные по указанным признакам, сведены в прилагаемой таблице, предложенной покойным академиком А. П. Павловым, нами несколько упрощенной и, как нам кажется, более удобной для первого знакомства с породами (см. стр. 55) Прежде чем перейти к описанию способа ее использования для определения пород, остановимся на характеристике указанных выше признаков.

Как по внешнему виду узнать химический состав магматической породы или условия ее образования (застывания)? Начнем с выяснения последнего.



Рис. 7. Извержение вулкана.

Для этого попробуем представить себе физическое состояние магмы, находящейся под земной корой. Зная, что последняя имеет толщину около 100 км, и что средняя плотность пород коры равняется 2,7, можем вычислить, что магма находится при таких условиях под влиянием колоссального давления, определяемого в 25 000 атмосфер. Это обуславливает тенденцию частиц, составляющих магму, к сближению или уплотнению. С другой стороны, мы знаем, что под земной корой магма обладает чрезвычайно высокой температурой, определяемой свыше  $1\,500^{\circ}$ . При такой температуре все тела плавятся. Как говорят, вещества находятся в состоянии частичного распада, или диссоциации, так как высокая температура вызывает в магме тенденцию к максимальному расширению и разуплотнению ее вещества. Как видим, магма под земной корой обладает двумя противоположными тенденциями: максимального сжатия и максимального расширения, приводящими ве-

щество в такое состояние, которое определяется обычно как вязкое состояние вещества, обладающего колоссальной потенциальной энергией, всегда готовой мгновенно разрядиться. И действительно, едва нарушается сплошность земной коры (образуются трещины), как магма тотчас же поднимается вверх. Мы бываем свидетелями особенно мощного проявления этой энергии магмы в моменты ее излияния на поверхность, т. е. при **извержении вулканов** (рис. 7).

Представим себе теперь, что в земной коре образуется внутренняя трещина, не достигающая поверхности земли. Магма войдет в нее, возможно расширит, проникнет в стороны от трещины, расщепив послойно напластованную осадочную толщу (рис. 8).

Такое внедрение магмы внутрь земной коры называется **интрузией магмы**. Выйдя из больших глубин с высокой температурой в область сравнительно холодной коры, магма рано или поздно должна будет остыть, т. е. уравновесить свою температуру с температурой окружающих ее теперь горных пород. Последние обладают плохой теплопроводностью, благодаря чему остывание магмы будет длиться очень продолжительное время, которое определяется веками. Заметим, что при этом температура будет

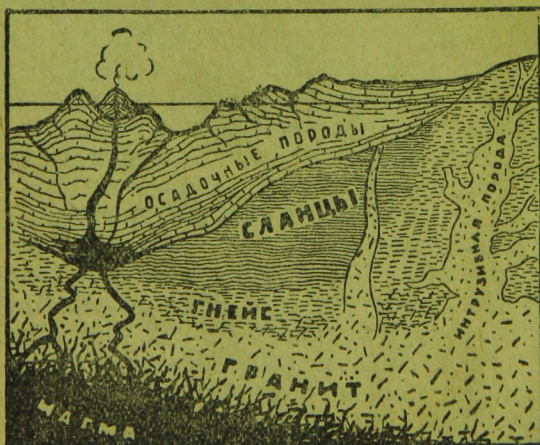


Рис. 8. Схема строения земной коры.

падать медленно, с градуса на градус. В образовании молекул минералов и в переходе этих новых веществ из жидкого состояния в твердое будет наблюдаться строгая последовательность, зависящая от температуры затвердевания этого вещества в данных условиях.

Таким образом начинают закладываться молекулы, строящие кристаллы минералов в такой последовательности, что сначала выпадают из горячего раствора магмы кристаллы **тугоплавких минералов**, а затем, по мере понижения температуры, все более и более **легкоплавких**. К моменту полного перехода магмы в твердое состояние (затвердевание) все вещество ее войдет в состав тех или иных минералов, и все минералы будут иметь кристаллическое строение. Получившаяся при таких условиях горная порода будет обладать следующими признаками: она будет состоять сплошь из кристаллов различных минералов; кристаллы значительной величины, во всяком случае вполне различимые на-глаз. Так как порода остывала на значительной глубине, под давлением выше лежащих слоев коры, то она будет плотной, лишенной пор и пустот. Такое строение, или **структура**, породы называется **полнокристаллической**. Примером породы, обладающей такой структурой, может быть гранит (рис. 9). Следовательно, если мы находим магматическую породу с полно кристаллической структурой, то по последней можем заключить об условиях образования породы, т. е. что она образовалась от остывания магмы на большой глубине, под значительным давлением и при медленном остывании. Чем крупнее кристаллы, тем дольше остывала магма.

Совершенно иное строение получит порода, если та же магма, поднявшись по сквозной трещине в коре, выльется на поверхность земли. Последнее явление называется **эффузией магмы**, или извержением на поверхность. При каких условиях будет остывать здесь магма? Давление будет только со стороны одной атмосферы. Вынесенное с глубины давление в тысячи атмосфер будет быстро разряжаться до уравновешивания с одной атмосферой. В силу этого магма расплещивается и разбрасывается во все стороны со взрывом газов, образующихся в ней при охлаждении. Остывание

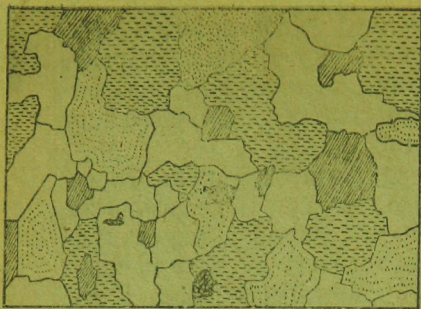


Рис. 9. Полнокристаллическая структура.



Рис. 10. Порфировая структура.

магмы также будет стремительным: все элементы получат возможность образовать соединения, но последние образуются как бы «наспех», в виде простых газов, в роде углекислого, паров воды, сернистого газа, сероводорода и др. Молекулы алюмосиликатов, обычно характеризующих магматические породы, не успевают сформироваться в кристаллы, как магма застынет, перейдет в твердое состояние. Получится некристаллическое строение, или, как его называют, **стекловатая структура**. Примером может служить вулканическое стекло, или **обсидиан**, совершенно аморфная масса, имеющая вид обычного стекла, окрашенного в различные цвета: то красно-бурый, то серый, то черный и др., в зависимости от химического состава магмы.

Плотная масса обсидиана иногда покрывается легкой поздраватой массой стекла, или пемзой, происхождение пористости которой объясняется пронизыванием поверхностных участков ее газами, выделяющимися из внутренних частей потока лавы, в тот момент, когда поток еще не остыл и находился в вязком состоянии. Таким образом поры пемзы или, вернее, тонкие трубочки являются свидетелями прохождения газов через массу пемзы.

Если мы будем разрывать поток застывшей лавы, то под слоем блестящей стекловатой массы встретим

матовую массу. Если ее изучать под микроскопом, то окажется, что она состоит из очень мелких кристалликов различных минералов, включенных в стекловатую аморфную массу. Оказывается, на глубине потока, под защитой образовавшейся корки обсидиана, магма остывала более медленно (месяцами), и здесь начался процесс кристаллизации, но вся масса не успела раскристаллизоваться или растекловаться. Выпавшие кристаллики настолько малы, что они своей величиной как бы скрыты от глаза; отсюда и название структуры—**скрыто кристаллическая**. Таким образом магматическая порода с ее стекловатой и скрытокристаллической структурами образовалась на поверхности земли, при быстром остывании и при небольшом давлении. Последнее условие сказывается на породе в том, что она имеет мелкую пористость, а иногда и крупные ноздри, в зависимости от степени ее вязкости. Так, например, андезитовая магма очень вязка. При ее остывании образующиеся газы не могут пробить себе пути к выходу из магмы наружу и остаются внутри в виде пузырьков. Такое строение аналогично хорошо подошедшему тесту с крупными ноздрями.

Наконец необходимо рассмотреть еще одну структуру, получившую название **порфировой**. Ее характеризуют следующие особенности: в аморфной массе или в скрытокристаллической бывают вкраплены отдельные, довольно крупные кристаллы. Такая, на первый взгляд, противоречивая структура, в которой крупные кристаллы говорят о постепенности остывания, а некристаллическая масса—о быстром остывании, объясняется своеобразными условиями охлаждения магмы, слагающимися из двух стадий или приемов: в первой стадии магма остывала медленно, на глубине, во вторую магма вместе с образовавшимися в ней кристаллами излилась на поверхность и застыла быстро.

Таким образом по структуре магматических пород определяют условия их образования. Это можно кратко подытожить в следующем виде.

**1. Полнокристаллическая структура**—порода образовалась на большой глубине при медленном остывании магмы.

2. **Скрытокристаллическая и аморфная (стекловатая) структуры**—порода образовалась на поверхности земли при быстром охлаждении магмы.

3. **Порфировая структура** говорит о двух стадиях остывания магмы—частично на глубине, частично на поверхности.

Теперь постараемся выяснить второй из поставленных выше вопросов: как по внешнему виду породы определить ее химический состав, хотя бы приблизительно? Если по структурному признаку отобрать породы одного и того же условия образования, например, породы со скрытокристаллической структурой, то окажется, что они далеко еще не одинаковы по внешнему виду. В такой группе окажутся породы различно окрашенные: белые, серые, черные, красноватые. Производя химический анализ, можно убедиться, что окрашенность теснейшим образом связана с химической характеристикой породы. Дело в том, что в среднем больше чем на 50% порода состоит из кремнезема или кремниевой кислоты ( $\text{SiO}_2$ ). Чем больше кремня кислоты, тем она будет белее. В черных породах содержание ее падает до 45% и менее. Что касается красноватой или, что то же, буроватой окраски, то последняя зависит от вторичного изменения породы при длительном соприкосновении с влагой и атмосферой. Учитывая последнее, можно говорить о первоначальных окрасках пород как изменяющихся от белой до черной. Связывая степень окрашенности магматических пород с их кислотностью, говорят о трех главных группировках:

- 1) белые породы, или кислые, с содержанием  $\text{SiO}_2$  65—75%,
- 2) серые породы, или средние, с содержанием  $\text{SiO}_2$  55—65%,
- 3) черные породы, или основные, с содержанием 45—55%  $\text{SiO}_2$ .

Кроме того выделяют четвертую группу пород, содержащих кремневой кислоты менее 45%. Это **ультраосновные породы**. Они окрашены в черный или зеленый цвет, в последнем случае от большого количества **оливина**.

Если мы отберем породы полнокристаллической структуры, то и в них будет наблюдаться та же общая зависи-

мость окрашенности от степени кислотности, с той лишь разницей, что они не будут так равномерно окрашены; они будут пестрыми от выделившихся различно окрашенных минералов (темные и светлые силикаты). В зависимости от этого будет несколько труднее, чем у пород поверхностного застывания, представить себе среднюю или общую окрашенность породы. Это затруднение в значительной степени облегчается тем, что при полнокристаллической структуре минералы можно определить на-глаз. Разнообразие минералов, наиболее встречающихся в составе магматических пород, очень ограничено. Это обычно силикаты. Если перечислить их в порядке возрастающей степени кислотности, то получим такой ряд: оливин, авгит, роговая обманка, биотит, фельдшпатиты, плагиоклазы, ортоклазы и наконец чистая кремневая кислота, или кварц.

Учтя преобладание в породе того или другого минерала, можно получить представление и о степени кислотности породы. Для упрощения этого определения выделяют особенно показательные в этом отношении минералы — кварц и оливин. Первый присутствует в кислых породах, второй — в основных. В средних породах обычно не бывает ни того, ни другого. Объясняется это следующим образом. Выше мы видели, что кварц на глубине является наиболее легкоплавким минералом. При образовании полнокристаллической структуры минералы выпадают из расплавленной массы в определенном порядке, начинающемся наиболее тугоплавкими минералами и заканчивающемся наиболее легкоплавкими. Таким образом кварц выпадает в этих условиях последним.

Если в кристаллизующейся магме кремневой кислоты ( $\text{SiO}_2$ ) было более 65 %, то после образования темных и светлых алюмосиликатов, поглотивших значительное количество  $\text{SiO}_2$ , останется избыток, который и образует кристаллы кварца или чистого кремнезема. При кристаллизации магмы средней кислотности этого избытка не получается, почему они и характеризуются отсутствием кварца.

Теперь постараемся объяснить отсутствие оливина в кислых и средних породах и появление его в основных.

Основная магма характеризуется помимо уменьшения  $\text{SiO}_2$  уменьшением содержания окиси алюминия и щелочей (окиси калия и натрия, необходимых для образования большинства светлых алюмосиликатов). При содержании в основной магме от 45 до 55%  $\text{SiO}_2$  и при условии медленного ее остывания будут образовываться сначала темные силикаты, требующие сравнительно небольшого количества кремневой кислоты. Глинозем ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и щелочи связываются в основной магме еще в расплавленном состоянии с светлыми силикатами, т. е. с плагиоклазами. Вместо сократившегося в магме количества этих сравнительно легких по весу соединений здесь имеется большое количество тяжелых металлов, из которых наиболее частые—железо и магний. Совокупностью наличия в магме большого количества тяжелых металлов и невозможностью использовать  $\text{SiO}_2$  в первых стадиях выделения минералов для построения сложных алюмосиликатов и объясняется тот факт, что кремнекислота, соединяясь с окисью железа и магния, образует простой силикат оливин  $[(\text{Fe}, \text{Mg})_2 \text{SiO}_4]$ , который выделяется одним из первых. Этим и объясняется то, что оливин характерен только для основных пород, кварц же—для кислых. Часто называют оливин заместителем кварца в основных породах. Наконец, если возьмем ультраосновную магму, где содержание  $\text{SiO}_2$  падает ниже 45%, еще больше уменьшается количество глинозема и щелочей и сильно увеличивается содержание тяжелых металлов, то в ней при остывании будут выделяться в еще большем количестве оливин и уже простые соединения (окиси и сульфиды) тяжелых металлов.

Разобрав закономерность внешних признаков магматических пород и зная теперь, как по цвету и минеральному составу определить степень кислотности пород, с одной стороны, и, с другой, по структуре—условия остывания магмы, перейдем к знакомству с классификационной таблицей.

По ней можно легко определить название породы.

**Б. Таблица для определения магматических пород**

Степень кислотности	Минералы, показатели степени кислотности	Ортоклазовые	Фельдшпатитовые	Плагноклазовые	Бесполевшпатовые	Темные силикаты
	2	3	4	5	6	7
белые I Кислые (65—75% $SiO_2$ )	Кварц	Липарит		Кварцевый андезит		Биотит, роговая обманка (авгит)
		Фельзит и кварц — порфир		Кварцевый порфирит		
		Гранит		Кварцевый диорит		
серые II Средние (55—65% $SiO_2$ )		Трахит	Фонолит	Андезит		Роговая обманка, биотит, авгит
		Ортофир	Нефелиновый порфир	Порфирит		
		Сиенит	Нефелиновый сиенит	Диорит		
черные III Основные (45—55% $SiO_2$ )	Оливин	Очень редки	Лейцитовый и нефелиновый базальт	Базальт		Авгит, роговая обманка
			Тералит	Габбро и диабаз		
черные или темнозеленые IV Ультраосновные 45% $SiO_2$	Оливин		Лимбургит		Авгитит Пикрит	Авгит
			Очень редки		Перидотит дунит, пироксенит,	

## ПЛАН ПОСТРОЕНИЯ ТАБЛИЦЫ СЛЕДУЮЩИЙ

В таблицу вписаны главнейшие разновидности магматических пород и размещены в 16 средних квадратах, очерченных жирной линией. Это главное поле таблицы отделено таким образом от вспомогательных граф, расположенных слева, сверху и справа. В левых двух графах породы характеризуются по степени кислотности, определяемой на-глаз, по окраске породы, как это было изложено выше. В помощь первой графе, грубому определению кислотности по окраске, в таблице существует вторая графа—«Минералы, показатели степени кислотности», по которой первое определение уточняется. Например, если светлосерая порода в первом приближении определена как средняя, но в ней присутствуют кристаллики кварца, то отдается предпочтение последнему признаку и порода расценивается как кислая. Верхние четыре графы, с 3-й по 6-ю, характеризуют породы по наличию в них или отсутствию полевых шпатов и фельдшпатитов. Наконец 7-я графа (крайняя правая) указывает на темные силикаты, входящие в состав пород. Из перечисленных в каждом отдельном квадрате темных силикатов чаще встречается написанный первым. Так, например, в кислом ряду чаще можно ожидать появления биотита и роговой обманки и редко—авгита, что подчеркнуто заключением его в скобки. В средних чаще встретится роговая обманка и реже биотит и авгит. В основных—чаще авгит и реже роговая обманка и т. д.

## РЕКОМЕНДУЕМ СЛЕДУЮЩИЙ ПОРЯДОК ПОЛЬЗОВАНИЯ ТАБЛИЦЕЙ

1) Определить по окраске и минералам, показателям степени кислотности (графа 1 и 2), кислотность породы и тем самым место породы в одном из четырех возможных горизонтальных рядов.

2) Определить минералы в породе из группы полевых шпатов или установить отсутствие их. В зависимости от этого определения и первого (по кислотности) порода может оказаться лишь в одном каком-либо квадрате. Возможность помещения ее в каком-либо другом из пятнадцати остальных отпадает. Трудность второго определения может возникнуть лишь при скрытокристаллических структурах пород, когда выпавшие отдельные кристаллики будут так малы, что их нельзя определить даже при помощи лупы. В таких случаях приходится отложить определение до рассмотрения породы в шлифе под микроскопом, но и в этих случаях, наметав глаз, можно найти выход из положения. Дело в том, что, например, в среднем ряду (II ряд), где вписано наибольшее из всех рядов количество пород, степень окрасченности пород увеличивается слева направо. Так, трахит заметно светлее андезита.

3) Поскольку квадрат, в котором помещается порода, определен, остается выбрать название для нее. В каждом квадрате помещено два или три названия. Все три или две породы будут одной степени кислотности и одинаковы в отношении содержания того или иного полевого шпата. Чем же они отличаются? Необходимо отметить, что положение названий в пределах квадрата не случайно. Квадрат в свою очередь как бы разделен на три части: верхнюю, среднюю и нижнюю. Мы знаем, что магма одного и того же химического состава может остыть в разных условиях, и от этого получается разная структура породы. Для облегчения запоминания сверху пишут название породы, образовавшейся на поверхности земли и имеющей скрытокристаллическую структуру, внизу—остывшую на глубине, с полнокристаллической структурой, посредине—породу полуглубинного остывания с порфировой структурой.

Таким образом, строго анализируя отмеченные выше признаки породы и идя методом исключения, можно легко прийти к определению названия породы по таблице.

Из таблицы же можно узнать, из каких минералов должна состоять порода. Возьмем для примера габбро. Против квадрата, где эта порода помещается (III—5), слева, в графе 2, читаем—оливин, сверху—плащоклаз и справа—авгит или реже—роговая обманка. Вот главные породообразующие габбро минералы.

Возьмем породу, состоящую из минералов кварца и ортоклаза и имеющую полнокристаллическую структуру. Как кислая (наличие кварца), ортоклазовая и с полнокристаллической структурой, она как будто бы должна определиться как гранит, но на самом деле является не гранитом, а аплитом или пегматитом, так как не содержит темных силикатов. Эти две последние породы являются уже ультракислыми и по своему происхождению и условиям залегания в виде жил называются жильными породами, почему и не включены в таблицу Павлова.

Без краткого описания условий образования жильных пород представление о магматической группе было бы неполным. Это необходимо сделать еще и потому, что с жильными породами связаны многочисленные месторождения ценнейших руд.

Внедрявшаяся в земную кору масса магмы остывает, как мы знаем, в течение очень продолжительного времени. Она обжигает и оплавляет прилежащие к ней горные породы, вступая с ними в сложные химические взаимодействия. В краевых частях самой магмы по границе с окружающими ее породами скопляются насыщенные рудными металлами массы. Будучи насыщены газами и водяными па-

рами, они являются очень подвижными, почему под влиянием внутреннего давления в магме стремятся заполнить все трещины в породах до самых мельчайших и застывают в них в виде упоминавшихся выше пегматитов и аплитов с вкрапленными в них рудами редких металлов. Таким образом масса остывающей магмы как бы опоясывается зоной жил с заключенными в них металлами. За этой первой зоной концентрически располагается другая, куда проникают лишь летучие перегретые газы и пары, при остывании оседающие на стенках трещин, пустот и в порах пород, образуя в большом количестве сернистые соединения тяжелых металлов. Эту зону мы подробнее опишем ниже и будем называть **пнеуматолитовой**. Наконец за пределы ее проникают лишь горячие воды, образовавшиеся из той же магмы, и в свою очередь образуют скопления минералов в породах.

Этот третий пояс или зону будем дальше называть **гидротермальным**.

Таким образом образуются ценнейшие месторождения олова, цинка, свинца, серебра, меди, вольфрама, золота, серы, фтора, бора, апатитов и др. Приуроченность их к той или другой зоне будет ясна из дальнейшего.

## **В.**

### **Породы осадочного происхождения**

В классификации осадочных пород постараемся выдержать тот же генетический признак. По происхождению их можно разделить на три группы: осадки механического, или обломочного, происхождения, химического происхождения и органического, или органогенного.

Осадки первой группы получают от физического воздействия на различные горные породы, слагающие земную кору, внешних по отношению к земной коре агентов: неравномерный нагрев солнечными лучами и остывание под действием мороза, удары ветра, волн моря, распиливающее влияние сточных вод и т. д. Но до сих пор для осадочных пород не имеется еще такой стройной схемы, как



Рис. 11. Брекчия

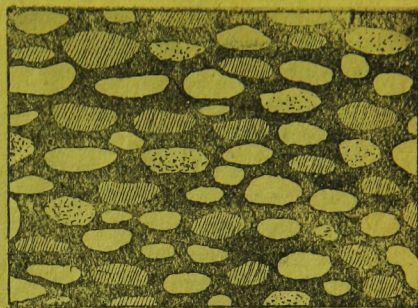


Рис. 12. Конгломерат.

для магматических. Большинство геологов склонно подразделять их более подробно следующим образом:

#### а) Обломочные породы

Подразделяются по степени крупности зерна на три группы:

1. Крупнообломочные. Сюда относятся обломки более 2 мм в диаметре. Представителями их являются щебень или остроугольные обломки, которые в случае их скрепления или цементации в сплошную массу образуют породу, называемую **брекчия**. При окатывании щебенки текучими и морскими водами получается **галечник**, при цементации образующий породу **конгломерат**.

2. Обломки меньше 2 мм и до 0,02 мм относятся к **среднеобломочным породам**. Это **пески** и в случае их цементации **песчаники**. Как и первые, среднеобломочные чрезвычайно разнообразны по своему составу, который зависит от состава разрушаемой породы. Если разрушается такая магматическая порода, как гранит, то в состав песков и, следовательно, песчаников войдут обломки то угловатые, то, в зависимости от степени окатанности, округлые песчинки кварца, ортоклаза и темных силикатов. Не редки пески и менее сложного состава—кварц и мусковит, чистый кварц. В последнем случае они приобретают значение

для силикатной промышленности в качестве сырья для стекольного производства. Песчаники с большим содержанием полевых шпатов называются **аркозовыми**, или **аркозами**.

3. Наконец обломки меньше 0,02 мм. в диаметре образуют группу **мелкообломочных пород**, или **физических глин** (в отличие от глин химического происхождения). Типичным представителем пород этой группы будет так называемый **лёсс**. Он состоит в большей своей части из кварцевой пыли с примесью незначительного количества глинозема и извести. При растирании между пальцами мягок, как мука, и совершенно не парашает пальцев.

Несмотря на такое, казалось бы, четкое подразделение обломочных пород на три группы по степени крупности зерен, в действительности в практике не всегда легко бывает отнести некоторые породы обломочного происхождения к той или иной группе. Очень часто породы бывают неравнозернистыми. Так, песок может быть смешан в слое с глиной в различных пропорциях. Для таких пород существуют особые названия: **суглинок**—если глинистые частицы преобладают, **супесь**—если преобладают песчинки над глинистыми частицами. Как будет видно в дальнейшем из описания технологических свойств этих пород, являющихся строительными материалами, важно научиться практически различать глины, суглинки и супеси. Для этого проделывают следующую, очень простую операцию: породу растирают между пальцами—глина не производит парашающего действия, суглинок и супесь парашают. Различить последние можно следующим образом: растертую породу смачивают до вязкого состояния, скатывают в комочек и осторожно раздавливают его между пальцами. Суглинок мнется в лепешку, образуя по краям ее трещинки (лепешка из глины будет без трещин), комочек из супеси рассыпается и не образует лепешки. Практически важно бывает определить, содержится ли в породах примесь извести и много ли ее. Обнаруживают известь в породе, капая на нее слабым водным раствором соляной кислоты (10%  $\text{HCl}$  и 90%  $\text{H}_2\text{O}$ ); содержащие известь породы вскипают, выделяя при этом

углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), и на месте капли образуется вспухшее губчатое пятно; не содержащая извести порода спокойно впитывает каплю или последняя стекает по поверхности породы, в зависимости от способности породы поглощать воду (**влагоемкость** породы).

Наконец при изучении обломочных пород как полезных ископаемых важно бывает обратить внимание на состав цементирующего вещества. Особенно это относится к песчанникам, применяемым в качестве строительных материалов. Чем сцементированы песчинки и достаточно ли прочно, иногда бывает легко определить в поле. Наиболее распространенными цементами являются: глинистые, известковые, железистые и кремнистые. **Глинистые песчанники** очень непрочны и от мороза и влаги рассыпаются. **Известковые песчанники** прочнее первых, но под влиянием влаги также быстро разрушаются. Известковый цемент обнаруживается так же, как и примесь извести в глинах, — каплей раствора соляной кислоты. **Железистые песчанники** узнаются легко по ржавой или темн-бурой окраске. Наконец **кремнистые песчанники** — это самые прочные. Обычно кремнезем, заполняя пространства (поры) между песчинками, образует сплошную массу, где отдельные песчинки как бы сливаются с цементом, или, как говорят, превращают песок в «сливной» песчанник. Эта порода настолько крепка, что с трудом колетса молотком, образуя кривые остроугольные сколы (шокшинский песчанник) или, если порода явно слоистая, крепкие плиты.

#### **б) Химические осадки**

Образуются от выпадения из воды растворенных в ней веществ в случае перенасыщения раствора. Отсюда становится ясным, что эту группу будут составлять те соли, которые наиболее легко растворяются в воде и в наибольшем количестве встречаются в составе земной коры. Сюда относятся известковые породы, железистые, марганцевые, кремнистые, гипсовые, калийные и др.

Вода, проходя по слоям различного состава, растворяет на своем пути наиболее легко растворимые соли, переносит их в другие места, частично оставляет их по пути своего

движения внутри земли, у места выхода на поверхность земли, и значительную часть сносит в озера, болота и моря.

Все породы химического происхождения находят свое применение в народном хозяйстве. Они будут подробнее описаны в специальных главах о полезных ископаемых, почему здесь ограничимся кратким их классификационным перечнем с указанием на условия их образования.

## 1. Известковые породы

Подземные воды часто содержат значительное количество углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), в присутствии которого вода обладает большой способностью растворять известь. В практике такие воды, несущие значительный раствор извести, называют **жесткими водами**. При выходе этих вод на поверхность земли происходит выделение из них углекислого газа, отчего понижается растворяющая способность воды, и известь обильно выпадает в виде твердого осадка, образующего рыхлую, пористую, лишенную слоистости массу, называемую **известковым пресноводным туфом**. Нередко в нем находят отпечатки листьев и наземных раковин слизняков (моллюсков). Плотная кристаллическая разновидность известкового туфа, получающаяся аналогичным способом из горячих источников, получила название **травертина** (г. Машук на Сев. Кавказе и др. места). Выполняя пустоты и пещеры внутри земли, растворы извести, медленно капая и испаряясь, образуют всем известные сосульки или **сталактиты** (на потолке пещер) и **сталагмиты** (на полу их) (см. рис. 13). Наконец укажем еще одну разновидность известняков химического происхождения, — это так называемые **оолиты**. Они производят впечатление породы, состоящей то из мелких, то из более крупных икринок, почему также называются соответственно **икряным камнем** и **гороховым камнем**. Это происходит обычно в некоторых прибрежных участках моря, где выпадающая из раствора морской воды известь обволакивает концентрическими оболочками песчинки. Последние, как снежные комки, постепенно увеличиваются в своем размере и до-



Рис. 13. Пещера.

стигают иногда диаметра в несколько миллиметров (величина горошины). В дальнейшем отдельные икринки цементируются, и получается икряной камень, или оолит.

## 2. Железистые осадки

Могут образоваться аналогичным же путем, как оолиты, скопляясь иногда в виде громадных масс. Примером могут служить железные руды Керченского полуострова, где вероятный запас их определяется в 4 300 млн. т. при содержании железа от 38 до 42%.

Сходное происхождение, но уже не в море, а в озерах и болотах, имеют **озерные и дерновые железные руды**. Последние называют часто **бобовой рудой** за сходство кусочков руды по форме с бобинками. Бурый железняк, подобно известке, может образовывать натёки в виде сосулек почковидных натёков, выполнять пустоты в породах (жеоды, и образовывать стяжения (конкреции).

В образовании железистых осадков, в отличие от известковых, принимают также участие так называемые «железные» бактерии, при чем в этих случаях происходят сложные химические процессы.

Кроме бурых железняков на дне моря образуются углекислые соединения железа ( $\text{FeCO}_3$ ), называемые **сидеритами**. Эти тяжелые серые или черные включения в породах, вскипающие с соляной кислотой, залегают в виде шаровидных конкреций, плоских линз или в виде целых пластов в глинах и сланцах, обычно не очень большой толщины (чаще 5—10 см.).

## 3. Марганцевые осадки

Образуются во многих месторождениях этой руды аналогично с железистыми.

## 4. Кремнистые осадки

Известны в виде кремнистых **туфов**, выпадающих у места выхода горячих источников. Встречается и другая разновидность, наиболее распространенная: это **кремнь**, образующийся в пустотах, как жеод, в толщах известняков и мела.

## 5. Гипс

Осаждается из морской воды, образуя иногда значительные скопления. Известны и другие способы образования гипса, например, от окисления пирита, но тогда он не образует значительных залежей. Волокнистая разновидность его называется **селенитом**. Вместе с гипсом выпадает иногда безводный гипс, или **ангидрит**.

## 6. Калийные соли

Выпадают из морской воды и встречаются в некоторых месторождениях каменной соли. Наиболее известны и распространены две соли: **сильвин** ( $KCl$ ) и **карналлит** ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ).

## 7. Поваренная соль

Также осаждается из морской воды. Если в настоящее время мы наблюдаем осаждение ее в озерах, не связанных с морем, то можно и в этих случаях доказать морское происхождение соли: воды, оставленные морем в пониженных участках рельефа при отступании моря, или вымывание соли подземными водами из слоев морского происхождения и снос этих рассолов в озера.

Разновидностью поваренной соли, по химическому составу—тот же хлористый натр ( $NaCl$ ), является **каменная соль**, залегающая сплошной кристаллической «каменной» массой в слоях земли. Залежи эти достигают иногда огромных размеров. Так, в Илепкой Зашите мощность залежей ее превышает 130 м. и простирается по площади более чем на 3 км.

## 8. Глауберова соль, или миробилит

По химическому составу—водный сернокислый натрий ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ), выпадает из теплых водных растворов в озерах и морских заливах. Примером могут служить Карабугаз—величайшее в мире месторождение, многие озера Средней Азии, Кавказа и Крыма.

## в) Органогенные осадки

Организмы играют весьма заметную роль в образовании горных пород. Известны такие участки земной коры, где слои, сложенные организмами, измеряются в несколько километров мощности. Организмы, поглощая из почвы и воды (морской, речной и т. д.) различные неорганические соединения (известь, кремнезем), распыленные в природе, собирают их, концентрируют и тем самым способствуют накоплению того или другого соединения в более чистом виде на ограниченных участках земли, так как после смерти организмов их твердые части (скелеты и раковины) остаются на месте их обитания. Так, например, трупы морских животных—моллюсков—после их смерти опускаются на дно моря и образуют иногда громадные залежи известняков, сплошь состоящих из раковинок. В дальнейшем раковины могут быть сцементированы, и получится известняк-ракушник.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся породы органического происхождения. В отношении химического состава это будут состоящие: из углекислого кальция, или извести, из кремнезема, органического вещества, фосфорно-ислого кальция, углекислого железа.

### 1. Известковые, или известняки

Очень разнообразны по своему строению. Различают разновидности полукристаллические—мраморовидные (мрамор или перекристаллизованный известняк является породой метаморфической, см. ниже), плотные, землистые, мягкие, мелоподобные, наконец, состоящие из видимых глазом крупных скелетов организмов или их обломков.

По химическому составу это углекислый кальций ( $\text{CaCO}_3$ ) на 80—99%, в остальном—примеси глины, кремнезема, магнезия, окисей железа, органического вещества и др. В зависимости от примесей меняется окраска известняков, в основном белая. Если примесь окислов железа значительная, то цвет известняка становится желтоватым и даже бурым; от органических веществ—серым до черного, зеленоватую окраску известнякам может придавать глауконит и т. д.

При увеличении содержания магния, точнее  $MgCO_3$ , в известняке до 45% порода получает название **доломита**. По внешнему виду эта порода очень сходна с нормальным известняком; чаще доломит тверже известняка, с соляной кислотой или не вскипает, или с большим трудом кипит лишь порошок его (поскрести ножиком и капнуть).

Известь часто отлагается вместе с глинистыми частицами, и тогда получается уже знакомая нам порода (по описанию обломочных)—известковистая глина. Если содержание извести достигает лишь 75—80%, то получается очень ценная в строительном деле порода (цементное сырье), называемая **мергель**.

Существует очень много разновидностей органогенных известняков, называемых в большинстве случаев по имени организмов, образующих породу: **коралловые**, напоминающие окаменелые соты, **ракушники**, **мшанковые**, **криноидные** (от криноидеа—морская лилия, животное из типа иглокожих). Перечисленные разновидности хорошо различаются на-глаз, так как образованы сравнительно крупными организмами (рис. 14), но известны известняки, сложенные мелкими организмами, различать которые сравнительно труднее. Это **глобигериновый** (глобигерина—простейшее животное, имеющее округлую, глобусовидную скорлупу), **фузулиновый** (того же типа животное, но со скорлупой в виде веретенца или зернышка пшеницы), **нуммулитовый** (то же, но в виде монетки) и т. д.

Наконец к известковым породам органического происхождения относится всем хорошо известная порода—**писчий мел**. Это морской ил, состоящий из мельчайших, не видимых невооруженным глазом раковинок простейших животных (фораминифер (см. рис. 15)).

## 2. Кремнистые

Состоят из мельчайших скорлупок микроорганизмов: животных (радиолярии) и растений (диатомей). Чаще всего образуются в неглубоких частях дна моря в виде ила, называемого соответственно **радиоляриевым и диатомовым**. Последний может иногда образовываться и в пресных



Рис. 14.

Известняк-ракуш-  
ник.

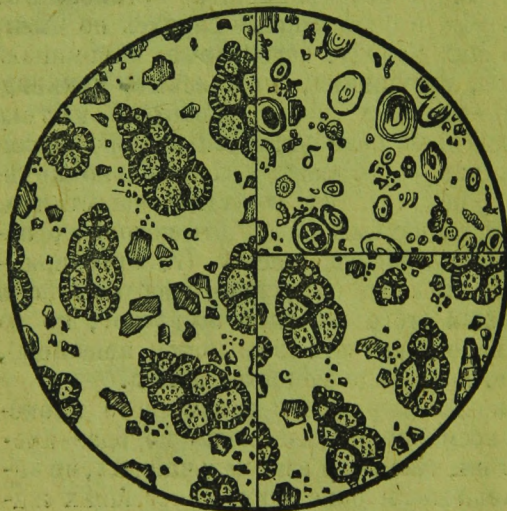


Рис. 15.

Порошок мела при  
увеличении под  
микроскопом.



Рис. 16.

Гнейс. Светлые по-  
лоски—кварц и по-  
левой шпат; темные  
полоски—слюда.

водах. Ископаемый диатомовый ил называется **трепелом**. Эта очень своеобразная порода, получающая в настоящее время большое применение в промышленности благодаря своим ценным техническим свойствам (см. ниже, в описании полезных ископаемых), характеризуется следующими признаками: очень легка, мажется почти как мел, очень тонкозернистая, как мягкая мука, белая и светложелтовато-серая. При цементации трепела кремнеземом получается **опока**—порода также очень легкая, но крепкая, звонкая, с раковистым изломом, как у кремня. По внешнему виду напоминает мергель, но с соляной кислотой совершенно не вскипает.

Часто кремнистый ил накапливается одновременно с известковым и даже глинистым, почему получается смешанного состава порода.

### 3) Фосфориты

Встречаются обычно в виде желваков (конкреции) темно серого и черного цвета, реже светлосерые и зеленоватые. Характерной особенностью их является своеобразный запах, получающийся от удара или трения двух сухих кусков фосфорита друг о друга или фосфорита об иную твердую породу. Чистые фосфориты, состоящие из фосфорно-кислой извести, содержат фосфорной кислоты ( $P_2O_5$ ) до 40—42%; чаще фосфорнокислая известь является лишь цементирующим песчаники и глины веществом, и тогда процентное содержание фосфорной кислоты снижается.

Фосфориты образуются следующим образом. Фосфорная кислота входит в состав мягких частей многих животных. После смерти животных и разложения их трупов на дне моря фосфорная кислота входит в соединение с известью и образует стяжения фосфоритов. Большое количество фосфоритов накапливается обычно в местах массовой гибели морских животных и быстрого заноса их трупов илом.

### 4. Осадки органического состава

Группа относящихся сюда пород очень разнообразна по своему составу и внешним признакам. Это **нефть, торф, угли и сланцы**. Все они имеют большое народно-хозяйствен-

ее значение и будут описаны в главе о полезных ископаемых подробно.

## **Г. Породы метаморфического происхождения**

Выше мы разобрали, как можно по внешнему виду отличить метаморфические породы от пород иного происхождения—магматических и осадочных; узнали, что их характеризует сланцеватость, кристалличность и сильная уплотненность, т. е. те признаки, которые говорят об очень сильном изменении пород. Эти изменения совершаются или под влиянием развивающихся в моменты горообразования односторонних, или, как их называют, ориентированных, давлений, или обжига пород горячей массой магмы при ее поднятии к поверхности земли, перекристаллизацией пород под влиянием горячих паров и газов, излучаемых магмой, или наконец под влиянием высокого давления, возникающего в силу увеличения веса вышележащих толщ земной коры.

Таким образом метаморфизм пород может начаться под влиянием четырех основных факторов: резкого изменения условий давления, температуры, химической обстановки и наконец от увеличившегося равностороннего или гидростатического давления. При таком нарушении физического и химического равновесия пород может получить преобладание один или два из указанных факторов, в зависимости от чего выделяют следующие главнейшие типы метаморфизма.

**Контактовый метаморфизм**, или изменения пород под влиянием высокой температуры соприкасающейся с ними магмы. Проще говоря, это обжиг пород магмой. Важно отметить, что при этом типе метаморфизма происходит перекристаллизация, изменение минерального состава и структуры пород, но общий химический состав пород (валовой) не изменяется; так как здесь не имеет места привнос в породы новых химических веществ, происходит лишь перегруппировка имевшихся химических элементов соединений.

**Пневматолит и инъекционный метаморфизм** отличается от первого типа привносом в породы из магмы но-

вых элементов. Здесь происходит следующее: от массы остывающей магмы улетают газы и пары, проникают по порам и трещинам в вышележащие породы и остаются в них, вступая в химическое взаимодействие с веществом пород. Получается частичная перекристаллизация и образование новых минералов. Если сравнить общий химический состав породы (валовой) до и после метаморфизма, то здесь не получится равенства, как было при первом типе изменений.

**Динамометаморфизм** является третьим основным типом метаморфических изменений, где преобладающей причиной является высокое давление. Часто вместе с давлением возникает и повышение температуры. В последнем случае некоторые геологи говорят об особом типе метаморфизма—о **динамо-термическом**. Под влиянием давления понижается степень растворимости (плавкости) минералов, почему возникает в породе перекристаллизация. В результате перекристаллизации под большим давлением порода становится более плотной, так как из вещества ее формируются минералы с меньшим молекулярным объемом. Таким образом порода как бы приспособляется к новым условиям существования, вызванным повышенным давлением.

Явления метаморфизма представляют собой чрезвычайно сложный физико-химический процесс, о котором очень трудно рассказать кратко и простым языком человеку, не подготовленному геологически. Тем не менее усвоение основных принципов явлений метаморфизма совершенно необходимо для начинающего изучать, как и где искать полезные ископаемые, особенно ту группу их, которая обнимает металлы да и многие другие.

В дальнейшем изложении неоднократно будем возвращаться к явлениям метаморфизма, так как с ними связано появление в толще земли многих полезных ископаемых.

Для того чтобы изложенное об этих сложных изменениях пород не оставалось слишком отвлеченным представлением, прежде чем перейти к рассмотрению полезных ископаемых, как таковых, опишем наиболее часто встречающиеся типы метаморфических пород.

**а) Гнейсы**, или кристаллические сланцы из метаморфической группы пород, наиболее похожи на магматические. Чаще всего гнейс состоит из кварца, полевого шпата, слюды или роговой обманки, т. е. из тех же минералов, что и гранит, но в отличие от него имеет сланцеватость.

В случае, если сланцеватость выражена неясно, то такую как бы переходную породу от гранита к гнейсу называют **гранито-гнейс** или **гнейс-гранит**.

Если гнейс получается в результате изменения магматической породы, то эти гнейсы называются **ортогнейсами**, при образовании их из осадочных (глин, мергелей, песчанников и др.)—**парагнейсами**.

Отметим еще одну разновидность гнейсов—**гранулит**, состоящую из ортоклаза, кварца и граната. Гранат в этой породе малинового цвета и расположен зернышками на общем белом фоне породы.

Гнейсы получают в результате динамо- и динамотермического метаморфизма.

**б) Слюдяные сланцы**, в отличие от гнейсов, не имеют полевых шпатов и состоят из мелких листочков белой или черной слюды и кварца; нередко зернышки граната. Их характеризует очень тонкая сланцеватость. Получаются при динамо- и динамо-термическом метаморфизме. Материалом для их образования служат главным образом осадочные породы—глины, мергеля.

**в) Глинистые сланцы** имеют постепенные переходы к слюдяным сланцам. Особенно к ним близки **филлиты**. Это очень тонкослоистые глинистые сланцы, темносерые, черные или зеленоватые, с шелковистым блеском и серебристым отливом на поверхности сланцеватости (раскола).

Блеск и отлив обусловлены появлением в породе мелких листочков слюды—серицита. Собственно **глинистые сланцы** отличаются от филлитов меньшей степенью изменения и большим сходством с нормальными глинами. В них наблюдаются следующие отклонения от нормальных глин: появляется уплотненность, способность распадаться на более или менее тонкие звонкие плитки, употребляемые в качестве кровельного сланца, который называют **шифером**.

г) **Роговообманковые сланцы** — тонкосланцеватые темнозеленые породы, состоящие из роговой обманки, иногда редких полевых шпатов. Получаются в результате перекристаллизации основных магматических пород процессами динамо-термического метаморфизма.

д) Как на крайнюю степень изменений под влиянием того же рода метаморфических процессов и участия воды (гидротермы) можно указать на **тальковые, хлоритовые сланцы и змеевики**. Происходя из основных магматических и частью, возможно, из осадочных пород (мергеля, глины), эти породы характеризуются своей мягкостью и жирностью наощупь, темнозеленой окраской различных оттенков (хлоритовый сланец), бледнозеленый с перламутрово-серебристым блеском (тальковый).

Змеевики узнаются по своей пятнистой окрашенности в зеленые и серые цвета различных оттенков. Породы очень плотные, но мягкие (чертятся железом), с землистым, матовым изломом. На поверхности излома иногда видны мелкие черные зернышки магнетита и хромистого железняка.

е) Из пород заведомо осадочного происхождения, но относимых в силу их глубокого изменения к метаморфическим, назовем **кварцит и яшму**.

Первые происходят из песчаников, подвергшихся воздействию высокой температуры и в силу этого частично или полностью перекристаллизовавшихся. В результате этого получается слившаяся масса кремнезема с жирным блеском на изломе, чрезвычайно крепкая. В случае неполной перекристаллизации на изломе будет видна мелкая зернистость на фоне сплошной кварцевой массы. Кварциты бывают молочнобелыми, и если обладают примесями различных веществ, среди которых особенно часты окислы железа, то окрашиваются в бурые, красные и серые тона.

Необходимо отметить, что сходные с метаморфическими кварциты могут получиться при цементации песка кремнекислотой. В отличие от последних метаморфические кварциты иногда называют **кварцевыми роговиками**.

**Яшма** образуется от воздействия жара магмы и ее газовых выделений на глубоководные морские илы, состоя-

шие из кремневых скелетиков микроорганизмов (радиолярии), которые иногда удается обнаружить в яшмах при изучении их под микроскопом. Порода эта очень крепкая и плотная, окрашена в разнообразные цвета серых, зеленых, красных и других оттенков. Имеет большое применение в качестве художественных поделок благодаря своей способности давать красивые поверхности при шлифовке.

ж) Для иллюстрации результатов пневматолитического гидротермального воздействия укажем на образующийся таким способом минерал **каолин** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Это главная составная часть фарфоровых глин. Происходит главным образом от воздействия на полевые шпаты гранита перегретого пара, несущего с собой в небольшом количестве фтор и бор.

з) Опишем еще одну очень распространенную и всем известную породу метаморфического происхождения — **мрамор**.

Он происходит из известковистых пород путем воздействия на них высокой температуры и давления. Известковистые, или иначе называемые карбонатные, породы вообще очень склонны к изменениям благодаря растворимости слагающих их минералов (кальцит, доломит) и легкости, с которой они перекристаллизуются в условиях повышенных температур и давления. Особенно сильно способствует этому примесь кремнекислоты и глинозема.

По внешнему виду мрамор — зернистая плотная кристаллического сложения порода, то белая, то очень пестро окрашенная различными примесями во всевозможные цвета.

В отличие от кварцита очень мягок в обработке (твердость кальцита — 3) и вскипает с соляной кислотой.

## ГЛАВА 4

### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

---

Первоисточником руд тяжелых металлов является расплавленная масса, находящаяся под твердой оболочкой земного шара и называемая **магмой**.

Под влиянием высокой температуры внутренних частей земли и огромного давления масс горных пород магма по временам поднимается в верхние части земной коры и то изливается на ее поверхность в виде извержения вулканов (эффузий), то остывает на глубине в виде интрузий. Эти магматические поднятия не являются случайными: [они теснейшим образом связаны с образованием гор.

В различные периоды жизни земли (эпохи орогенезиса) внутренние горообразующие силы проявляются на земной поверхности, сминают слои земли в складки и создают тем самым грандиозные горные сооружения. Вместе с образованием этих «морщин земного лика» нарушается сплошность твердой земной оболочки, т. е. образуются разрывы и трещины. Места таких нарушений и являются теми участками, куда внедряется расплавленное вещество магмы.

Поэтому-то горные области и являются теми участками земли, где человек с глубокой древности добывал металлы для изготовления своих орудий производства. Они являются районами, которые хранят в себе богатейшие запасы металлических руд, где ежегодно ведутся поиски все новых и новых месторождений.

Гораздо реже встречаются рудные месторождения в странах равнинных, в районах спокойного залегания и преимуще-

ственного развития осадочных горных пород. Месторождения их, как руды железа, марганца, алюминия и др., так или иначе произошли от разрушения или магматических пород или ранее существовавших первичных месторождений. Такого рода месторождения называются месторождениями поверхностными или осадочными.

Но где бы ни производились поиски руд, лишь пытливый глаз человека, вооруженного знаниями, может подметить богатства, ревниво хранимые землею. Поэтому в дальнейшем изложении попутно с указаниями практического характера, насколько позволяют размеры этой книжки, будет уделено место и вопросам о происхождении главных рудных месторождений.

Путем наблюдений над действующими вулканами уже давно установлено, что их извержения сопровождаются выделением колоссальных количеств горячих газов и паров воды. Эти выделения продолжаются в кратере и на склонах вулкана долгое время, десятилетия и даже столетия, после того как прекратилось извержение. Такая продолжительная послевулканическая деятельность говорит о том, что затвердевание расплавленных масс в недрах вулкана происходит чрезвычайно медленно.

Если мы теперь обратимся к магматическим интрузиям, то будет ясно, что их остывание на той или иной глубине под земной поверхностью будет сопровождаться также выделением паров и газов, но еще более продолжительное время.

Как в первом, так и во втором случае вместе с летучими составными частями магмы, называемыми эманациями, выносятся и соединения тяжелых металлов. Но в то время как при излиянии магмы на поверхность эти металлоносные эманации уходят в атмосферу, рассеиваются, при охлаждении интрузивного тела они задерживаются и оседают в трещинах и порах окружающих пород в земной коре, образуя рудные залежи.

Поэтому большинство рудных месторождений связано так или иначе не с излившимися, а с глубинными, явно кристаллическими породами.

Все разнообразие рудных месторождений по их происхождению (по генетическому принципу) мы разделим на четыре основных категории:

I. Магматические.

II. Эманационные.

III. Гидротермальные.

IV. Поверхностные (осадочные и месторождения, происшедшие от выветривания).

Как и всякое явление, происхождение рудных месторождений нельзя понять вне связи с окружающей природой, вне непрерывных изменений, превращений и движений, происходящих как в самой остывающей интрузивной магме, так и в окружающих породах.

Раскаленная огненно-жидкая интрузивная магма в различные стадии своего охлаждения в результате дифференциации (разделения, расщепления ее вещества) выделяет рудные минералы. Последние, сосредоточиваясь в отдельных ее участках и отвердевая, образуют **магматические** месторождения. Но вместе с тем магма как бы выдыхает из себя металлоносные пары и газы (эманации), которые в свою очередь отлагают рудные минералы или в окружающих породах, или в отвердевших окраинных частях образованной ею же интрузии, образуя месторождения **эманационные**. Далее по мере своего поднятия над расплавленной магмой эти эманации, охлаждаясь, превращаются в горячие водные растворы, которые, протекая по трещинам горных пород, в свою очередь отлагают в них минералы, образуя месторождения **гидротермальные**.

Перечисленные три категории рудных месторождений, называемые первичными, образуются в различные стадии охлаждения интрузии, при чем их вещественный состав зависит как от состава охлаждающейся магмы, так и от стадии этого охлаждения. Более подробная характеристика этих месторождений приводится ниже, в соответствующих разделах, при описании месторождений отдельных металлов.

Для наглядного представления последовательности образования первичных месторождений и их связи с ходом развития магматических процессов ниже приводится несколько схематизированная таблица Ниттли.

## Таблица Ниггли

[illegible]

В таблице Ниттли, в вертикальном ряду слева, сверху вниз, приведены названия металлов в хронологической последовательности их выделений, а в горизонтальном сверху—наименование типов месторождений. Наименования месторождений расположены слева направо также в последовательности их образования. Наиболее ранние из них—магматические месторождения—образуются в самом интрузивном теле. Следующие за ними—эманационные, а затем гидротермальные—образуются и в краевой части интрузии, и в контакте с боковыми породами, и на различных расстояниях за пределами тела интрузии, в зависимости от времени, температуры и состава магмы, а также в зависимости от состава и строения боковых пород.

Так, например, платина и ртуть являются двумя противоположными членами таблицы. Первая из них (платина) в первичных месторождениях, как правило, встречается лишь в магматических породах, т. е. в пределах застывшего интрузивного тела. Между тем руды ртути обычно отлагаются за пределами интрузивного тела—в боковых породах и т. д.

Из всего изложенного выше следует, что почти все первичные рудные месторождения образуются на той или иной глубине под земной поверхностью. Но в таком случае каким же образом они могут быть обнаружены при поисках?

Ответ на этот вопрос легко найти в наблюдениях над повседневными явлениями в окружающей природе. Солнечная теплота, холод, текущие и дождевые воды, ветер и организмы, морские волны непрерывно работают над разрушением земной коры. Совокупная их деятельность носит название **денудации**. Процессы денудации, действуя на протяжении чрезвычайно длительных периодов геологического времени, разрушают до основания горные сооружения и этим самым обнажают породы, некогда лежавшие глубоко под земной поверхностью. Отсюда понятно, что древние горные цепи разрушены в большей мере, чем молодые, так как процессы денудации работали над первыми более продолжительное время, чем над последними. Именно поэтому так богат рудами «седой» Урал, возникший в конце

палеозой, и сравнительно беден ими величественный молодой Кавказ. Правда, последняя «скромная» оценка Кавказа зависит также и от того, что мы знаем его значительно меньше, чем Урал, где промышленность развилась уже давно.

Роль денудационных процессов однако не ограничивается только обнажением рудных месторождений. Текучие воды переносят в растворенном или во взвешенном состоянии разрушенные минеральные частицы и, отлагая их, создают **месторождения осадочные, вторичные**. Наконец под влиянием просачивающихся вглубь грунтовых вод, а также углекислого газа и кислорода воздуха изменяется вещественный состав рудных месторождений и на различных глубинах становится различным. Поэтому в каждом первичном месторождении выделяют три зоны.

1. Верхняя часть, или **зона окисления**, расположена выше уровня грунтовых вод. Она характеризуется реакциями окисления. Кроме кислорода и воды, здесь в реакциях изменения участвует углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ).

2. Средняя часть, или **зона цементации**, расположена ниже уровня грунтовых вод. Она характеризуется реакциями восстановления тяжелых металлов, просачивающихся в растворе из верхней зоны. Здесь сосредоточиваются значительные массы металла, здесь же выделяются в самородном виде золото, серебро, медь и другие металлы.

3. **Зона первичная**, не измененная вторичными процессами.

После этого вступления, излагающего общие причины образования рудных месторождений и классификацию их, перейдем к описанию отдельных металлических руд, их внешних признаков и происхождения. При этом будут приведены краткие сведения о районах фактического и вероятного их распространения и применения в промышленности.

## **А. Магматические месторождения**

Магматические месторождения представляют собою затвердевшую магму, или, что то же самое, изверженную породу, обогащенную рудными минералами. Образование месторождений этого типа обусловлено исключительно

Дифференциацией (расщеплением, разделением) магмы, совершающейся при остывании интрузивного тела. Благодаря процессу дифференциации соединения тяжелых металлов, содержащихся в магме, концентрируются в отдельных участках или сплошными массами или в сопровождении других минералов, слагая рудные месторождения.

В известных случаях эти скопления, будучи еще в расплавленном состоянии, могут быть перемещены к поверхности интрузии или даже за ее пределы, в трещины окружающих пород. Такого рода магматические месторождения, в отличие от месторождений, залегающих на месте своего первоначального обособления, носят название **инъекционных**.

Магматические месторождения приурочены почти исключительно к основным глубинным породам—габбро, норитам, перидотитам, пироксенитам и др. Гораздо реже они связаны с породами средней кислотности—сиенитами и диоритами, еще реже с гранитами.

Это последнее обстоятельство является основным руководящим признаком при поисках коренных месторождений: платины, ильменита и хромита. Перечисленные минералы являются главнейшими рудными минералами промышленных магматических месторождений.

## Платина

Главнейшей рудой этого металла является самородная платина. По внешнему виду она сходна с оловом, стального, серого цвета. Отличается высоким удельным весом—19,9.

Материнской породой платины является ультраосновная зеленокаменная порода дунит, состоящая из минерала оливина, а также пироксениты и габбро. Платина располагается в них или в виде включений в прожилках хромистого железняка (хромит), или в виде металлических выделений.

Эти коренные месторождения образовались в результате дифференциации ультраосновной магмы и таким образом относятся к категории магматических месторождений (таб. на стр. 80).

Главное промышленное значение однако имеют не коренные месторождения, а россыпи, происшедшие путем разрушения коренных месторождений (см. описание россыпей на стр. 94 и рис. 20). Наиболее важными промышленными месторождениями в СССР являются россыпи Северного и Среднего Урала, приуроченные к районам распространения дунитовых массивов. Таковы районы Нижнетагильский и Исовский. Менее значительные — Баранчинская дача и др.

В Сибири обнаружено промышленное месторождение в низовьях р. Енисея. Здесь оно приурочено к траппам и представлено в виде залежей, состоящих из пирита, пирротина и медного колчедана с содержанием платины, меди и никеля.

Поиски месторождений платины таким образом должны быть направлены в областях распространения основных и ультраосновных пород. Такими районами в СССР являются Урал и Сибирь. На Урале выходы основных глубинных пород тянутся среди метаморфических сланцев прерывистой полосой по водоразделу и восточному склону, от 51 до 63° сев. широты. Особый интерес эти поиски представляют в Сибири, в районах распространения траппов, как в области еще мало исследованной.

Платина применяется в качестве химической посуды (тигли), в электропромышленности и в зубо врачебном деле.

## **Б. Эманиационные месторождения**

Интрузия магмы после своего внедрения в более древние породы тотчас начинает воздействовать на них и, соприкасаясь с их холодной оболочкой, довольно быстро остывает с поверхности. В связи с этим охлаждением из магмы начинают выделяться горячие пары и газы (эманации), вместе с которыми выносятся в том или ином количестве и соединения тяжелых металлов. Последние, осаждаваясь сначала в оболочке интрузивного тела, а позже в окраинных частях его, и образуют так называемые **эманационные месторождения**.

Время полного охлаждения и затвердевания интрузив-

ного тела зависит от его размеров и той глубины, на которой происходит затвердевание. Вообще остывание протекает медленно и затягивается на целые столетия и даже тысячелетия. В связи с этим и эманационные месторождения, образовавшиеся в разное время, имеют разный состав. Поэтому в зависимости от состава и, следовательно, времени образования месторождения этого типа разделяются на контактовые и пневматолитовые.

**Контактовые** месторождения образуются в первую очередь после внедрения интрузивного тела и располагаются в оболочке последнего, преимущественно в контакте с известняками. Они связаны чаще всего с породами средней кислотности—сиенитами. Среди месторождений этого типа наибольшее значение имеют месторождения железных руд, реже медных, золотых и серебряных.

**Пневматолитовые** месторождения образуются позже контактовых, когда периферические (окраинные) части интрузии отвердели и в них образовались трещины. К пневматолитовым месторождениям, имеющим промышленное значение, относятся месторождения оловянного камня, вольфрамовых руд и апатита.

## Ж Е Л Е З О

Главнейшими рудами железа являются:

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Магнитный железняк (магнетит) . . . . .	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	72,4	См. стр. 34
Красный железняк (гематит)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	70	" " 34
Бурый железняк (лимонит) .	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	60	" " 34
Сидерит . . . . .	$\text{FeCO}_3$	48,2	" " 32

Ценность той или иной руды определяется не только процентным содержанием в ней железа, но и вредными примесями. Так, примеси серы и фосфора значительно удорожают обработку руд и, следовательно, понижают качество продукта. Примесь кварца делает руду тугоплавкой, и, наоборот, примесь извести делает ее легкоплавкой. Присутствие в руде марганца является желательным, так как последний улучшает качество металла, придает ему твердость и упругость.

Из сказанного следует, что при поисках железных руд необходимо тщательное изучение содержащихся в них примесей.

Железные руды встречаются в месторождениях различного генезиса (происхождения), но промышленное значение (за немногим исключением) имеют до сих пор лишь четыре типа месторождений:

- 1) контактово-метаморфические,
- 2) метаморфогеновые,
- 3) метасоматические (категория гидротермальных месторождений),
- 4) осадочные.

Контактово-метаморфические месторождения образуются на границе (в контакте) между породами изверженными и осадочными. Металлоносные пары и газы, пробираясь по массе трещинок уже остывшей с поверхности интрузивной породы и встречая в контакте сплошную массу пород и пониженную температуру, отлагают здесь минералы: магнетит, гематит и сульфиды. При этом происходит замещение (метасоматоз) пород выделившимися минералами. Поэтому-то эти месторождения иначе называют **контактово-метасоматическими**. Контактные месторождения железа связаны преимущественно с породами средней кислотности.

Наиболее характерным месторождением этого типа является уральское месторождение горы Магнитной, где в контакте сиенита с известняками последние перешли в кристаллические и в них выделились гранаты и магнетит, замещая собою известняки. Магнетит выделился в виде пластов, залежей и штоков.

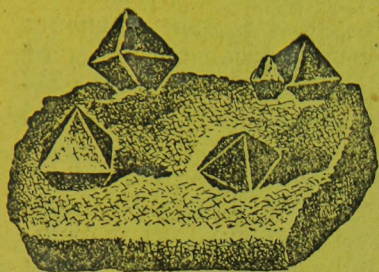


Рис. 17. Кристаллы магнетита.

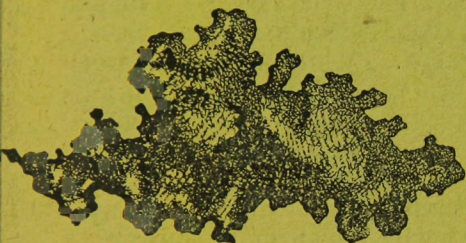


Рис. 19. Ноздреватое золото.



Рис. 21. Серебро в виде стружек.



Рис. 18. Проволоковидное золото на буром железняке.

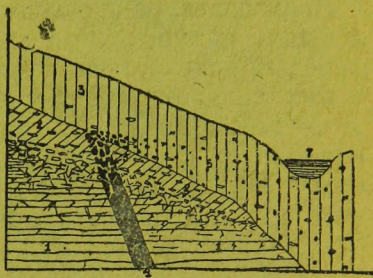


Рис. 20. Разрез делювиальной россыпи. 1 — коренная порода; 2 — элювий; 3 — делювий; 4 — рудная жила; 5 — разрушенная часть жилы в элювии; 6 — то же в делювии; 7 — аллювий.



Рис. 22. Кристалл свинцового блеска.

Уральские контактовые месторождения являются богатейшими месторождениями с запасами до 200 миллионов тонн руды. Они приняты в качестве основной исходной базы при решении Урало-Кузнецкой проблемы использования уральских железных руд и кузнецкого минерального топлива.

Метаморфогеновые (от слова «метаморфоза» — изменение, превращение) месторождения образуются в результате перекристаллизации ранее существовавших месторождений. Эта перекристаллизация или вообще метаморфизм может сопровождаться или перемещением рудного вещества, или привнесением в рудную залежь новых веществ.

Промышленное значение у нас в Союзе имеют месторождения, приуроченные к метаморфизованным осадочным породам докембрийского возраста. Рудными минералами в них являются гематит и магнетит. К месторождениям этого типа относится месторождение Кривого Рога (Украина), являющееся до сих пор главнейшею рудной базой Союза. Здесь месторождение представлено железистыми кварцитами и красными железняками. К этому же типу относится и месторождение Курской магнитной аномалии, где запасы руд колоссальны.

Метасоматические месторождения (от слова «метасоматоз» — замещение) образуются в известняках путем выщелачивания углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) циркулирующими по ним подземными (ювенильными или вадозными) водами. При этом углекислый кальций замещается или сидеритом, или лимонитом.

Наиболее характерным месторождением этого типа является Бокальское месторождение (Златоустовский округ), где в девонских известняках полосы и карманы замещены сидеритом, местами переходящим в лимонит.

**Осадочные** месторождения образуются путем отложения и накопления бурого железняка в водных бассейнах — на дне озер, болот и морей. Это осаждение происходило и происходит в настоящее время из растворов различных солей железа, иногда при посредстве особых железо-бактерий. Озерные и болотные руды осаждаются в форме зерен, песчинок, бобов и поэтому иногда носят название бобовых руд.

Месторождения железных руд в СССР принадлежат к разнообразным типам. Образование их происходило почти во все времена геологической истории земли, поэтому они встречаются среди пород самого различного возраста. По форме залегания они являются или в виде крупных залежей, иногда слагая целые горы (как гора Магнитная), или в форме мощных жил (Никопольское месторождение в Сибири), или пластами (как Дашкесан на Кавказе) среди осадочных и метаморфических пород. Они встречаются во всех частях Союза: на Урале, на Керченском полуострове, на Украине, Кавказе, на Севере и в Центральной области. В Сибири, несомненно, также много месторождений железа, но они слабо изучены.

Поиски железных руд в Сибири особо важное значение приобретают в связи с Ангарстроем.

**Руководящим признаком** при поисках месторождений железа является красно-бурая и желто-бурая окраска на поверхности и так называемая «железная шляпа», образующаяся в результате накопления бурого железняка при выветривании руд.

Железо играет огромную роль в народнохозяйственной жизни страны. Применение его огромно и разнообразно. Несомненно, что от количества железных руд зависит благосостояние всякой страны. Поиски железных руд таким образом имеют исключительно важное значение.

## ОЛОВО

Единственной рудой на олово является оловянный камень—касситерит ( $\text{SnO}_2$ ), минерал темного или коричневатого цвета, с большим удельным весом—от 6,8 до 7; твердость 6—7, хрупок, излом неровный.

Коренные месторождения оловянного камня приурочены к породам гранитного состава. Они образуются в ту стадию охлаждения интрузивного тела, когда его периферические (окраинные) части затвердели настолько, что в них образовались трещины стяжения. Поднимающиеся по этим трещинам пары и газы разрушают окружающий гранит и вместе с тем отлагают в них ряд минералов, образуя так называемые пневматолитовые жилы.

В процессе разрушения гранита в боках трещин полевые шпаты переходят в слюды и выделяется кварц; получается порода, состоящая из слюды и кварца, называемая грейзеном. Это последнее обстоятельство в известных случаях может служить руководящим признаком при поисках.

Вместе с оловянным камнем выделяются минералы: вольфрамит ( $\text{FeWO}_4$ ) и молибденит ( $\text{MoS}_2$ ), которые служат рудой на вольфрам и молибден. Их месторождения сосредоточены главным образом в Забайкалье.

При поисках коренных месторождений необходимо учитывать, что касситерит концентрируется обычно в тонких кварцевых прожилках или в самом граните, или в боковой породе (тип штокверка), не выходя далеко за пределы первого.

Кроме коренных месторождений, оловянный камень встречается в виде аллювиальных и элювиальных россыпей, образующихся за счет разрушения пневматолитовых жил.

Олово пользуется широким применением в черной металлургии при изготовлении жести; вместе с тем оно является важным и трудно заменимым компонентом низкотемпературных сплавов и т. д.

Запасы месторождений олова в СССР незначительны, поэтому вопрос о поисках месторождений руд этого металла является актуальным.

## **В. Гидротермальные месторождения**

Огненно-жидкое тело интрузии, как отмечено раньше, содержит в своем составе растворенные газы, пары воды и различные металлические соединения. Медленно, иногда на протяжении целых столетий, оно теряет тепловую энергию и вместе с тем при этом охлаждении как бы выдыхает содержащиеся в нем металлоносные пары и газы (эманации), рассылая их в трещины и расселины окружающих горных пород. В самом начале охлаждения эти эманации далеко проникают за пределы интрузии и сгущаются там,

превращаясь в горячие водные растворы. Последние и отлагают затем содержащиеся в них металлы в виде рудных минералов. С течением времени, по мере охлаждения тела интрузии, все ближе и ближе к ее поверхности эманации превращаются в водные растворы, и таким образом все более и более низкие горизонты окружающих пород становятся вмещалищем металлоносных отложений. Наконец в самую последнюю фазу охлаждения, когда отвердевание интрузивного тела продвинулось далеко вглубь, металлоносные эманации сгущаются и превращаются в водные растворы в трещинах самого интрузивного тела.

Образованные таким образом в различные стадии остывания магмы гидротермальные месторождения, в зависимости от характера и условия рудообразования, можно разбить на два типа.

Первый тип—месторождения, где отложение минералов произошло в готовых пустотах (трещинах и порах). Это тип заполнений пустот.

Второй тип—месторождения, где циркулирующие по горным породам растворы растворяют частицы последних и замещают их частицами руды и сопровождающих ее минералов. Это тип так называемых метасоматических месторождений.

Как видно из таблицы Ниггли (стр. 80), к числу гидротермальных месторождений относятся месторождений следующих групп металлов:

- |    |                   |                            |
|----|-------------------|----------------------------|
| 1) | Au (золото)       |                            |
| 2) | группа Pb, Zn, Ag | (свинец, цинк, серебро)    |
| 3) | » Ni, Co, Ag      | (никель, кобальт, серебро) |
| 4) | » Sb, Hg          | (сурьма, ртуть)            |

Краткое описание этих месторождений с указанием руководящих признаков, способствующих их поискам, приводится в той последовательности, в которой они образуются при охлаждении интрузии. Вместе с характеристикой первичных месторождений каждого металла попутно будут указаны способы образования и распространение месторождений вторичных, поверхностных.

# З О Л О Т О

Главнейшими рудами золота являются:

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Самородн. золото	Au + Ag, Cu, Fe и др.	40—99	Цвет яркожелтый, уд. вес 19,4. Ковкость.
Пирит . . . . .	Fe S <sub>2</sub>	—	См. стр. 38.
Пирротин . . . . .	Fe <sub>n</sub> S <sub>n+1</sub>	—	Бронзово-желтого цвета с красным оттенком. Зернистые плотные скопления, магнитен.
Халькопирит . .	Fe Cu S <sub>2</sub>	Различный	См. стр. 101.
Стибнит . . . . .	Sb S <sub>2</sub>		См. стр. 99.
Арсенопирит . .	Fe As S		Цвет серебряно-белый. Металлический блеск. Хрупок. Уд. вес 6, тв. 6.

Коренные месторождения золота, имеющие промышленное значение, относятся к наиболее высокотемпературным гидротермальным месторождениям и связаны с породами гранитного типа. Горячие водные растворы, поднимаясь по трещинам из остывающей гранитной интрузии, в связи с их охлаждением выделяют кварц и целый ряд сернистых и мышьяковистых соединений. Последние, заполняя трещины в граните, образуют так называемые золотоносные кварцевые жилы. Жильный кварц обычно молочно-белого цвета, иногда имеет оттенки желтого, буроватого и синеватого цветов. Кварц, обладающий стекляннм жирным блеском, считается более благонадежным в отношении содержания золота. Однако надо заметить, что эти при-

знаки не всегда оправдываются. Более важным признаком золотоносности жилы является присутствие серного колчедана. Кварц, в котором заключен серный колчедан, на выходах жилы имеет ржаво-бурую или желтоватую окраску, зависящую от наличия продуктов выветривания пирита—бурого железняка.

Благодаря твердости и нерастворимости кварца выходы жил на поверхность часто образуют стенообразные гряды или россыпи глыб.

В результате выветривания колчеданов заключенное в них золото освобождается. Одна часть его переносится в растворе вглубь, другая выпадает тут же, осаждаясь на буром железняке в так называемый «железной шляпе». Поверхностные части жилы таким образом обогащаются золотом. Самой богатой частью месторождения является так называемая зона цементации, где приносимое в растворе с поверхности золото снова выпадает.

Самородное золото в коренных месторождениях находится в форме чешуек, волокон, пластинок или в правильной форме кристаллов. Оно узнается по цвету, удельному весу и нерастворимости в азотной и соляной кислотах. В смеси этих кислот (в царской водке) оно растворяется.

Для определения золота в кварце или колчедане берут около 120 граммов тонко истертой руды и взбалтывают ее с спиртовым раствором иода (иодная тинктура), затем оставляют на час. После отстаивания в раствор опускают полоску обыкновенной пропускной бумаги, высушивают ее, затем снова смачивают и высушивают, и так несколько раз. Высушенную бумажку затем сжигают. В случае присутствия золота в руде получается зола пурпурового цвета. Для испытания колчедана последний перед опытом необходимо обжечь.

При поисках месторождений золота необходимо тщательно отбирать образцы для пробы в лаборатории. С целью получения предварительной пробы полезно иметь с собой чугунную ступку или дробильную мельницу для измельчения кварца. Измельченный до состояния песка кварц необходимо промыть на ручном лотке.

**Россыпи.** Под влиянием атмосферных агентов (воды, смены температур и т. п.) поверхностная часть породы, а вместе с ней и кварцевые жилы разрушаются, превращаясь в груды угловатых обломков. При этом металлическое золото освобождается в виде чешуек и зерен. Образуются так называемые россыпи.

Дождевые и талые воды постепенно вымывают и уносят мелкий песок и глину, в то время как золото благодаря большому удельному весу лишь передвигается в глубь россыпи. Нижняя часть россыпи таким образом обогащается золотом. Такого рода россыпи, где золото залегает на месте выхода жил, называются **элювиальными**.

Однако не всегда золотые россыпи остаются на месте разрушения жилы. Под действием водных потоков обломки, песок, глина, а вместе с ними и золото переносятся на то или иное расстояние от коренного месторождения. При этом передвижении по руслу потока произойдет их сортировка, и они отложатся слоями то более крупного и тяжелого, то мелкого и легкого материала. Россыпи, образованные таким образом, называются **аллювиальными**.

Долины рек, протекающих в районах распространения интрузивных гранитных пород, содержащих золотоносные кварцевые жилы, таким образом могут быть вмещалищем россыпных месторождений золота.

При поисках россыпных месторождений прежде всего исследуют верховья долин и боковых притоков, где россыпь состоит из более крупного и тяжеловесного материала. Золото здесь находится в виде более крупных и мало окатанных частиц. Ниже по долине аллювиальные отложения мельчают, вместе с тем мельчает и золото и принимает форму истертых песчинок. Россыпи часто залегают на границе изверженных пород с осадочными, поэтому эти места должны быть исследованы возможно детальнее.

Вообще поиски как коренных месторождений, так и россыпей должны быть направлены в древние складчатые области, подвергнутые глубокой денудации. Такими областями в СССР являются Урал, Сибирь, Казакстан.

СССР является страной, обладающей многочисленными и богатыми месторождениями золота. По восточному склону

Уральского хребта россыпи тянутся почти непрерывной полосой от бассейна р. Сосьвы до южных отрогов, вплоть до Орского и Кустанайского районов. Значительная часть их вследствие продолжительных выработок истощилась. На Урале давно известен ряд коренных месторождений—кварцевых жил, как Березовские промыслы, Кочкарская группа и др.

Главная масса золота теперь добывается в азиатской части СССР, преимущественно из россыпных месторождений, особенно богатых в Лено-Витимском округе и в Якутской республике.

Запасы золота в Сибири велики; в отношении поисков в азиатской части СССР и в особенности в восточной части ее представляют широкое поле новых открытий.

### **Серебро, свинец, цинк**

Руды этих металлов обычно встречаются совместно в одном и том же месторождении в различных количественных отношениях. В зависимости от преобладания того или иного минерала месторождения называются серебряными, свинцовыми, серебро-свинцовыми и т. д. Часто они встречаются вместе с рудами золота и меди, в так называемых полиметаллических месторождениях.

Серебро-свинцово-цинковые месторождения представляют собой сравнительно более поздние отложения горячих водных растворов, поднимающихся от интрузивного тела. Они могут встречаться или в виде жил и линз или же в виде различных замещений известковых пород.

Наиболее важные в промышленном отношении месторождения в СССР находятся на Алтае, Северном Кавказе, в Средней Азии, в Казакстане, в Нерчинском районе Забайкалья, Тетюхинском районе Дальневосточного края.

На Кавказе свинцово-цинковые месторождения широко распространены по северному склону главного хребта. Из них Содонское и Карачаевское месторождения представлены сетью рудоносных жил, часто кварцевых; наиболее значительные из них залегают в гранитах и порфирах. Меньшее распространение они имеют на южном склоне хребта.

В Средней Азии (Кансайское свинцово-цинковое месторождение)—гнездообразные массы и ряд линз в мраморах, главным образом в контакте с изверженными породами.

На Алтае месторождения представлены полиметаллическими рудами. Тип неправильных жиллообразных или штокообразных масс, большей частью среди осадочных пород.

Признаки наличия многочисленных рудных месторождений имеются в Казакстане.

### РУДЫ СЕРЕБРА

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Самородное серебро	Ag	72—100	В свежем виде белого цвета, с металлическим блеском. Образует ветвистые листоватые проволочные массы. Тв. 2,5, уд. в. 10,5.
Серебристые галенит, сфалерит, пирит, куприт, халькопирит	(Pb S, Zn S, Fe S <sub>2</sub> , Cu <sub>2</sub> S, Cu Fe S <sub>2</sub> ) + Ag	Различный	См. стр. 97, 98, 38, 101.
Серебряный блеск (аргентит)	Ag <sub>2</sub> S	87	Цвет темный, от свинцово-серого до черного. Металлический блеск. Тв. 2,5, уд. в. 7,2.

Наиболее важным рудным минералом является серебристый свинцовый блеск, который составляет около  $\frac{2}{3}$  всей мировой добычи серебра. В результате окисления и растворения на земной поверхности серебристого блеска содержащееся в нем серебро уносится растворами вглубь и отлагается в так называемой зоне сульфидного обогащения. Последняя таким образом является наиболее богатой серебром; содержание его здесь может достигать 10 кг. на тонну породы.

### РУДЫ СВИНЦА

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Свинцовый блеск (галенит)	$PbS$	87,6	Минерал свинцового черного цвета. Хрупок. Спайность совершенная. Непрозрачн. Металлический блеск. Тв. 2,5, уд. в. 7,5.
Церуссит (белая свинцовая руда)	$PbCO_3$	77,6	Белые кристаллы и зернистые массы. Зона окисления.
Крокоит (красная свинцовая руда)	$PbCrO_4$	64,6	Яркокрасного цвета. Призматические кристаллы в жилах вместе с галенитом.
Вульфенит (желтая свинцовая руда)	$PbMoO_4$	55,8	Пластинчатые или пирамидальные кристаллы оранжево-желтого цвета. Тв. 2,5, уд. в. 6,7.
Англезит (свинцовый купорос)	$PbSO_4$	68,3	Прозрачные белые массы и кристаллы. Тв. 3, уд. в. 6,2.

Типичной первичной рудой является только галенит с различным содержанием серебра. Иногда месторождению его сопутствует минерал перуссит, который образуется в верхних частях жил в результате выветривания галенита.

### РУДЫ ЦИНКА

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Цинковая обманка (сфалерит)	$Zn S$	50—67	Цвет от темного до желтого, реже бесцветна. Хрупка. Тв. 3,5, уд. в. 3,9—4,2. Встречается в виде зернистых масс с кварцем и колчеданом.
Смитсонит	$Zn CO_3$	52	Кристаллы, чаще зеленоватые, голубые; зернистые массы и натечные образования.
Красная цинковая руда (цинкит)	$Zn O$	72,30	Минерал красного цвета.

Руководящим признаком при поисках серебро-свинцово-цинковых месторождений является присутствие перуссита, выдающего себя белой окраской, а также наличие «железной шляпы».

### РТУТЬ, СУРЬМА

Руды этих металлов отлагаются из позднейших, сравнительно уже холодных водных растворов; они почти всегда приурочиваются к осалочным породам, находясь на более или менее значительном расстоянии от материнской магматической породы. В настоящее время ртуть выносится термоминеральными источниками, выходящими на земную

поверхность в вулканических областях (Калифорния) в виде проявления последней стадии вулканизма.

### РУДЫ РТУТИ

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Самородная ртуть	Hg	100	Встречается редко.
Киноварь	Hg S	86,2	Цвет кашенильно-красный. Блеск от алмазного до металлического. Мелкие кристаллы или вкрапления. Тв. 2, уд. в. 8.

Главной первичной рудой является киноварь, залегающая в трещинах и порых осадочных горных пород.

Единственное промышленное месторождение ртути в СССР находится в Донбассе, у ст. Никитовки. Оно приурочено к главной антиклинали угленосных слоев и представляет собой жилы (в песчанике), содержащие киноварь вместе с пиритом и сурьмяным блеском.

### РУДЫ СУРЬМЫ

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Сурьмяный блеск (стибнит)	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	71,3	Призматические кристаллы часто собраны в лучистые пучки. Металлический блеск. Хрупок. Тв. 2, уд. в. 4,5.



Рис. 23. Кристаллы стибнита.

Первичной рудой является стибнит, встречающийся вместе с киноварью и аурипигментом в трещинах осадочных пород.

В СССР наиболее крупные месторождения находятся на Кавказе и в Забайкалье, но до сих пор сурьма из них не извлекается и вся потребность удовлетворяется путем импорта.

Сурьма находит применение в сплавах, а также при изготовлении аккумуляторных пластин.

## МЕДЬ

Соединения меди выделяются почти во все стадии охлаждения интрузивного тела и поэтому встречаются в месторождениях различных типов. Главнейшие месторождения, имеющие промышленное значение, относятся к гидротермальным; меньшее значение имеют контактовые. Наконец в пределах СССР довольно широко развиты месторождения осадочные.

**Контактовые** месторождения образуются путем выделения сульфидов меди в контакте пород средней кислотности (сиенитов) с известняками, метаморфическими сланцами и другими породами.

# РУДЫ МЕДИ

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Самородная медь	Cu	до 100	Цвет медно-красный. Металлический блеск. Извка. Тв. 2,5, уд. в. 8,8.
Медистый пирит и пирротин	Fe <sub>n</sub> Sn <sub>n+1</sub>	разный	См. стр. 38,92
Халькопирит (медный колчедан)	Fe Cu S <sub>2</sub>	34,5	Цвет латунно-желтый. Сильный металлический блеск. Плотные массы и вкрапленники. Тв. 3,5, уд. в. 4,2.
Халькозин	Cu <sub>2</sub> S	79,8	Цвет черновато-свинцово-серый. Матовый. Встречается сплошными массами. Кристаллы ромбической системы в виде шестигранных таблиц. Тв. 2,5, уд. в. 5,6.
Малахит	Cu CO <sub>3</sub> Cu (OH) <sub>2</sub>	57,4	Зеленого цвета, с красивым рисунком в разрезе. Натечные и землистые массы.
Куприт	Cu <sub>2</sub> O	89,5	Цвет от красного до красновато - черного. Блеск алмазный, полуметаллический. Часто в виде кристаллов кубической системы в виде октаэдров. Тв. 3,5, уд. в. 5,8—6,2.
Тенорит	Cu O	79,5	Черного цвета, порошкообразные массы; в верхностных частях меднорудных жил.
Азурит (медная лазурь)	2 Cu CO <sub>3</sub> , Cu (OH) <sub>2</sub>	55,2	Минерал синего цвета.

Путем воздействия эманаций на известняк в контакте образуется гранатово-авгитовая порода, называемая скарном.

Медь скопляется в скарне или в виде серного колчедана, в котором она как бы растворена, или в виде медного колчедана. Этим минералам часто сопутствует магнетит.

Классическим примером контактовых месторождений является Фроловское месторождение, в Богословском округе на Урале, Турьинский рудник.

**Гидротермальные** месторождения представлены в виде жил и линз как в осадочных, так и в магматических породах, где рудными минералами являются халькопирит, медный блеск, реже пирротин и пирит. Месторождениям этого типа иногда сопутствуют турмалин, свинцовый блеск, цинковая обманка.

Руководящим признаком при поисках месторождений меди является присутствие минералов, окрашенных в зеленые и синие цвета. Скопление бурого железняка, так называемой «железной шляпы», образующейся в результате выветривания медных месторождений, также служит указанием на наличие руд меди. Такие «железные шляпы» дали возможность открыть много медных месторождений на Урале.

В СССР главным меднорудным районом является Урал, на долю которого приходится свыше 50% всей добычи. Рудным телом являются медноколчеданные залежи среди метаморфических сланцев, тянувшихся полосой на протяжении свыше 300 км. в пределах Кыштымского, Верх-Исетского, Гороблагодатского, Сысетского и Нижнетагильского округов.

Месторождения меди кроме того встречаются в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и на Кавказе. В этих районах они приурочены, во многих месторождениях, к жилам, где серный и медный колчедан связаны кварцевым цементом (гидротермального происхождения). На Алтае медь часто находится в так называемых полиметаллических месторождениях; имеется и ряд чисто медных месторождений. Целый ряд месторождений имеется и в Казакстане.

Медь главное применение находит в электропромышленности; медными листами обшиваются подводные части судов. Кроме того она идет на изготовление сплавов бронзы, латуни и мельхиора.

## **Г. Месторождения поверхностные**

В отличие от описанных выше трех категорий месторождений (магматических, эманационных и гидротермальных) поверхностные месторождения обязаны своим происхождением силам, действующим на поверхности земли (вода, ветер и др.). Одни из них представляют химический осадок из воды какого-либо бассейна, подобно другим осадочным породам, и называются месторождениями осадочными. Другие созданы процессами выветривания и называются месторождениями выветривания. Мы не можем останавливаться на этих месторождениях, за недостатком места, подробно и коснемся лишь месторождений марганца и алюминия.

### **МАРГАНЕЦ**

Главнейшие промышленные месторождения являются осадочного происхождения и встречаются в виде пластов или залежей среди глин, песчаников, конгломератов и т. д. Частицы руды осаждаются из водных растворов при участии организмов, отлагаясь на дне морей и озер.

Пиролюзит встречается среди осадочных пород в виде желваков, конкреций и оолитов. Образуется в результате выпадения из водных растворов вместе с железными рудами. Вместе с пиролюзитом встречается и псиломелан.

При поисках марганцевых руд руководящим признаком является черная окраска почвы, глины и т. п., а также наличие черной корки.

СССР является самой богатой страной в отношении запасов марганцевых руд; около 42% мировых запасов содержится главным образом в Чиатурском (Грузия) и Никопольском (Украина) месторождениях. Кроме того известны мелкие марганцевые месторождения на Урале и в Сибири.

## РУДЫ МАРГАНЦА

Название	Химический состав	% металла	Внешний вид и физические свойства
Пирролюзит	Mn O <sub>2</sub>	63	Черные землистые массы. Мягк. Тв. 2, уд. в. 4,7.
Псидомелан	Mn O <sub>2</sub> , Mn O	—	Черного цвета, в натечных формах, часто сталактитообразных. Тв. 5,5, уд. в. 4.
Манганит	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	69,5	Цвет сталjno-серый. Полуметаллический блск. Часто в призматических кристаллах. Тв. 4, уд. в. 4,3.

Марганец применяется главным образом для прибавления к стали, благодаря чему значительно увеличивается ее твердость, а также при изготовлении различных сплавов с медью, оловом и пр.

## АЛЮМИНИЙ

Алюминий является одним из наиболее распространенных элементов в природе. В свободном состоянии он не встречается. В виде окиси Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (глинозем) алюминий входит в состав многих минералов и является одной из главных составных частей каолина и глин.

Единственной промышленной рудой на алюминий в настоящее время является боксит (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O)—порода бурого и желтого цвета. Химический состав непостоянен.

Боксит встречается исключительно среди осадочных пород и залегает среди них пластами. По своему происхождению он представляет продукт поверхностного выветри-

вания каолина, известняков и доломитов. Известняки и доломиты содержат в своем составе некоторое количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; последний после растворения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  поверхностными и грунтовыми водами отлагается как отмытый остаток.

Алюминий применяется в авиационном и автомобильном деле, в электротехнике, а также для различных предметов военного снаряжения и для изготовления кухонной и столовой посуды.

Промышленное значение в СССР до сих пор имели бокситы, содержащие  $\text{Al}_2\text{O}_3$  не менее 52%. В настоящее время, с открытием глиноземного завода Волховского алюминиевого комбината, будут перерабатываться бокситы с содержанием окиси алюминия 47—52%.

Месторождения боксита узнаются по красно-бурой или красной окраске. В отличие от глин он не дает с водою вязкого теста.

В СССР промышленные месторождения боксита находятся в Тихвинском районе, Ленинградской области. Здесь они развиты на обширной площади и представляют результат выветривания каменноугольных известняков.

## ГЛАВА 5

### НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

---

Среди всего разнообразия минеральных богатств земли неметаллические полезные ископаемые за последние годы привлекают к себе особенное внимание. И все новые и новые вещества, широко распространенные на земной поверхности, вовлекаются в обиход использования. Нет такой отрасли народного хозяйства, в которой неметаллические полезные ископаемые не играли бы значительной роли.

В зависимости от отраслей применения неметаллические полезные ископаемые можно разбить на три группы: 1) горнорудное сырье, 2) химическое сырье и 3) строительные материалы.

#### **А. Горнорудное сырье**

В число ископаемых этой группы входят минералы: асбест, слюда, каолин, графит, драгоценные камни и др.

а) **Асбест** встречается в виде белых и зеленоватых тонких волокон, достигающих значительной величины. Месторождения встречаются преимущественно в виде жил среди мезеовиковых пород и распространены главным образом в областях развития ультраосновных оливиновых пород.

Самым богатым асбестовым месторождением в СССР является Баженовское месторождение на Урале. Кроме

того на Урале имеется ряд других крупных месторождений: Режевское, Алапаевское, Красноуральское и др. Месторождения асбеста имеются в Сибири—в Минусинском районе, в Бурято-Монгольской республике, на Кавказе и в других районах.

Наиболее ценными свойствами асбеста являются огнеупорность и кислотоупорность. Высокие технические свойства асбеста позволяют применять его для изготовления тормозных лент для автомобилей, для электроизоляционных целей, для изготовления асбестовых тканей и т. д. Коротковолокнистый асбест идет на изготовление огнеупорных листов, черепиц, водопроводных труб и огнеупорной краски.

**б) Графит**—минерал от железо-черного до темностального цвета. Мягок, жирен наощупь, марают руки. Твердость 1, удельный вес 2,2. Образует листоватые, чешуйчатые и плотные массы с металлическим блеском и совершенной спайностью.

По химическому составу представляет одну из разновидностей природного чистого углерода; другими разновидностями являются алмаз и каменный уголь.

Типы месторождений графита разнообразны:

1) жильные—в граните, сиените, зеленокаменном порфире и др.;

2) магматические—в гранитных пегматитах, в сиенитах (Ильменские горы, Урал), в оливиновой породе;

3) контактные—на границе гранита с угленосными глинистыми сланцами, траппа с каменным углем (туруханский графит), гранита и сиенита с известняками (Фергана);

4) метаморфические—в гнейсах и кристаллических сланцах;

5) образуется из каменных углей в результате общего распространяющегося на большом пространстве (регионального) метаморфизма; таковы месторождения на Кавказе, в Туруханском крае и на Урале;

6) наконец графит встречается в перемытых, отмученных наносных образованиях—вторичные месторождения (Подolia и Верхнеднепровский район).

Лучшие сорта графита идут на выделку карандашей. Употребляются для изготовления плавильных тиглей, печных плит, черной глиняной посуды, форм для отливки чугуна и пр.

**в) Слюда.** Слюдами называют несколько минералов (мусковит, флогопит, биотит и лепидолит), обладающих совершенной спайностью и раскалывающихся на тонкие гибкие пластинки. Они отличаются друг от друга различным химическим составом и цветом. Практическое значение из них имеют лишь два минерала: мусковит и флогопит; применение биотита и лепидолита очень ограничено.

Мусковит—описание см. стр. 30.

Флогопит — водный алюмосиликат магния и калия  $[(K, H)_3Mg_3Al(SiO_4)_3]$ . Цвет бурый, янтарно-желтый, бронзовый, слабо прозрачен, отличается значительной мягкостью.

Мусковит является составной частью многих магматических и метаморфических пород (гранитов, гнейсов и пр.). Однако крупные выделения как мусковита, так и флогопита, пригодные для технических целей, встречаются лишь в пегматитовых жилах, связанных с гранитами и сиенитами, где они залегают вместе с кварцем, ортоклазом и другими минералами.

Применение слюды разнообразно: в качестве изолирующего материала для электротехнических целей, печные окна, лампы, в радиотелеграфии и пр.

Месторождения в СССР имеются в Карелии, на Урале и в Сибири.

**г) Драгоценными камнями** называются минералы, обладающие красотой цвета, блеска, прозрачностью, большим светорассеиванием, твердостью и малой снашиваемостью. По своей ценности они делятся на собственно драгоценные и полудрагоценные камни. Первые отличаются твердостью, небольшими размерами и редкостью нахождения. Вторые менее тверды, часто достигают крупных размеров и встречаются чаще первых. Драгоценные камни в природных условиях обыкновенно не проявляют вполне своего блеска и игры цветов даже при наличии хорошо образованных плоскостей кристаллов. Поэтому их подвергают шлифовке, которая бывает очень сложной.



Рис. 24. Кристалл  
топаза.



Рис. 25. Кристалл  
корунда.

1) **Алмаз.** Название происходит от арабского слова, означающего «твердый». По химическому составу представляет чистый углерод. Бесцветен, но может быть окрашен посторонними примесями. Яркий блеск и игра цветов происходят от сильного лучепреломления и светорассеивания. Твердость 10, удельный вес 3,5. Встречается в виде зерен (кристаллов кубической сингонии) величиною от просяного зерна до величины гороха.

Алмаз магматического происхождения. Коренные месторождения связаны главным образом с перидотитовыми и базальтовыми породами. Значительно реже алмаз, повидимому, образуется в пегматитовых жилах, связанных с гранитовыми породами. Главные же массы алмаза находятся в россыпях, которые известны в областях разрушения пегматитовых жил, как у нас на Южном Урале, в так называемой Кочкарской системе. Прозрачные разновидности алмаза идут на украшения. В отшлифованном виде он называется **бриллиантом**. Менее чистые разновидности употребляются для буровых инструментов; осколки—для резания стекла.

2) **Топаз**—минерал бесцветный, иногда голубого, розового и желтого цвета. Кристаллы ромбической сингонии. Химический состав  $(\text{AlF})_2\text{SiO}_4$ . Твердость 8, удельный вес 3,4—3,6.

Встречается в пегматитовых жилах вместе с кварцем, полевым шпатом, слюдами и оловянными камнями.

Месторождения: Урал—близ Мурзинки, близ Миасса, Кочкарская система. Сибирь—Нерчинский округ, Забайкалье.

3) **Берилл**—минерал желтого цвета, встречающийся в виде хорошо образованных шестиугольных призм, от мелких кристаллов до 1 фута величиной. Прозрачен или полупрозрачен. Зеленые разности называются **изумрудом**. Химический состав— $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ .

Встречается в пегматитовых жилах вместе с топазом, кварцем и слюдами. Месторождения: Урал и Сибирь.

4) **Корунд**—минерал, встречающийся в виде боченкообразных кристаллов разных размеров. Цвет серый, голубой, синий. Синий прозрачный называется сапфиром, красный прозрачный—рубином.

Зернистые массы в смеси с  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  называются наждаком. Химический состав— $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Твердость 9.

Встречается главным образом вместе с полевым шпатом и слюдой в гранитных породах, а также в пегматитовых жилах. Месторождения: Урал—Ильменские горы, Кыштымский округ (наждак), Кочкарская система (рубин, сапфир).

Наждак употребляется для шлифовальных кругов; рубин и сапфир—для украшений.

д) **Глины** отличаются от других осадочных пород обломочного происхождения малыми размерами частиц (от 0,01 до 0,0001 мм. и менее в диаметре). В сухом виде глина землиста, легко липнет к языку и, если дохнуть на нее, издает характерный запах—пахнет печкой. Она очень жадно впитывает воду, при чем разбухает и становится мягкой и пластичной. Пластичные, хорошо формуемые глины называются жирными; не имеющие этого свойства благодаря примеси песка называются тощими. По своему составу они разделяются на химическую глину (каолин) и физическую.

Химическая, или чистая, глина (каолин, фарфоровая глина) получается при выветривании полевого шпата и состоит из смеси кремнезема и глинозема с водой. Химическая формула ее  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (см. также стр. 28).

Физическая глина представляет породу, состоящую из мельчайших частиц кварца, слюды, каолина, полевого шпата и других минералов. Она представляет собою глав-

ным образом осадки морей и озер. В современных морях глины отлагаются на глубинах от 100 м. до 4 км. в виде терригенных илов, т. е. илов, материал которых принесен с суши.

Среди глин, в зависимости от их применения, различают следующие сорта:

а) Чистые фарфоровые и огнеупорные глины белого или слегка желтоватого цвета. Лучшие из них идут на изготовление фарфора, похуже—на фаянс и пр.

Лучшие фарфоровые глины у нас в СССР имеются на юге—на Украине. Особенно славится глуховский каолин в Черниговщине и каолины бывш. Киевского, Полтавского, Харьковского, Днепропетровского и других округов.

б) Гончарные, или горшечные, глины, как и первые, весьма пластичны, но более богаты примесями в виде песка, окиси железа, углекислой извести и др. Употребляются на изготовление изразцов и пр.

в) Кирпичные глины не столь пластичны, содержат еще более примесей.

В качестве сырья для кирпичного производства в Московской области служат почти исключительно глины и суглинки, представляющие собой продукт деятельности ледника или позднейшей переработки ледниковых продуктов. В зависимости от условий залегания и образования они могут быть подразделены на несколько типов.

**Делювиальные суглинки**, залегающие на склонах, безвалунные. Вредной примесью их являются известковые журавчики.

**Валунная глина** (морена); верхняя, выветрившаяся часть ее (элювий) с небольшим содержанием валунов используется заводами вместе с лежащими глубже валунными суглинками и глиной. Вредными включениями являются валуны, особенно известковые.

**Покровные водораздельные глины и суглинки** различного происхождения. В большей своей части они безвалунны и поэтому являются материалом, удобным для применения в кирпичном производстве.

**Железистые, охристые глины** характерны желтым и красноватым цветом. Встречаются среди осадочных пород различного возраста и происхождения. Применяются в качестве минеральных красок.

## **Б. Химическое сырье**

Вторую группу неметаллических полезных ископаемых составляет так называемое химическое сырье, куда входят такие ископаемые, как сера, фосфориты, каменная соль и др.

**Сера.** В природе сера встречается или в виде желтых включений порошкообразных масс, или в виде кристаллов серо-желтого цвета. Ее можно определить по жирному блеску и раковистому излому. Если держать серу в руке, то она хрустит и растрескивается от тепла. Горит голубым пламенем. Твердость 2, удельный вес 2,0.

Образование месторождений серы происходит различными путями. При извержении вулканов она выделяется в виде возгоняющихся паров или от разложения сернистых газов и отлагается в виде мелких кристаллов или порошкообразных масс. Главные залежи самородной серы образуются в так называемом поясе выветривания от разложения сернистых (как пирит и др.) и сернокислых (гипс) соединений.

Сера является очень важным и в настоящий момент очень дефицитным полезным ископаемым. Употребляется при производстве каучука, идет на приготовление серной кислоты, искусственной киновари, пороха, спичек и пр.

Месторождения серы в СССР встречаются на Кавказе, в Средней Азии, в Поволжье, близ г. Тетюши.

**Апатит** встречается обычно в толстопризматических, реже в таблитчатых кристаллах, срастающихся друзами. Окраска очень разнообразна: бесцветен, белого цвета или же окрашен в светлые оттенки зеленого, голубого, фиолетового и других цветов. На изломе жирный блеск. Твердость 5, удельный вес 3,2. Состоит из фосфорно-кислой извести:  $(\text{CaCl})\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3$  или  $(\text{CaF})\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3$ .

Встречается в изверженных породах как продукт отложения горячих водных растворов, связанных с магмой.

Апатит как вещество, содержащее фосфорную кислоту, является ценным продуктом в сельском хозяйстве, служащим для удобрения. В настоящее время, в связи с открытием богатейшего в мире апатитового месторождения в Хибинских тундрах на Кольском полуострове, он занимает первое место среди удобрений. Месторождения имеются также на Урале и в Сибири.

**Фосфорит**—темного и темносерого цвета, встречается в виде желваков разнообразной формы, иногда шаровидной. Состоит из фосфорно-кислой извести.

Образуется из остатков организмов и залегает в виде пластов среди осадочных пород. Чистые фосфориты растворяются без остатка под действием соляной кислоты; при наличии же примесей в виде песка, глин и пр. остается нерастворимый осадок.

Как и апатиты, является ценным продуктом в сельском хозяйстве, служащим для поднятия урожайности.

Месторождения фосфоритов в СССР имеются на Украине (подольские фосфориты), в ЦЧО, Поволжье, Средней Азии, на Урале и в Сибири.

**Каменная соль** (описание внешних признаков и физических свойств см. на стр. 26). Залегает пластами в осадочных горных породах вместе с гипсом и ангидридом.

Встречается главным образом в отложениях пермского периода. Представляет химический осадок морской и озерной воды, насыщенной хлористым натром.

Месторождения соли на территории СССР распределены неравномерно. Имеются огромные площади в Дальневосточном крае, Центральной и Западной областях, Якутии, Бурято-Монголии, Западной Сибири, но есть области, где их очень мало и где поиски являются необходимыми.

Каменную соль легко распознать по ее соленому вкусу, белому и голубоватому цвету и по кубикам кристаллов.

**Трепел** (название получил от г. Триполи, Африка) пишется иногда под названием «горная мука», «инфузорная земля», «кизельгур», «диатомовая земля». Состоит

почти нацело из кремнезема. Внешние признаки были указаны выше, при описании пород (см. стр. 69).

Трепел отличается целым рядом ценных технических свойств: благодаря тонкозернистости и тонкой пористости он обладает способностью поглощать различные жидкости (жиры, масла, кислоты). Огнеупорен, кислотоупорен; является плохим проводником тепла и звука. Применяется для получения динамита, изготовления фильтров для кислот, полив, глазурей, жидкого стекла и т. д. В настоящее время трепел находит применение и в строительной промышленности для изготовления высокосортных цементов, а также идет на изготовление легкого и прочного кирпича.

Месторождения трепела имеются в Поволжье, Московской области, Приуралье, Грузии и других местах.

## **В. Строительные материалы**

В качестве строительных материалов применяются горные породы, как магматические, осадочные, так и метаморфические. Основными признаками, служащими для оценки пригодности породы как строительного материала, являются:

1) Для пород, употребляемых при сооружении наружных частей зданий, хорошая сопротивляемость влиянию атмосферных агентов (колебанию температуры, увлажнению, высыханию, замерзанию воды в породах и трещинах, действию кислорода и углекислоты).

2) Для пород, предназначенных в качестве основания сооружений, достаточная сопротивляемость нагрузке, отсутствие незаметных трещин.

3) Для первых и вторых не слишком трудная обрабатываемость (обтеска).

4) Для кровельного материала легкая раскалываемость на ровные кружные плиты.

Все перечисленные качества (за исключением второго, могут быть определены при осмотре породы в поле. Так)

например, порода, легко разрушающаяся под влиянием атмосферных агентов, с поверхности растрескивается, крошится (шелушится) и т. д. Что же касается сопротивляемости горной породы вообще, то под нею понимается способность камня сопротивляться механическим усилиям, т. е. сжатию, растяжению, разрыву, скалыванию и изгибу. Так как камень чаще всего в сооружениях подвергается сжатию, то знание, какую именно нагрузку он может выдерживать, является необходимым. Для этого производят лабораторное исследование строительных камней на сжатие, или, иначе, «на раздробление», определяя величину раздробляющей нагрузки на образец установленных размеров. Испытание производят в особом гидравлическом прессе, в котором подвергают сжатию кубики, выточенные из камня, имеющие длину ребра от 5 до 10 см. При известной силе давления кубик раздавливается; измеренная в момент разрушения сила давления на  $1 \text{ см}^2$  кубика, выраженная в килограммах, и служит мерой так называемого временного сопротивления раздавливанию.

Самое большое сопротивление раздавливанию (от 2 000 до 3 000  $\text{кг/см}^2$ ) обнаруживают изверженные горные породы—граниты, базальт и пр., а также некоторые песчаники и кварциты.

Поиски пород, пригодных для определенного рода технических целей, значительно облегчаются предварительным знакомством с геологическими картами и литературой по району, а также расспросами местных строителей, каменотесов, учителей и старожилов. При осмотре породы особое внимание должно быть уделено характеру ее выветривания. Ржаво-бурые пленки на породах, как правило, являются плохим признаком и указывают на наличие легко разлагаемых, содержащих железо минералов.

## **а) Магматические породы**

1) **Гранит.** Название происходит от латинского слова «гранум»—зерно, вследствие его зернисто-кристаллического строения. Интрузивная, полнокристаллическая порода. Кристаллы, составляющие гранит, хорошо различимы про-

стым глазом. В состав их входят кварц, ортоклаз, биотит, роговая обманка.

Кварц входит в виде неправильных зерен, напоминающих обломочки битого стекла, дымчато-серого или белого цвета. Цвет ортоклаза—белый, красноватый, мясокрасный, желтоватый. В зависимости от окраски минералов и цвет гранита меняется от светло- или темносерого, желтовато-серого до красноватого.

Различная крупность и вообще значительная крупность зерна является недостатком гранита как строительного материала. Порода такого рода структуры вообще легче выветривается и рассыпается вследствие неравномерных расширений от тепла по разным направлениям. Различают граниты:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| а) крупнозернистые, диам. зерна . . . . .    | 5 мм. и более,  |
| б) среднезернистые       »       » . . . . . | 0,5—5 мм.       |
| в) мелкозернистые       »       » . . . . .  | 0,5 мм. и менее |

Мелкозернистые граниты (без избытка слюды или роговой обманки) представляют прекрасный строительный материал. Сопротивление выветриванию их настолько велико, что древние египетские памятники из гранита сохранили, черточки иероглифов в течение тысячелетий. Прочность их также значительна—выдерживается временное сопротивление 1 000—2 400 кг/см<sup>2</sup>. Гранит хорошо отесывается, шлифуется и полируется, однако вследствие большой твердости его работа эта довольно трудная.

Применение гранитов довольно разнообразно: для капитальных сооружений, монументов, домов, молотов, ограждающих гавань от морских волн, набережных, устоев для мостов, мостовых и т. д.

В СССР самые большие месторождения гранита находятся в Карелии, затем на Украине, в центральной части Кавказа, по всему Уралу, в горных хребтах Средней Азии и во многих местах Сибири. Во всех упомянутых местах гранит залегает в виде сплошных громадных масс, или непосредственно выходящих на дневную поверхность, или прикрытых небольшой толщей наносов.

2) **Сиенит** (название происходит от г. Сиены, в Египте) представляет полнокристаллическую бескварцевую по-

роду, по сложению весьма близкую к граниту и состоящую из ортоклаза и роговой обманки. Последняя иногда замещается биотитом и авгитом, поэтому различают сиенит<sup>Т</sup> роговообманковый, слюдяной, авгитовый.

Удельный вес сиенитов 2,7—2,9. Сопротивление раздавливанию—1 500—2 000 км/см<sup>2</sup>.

Сиенит редко употребляется в постройках ввиду его небольшого распространения. Примером сиенитовых сооружений могут служить два сфинкса из Египта на набережной Невы, в Ленинграде. Применяется также для мощения дорог и для цоколей памятников. Распространен на Урале, во многих местах Тянь-Шаня.

3) **Диорит**—полнокристаллическая глубинная порода, состоящая из плагиоклаза и роговой обманки или авгита. Цвет большей частью зеленовато-серый. Удельный вес 2,85—2,86. Сопротивление раздавливанию среднее—2 000 кг/см<sup>2</sup>.

Применяется как поделочный и облицовочный материал, в качестве подкладок для двигателей, подпор под фермы мостов и т. д.; дает прекрасный щебень для больших бетонных работ и для шоссировки дорог.

В СССР диориты распространены в разных частях Урала, в Крыму, Олонецком крае, на Кавказе, Алтае, Дальнем Востоке и в других местах.

4) **Габбро**—основная полнокристаллическая интрузивная порода. Состоит из плагиоклазов, большей частью из лабрадора и авгита. В незначительных количествах присутствуют магнетит и титанистый железняк. Некоторые разновидности габбро содержат в заметном количестве округлые зерна оливина (оливиновый габбро). Окраска габбро, зависящая от цветных минералов,—стально-серая, черная, темная, зеленоватая. Удельный вес 2,8—3,1. Сопротивление раздавливанию мелкозернистых габбро—2 000—2 800 кг/см<sup>2</sup>; оно уменьшается с увеличением зерен.

В природе габбро залегает в виде штоков и жил.

Применение то же, что и гранитов. Причудливые переливывы синеватых и зеленоватых цветов лабрадора, как бы просвечивающего, способность хорошо принимать полировку придают габбро значение декоративного материала.

Некоторые сорта габбро могут быть применены для кубиковых мостовых. В древности итальянский габбро употреблялся для архитектурных целей и для скульптуры.

В СССР габбро распространен на Урале, в южно-русской полосе (Волинский и Киевский округа).

5) **Диабаз**—мелкозернистая основная порода. Состоит из полевого шпата в виде правильно образованных вытянутых табличек и авгита, или роговой обманки, заполняющих промежутки между полевыми шпатами. Цвет—темнозеленый до черного.

Сопротивление раздавливанию  $1\,800\text{--}2\,000\text{ кг/см}^2$ . Твердость и обрабатываемость—средние. Легкое полирование делает диабаз ценным материалом для украшений и поделок. Наличие мелкой трещиноватости часто не допускает применения их в качестве строительного камня. В Ленинграде и Москве некоторые улицы вымощены диабазом.

Областями распространения диабазы являются: Олонецкий край, Урал, Крым, Кавказ, а также район Подкаменной Тунгуски, Витимское плоскогорье и другие районы азиатской части Союза.

6) **Лабрадорит** представляет разновидность габбро; состоит почти целиком из крупных кристаллов полевого шпата (лабрадора). Порода темного цвета, отличающаяся красивым перламутровым блеском с голубым, зеленым и синим переливом. В полированном виде лабрадорит является одной из красивейших горных пород. Из лабрадорита сделаны колонны Ярославского вокзала в Москве, а также облицовки многих зданий Ленинграда и Москвы.

Распространен в районе Киевщины и Херсонщины.

7) **Кварцевый порфир** по составу совершенно соответствует граниту, но отличается порфировым сложением. Основная масса плотная, с занозистым изломом. Встречается преимущественно в виде жил. Отличается большой крепостью, хорошо обрабатывается и принимает полировку. Сопротивление раздавливанию колеблется от  $825$  до  $1\,700\text{ кг/см}^2$ .

По красоте и крепости представляет хороший строительный материал. Распространен на Алтае, на восточном склоне Урала и в Тянь-Шане.

8) **Базальт**. Название «базальт» на одном из африканских

наречий означает железо. Основная излившаяся магматическая порода. Представляет плотную скрытокристаллическую массу черного цвета с матовой поверхностью; в состав ее входят минералы, содержащие железо и магний, авгит и оливин, а также известковый полевой шпат. По удельному весу, достигающему 3, базальт принадлежит к самым тяжелым горным породам.

Базальт отличается большим сопротивлением раздавливанию, достигая 3 000 км/см<sup>2</sup>, и прекрасно противостоит выветривающему влиянию непогоды. Поэтому он является прекрасным материалом для сооружения гаваней, мостовых устоев, фундаментов, тротуаров, мостовых и как щебень—для шоссирования дорог. Недостатком базальта является малая огнеупорность и слишком гладкая поверхность, которую он дает в мостовых.

Замечательным свойством базальта является способность растрескиваться и распадаться на шестигранные столбы (столбчатая отдельность), благодаря чему он может быть легче обрабатываем. Разрезая столбы поперек, получают многогранные «шашки», очень удобные для кладки.

Качество базальта как строительного материала легко определить по характеру обломков его, располагающихся на откосах, в осыпях. Обломки, имеющие острые края, указывают на лучшее качество базальта, и, наоборот, округлые обломки свидетельствуют о сравнительно низком качестве. В последнее время базальт получил применение в качестве материала для отливки кислотоупорной посуды и для фигурного литья.

Базальт—самая распространенная вулканическая порода на земле. Излияние базальтовой лавы происходит и в современных вулканах Камчатки, в Сицилии, Исландии, в Тихом океане. В СССР древние излияния базальтов распространены в Сибири, Армении и на Кавказе.

## **6) Осадочные породы**

**Пески** являются одной из самых распространенных на земной поверхности горных пород. Они представляют рыхлые накопления минеральных частиц или зерен, главным образом кварцевых, диаметром не больше 2 мм.

По своему происхождению они представляют продукт разрушения, переноса и отложения ранее существовавших пород. В зависимости от способов образования они разделяются на:

- 1) пески морского происхождения—отложенные на морском дне,
- 2) пески речные—перенесенные текучими водами и отложенные в руслах рек,
- 3) золотые песчаные образования—перенесенные и отложенные ветром,
- 4) ледниковые—отложенные талыми водами, вытекающими из-под ледника.

При определении пригодности песков для тех или иных целей необходимо выяснить состав песка и крупность зерна. В зависимости от наличия значительного количества того или иного минерала, примешанного к кварцу, пески называются:

- а) слюдистыми—содержащие мелкие блестки слюды,
- б) глауконитовыми—землистого цвета от присутствия минерала глауконита,
- в) чистыми кварцевыми—белого или светлосерого цвета и т. д.

По крупности зерен пески делятся на следующие группы:

	Величина зерна
Пыль (во влажном виде) . . . . .	0,01—0,05 мм.
Мелкозернистый песок . . . . .	0,05—0,25 »
Среднезернистый » . . . . .	0,25—0,5 »
Крупнозернистый » . . . . .	0,5 —1,0 »
Очень крупнозернистый . . . . .	1,0 —2,0 »

Пески разрабатываются по всему СССР в многочисленных карьерах для самых различных целей. В зависимости от технического применения различают следующие сорта их: строительные, стекольные, литейные, шлифовальные, фильтровальные и т. д.

Пески морского происхождения благодаря своей чистоте и однородности дают лучший по качеству материал. Чистоту песка определяют, растирая его пальцами; от хороших песков на пальцах не остается пыли. Лучшие

это определение делать в стакане воды: чистый песок, погруженный в воду, не делает ее слишком мутной.

Для стекольного производства применяются чистые кварцевые пески с содержанием не менее 99 % кварца. Железо, глина, слюда в нем недопустимы.

Литейный песок (также кварцевый) должен иметь крупные зерна, если идет на формы для тяжелых отливо; для легких отливо; идет тонкий песок.

Огнеупорный песок, идущий на приготовление разного рода огнеупорных изделий—кирпича, посуды и пр., не должен содержать примесей окиси железа, глины и щелочей. Содержание извести до 2% желательно.

Для приготовления бетона требуется песок без глины и органических примесей.

Песок, как и гравий, идет на балластировку железнодорожного полотна, шоссе;ных дорог, асфальтовых дорог, тротуаров, штукатурных работ и имеет целый ряд других, более мелких технических применений.

**Песчаники.** Песчаником называют породу, состоящую из зерен, преимущественно кварца, связанных каким-либо минеральным цементом.

Зерна кварца обычно окатаны и имеют округлую форму, реже остроугольные.

Кроме зерен кварца, песчаники иногда содержат в заметном количестве слюду, полево;шпат, глауконит и носят названия слюдистых, полево-шпатовых, глауконитовых и т. д. Наконец, если песчаник состоит только из зерен кварца, то называется кварцевым. Песчаники являются ценным строительным камнем и употребляются как облицовочный материал, для скульптурных целей, а также как жерновые, точильные камни и как огнеупорный камень.

Твердость песчаников весьма неопределенна и изменяется в зависимости от состава цемента. Прочность против выветривания понижена вследствие неустойчивости цемента. Сопротивление раздавливанию колеблется от 400 до 1 000 кг/см<sup>2</sup>.

**Кремнистые песчаники.** Цементом кремнистых песчаников являются различные разновидности кремнезема:

халцедон, опал и пр. Заполнение цемента между песчаниками может быть неполным. Кремнистые песчаники обладают лучшими из всех песчаников физическими и техническими свойствами. Ими мостят тротуары (плитняк), улицы (брусчатка), шоссе (щебень).

Для жерновов идут песчаники, в которых кремнезем заполняет поры между зернами не полностью, так как такого строения песчаники не отполировываются при стирании. Некоторые сорта песчаников используются для устоев мостов. Так, из кварцевого песчаника сооружены устои мостов московской Окружной дороги.

**Глинистые песчаники** сцементированы глинистым веществом с примесями окислов железа. Они принадлежат к наиболее мягким, легко выветривающимся, строительным камням и совершенно не пригодны для фундаментов и водных построек.

**Мергелистые песчаники** сцементированы известково-глинистым цементом. Очень непрочны, легко выветриваются и годны не для строительных целей, а для изготовления цемента.

**Известковые песчаники** сцементированы плотной или кристаллической известью, часто с примесью кремневой кислоты, или  $MgCO_3$ . Сравнительно легко поддаются выветриванию. Однако при большом содержании цементирующего вещества и его кристаллическом строении известковые песчаники приобретают твердость и могут служить для строительных целей.

**Глауконитовые песчаники** имеют зеленый цвет благодаря присутствию зерен глауконита. При преобладании известкового цемента часто представляют собою хорошие строительные камни.

**Железистые песчаники** связаны гидратом окиси железа. Для строительных целей не применяются вследствие их незначительной крепости.

**Известняки** относятся к породам органического происхождения и некоторые из них химического. Они состоят из углекислого кальция ( $CaCO_3$ ), в большинстве случаев загрязненного примесями магнезии, марганца, глины, углистого вещества, железистых соединений и т. д.

Подавляющее большинство известняков образовалось в прошлые геологические периоды на дне морей из скопления раковин и скорлупок морских организмов. Последние заимствуют необходимый им для построения скелетов кальций из морской воды в виде сернокислого кальция, который в теле животного разлагается и превращается в  $\text{CaCO}_3$ . После смерти организмов их раковины и скелеты осаждаются на дне и образуют толщи органических известковых осадков. Последние впоследствии благодаря процессам диагенеза превращаются в плотную горную породу — известняк.

Известняк является одной из самых распространенных горных пород и широко используется в строительной и химической промышленности. Наиболее чистые разновидности их, с содержанием посторонних веществ не более 3%, идут на изготовление портландцемента, применяются в стекольной и химической промышленности, а также для обжига на известь.

Обыкновенные, или плотные, известняки имеют твердость 3. Цвет зависит от примесей: желтоватый, сероватый, бурый, иногда белый. Излом раковистый, занозистый, неровный. Вскипает под действием соляной кислоты.

Глинистые известняки в зависимости от процентного содержания глины разделяются на:

глинистые . . . . .	до 10% глины
мергелистые . . . . .	от 10 до 20%
мергеля . . . . .	от 20 до 50%

При дыхании на них они пахнут глиной, а при растворении в соляной кислоте ( $\text{HCl}$ ) оставляют илистый осадок.

**Кремнистые известняки** пропитаны кремнекислотой ( $\text{SiO}_2$ ), содержание которой иногда достигает 50%. Отличаются стойкостью на выветривание, прочностью и твердостью, трудно отесываются, раскалываются с образованием острых краев. Пригодны для водных сооружений.

**Оолитовые известняки** состоят из уплотненных известковых шариков (оолитов) величиной от 1 до 5 и более миллиметров в диаметре, сцементированных известковой массой. Образуются как химический осадок на песчинках

в прибрежных зонах моря. Вследствие малой крепости представляют плохой строительный материал. В редких случаях мелкозернистой разности с сопротивлением раздавливанию около  $200 \text{ кг/см}^2$  применяются для построек.

**Асфальтовый известняк** пропитан битумами (битуминозный известняк), обычно темного, черного цвета. При достаточном содержании битуминозного вещества может служить для добычи асфальта.

**Раковинный известняк** представляет скопление створок раковин морских организмов (пластинчатожаберных и брюхоногих), спементированных углекислым кальцием. Раковинный известняк от выветривания разрыхляется—выкрошивается. Разновидности его, в которых створки раковин связаны плотным пементом и выдерживают нагрузку  $100\text{—}200 \text{ кг/см}^2$ , употребляются для разных сооружений; в Одессе и Феодосии из него построено большинство домов.

Раковинные известняки широко распространены вдоль побережий Черного, Азовского и Каспийского морей, в предгорьях Кавказа и других местах СССР.

**Доломитизированные известняки** представляют породу, содержащую примесь магнезия. Если примесь этого элемента достигает  $45,65\%$ , порода носит название доломита. При меньшем содержании  $\text{Mg CO}_3$  известняк называется доломитизированным. Доломитизированный известняк обычно тверже и тяжелее обыкновенного. Некоторые сорта его выдерживают сопротивление от  $600$  до  $900 \text{ кг/см}^2$ . Смотри по толщине слоя и качеству, он употребляется или как штучный камень на лестничные ступени, тротуары, цоколи, карнизы и пр. или для обжига на известь.

Доломитизированные известняки распространены в Ленинградской области и других районах Союза.

**Мраморовидные известняки** отличаются неполным кристаллическим строением. В них мелкие кристаллы  $\text{CaCO}_3$  заполняют значительную часть массы, а остальная часть заполнена плотным известковым цементом. Они в большинстве случаев плотны, крепки, хорошо принимают полировку. Применяются на подоконники, ступени, площадки лестниц, pedestals памятников и т. д.

**Доломит** (назван по имени минералога Доломье) состоит из углекислого кальция и магния ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ). Нормальный доломит содержит 54,35 %  $\text{CaCO}_3$  и 45,65 %  $\text{MgCO}_3$ . Образуется путем изменения (доломитизации) известняков в результате частичного растворения  $\text{CaCO}_3$  и обогащения углекислым магнием.

По внешнему виду доломиты походят на известняки, но гораздо тверже и крепче последних. Их можно отличить при помощи соляной кислоты. Если капнуть ею на доломит, то он не вскипает и не выделяет  $\text{CO}_2$ , как известняк; но если поверхность породы поскрести ножом, то получившийся порошок будет вскипать.

Доломиты применяются для различных целей в строительном деле и в цементном производстве; могут быть с успехом применены и для обжига на известь. Они широко распространены на Урале и в Поволжье, близ Казани, в Жигулях, а также на Северном Кавказе.

**Мел** представляет мягкую, легко растирающуюся породу, состоящую преимущественно из мельчайших раковин морских организмов (фораминифер и др.). Цвет белый, сероватый, иногда желтоватый. Химический состав и происхождение—то же, что и у известняков.

Мел широко используется в строительном деле: на изготовление стекольной замазки, на побелку, для обжига на известь и в цементном производстве. В сельском хозяйстве применяется для удобрения.

В СССР огромные залежи мела находятся на Украине, в ЦЧО и на Волге.

**Мергеля** по составу занимают промежуточное положение между известковыми и глинистыми породами, т. е. состоят из смеси известняка и глины. Они образуются путем одновременного накопления известковых и глинистых осадков в неглубоких или прибрежных частях морей, а также на дне озер и болот.

Мергеля могут быть очень разнообразны по составу и содержат то больше извести (известковые мергеля), то глины (глинистые мергеля). От известняков их можно отличить, если подействовать на поверхность породы каплями соляной кислоты. Мергель шипит и вскипает, после чего

на месте капли остается пятно грязи; между тем на куске известняка место высохшей капли остается чистым. Они представляют одну из распространенных горных пород.

Большинство мергелей легко выветривается, обладает незначительной прочностью и нестойко в отношении мороза, так как впитывает много воды. В качестве строительного камня применимы лишь самые твердые сорта. Главнейшее применение находят известковые мергеля при производстве цемента.

**Известковый туф, или травертин**, — пористая порода белого, серого, иногда желтовато бурого цвета, состоящая из углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) с примесями тех или иных веществ.

По своему происхождению относится к химическим осадкам, отлагаемым главным образом минеральными и гораздо реже пресными источниками при их выходе на поверхность. Подземная вода, будучи насыщена тем или иным количеством свободной  $\text{CO}_2$ , в условиях высокого давления (по сравнению с давлением на земной поверхности) при прохождении через известковые породы растворяет их.

Вследствие довольно значительной пористости и мягкости (в свежем состоянии) известковые туфы режутся простой столярной пилой. Впоследствии на воздухе они отвердевают.

Травертины в отдельных местах слагают целые горы (горячая гора в Пятигорске). В Пятигорске из травертина построено много зданий.

## **в) Метаморфические породы**

**Глинистые сланцы** представляют начальную стадию метаморфизма глинистых пород и таким образом занимают как бы промежуточное положение между осадочными породами и метаморфическими (спрессованные глины). Цвет серый, голубоватый, темнозеленый и черный. Раскалываются на пластинки, из которых получается кровельный или аспидный сланец — хороший, негорючий кровельный материал. Употребляется кроме того на подоконники, полы, тротуары, грифельные доски.

**Филлиты**—темные глинисто-слюдяные сланцы. В большинстве случаев тонкослоистые, с ровной, иногда плейчатой поверхностью. Мельчайшие тонкие листочки слюды, не различимые простым глазом, придают филлитам характерный шелковистый блеск.

Филлиты образуются из глины или глинистых сланцев в результате динамометаморфизма. Они представляют как бы промежуточную стадию метаморфизма породы между глинистым и слюдяным сланцем.

Твердость филлитов незначительна. Устойчивые на выветривание разновидности применяются, как и глинистые сланцы, в качестве кровельного материала. Присутствие серного колчедана является вредным и обуславливает их непригодность.

Толстые и более прочные плиты идут на ступени, карнизы, пороги и т. д.

**Слюдяные сланцы**—породы, состоящие из блестящих листочков белой или черной слюды, спаянных кварцем. Часто содержат гранаты и другие минералы.

Образовались благодаря метаморфизму глинистых и мергелистых пород. При увеличении содержания полевого шпата они превращаются в гнейсы.

В качестве строительного материала применимы лишь толстослоистые разновидности, содержащие много кварца и незначительное количество слюды. Употребляются для перекрытий и кровлей. Богатые слюдой сланцы применяются в качестве футеровочных камней в доменных печах.

Различного рода кровельные сланцы распространены в Карелии, на Урале, Кавказе, в горных хребтах Средней Азии, Сибири, в украинской кристаллической полосе.

**Гнейсы**—состоят, как и гранит, из кварца, полевого шпата, слюды и роговой обманки, которые (в отличие от гранита) расположены параллельными слоями. Отдельные разновидности, в которых сланцеватость выражена слабо, представляют собою промежуточное состояние между типичными гнейсами и гранитами, носят название гранито-гнейсов и гнейсо-гранитов.

Применение гнейсов—то же, что и гранитов, но по прочности они уступают гранитам, подвергаясь вследствие нали-

чия сланцеватости выветриванию. Распространены в тех же районах, что и слюдяные сланцы.

**Кварцит** представляет собою сильно измененный песчаник, в котором кварцевый цемент полностью заполняет промежутки между зернами породы, так что она имеет сплошной, сливной вид. Большинство кварцитов относится к породам метаморфического происхождения.

Кварциты очень тверды (тв. 7), они парают стекло. Удельный вес 2,5—2,8. Излом раковистый, занозистый. Жирный блеск в изломе. Цвет чистых кварцитов—белый, от примесей — красный, фиолетовый, серовато-белый и других оттенков.

Кварциты представляют прочнейший строительный материал, но вследствие большой твердости они с трудом поддаются обработке, что является их недостатком. Крепость на сжатие их достигает  $1980 \text{ кг/см}^2$ , а в среднем  $1200 \text{ кг/см}^2$ . Прочность кварцитов на выветривание также велика. Они хорошо, хотя и с большим трудом, полируются. В строительном деле они употребляются на монументы, украшения и внутреннюю отделку больших зданий, мощение, ступени и т. д. Большая огнеупорность кварцитов позволяет применять их на внутреннюю обкладку металлургических печей.

В СССР месторождения различных сортов кварцитов, как и песчаников, весьма многочисленны. Целый ряд месторождений кварцитов разрабатывается во многих местах Карелии. Хорошие кварцевые песчаники, частью сливные, в Московском районе известны под именем «дикаря».

**Мрамор** (название происходит от греческого слова, обозначающего «блестящий») — порода метаморфического происхождения, состоящая из мелких кристаллов известкового шпата (кальцита).

Мрамором часто и совершенно неправильно называют всякий отполированный известняк. В отличие от известняка, который является матовым на расколе, мрамор благодаря кристаллическому строению искрится, как сахар. Окраска и крупность зерна бывают различны. Легко вскипает при действии слабой соляной кислоты и даже крепкого уксуса.

Хорошо обрабатывается и полируется. Сопротивление раздавливанию 500—1 200 кг/см<sup>2</sup>.

Лучшие сорта мраморов идут для художественных скульптурных работ; они отличаются белоснежным цветом и тонкозернистым строением. Из них создавали свои статуи древние греки и римляне. Различные сорта применяются для художественной отделки зданий и т. д.

В СССР месторождения различных мраморов находятся на Урале, Украине, в Олонецком крае, на Кавказе, Алтае и других местах.

## Г. Каменный уголь

Каменный уголь известен с глубокой древности, но поиски и добыча его в широких размерах развиваются лишь со второй половины XVIII века. На ряду с железом и нефтью ископаемый уголь является одним из основных рычагов современной культуры. Он дает ту энергию, которая приводит в движение поезда, пароходы, а также многочисленные заводы и фабрики; его теплом обогреваются сотни миллионов людей. Значительная его часть поступает в переработку в особых печах на так называемый кокс, употребляемый на металлургических заводах для выплавки чугуна. Из ископаемого угля добываются светильный газ и каменноугольный деготь. Из последнего путем химической переработки получают громадное количество различных продуктов, например, карболовую кислоту, многие лекарства, сахарин, пахучие вещества для приготовления духов, мыла и пр.

Каменный уголь образовался из остатков растений путем их скопления и медленного разложения, главным образом под водой. В одних случаях пласты угля накапливались в громадных болотах, на том самом месте, где росли эти растения. Угли, образовавшиеся таким способом, называются **автохтонными**. В других случаях растительный материал переносился реками и отлагался около их устья, в морях и озерах, куда впадали эти реки. Эти угли называются **аллохтонными**. Накопление растительных остатков как тем, так и другим способом происходит и в наше время.

Примером автохтонного накопления служат громадные торфяники у нас, в СССР, и знаменитое непроходимое «Большое гиблое болото» в Северной Америке, густо заросшее лесом, папоротниками, камышами и мхом, где бесчисленные стволы деревьев, сваленные ветром, устилают поверхность болота и погружаются в толщу торфа. Накопление приносимого реками растительного материала происходит в дельтах многих современных рек, например, в устьях сибирских рек, впадающих в Ледовитый океан.

Значительная часть ископаемых углей образовалась в период жизни земли, носящий название каменноугольного, который замечателен пышным развитием растительности—гигантских папоротников, хвощей и пр. (рис. 26).

По внешнему виду ископаемые угли можно разделить на четыре вида: торф, бурый уголь, каменный уголь и антрацит. Каждый из этих видов имеет различное содержание как углерода, так и других составных частей.

	Углерод	Водород	Кислород и азот	Зола
	В процентах			
Торф . . . . .	51,47	5,96	32,68	9,67
Бурый уголь . . . . .	61,20	5,17	21,28	12,30
Каменный уголь . . . . .	83,47	6,68	9,59	0,20
Антрацит . . . . .	91,44	3,36	2,79	1,52

Торф сложен из остатков различных мхов и трав, листьев, сучков, корней и стволов деревьев, видимых простым глазом; имеет коричневатый или буровато-черный цвет. Хрупкий, в руках рассыпается в труху. Он добывается из торфяных болот.

Площадь торфяных залежей в СССР исчисляется в 161 млн. га. Ценность торфа в народном хозяйстве велика: он представляет собою дешевое, легко добываемое топливо.

На дне зарастающих озер, кроме торфа, накапливаются мелкие остатки плавающих растений, мельчайших водорослей и т. д. Последние при разложении дают гнилостный ил, или **сапропель**. Этот черный ил после высушивания превращается в крепкую тяжелую горючую массу, выделяющую много тепла.



Рис. 26. Лес каменноугольного периода.

**Бурый уголь** занимает среднее положение между каменным углем и торфом. Растительный материал, составляющий его, настолько спрессован и изменен, что остатков растений простым глазом не видно. Он плотный и имеет бурый или темнобурый цвет, матовый, иногда тускло-блестящий.

Разновидности бурого угля, в которых заметны растительные остатки и даже сохраняются строение и наружный вид древесины, называются **лигнитом**.

**Каменный уголь** имеет черный цвет и большую твердость, чем бурый уголь; может быть блестящий, жирный и матовый. Ясных остатков растений незаметно.

**Антрацит** считается по теплотворной способности самым лучшим из ископаемых углей. Цвет черный, сильный блеск, напоминающий блеск металла; очень крепок, плотный, ломается остроугольными кусками.

Запасы ископаемых углей в СССР огромны; они по своей величине занимают четвертое место в мире. Большая часть запасов, около 86 %, находится в азиатской части Союза и главным образом (около 72 %) падает на Кузбасс. Кроме того месторождения имеются в Казакстане, на Урале; всем известны месторождения в Донбассе.

При поисках ископаемых углей необходимо прежде всего руководствоваться тем, что они встречаются среди осадочных пород в виде пластов. В одних случаях эти пласты обнажаются на поверхности земли, в других они находятся на глубине.

В том случае, если угольные пласты обнажены, под влиянием так называемых атмосферных агентов они изменяют вид. Они распадаются в обнажаемой части сначала на кусочки, которые при дальнейшем распаде в конце концов обращаются в угольную сажу. При этом глины и глинистые сланцы, которые обычно лежат в кровле и почве угольного пласта, в обнаженной части иногда обращаются в белую глину, в так называемую «меловку».

Вот эти-то белые глины, или «меловки», сопровождающие выходы угольных пластов, а также наличие сажи и являются руководящим признаком при поисках. При поисках

нужно изучать также гальки и куски горных пород в долинах рек, в оврагах и на склонах. Наличие среди них обломка или гальки каменного угля может указать на близкое местонахождение выхода углей, так как угольные пласты осыпаются по склону горы и отдельные куски разносятся потоками ручьев и рек.

В случае, если угольные пласты не обнажаются на поверхности земли, их можно обнаружить только путем искусственных обнажений, шурфом или скважиной. Поэтому необходимо осматривать колодцы для воды, глинокопные ямы, каменоломни и т. д.

## **Д. Нефть**

Нефть представляет жидкость, окрашенную в бурый, темнозеленый или даже черный цвет; реже встречается почти бесцветная. Легко узнается по своему запаху, напоминающему керосин.

Главную составную часть нефти является углерод и водород, которые образуют соединения—углеводороды—чрезвычайно разнообразного состава. Поэтому нефти как из различных месторождений, так и с разных горизонтов одного и того же месторождения бывают не одинаковы по составу. Различают две главные группы нефти: парафиновую и нефтяную. Первые из них легче нефтяных; они дают больше светильных масел, чем смазочных. Нефтяные, наоборот, более тяжелые, дают больше смазочных масел, чем осветительных.

Нефть залегает пластами, пластообразными залежами и гнездами, пропитывая рыхлые или пористые осадочные породы. Такими породами являются пески, пористые и трещиноватые песчаники, известняки и мергеля. Месторождения нефти встречаются среди пород различного возраста. Из них наиболее важные в промышленном отношении в СССР залегают среди осадочных образований, относящихся к третичному периоду.

Нефтеносные пласты или лежат горизонтально, или могут быть смяты в антиклинальные и синклинальные складки. В последнем случае в сводовых частях антиклиналей ско-

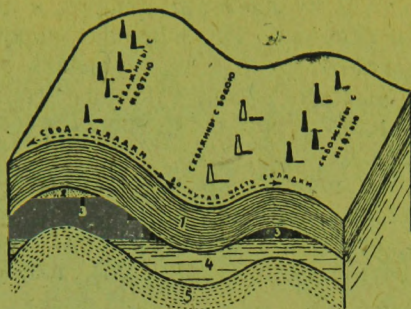


Рис. 27 (из кн. С. С. Гембицкого). Нефтеносные пласты. 1—нефтенепроницаемые породы; 2—газы; 3—нефть; 4—вода; 5—нефтенепроницаемые породы.

пляются выделяющиеся из нефти газы, как наиболее легкие, ниже их нефть, а еще ниже, как наиболее тяжелая,—вода.

Относительно происхождения нефти разными учеными высказано несколько гипотез (предположений). Все эти предположения в основном можно свести в двум группам. Сторонники одной группы утверждают, что нефть образовалась в результате скопления и разложения животных и растительных остатков. Это накопление происходило в морских бассейнах путем погружения на дно морских животных и растений, которые заносились илом и песком, а в дальнейшем покрывались другими осадочными образованиями. Таким образом под давлением создавались условия перегонки органических остатков без доступа воздуха.

Сторонники другой группы гипотез считают, что нефть образовалась неорганическим путем, т. е. без участия организмов. Они объясняют образование нефти в недрах земли чисто химическим путем.

Несомненно, что большая часть нефти образуется вследствие естественной перегонки жировых веществ, остающихся после разложения трупов животных, хотя для некоторых исключительных случаев возможно и неорганическое происхождение.

Признаки нефтеносности пород довольно разнообразны. Просачиваясь на поверхность земли, нефть образует нефтяные источники, которые легко распознаются. Иногда

нефть выделяется со дна рек, озер и морей. Это выделение со дна водных бассейнов дает надежные указания на ее присутствие в недрах.

При незначительном выделении нефти на поверхности воды наблюдаются небольшие пятна тонкой пленки, обнаруживающие яркую игру цветов. Пленки, похожие на нефтяные, появляются на поверхности вод и от окислов железа. Чтобы отличить одну от другой, следует разбить пленку. При этом пленки от окислов железа разделяются на угловатые части, тогда как части нефтяных пленок сейчас же сливаются.

На выходах нефтяных пород или в местах проникновения нефти по трещинам легко испаряющиеся части ее улетучиваются, и нефть густеет, образуя прочный покров из смеси песка и нефти. Такого рода **кировый** покров служит показателем нахождения под ним нефтяного месторождения.

При поисках нефти приходится учитывать не только прямые указания на ее присутствие в данном месте, но также обращать внимание на косвенные признаки. Дело в том, что часто такие явные признаки на поверхности земли, как непосредственное сочение нефти из пласта, натеки асфальта, кира, говорят не только о том, что нефть в пласте имеется, но также и о том, что нефть сочится уже давно и в пласте ее осталось мало. Практикой установлено, что последнее соображение правильно. Интереснее с промышленной точки зрения найти нераскрытый нефтяной пласт, лежащий на глубине, в котором нефть сохранилась полностью. О присутствии такого пласта под землей свидетельствуют иногда следующие явления, наблюдаемые на поверхности земли: выходы газа, часто загорающегося от спички («вечные огни» в окрестностях Баку), выходы сероводородных источников, грязевые сопки и т. д.

Нефть играет чрезвычайно важную роль в различных отраслях хозяйства. В сыром виде она употребляется в качестве топлива. Она перерабатывается на перегонных заводах и дает такие продукты, как бензин, керосин, газолин, смазочные масла, асфальт, различные взрывчатые вещества и многие другие.

Среди многочисленных нефтяных месторождений Союза наиболее крупные, имеющие большое промышленное значение, находятся в Бакинском районе, Северокавказском крае, Кубано-Черноморском районе, Урало-Эмбинском, в Фергане и на острове Сахалине. Крупное месторождение нефти недавно открыто на Урале, в районе Стерлитамака.

По количеству разведанной нефти СССР в настоящее время занимает первое место в мире.

## ГЛАВА 6

### МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Поиски подземной воды в засушливых, безводных местах производились «знахарями» этого дела—водоискателями—уже в древние времена человеческой истории. В столь же отдаленные времена люди научились различать подземные воды по их качеству и применять некоторые из них для лечения тех или других болезней. Любопытные указания на существование в отдаленном прошлом курортов получены при раскопках развалин города в предгорьях Эмпидавра (в Греции), где был найден колодец, некогда использовавший минеральную воду. Было выяснено, что этот город был курортом, основанным в V веке до нашей эры знаменитым отцом современной медицины Эскулапом (Асклепием). Еще более древние свидетельства об использовании подземных вод для лечебных целей, относящиеся к бронзовому веку, были обнаружены в долине реки Инн (Швейцария) в виде погребенных под илом примитивных колодцев, некогда использовавших железистую воду<sup>1</sup>.

Пользуясь с давних пор вполне заслуженной славой лечебных источников, минеральные воды особенно широкое использование получили за последнее время в Западной Европе. Однако там они не являются легко доступными беднейшему классу трудящихся.

Поиски минеральных источников таким образом большое значение приобретают для Страны советов, где открытие

<sup>1</sup> О. К. Ланге, Краткий курс гидрогеологии, Гостехтиздат, 1931 г.

курортов, доступных широким трудящимся массам, является актуальной задачей.

Под минеральным источником среди гидрогеологов и врачей в СССР принято понимать естественный выход на дневную поверхность такой подземной воды, которая используется или может быть использована для лечебных целей. Среди туземного населения такие источники нередко называются «целебными». В подавляющем большинстве случаев минеральные воды отличаются от обыкновенных (пресных) высоким содержанием растворенных в них веществ — солей и газов (больше 1 грамма на литр), которые и обуславливают их лечебное значение.

При меньшей минерализации источники приобретают лечебные свойства либо благодаря присутствию эманации радия (радиоактивные воды), либо только благодаря их высокой температуре (акратотермы).

По своему происхождению все подземные, в том числе и минеральные, воды разделяются на три основных группы: 1) вадозные, 2) ювенильные (девственные) и 3) смешанные.

Первые произошли путем просачивания (инфильтрации) в глубь земли дождевых и талых вод. Минерализация их объясняется выщелачиванием, растворением солей или минералов при их прохождении по трещинам, порам и пустотам горных пород.

Источником питания ювенильных вод являются пары воды, выделяющиеся из магмы, поднявшейся в верхние части земной коры. Поднимаясь по трещинам с больших глубин, они сгущаются и выносят в растворенном состоянии различные вещества, частично выделяя их при прохождении через горные породы.

Ювенильные воды в их чистом виде однако являются редкостью. В подавляющем большинстве случаев при прохождении через верхние части земной коры ювенильные газы и растворы встречают вадозные воды и, увлекая их, выходят в виде источников смешанной воды — ювенильной и вадозной.

Большинство минеральных источников распространено в областях с нарушенным залеганием горных пород, где выход их на земную поверхность приурочен главным обра-

зом к тектоническим и другим трещинам. В СССР такими районами являются Кавказ, Туркестан, Алтай, Забайкалье и др. Однако и в районах спокойного залегания слоев (как средняя полоса европейской части Союза и др.) можно встретить ценные минеральные источники, о которых еще нет сведений в геологической литературе. Но в то время как в тектонических областях можно встретить воды смешанные, а иногда и ювенильные, в районах спокойного залегания слоев распространены воды вадозные.

При поисках полезных ископаемых в отношении минеральных источников в виду их слабой изученности перед начинающим исследователем открывается широкое поле интересных открытий.

Более или менее общим признаком, указывающим на значительную минерализацию источников, является скопление известковых или кремнистых туфов или бурого железняка, отлагаемых источниками при их выходе. Некоторые источники (соленые, углекислые) могут быть определены по вкусовому ощущению, сероводородные по запаху и т. д.<sup>1</sup> Не следует пренебрегать указаниями и рассказами местных старожилов, так как обычно туземное население использует минеральные источники как лечебное «народное средство»—без научного определения их действия на организм.

Практическая ценность того или иного минерального источника зависит однако не только от качества воды, но и от его дебита, т. е. от того количества, которое он дает в единицу времени. Поэтому определение дебита источника, хотя бы приблизительное, при поисках должно быть произведено. Это можно сделать, имея карманные часы и сосуд (ведро, бак и т. д.), объем которого известен. Для определения дебита нужно определить по секундной стрелке часов время наполнения этого сосуда, при чем сам источник необходимо перед замером привести в такое состояние, чтобы вся вода попадала в сосуд.

---

<sup>1</sup> Однако для полного определения характера и степени минерализации необходимо брать пробу для химического анализа.

Минеральный источник, прежде чем его эксплуатировать, капитируют, т. е. строят захватное сооружение (колодец, штольня или выводят буровой скважиной). При этом часто представляется возможным увеличить и его дебит.

В зависимости от температуры воды источники разделяются на следующие группы:

1) изотермические, температура которых соответствует средней годовой данной местности, она колеблется в пределах 10—20°C;

2) гипотермические—температура ниже средней годовой местности;

3) термальные (теплые и горячие)—температура выше средней годовой местности и не ниже 20°C.

Источники первой группы выходят из глубины в среднем 25-30 м, не превышающей глубину пояса постоянной температуры. Источники второй группы берут начало в высоких холодных областях и выходят в низовьях долин; они большей частью действуют только летом. Наконец источники третьей группы—термальные—выходят или с большой глубины (превышающей глубину пояса постоянной температуры) или вблизи вулканических очагов.

Таким образом знание температуры источника, что может быть достигнуто при наличии термометра при самых поисках, позволит судить и о глубине залегания питающей его подземной воды.

После этих общих замечаний перейдем к краткой характеристике состава различных минеральных вод.

Все минеральные источники в зависимости от состава растворенных в них солей и газов разделяются на несколько групп и классов, имеющих различное применение.

## **I Группа—щелочные воды**

Воды этой группы характеризуются преобладанием углекислого натра (ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ ); кроме того в них нередко содержится в значительном количестве свободная углекислота.

В зависимости от наличия других веществ они подразделяются на отдельные, имеющие различное применение классы:

1. Углекислые воды.
2. Щелочно-углекислые.
3. Щелочно-глауберовые.

Щелочные металлы этих вод, по мнению большинства ученых, имеют преимущественно глубинное происхождение и связаны с магматическими горными породами. Поэтому большинство источников этой группы относится или к смешанным, или ювенильным водам.

**1. Углекислые воды** отличаются большим содержанием углекислоты; обычно имеют низкую температуру.

Представителями таких вод являются источники:

	С содержанием CO <sub>2</sub> в 1 литре
Мариенбад (Австрия) . . . . .	1514 куб. см. <sup>2</sup>
Апполинариус (Германия) . . . . .	1500 » »
Нарзан (Кисловодск) . . . . .	19 » »

Характерная составная часть этого класса вод—углекислота (CO<sub>2</sub>)—поднимается по трещинам с очень больших глубин и в большинстве случаев представляет последнее дыхание некогда интенсивно проявлявшейся вулканической деятельности, т. е. последнюю стадию остывания магмы. При своем передвижении она встречает трещинные вадозные воды, которые, насыщаясь ювенильной CO<sub>2</sub>, и выходят в виде углекислых источников. Отсюда понятно, почему углекислые источники распространены в вулканических областях (как район Кавказских минеральных вод и др.).

Применение углекислых вод (по Бертенсону <sup>1</sup>): при болезнях сердца, при хроническом ревматизме мышц и суставов, при периферических параличах и невралгиях. Кроме того углекислые воды (нарзан) популярны как питьевые, оказывающие освежающее действие.

**2. Щелочные углекислые**—с преобладанием углекислого натра (т. е. ионов Na<sup>+</sup> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и углекислоты (CO<sub>2</sub>).

<sup>1</sup> Бертенсон Л., Лечебные воды, грязи и морские купанья в России и за границей. 4-е изд., СПб., 1901.

Эти воды бывают теплыми и холодными. Представителями их являются источники:

	Температура	Сухой остаток
1. Виши (Франция) . . . . .	41,0°C	7,00 г. на 1 литр
2. Виши » . . . . .	13—16°C	6,19 » » 1 »
3. Боржом (Грузия) . . . . .	30°C	6,17 » » 1 »

Применение (по Бертенсону): при болезнях печени, дыхательных органов, мочевых органов, подагре, тучности, сахарной болезни и др.

Щелочно-соляные воды этого класса, кроме углекислоты и углекислого натра, содержат поваренную соль (т. е. ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ).

Представителями этих вод являются источники:

	Сухой остаток	NaCl
Ессентуки № 4, 17 и 18 (Северный Кавказ) . . . . .	6,6—9,04 г.	2,7—3,5
Эмс (Германия) . . . . .	3,513 »	0,95

Применение (по Бертенсону) то же, что и щелочно-углекислых, но для людей, плохо упитанных и более слабых.

4. **Щелочно-глауберовые** содержат в значительном количестве сернокислый натр (ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Представителями этих вод являются источники:

	Сухой остаток	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
Карлсбад (Австро-Венгрия) . . . . .	6,29 г.	2,40
Слепцовские (Михайловские) . . . . .	2,9 »	—

Происхождение глауберовой соли источников может быть обусловлено или воздействием на породы, содержащие натрий (например, натровый полевой шпат), серной кислоты, которая образуется от окисления колчеданов, или другими процессами.

Сернокислый натрий обладает слабительным действием. Источники применяются (по Бертенсону) при хронических кишечных катарах, против запоров и пр.

## **II группа — воды поваренной соли**

В водах этой группы преобладает хлористый натр (ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ).

Воды поваренной соли в большинстве случаев образуются путем выщелачивания вадозной водой или залежей соли, или пород, содержащих поваренную соль. Иногда они содержат в достаточном количестве иод или бром и тогда носят названия иодистых или бромистых источников.

В зависимости от большего или меньшего содержания хлористого натра различают:

1. Слабые воды поваренной соли с содержанием хлористого натра не более 15 г. на литр. Таковы источники: в Старой Руссе (13 и 19 г.), Славянские (10,92 г.), Тменикаууский в Осетии (5,38 г.).

2. Крепкие воды поваренной соли, или рассольные, — более 15 г. хлористого натра на литр: Одесские лиманы (Куяльник 58,00 г.), озеро Баскунчак (200,58), Илецкое озеро.

Врачебное употребление (по Бертенсону): при золотухе, рахитизме, ревматизме и подагре.

## **III группа — железистые воды**

Содержит железо чаще в виде двууглекислой закиси —  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  (ионы  $\text{Fe}^{++}$  и  $\text{HCO}_3^-$ ) и свободную углекислоту. Названия железистых вод заслуживают лишь такие воды, в которых двууглекислой соли железа содержится не менее 0,03 и до 0,1 г. на литр.

Эти воды по преобладанию второстепенных составных частей подразделяются:

1. Чистые железистые воды, например, Спа в Бельгии (сухой остаток 0,50 г., углекислого железа 0,07 г.) и липецкие.

2. Железо-щелочные, с содержанием, кроме железа, щелочи (Франценсбад, Австро-Венгрия).

3. Железо-соляные (столыпинские).

4. Железо-известковые (железноводские).

5. Железистые воды с сернической закисью железа (Змеевский источник).

Применение железистых вод (по Бертенсону): при малокровии и хлорозе (бледной немочи).

#### IV группа — горькие воды

Главная составная часть их — сернокислый магний (ионы  $Mg^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$ ), а затем сернокислый натрий; во многих имеется и поваренная соль.

Представителем этих вод является Баталинский источник, Терской области.

Врачебное употребление горьких вод основано главным образом на их слабительном действии. К ним прибегают для восстановления правильного кровообращения в брюшных органах, при обычных запорах и пр. Кроме того (по Лозинскому) горькие воды применяются при лечении от ожирения.

#### V группа — сернистые воды

Сернистые воды характеризуются содержанием сероводорода ( $H_2S$ ) и сернистых металлов (натрия, кальция магния, калия). Они легко узнаются по сероводородному запаху (запах тухлых яиц).

Сернистые источники делятся на горячие, теплые и холодные.

##### Горячие источники

Паратунские (Камчатка) . . . . .	70°C
Нагатинские (Камчатка) . . . . .	80°C
Горячеводские (Терская обл.) . . . . .	81—90°C

##### Теплые источники

Пескупские (Кубанская обл.) . . . . .	49°C
Пятигорские (Терская обл.) . . . . .	46°C
Мацестинские (близ Сочи) . . . . .	23°C

##### Холодные источники

Сергиевские (Самарский район) . . . . .	8°C
Кеммерские (близ Риги) . . . . .	6—7°C
Краинские (Калужский окр.) . . . . .	7—9°C

В зависимости от происхождения сероводорода источники разделяются на две группы:

1. Источники с первичным . . . . .  $H_2S$
2. Источники с вторичным . . . . .  $H_2S$

Первичный сероводород является продуктом реакций, происходящих в магме или в ее оболочке. Такого рода

источники находятся в областях новейших дислокаций земной коры или вулканических областях. Вторичный сероводород образуется от земной поверхности в результате жизнедеятельности особого вида бактерий, перерабатывающих сульфат кальция ( $\text{CaSO}_4$ ) в  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca CO}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Источники с вторичным  $\text{H}_2\text{S}$  могут быть встречены в районах распространения осадочных горных пород, средняя часть европейской части Союза и др.

Применение сернистых вод (по Бертенсону): в виде ванн при лечении суставного ревматизма, сифилиса, подагре и некоторых других болезней.

#### **VI группа—известковые, или землистые, воды.**

В водах этой группы преобладает углекислая или сернокислая известь (ионы  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{--}$ ). Иногда в большом количестве содержится свободная углекислота.

Представителями этих вод являются:

	Сухой остаток		$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{CaSO}_4$
Контрексвиль (Франция) . . .	2,30	г.	0,44	1,52
Бад н (Швейцария) . . . . .	4,09	»	0,39	1,27
Железноводские источники на Сев. Кавказе.				

Известковые воды (по Бертенсону) пользуются целебной славой при лечении хронических катаров мочевого пузыря и почечных лоханок. Ванны при лечении болезней: экзема, чешуйчатый лишай и пр.

#### **VII группа—мышьяковистые воды**

Название мышьяковистых вод заслуживают лишь такие воды, которые содержат мышьяк в количестве, достаточном для врачебного действия и не менее 0,003 г. на литр. Лучшими мышьяковистыми водами считаются те, в которых мышьяк находится в соединении с натрием или калием (щелочами), так как мышьяк в этом виде легче усваивается организмом.

Представителями этих вод у нас в СССР является источник Нарский западный (Северная Осетия) с содержанием 0,005 г. мышьяковистого натра на литр.

Нахождение мышьяковистых источников возможно в областях тектонических, так как мышьяковистые соединения представляют собою продукт магматических выделений.

Самую большую группу больных, пользующихся мышьяковистыми водами (по Бертенсону), составляют неврастеники. Применяются также при общем упадке питания, истощения сил и малокровии.

### **VIII группа—химически безразличные воды, или акротатермы**

Воды этой группы характеризуются малой минерализацией (меньше 1 г. на литр). Они большей частью необыкновенно чисты, прозрачны, нередко с синевато-зеленым оттенком.

Способ действия этих вод на организм долго был непонятен, и лишь открытие в некоторых источниках эманации радия дало возможность уяснить их лечебный эффект. Другие источники не радиоактивны, тем не менее их лечебное значение считается неоспоримым.

Представителями этих вод в СССР являются источники:

- 1) Абаз-Туман (Тифлисс. обл.),
- 2) Брагунские воды (Терская область),
- 3) Туркинские горячие источники (Забайкалье и др.).

Акротатермы применяются (по Бертенсону) в виде ванн при многих болезнях нервной системы, а также при лечении хронического ревматизма, подагры и при других заболеваниях.

## СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Группы и эры	Системы слоев, периоды времени	Отделы слоев, эпохи времени
Новая, или кайнозойская	Послетретичная система	Современный Ледниковый
	Третичная система	Верхний, или неогеновый, Нижний, или палеогеновый
Средняя или мезозойская	Меловая система	Верхний Нижний
	Юрская система	Верхний Средний Нижний
	Триасовая система	Верхний Средний Нижний
	Пермская система	Верхний Средний Нижний
Древняя, или палеозойская	Каменноугольная система	Верхний Средний Нижний
	Девонская система	Верхний Средний Нижний
	Силурийская система	Верхний Нижний
	Кембрийская система	Верхний Средний Нижний

Архейская, или докембрийская

## Словарь

Алфавитный указатель геологических терминов, употребляемых в книге

## А

**Абиссальная область**—область наибольших океанических глубин (свыше 1 000 м).

**Абразия**—разрушение суши прибоем морских волн.

**Авгит**—минерал (см. стр. 38).

**Автохтонные угли**—см. стр. 129.

**Азурит**, медная лазурь—минерал (см. стр. 101).

**Аллохтонные угли**—см. стр. 129.

**Аллювий**—речные наносы. Признаком является залегание на дне долины или под водой современной реки, или на террасообразных уступах долины (древний аллювий). Образуется вследствие переноса и отложения разрушенного материала (песок, гравий, галька, реже глина) водами, текущими вдоль ложбин стока.

**Алмаз**—минерал, состоящий из чистого углерода и обладающий максимальной твердостью (см. стр. 40, 107).

**Алюминий**—металл (см. стр. 101).

**Аметист**—минерал, окрашенный в лиловый цвет, разновидность кварца, полудрагоценный камень (см. стр. 38).

**Анализ**—изучение минерала, горной породы и других физических тел, явлений и т. д. путем разложения их на составные части.

**Анаморфизм**—воссоздание (см. Зона анаморфизма).

**Андалузит**—название происходит от местности Андалузия (Испания), минерал группы топаза  $Al_2SiO_5$ . Кристаллизуется в ромбической сингонии. Окрашен—в зависимости от примесей—в серый, желтый, бурый цвет. Типичный минерал зоны анаморфизма (восстановления), образуется из глин, сам дает вторичные слюды, от воды переходит в каолин. Употребляется как огнеупорный материал.

**Антиклиналь**—антиклинальная складка; так называется форма залегания слоев, в которой слои выпукло, дугообразно изогнуты; падение слоев идет от ядра складки (составленного древнейшими породами) по крыльям к расширенному основанию. Форма залегания, напоминающая прописную букву «А».

**Антрацит**—см. стр. 130.

**Апатит**—минерал (см. стр. 34, 112).

**Аплит**—жильная порода (см. стр. 59, 60).

**Аргентит**, серебряный блеск—минерал (см. стр. 96.)

**Аркоза**—порода осадочного происхождения, получающаяся вследствие цементации аркозовых песков.

**Аркозовые пески**—получаются от разрушения главным образом гранитов. Представляют собой грубозернистую сыпучую массу, состоящую из обломков кварца, полевого шпата и слюды, смешанных с кусочками пород.

**Асбест**—горная порода метаморфического происхождения (см. стр. 32, 106).

**Асфальт**—минерал и полезное ископаемое (см. стр. 135).

**Асфальтовый известняк**—см. стр. 124.

**Атмосферные агенты**—вода, воздух, солнечная теплота, мороз и другие факторы, воздействующие извне на горные породы, образующие земную кору.

**Аурипигмент**—минерал (см. стр. 100).

## **Б**

**Базальт**—изверженная кристаллическая порода (см. стр. 57, 119).

**Базис эрозии**—так называется низшая точка размыва для данной местности, устье оврага, речки, крупной реки. Устье оврага будет базисом эрозии только для этого оврага, устье крупной реки—для всего бассейна этой реки.

**Берилл**—минерал (см. стр. 100).

**Биотит**—минерал (см. стр. 30).

**Битуминозный известняк**—см. стр. 124.

**Блеск минералов**—см. стр. 21.

**Боксит**—минерал (см. стр. 28, 104).

**Бренчия**—обломочная порода (см. стр. 61).

**Бриллиант**—см. стр. 109.

**Буровая скважина**—вертикальная или наклонная горная выработка круглого сечения, различного диаметра (25—1 000 мм, проходима при помощи особых буровых инструментов).

**Бурый железняк**—минерал, водная окись железа (см. стр. 34).

**Бурый уголь**—см. стр. 130.

## **В**

**Вадозные воды**—так называют обычно подземные воды, образующиеся из атмосферных осадков, в отличие от ювенильных вод (см. это слово).

**Вакка**—осадочная порода (см. Граувакка).

**Вкрапления**—форма залегания полезного ископаемого (см. стр. 15).

**Воды железистые**—см. стр. 142.

» известковистые—см. стр. 145.

» карбонатные—см. известковистые

» мышьяковистые—см. стр. 145.

» сернистые—см. стр. 144.

» углекислые—см. стр. 141.

**Воды щелочные**—см. стр. 140.

» **щелочно-глауберовые**—см. стр. 142.

» **щелочно-соляные**—см. стр. 142.

» **щелочно-углекислые**—см. стр. 141.

**Вульфенит**—желтая, или молибденовая свинцовая руда—минерал (см. стр. 97).

**Выветривание**—разрушение горных пород и минералов под влиянием химического и физического воздействия воздуха и воды.

## Г

**Габбро**—горная порода (см. стр. 57, 117).

**Галенит**, свинцовый блеск—минерал (см. стр. 97).

**Гематит**, железный блеск, или красный железняк—минерал (см. стр. 30).

**Генезис**—происхождение.

**Геолог**—человек, специализирующийся и работающий в области геологии.

**Геология**—наука о земле, изучающая ее строение, происходящие в ней изменения и все стадии развития, начиная с возникновения и кончая современным состоянием.

**Геоморфология**—наука, изучающая формы рельефа и их происхождение.

**Геотермический градиент**—расстояние, на которое надо опуститься вглубь земли, чтобы получить повышение температуры на один градус по Цельсию. Его величина равняется в среднем 30 м.

**Геохронология**—геологическое летоисчисление.

**Гидротермальные месторождения**—месторождения полезных ископаемых, отложенные горячими водами, выходящими из глубоких магматических интрузий.

**Гипотермальные источники**—выход подземной воды с температурой ниже средней годовой температуры местности.

**Гипс**—минерал (см. стр. 32).

**Глауконит**—минерал водного происхождения с изменчивым химическим составом. Представляет собой механическую смесь нескольких соединений. В основном это водный силикат глинозема и железа с 2—15%  $K_2O$ .

**Глина**—горная порода осадочного происхождения (см. стр. 62, 110).

**Глинистые сланцы**—горная порода метаморфического происхождения (см. стр. 126).

**Глобигерины**—простейшие микроскопические организмы с известковым скелетом, имеющим округлую, глобусовидную форму, откуда и происходит название.

**Гнездо**—форма залегания горной породы или полезного ископаемого (см. стр. 15),

**Гнейс**—глубокоизмененная перекристаллизованная порода (см. стр. 74, 127).

**Горная порода**—см. стр. 43.

**Горст**—массив, по краям которого произошло опускание соседних частей по трещинам сбросов.

**Горькие воды**—см. стр. 144.

**Грабен**—противоположное горсту—массив, опущенный между двумя сбросовыми трещинами.

**Гранит**—глубинная магматическая порода (см. стр. 56, 115).

**Гранат**—минерал (см. стр. 40).

**Гранулит**—горная порода (см. стр. 74).

**Граувакка**—осадочная порода, получающаяся от разрушения магматических основных пород. Состоит главным образом из плагноклазового полевого шпата, железисто-магнезиальных силикатов и кварца.

**Графит**—минерал, полезное ископаемое (см. стр. 107).

**Грейзен**—горная порода, состоящая из светлой слюды и кварца. Образуется в результате метасоматического изменения, вызванного действием перегретого пара и фтора (грейзенизация), главным образом кислых пород.

## Д

**Дебит источника**—количество воды, вытекающее из источника в единицу времени. За единицу времени принимается секунда, час, сутки.

**Девон**—система слев. Название происходит от Девоншир—местности в Англии, где впервые были описаны отложения этой системы (см. таблицы на стр. 147).

**Делювий**—наносы, образующиеся на склонах плато, рек и оврагов. Образуются вследствие разрушения пород, слагающих плато, периодически текущими водами (талыми, дождевыми и т. д.), переносящими этот разрушенный материал по направлению к ложбинам стока или к морю. Необходимо отметить, что эти образования в противоположность аллювию отлагаются водами, текущими поперек осей ложбин стока. Делювий представлен бывает чаще всего суглинками и супесями, реже гравием.

**Денудация**—под этим словом разумеют разрушение земной коры и снос продуктов разрушения под воздействием текучих вод, атмосферы, морских волн, ледников и других факторов.

**Диабаз**—горная порода магматического происхождения (см. стр. 118).

**Дилювий**—старый термин, не употребляемый большинством геологов (за исключением немецких). В переводе обозначает отложение «потопа». Им обозначают ледниковые отложения. Не следует путать с делювием.

- Динамометаморфизм**—изменение горных пород под влиянием давления.
- Динамотермический метаморфизм**—изменение горных пород под совместным действием давления и высокой температуры (см. стр. 73).
- Диорит**—горная порода магматического происхождения (см. стр. 56, 115).
- Дислокация**—смещение, перемещение, нарушение первоначального залегания горных пород.
- Дифференциация магмы**—разделение магмы на участки разного состава под влиянием силы тяжести и других физико-химических причин.
- Докембрий**—промежуток геологического времени от образования земной коры до палеозойского периода (см. табл. на стр. 147).
- Доломит**—порода осадочного происхождения (см. стр. 123).
- Драгоценные камни**—см. стр. 108.
- Дунит**—основная порода, целиком состоящая из одного минерала—оливина—с включением зерен тяжелых металлов (см. стр. 57 ).

## Ж

- Жеоды**—см. стр. 66.
- Жилы**—форма залегания горных пород (см. стр. 15).

## З

- Залезь**—сосредоточенное нахождение в слоях земли того или другого полезного ископаемого (см. стр. 15).
- Землетрясение**—сотрясение земной коры, вызванное нарушением равновесия во внутренних частях ее.
- Золото**—см. стр. 92.
- Зона анаморфизма**—в противоположность зоне катаморфизма. В этом нижнем поясе земной коры высокая температура (плавление многих минералов) и большое давление. Здесь происходят химические процессы, обратные тем, что происходят в верхней зоне: реакция восстановления и обезвреживание минералов. Наиболее распространенные здесь соединения—это силикаты. Не даром этот пояс часто называют царством кремния.
- Зона катаморфизма**—под этим названием известен верхний слой земной коры (литосферы), противопоставляемый нижнему слою, или зоне анаморфизма. В этом верхнем поясе, или зоне, сложные химические соединения обнаруживают склонность к разложению на более простые, отсюда и происходит название зоны «катаморфизм»—разложение.

В этом же поясе умеренная температура и сравнительно невысокое гидростатическое (всестороннее) давление. Характерными преобразованиями минералов являются: окисление их и обогащение водой (гидротизация). Настоящий пояс богат углеродом и его соединениями, в частности углекислотой.

**Зона окисления**—зона земной коры, где преобладают процессы окисления минералов (см. стр. 82).

**Зона цементации**—вернее, пояс земной коры, в котором преобладают процессы цементации над процессами выветривания. Иначе, это нижний пояс зоны катаморфизма.

**Змеевик, серпентин**—метаморфическая горная порода (см. стр. 32).

## И

**Извержение**—см. стр. 43, 44, 47, 49.

**Изверженные породы**—см. магматические породы.

**Известковый шпат**—минерал (см. исландский шпат).

**Известняки**—осадочные породы (см. стр. 68, 122).

**Известняки глобигериновые**—см. стр. 67.

**Известняки коралловые**—см. стр. 69.

**Известняки кремнистые**—см. стр. 69.

**Известняки криноидные**—см. стр. 69.

**Известняки нуммулитовые**—см. стр. 69.

**Известняки оолитовые**—см. стр. 123.

**Известняки-ракушники**—см. стр. 69.

**Известняки фузулиновые**—см. стр. 69.

**Известковый туф**—пористые известковые отложения (см. стр. 126).

**Излом минералов**—см. стр. 23.

**Изотермические источники**—такие источники, температура воды которых соответствует средней годовой температуре местности, колеблется в пределах 10—20° С.

**Изумруд**—минерал, драгоценный камень (см. стр. 10).

**Ильменит, титанистый железняк**—минерал ( $\text{FeTiO}_3$ ), назван по имени Ильменских гор.

**Ионы.** В растворах молекулы солей распадаются на части с определенным положительным или отрицательным электрическим зарядом. Эти части и называются ионами.

**Инtruзия**—вторжение масс магмы в слои земной коры (см. стр. 47).

**Инфильтрация**—проникновение воды в горную породу под влиянием силы тяжести.

**Инъекция магмы**—тонкое проникновение магмы в осадочные и метаморфические породы по плоскостям слоистости или сланцеватости и по трещинам.

**Исландский шпат**—минерал (см. стр. 28).

**Историческая геология**—наука, изучающая историю развития земного шара.

## К

**Кайнозой**—крупная единица времени в истории земли, иначе кайнозойская эра. Слово обозначает—новая жизнь (см. таблицу на стр. 147).

**Кальцит**—минерал (см. стр. 28).

**Каменная соль**—минерал, хлористый натр (см. стр. 26, 67, 117).

**Каменный уголь**—горная порода органического происхождения (см. стр. 127).

**Каолин**—минерал (см. стр. 28, 10).

**Каптаж**—искусственное сооружение, предназначенное для собирания и улавливания подземной воды.

**Карбон**, или каменноугольная система слоев—образовалась в течение так называемого каменноугольного периода. Название происходит от наиболее характерной породы этой системы—каменного угля. Карбон—по-французски обозначает углерод, т. е. основная составная часть угля (см. табл. на стр. 147).

**Касситерит**—оловянный камень, минерал (см. стр. 89).

**Катаклиз**—раздробление горных пород и входящих в них минералов в условиях одностороннего давления при небольшой нагрузке на породы.

**Катакластическая структура** породы, которую она получает в результате сильного давления и истирания при тектонических движениях (сбросах, надвигах, складках); излом и растирание кристаллов породы сопровождается их цементацией, при чем порода не разрыхляется, а часто становится более плотной.

**Катаморфизм**—разложение (см. зона катаморфизма).

**Кварц**—минерал, чистый кремнезем (см. стр. 38).

**Кварцевый порфирит**—горная порода магматического происхождения (см. стр. 56, 116).

**Кварцит**—горная порода (см. стр. 127).

**Киновар**—минерал  $\text{HgS}$ , руда на ртуть (см. стр. 96).

**Кислая порода**—см. стр. 52, 56.

**Кислотность**—см. степень кислотности

**Кобальт**—химический элемент группы металлов (см. стр. 80, 91).

**Конгломерат**—обломочная порода (см. стр. 61).

**Конкреция**—так называется стяжение в породах (песках, глинах), являющееся результатом цементации ограниченных участков ее. Имеет вид желваков, иногда шаровидных масс.

**Контакт**—соприкосновение двух пород различного состава или времени образования.

**Контактовые месторождения**—см. стр. 85.

**Концентрация** (хим.)—плотность, крепость, степень насыщенности.

**Кордиерит**—минерал, магнезиально-железистый алюмино-силикат. Химический состав непостоянен.

- Норунд**—минерал (см. стр. 40, 110).
- Красная цинковая руда**—см. стр. 98.
- Кратер**—отверстие или углубление на вершине конуса вулкана, через которое изливается лава.
- Кремнезем**—или кремневая кислота, соединение, состоящее из кислорода и кремния (см. стр. 52).
- Кремнекислота**—см. стр. 52.
- Кристалл**—твердое тело, ограниченное в силу своих внутренних свойств плоскими поверхностями, называемыми гранями.
- Кристаллический**—свойственный кристаллу.
- Кристаллические сланцы**—см. стр. 44.
- Кристаллографические признаки**—особенности, которыми характеризуется данная форма кристалла: количество и форма граней, количество и величина углов, общая симметрия, количество осей и плоскостей симметрии и т. д. (см. стр. 20).
- Крокоит**—минерал (см. стр. 97).
- Куприт**—красная медная руда, минерал (см. стр. 101).

## Л

- Лаборатория**—в применении геологии специально оборудованное помещение для детального изучения или испытания минералов, горных пород, полезных ископаемых и т. д.
- Лабораторный метод** исследования минералов и горных пород—см. стр. 19.
- Лабрадор**—минерал из группы полевых шпатов (см. стр. 36).
- Лабрадорит**—порода магматического происхождения, глубинная, состоящая в основном из лабрадора (см. стр. 118).
- Ледниковые отложения**—осадочные образования, получившиеся в результате деятельности ледников, например морены, зандровые пески и т. д.
- Лесс**—мелкообломочная порода, тонкая наощупь, пористая, со своеобразной столбчатой отдельностью. При обрушивании образует отвесные стенки. Характерна желто-бурая окраска. В большинстве случаев состоит из пылеобразных обломков кварца, незначительной примеси извести и глины. Происхождение разнообразное: эоловое, делювиальное, в результате почвообразовательных процессов и пр. (см. стр. 62).
- Лимонит**—минерал (см. стр. и табл. н. стр. 24).
- Линза**—форма залегания пород и полезных ископаемых (см. стр. 15).
- Литогенезис**—процесс образования осадков.
- Литосфера**—каменная оболочка земли, иначе земная кора. Это верхняя твердая оболочка земного шара, сложенная горными породами различного происхождения. Глубина ее определяется в среднем около 100 км.

- Магма**—вязкая масса, характеризующаяся очень высокой температурой и залегающая под земной корой. При образовании трещин в коре магма может извергаться на поверхность в виде огненножидкой лавы. При остывании ее образуются горные породы магматического или изверженного происхождения. Их противопоставляют осадочным и другим породам (см. стр. 43, 47).
- Магматические породы**—горные породы, образующиеся при остывании магмы.
- Магнетит**—минерал (см. стр. 34, 85).
- Макроскопический метод определения горных пород**—определение горных пород на-глаз—не вооруженным микроскопом глазом и без помощи точных лабораторных методов.
- Малахит**—минерал (см. стр. 101).
- Манганит**—минерал (см. стр. 104).
- Марганец**—химический элемент из группы металлов (см. стр. 103).
- Маршрут**—путь, направление следования (см. стр. 14).
- Медь**—минерал из группы металлов (см. стр. 28, 100).
- Медный колчедан**, или халькопирит («халькос» по-гречески—медь «пирит»—железный колчедан)—одна из главнейших медных руд (см. стр. 92, 100).
- Мезозой**—крупная единица времени в истории земли, иначе мезозойская эра. Слово обозначает «средняя жизнь». (см. стр. 147).
- Мел**, или меловая система слоев—образовалась в течение мелового периода. Название происходит от наиболее характерной для этой системы породы—песчого мела (см. табл. на стр. 147).
- Мел**—горная порода осадочного происхождения (см. стр. 69 70, 123).
- Мергель**—горная порода осадочного происхождения (см. стр. 67, 125).
- Метаморфизм**—см. стр. 44.
- Метаморфизм инъекционный**—см. метаморфизм пневматолитический (см. стр. 72).
- Метаморфизм катанастический**—изменение горных пород под влиянием одностороннего давления.
- Метаморфизм контактовый**—изменение горных пород, которое проявляется вокруг больших изверженных масс и происходит при сравнительно низких температурах (по сравнению с пирометаморфизмом). При этом виде метаморфизма может произойти небольшое изменение валового состава породы (см. стр. 70).
- Метаморфизм пневматолитический**—изменение горных пород под влиянием главным образом проникающих в них горячих газов и паров со стороны близ расположенной маг-

мы. Иначе этот вид метаморфизма называется инъекционным, или метаморфизмом с привносом.

**Метаморфизм с привносом**—см. метаморфизм пневматолитический (см. стр. 72).

**Метаморфизм термальный**—вид метаморфизма, в котором температура является преобладающим фактором.

**Метаморфические породы**—см. стр. 45, 72, 126.

**Метаморфогеновые месторождения**—см. стр. 86, 88.

**Метасоматические месторождения**—см. стр. 88.

**Метасоматоз**—процесс изменения минералов или пород под действием растворов.

**Мешок**—форма залегания полезного ископаемого (см. стр. 15).

**Микроскопическое определение**—изучение очень мелких составных частей тела (например, горной породы) при большом увеличении его под микроскопом (см. стр. 19).

**Милонит**—от греческого слова «миланос»—мельница. Обозначает горную породу, получившуюся в результате раздробления и развальцевания горных пород при крупных горообразовательных (тектонических) движениях.

**Минерал**—естественное химическое соединение, обладающее определенным составом и физическими свойствами в случае кристаллического состояния вещества—определенной кристаллической формы.

**Минерализация источника**—количество плотного (сухого, твердого) остатка, получающегося при выпаривании одного литра воды и выраженного в граммах.

**Минеральные воды**—см. стр. 137.

**Молибденит**—минерал, служит рудой на молибден (см. стр. 80, 90).

**Морена**—порода осадочного происхождения, состоящая из нерассортированного материала: глины, песка и валунов, иначе валунный суглинок или валунная супесь, в зависимости от преобладания глинистых или песчаных частиц. Образуется после стаяния ледников.

**Мрамор**—горная порода метаморфического происхождения (см. стр. 76, 128).

**Мульда**—вогнутое залегание слоев.

**Мусковит**—минерал из группы слюд. Название происходит от испорченного слова «Московия» (см. стр. 30).

## **Н**

**Неоген**—или неогеновая система слоев, образовавшаяся в течение неогенового периода. Название обозначает, что находимые в слоях этой системы остатки животных и растений носят новый, т. е. почти современный облик. Некоторые геологи считают неоген отделом третичной системы (см. табл. на стр. 147).

**Нефелин**—минерал из группы фельшпатоидов (см. стр. 36).

**Нефть**—горная порода (см. стр. 133).  
**Никель**—химический элемент из группы металлов (см. стр. 80).  
**Норит**—глубинная кристаллическая порода, основная, состоит из основного плагиоклаза, авгита.

## О

**Обсидиан**—см. стр. 50.  
**Олово**—см. стр. 89.  
**Оловянный камень**—минерал (см. стр. 89).  
**Оолиты**—осадочные горные породы химического происхождения (см. стр. 64).  
**Опал**—минерал из группы кремнезема (кварца), драгоценный камень (см. стр. 36).  
**Опока**—осадочная порода (см. стр. 71).  
**Орогенезис**—образование гор в результате движений в земной коре.  
**Ортогнейс**—метаморфическая порода, образовавшаяся от изменения магматической (см. стр. 74).  
**Осадочные месторождения**—см. стр. 101.  
**Основная порода**—см. стр. 52, 55.

## П

**Палеоген**—система слоев, образовавшаяся в течение палеогенового периода. Название обозначает, что в слоях этой системы находят остатки древних, уже вымерших животных и растительных форм, имеющих странный облик по сравнению с современными организмами. Некоторые геологи считают палеоген отделом третичной системы (см. табл. на стр. 147).  
**Палеозой**—крупная единица времени в истории земли, иначе палеозойская эра. Слово обозначает «древняя жизнь».  
**Палеонтология**—наука, занимающаяся описанием вымерших ископаемых животных и растений, изучением условий происхождения отдельных видов и их родственных связей.  
**Парагенезис**—совместное нахождение минералов в породах, определяемое геологическими и химическими условиями среды, в которой они образовались.  
**Парагнейс**—метаморфическая порода, образовавшаяся от изменения осадочной (см. стр. 74).  
**Пегматит**—жильная порода (см. стр. 59, 60).  
**Печиты**—мелкие продукты разрушения горных пород (глины).  
**Пемза**—горная порода магматического происхождения (см. стр. 50).  
**Перидотит**—магматическая ультраосновная горная порода (см. стр. 57).

- Период**—единица времени геологической хронологии, более мелкая, чем эра. Период в свою очередь подразделяется более дробно на эпохи (см. табл. на стр. 147).
- Пермь**—пермская система слоев, образовавшаяся в течение последнего (пермского) периода палеозойской эры. Название происходит от б. Пермской губернии, в районе которой наиболее полно развита эта система и где она была описана (см. табл. на стр. 147).
- Пески**—порода осадочного происхождения, состоящая из обломков, величина которых колеблется от 2 до 0,02 мм. (см. стр. 61, 119).
- Песчаники**—порода осадочного происхождения, представляющая собой сцементированные пески (см. стр. 121).
- Песчаники аркозовые**—см. стр. 62.
- » **железистые**—см. стр. 122.
  - » **известковистые**—см. стр. 122.
  - » **кварцевые**—см. стр. 121.
  - » **мергелистые**—см. стр. 122.
- Петрография**, описание камней—наука, изучающая горные породы и их свойства.
- Петрология**, по-русски «слово о камнях»—наука, изучающая происхождение горных пород.
- Пирит**—минерал (см. стр. 38).
- Пироксенит**—магматическая ультраосновная горная порода. (см. табл. на стр. 57).
- Пиролузит**—минерал, двуокись магния (см. стр. 104).
- Пирометаморфизм**—изменение горных пород под влиянием очень высоких температур в местах непосредственного контакта магмы с окружающей породой. При этом может произойти взаимный обмен материалом между магмой и прилегающей к ней породой.
- Пироп**—минерал, магнезиально-железистый гранат, является драгоценным камнем.
- Пирротин**—или магнитный колчедан минерал. (см. стр. 92).
- Плавиновый шпат**—минерал (см. стр. 30).
- Платина**—минерал из группы металлов (см. стр. 83).
- Пневматолитовые жилы**—жилы, образованные под действием высокой температуры и выделением из магмы различных летучих соединений, в состав которых входят бор, фтор, фосфор, калий, натрий и др.
- Пневматолитовые месторождения**—месторождения полезных ископаемых, возникающие под влиянием воздействия на горные породы горячих паров и газов, выделяющихся из магмы (см. стр. 85).
- Полевой шпат**—минерал (см. стр. 36).
- Полиметаллические месторождения**—месторождения серебра, цинка, свинца, меди и др. (см. стр. 95).
- Почки**—форма залегания полезного ископаемого (см. стр. 15).

**Пояс постоянной температуры**—слой земной коры, температура которого не изменяется в течение года от внешних причин, например, от лучей солнца.

**Псаммиты**—среднеобломочные продукты разрушения горных пород, пески, песчаники.

**Псефиты**—грубообломочные продукты разрушения горных пород: гравий, щебень, галька, валуны, брекчии.

**Псиломелан**—минерал («псиλος»—голый, «малас»—черный) (см. стр. 104).

## **Р**

**Радиолярии**—простейшие организмы с кремневым скелетом, по-русски их называют также лучевики (см. стр. 69).

**Реголит**—комплексное название для рыхлых пород осадочного происхождения, получающихся от различных способов физического выветривания. Сюда относятся не только элювиальные россыпи, но и отложения, перенесенные ветрами, реками, ледниками.

**Регрессивное залегание**—форма залегания слоев, образующихся в результате отступления моря с континента, выражающаяся в том, что вышележащие, более молодые слои по отношению к лежащим ниже, более древним, распространены на все меньшей и меньшей площади, если проследживать их последовательно в разрезах земной коры снизу вверх (см. регрессия).

**Регрессия**—в переводе на русский язык обозначает «итти вспять» (назад). Применяется термин по отношению к отступательному движению моря, заливавшему ранее континент на более широкой площади.

**Рельеф**—форма поверхности земли.

**Роговая обманка**—минерал (см. стр. 38).

**Роговик**—метаморфическая порода, получающаяся при контактовом метаморфизме некоторых глинистых сланцев. Состоит из кварца, андалузита, кордиерита, биотита и полевого шпата.

**Россыпи**—продукты разрушения горных пород (см. стр. 94).

**Ртуть**—металл (см. стр. 98).

**Рубин**—минерал, драгоценный камень (см. стр. 110).

**Руда**—минеральное сырье, содержащее металл в количестве, достаточном для добычи его с экономической выгодой.

## **С**

**Самородные металлы**—металлы, образующие в земной коре минеральные тела в чистом виде, без присоединения к ним других химических элементов. Такими самородными

металлами могут быть: платина, золото, серебро и др. Некоторые металлы самородными не встречаются, например, калий, натрий, алюминий и др., они обычно соединяются с кислородом.

**Сапропель**—осадочная порода (см. стр. 130).

**Свинец**—металл (см. стр. 95).

**Свинцовый блеск**—минерал (см. стр. 97).

**Седиментация**—процесс осаждения или отложения осадков.

**Селенит**—минерал, разновидность гипса: волокнистый, с шелковистым блеском, заполняет трещины в горных породах (см. стр. 67).

**Сера**—минерал (см. стр. 112).

**Серебро**—минерал из группы металлов (см. стр. 95).

**Серебряный блеск**—минерал (см. стр. 96).

**Серпентин**, или **змеевик**—горная порода метаморфического происхождения (см. стр. 32).

**Сидерит**—минерал, по-гречески «сидерос»—железо (см. стр. 85).

**Сиенит**—горная порода магматического происхождения (см. стр. 56, 116).

**Силур**, или **силурийская система слоев**—образовался в течение силурийского периода. Название английское, происходит от имени древнего племени, населявшего ту часть Великобританских островов, где впервые была описана эта система слоев (см. табл. на стр. 107).

**Сингония**—система, класс, на которые разделяются кристаллы в зависимости от их геометрических форм.

**Синклиналь**, **синклинальная складка**—форма залегания слоев, при которой слои лежат вогнуто, корытообразно и падение идет по крыльям к ядру складки.

**Скарн**—горная порода, образовавшаяся в результате контактового метаморфизма известняков. В состав скарнов входят следующие минералы: магнитит, пироксен, слюда, гранат, амфиболы и др. (см. стр. 102).

**Сланец**—горная порода, обладающая способностью при выветривании распадаться на плитки и пластины.

**Сланцеватость**—способность породы раскалываться на тонкие параллельные плитки (см. стр. 45).

**Слюда**—группа минералов (см. стр. 30, 108).

**Слюдяной сланец**—метаморфическая горная порода (см. стр. 74, 127).

**Смолы**—горные породы органического происхождения.

**Спайность**—способность минералов колоться по плоскостям, очень ровным и кажущимся отполированными.

**Средняя годовая температура**—арифметически вычисленное среднее показание термометра за год для данного пункта.

**Степень кислотности**—процентное содержание кремневой кислоты в горных породах изверженного происхождения.

**Стибнит**—минерал (см. стр. 99).

**Стратиграфическая таблица**—таблица, в которой перечисляются слои земной коры в их возрастной последовательности: от

самых древних к наиболее молодым (см. табл. на стр. 147).

**Стратиграфия**, по-русски описание слоев («стратос» — слой, «графо» — пишу), раздел геологии, занимающийся последовательным во времени и в порядке образования описанием слоев с точки зрения петрографического состава слоев, их палеонтологической характеристики, мощности, распространения в земной коре, формы залегания и т. д.

**Структура** — характер сложения, строения породы. Изучая структуру породы, отмечают форму составных частей (например, минеральных зерен), их взаимное расположение, характер заполнения промежутков между зернами. Таким образом структура — это мелкие черты строения породы, в противоположность понятию Текстура.

**Структура полнокристаллическая** — см. стр. 49, 51.

**Структура порфировая** — см. стр. 51, 52.

**Структура скрытокристаллическая** — см. стр. 51, 52.

**Структура стекловатая** — см. стр. 50, 52.

**Субаквальные осадки** — осадки, отложенные в водной среде («суб» — под, «аква» — вода), или осадки водного происхождения: морские, озерные, речные и т. д.

**Субаэральные осадки** — осадки, отложенные в воздушной среде («суб» — под, «аэр» — воздух) или в результате деятельности ветра, например, пыль или песок, переносимые ветром и отложенные в каком-либо месте на поверхности земли.

**Сульфиды** — соединения металла с серой.

**Сурьма** — металл (см. стр. 98).

## Т

**Твердость минералов** — см. стр. 22.

**Текстура** — в противоположность термину «структура»; под именем «текстура» понимают крупные черты строения породы.

**Тектоника** — отдел геологии, изучающий расположение горных пород, формы и происхождение нарушений, а также вызывающие их движения земной коры.

**Тектонические трещины** — трещины, получающиеся в земной коре при газообразовательных движениях.

**Тенорит** — минерал (см. стр. 101).

**Термальные источники** — теплые и горячие, температура их выше средней годовой местности.

**Терригенный ил** — см. стр. 111.

**Топаз** — минерал, названный по острову Топазосу на Красном море. Химический состав:  $\text{Al}(\text{F}_1\text{OH})_2\text{SiO}_4$ .

**Топография** — наука, изучающая способы (методы) нанесения на план поверхности земли.

**Торф** — порода органического происхождения (см. стр. 130).

**Травертин** — порода осадочного происхождения (см. стр. 64, 126).

**Трансгрессивное залегание слоев** — получается при осажении осадков морем в момент его наступательного на конти-

нент движения (см. трансгрессия). Отлагаемые при таких условиях молодые слои имеют более обширное распространение, чем более древние, на которые и ложатся эти молодые.

**Трансгрессия**—наступление (вторжение) моря в пределы суши. Противоположение регрессии.

**Траппы**—горные породы (диабазы, порфириты, габро-диабазы), залегающие преимущественно в виде пластовых залежей. Название указывает на ступенчатый вид, который приобретают эти породы («треппэ»—лестница, по-немецки).

**Трепел**—осадочная порода (см. стр. 69, 113).

**Третичная система** слоев—образовалась в течение предпоследнего периода жизни земли. В настоящее время многими геологами эта система подразделяется на две самостоятельные системы: палеогеновую и неогеновую. Название «третичная система» устарело. Оно образовалось таким образом: раньше геологи думали, что земля пережила четыре периода: первичный, вторичный, третичный и самый новый, или четвертичный. В настоящее время мы знаем больше об истории земли и пришли к выводу, что такое деление не соответствует действительности.

**Триас**, или триасовая система слоев образовалась в течение триасового периода времени. Название происходит из Германии, где эта система по петрографическим признакам легко подразделяется на три отдела. Эта делимость на три и легла в основу происхождения названия (см. табл. на стр. 147).

**Турмалин**—минерал (см. стр. 102).

## У

**Угли**—горные породы органического происхождения (см. стр. 129).

**Удельный вес**—отношение веса определенного объема тела, к весу воды такого же объема (при 4°C) (см. стр. 24).

**Ультракислая порода**—см. стр. 59.

**Ультраосновная порода**—горная порода магматического происхождения, в которой содержится кремневой кислоты не более 45% (см. стр. 52).

## Ф

**Физические признаки минералов**—см. стр. 19.

**Филлиты**—метаморфические горные породы или сильно измененные тонкослоистые глинистые сланцы (см. стр. 127).

**Флювиогляциальные отложения**—отложения рек и ручьев, вытекающих из-под тающих ледников. Вблизи края ледника представлены гравием и песками, по мере удаления от края ледника—суглинками и лессовидными глинами.

**Фораминиферы**—простейшие организмы, корненожки.

**Фосфорит**—горная порода осадочного происхождения (см. стр. 34, 113).

## **Х**

**Халькозин**, или медный блеск—минерал (см. стр. 101).

**Халькопирит**, или медный колчедан—минерал (см. стр. 101).

**Халцедон**—минерал из группы кремнезема (см. стр. 40).

**Химический анализ**—определение, из каких химических элементов состоит данный минерал, горная порода или другое тело. Определяется также процентное содержание каждого элемента и те соединения, которые они образуют (см. стр. 19).

**Хризолит**—минерал группы оливина, отличающийся золотистым оттенком. Название происходит от греческих слов «хрю-зос»—золото и «литос»—камень.

**Хромит**, или хромистый железняк—минерал (см. стр. 83).

**Хронология** («хронос», время, «логос»—слово, учение)—наука, изучающая события в их исторической последовательности в хронологическом порядке.

## **Ц**

**Церуссит**—минерал (см. стр. 97).

**Цинк**—химический элемент из группы металлов (см. стр. 95).

**Цинковая обманка**—минерал (см. стр. 95).

**Циркон**—минерал, названный по химическому элементу цирконию, входящему в состав этого минерала.

## **Ч**

**Четвертичная система слоев**, или, как ее иногда называют сокращенно, квартал, образовалась в течение самого последнего периода истории земли и продолжает образовываться в настоящее время. Происхождение названия то же, что у термина «третичная система» (см. табл. на стр. 147).

**Чечевица**—форма залегания горных пород и полезных ископаемых (см. стр. 15).

## **Ш**

**Шкала твердости**—см. стр. 22.

**Штой**—форма залегания горных пород и полезных ископаемых (см. стр. 15).

**Штокверк**—форма залегания пород, полезных ископаемых (см. стр. 15).

**Штольня**—горизонтальная или наклонная подземная выработка, имеющая выход на дневную поверхность.

**Шурф**—прямоугольная, квадратная или круглая яма, вырываемая в земле при геологических, поисковых и разве-

дочных работах в целях вскрытия пластов, лежащих на глубине.

### З

**Золотые отложения**—породы, отложенные ветром.

**Золотые процессы**—разрушение горных пород под влиянием деятельности ветра («эос» обозначает ветер).

**Зпейрогенические движения**—медленные, вековые вертикальные движения крупных участков земной коры.

**Зра**—крупная единица времени геологической хронологии (см. табл. на стр. 147).

**Эрозия**—разрушающая деятельность текучих вод: ручьев, рек и т. д. В результате этих процессов суша уменьшается в своей высоте. В начале этого влияния текучих вод суша получает резкие черты рельефа: глубокие овраги, ущелья в горах, ущелья скал; в дальнейшем в связи с общим снижением высоты разрушаемой суши эти резкие черты рельефа сглаживаются, и континент (суша) достигает состояния предельной равнины, или, как говорят геологи, пенеплена.

**Элювий**—продукты выветривания горных пород, лежащие на месте своего образования, без переноса разрушенных частиц ветром или водой. Залегает на поверхности плато и на склонах. Петрографически бывает выражен дресвой, песками и суглинками. К элювию относится по способу своего происхождения любая почва.

**Эманация радия**—газообразные выделения радия, образующиеся при его распаде.

**Эффузия**—излияние магмы на поверхность земли (см. стр. 49).

### Ю

**Ювенильная вода**—так называется вода, образующаяся вследствие выделения паров из магмы. Первичная вода, противопоставляемая вадозным водам.

**Юра**, или юрская система слоев—отложилась за время юрского периода. Название происходит от названия гор Средней Европы—Юрские горы (см. табл. на стр. 147).

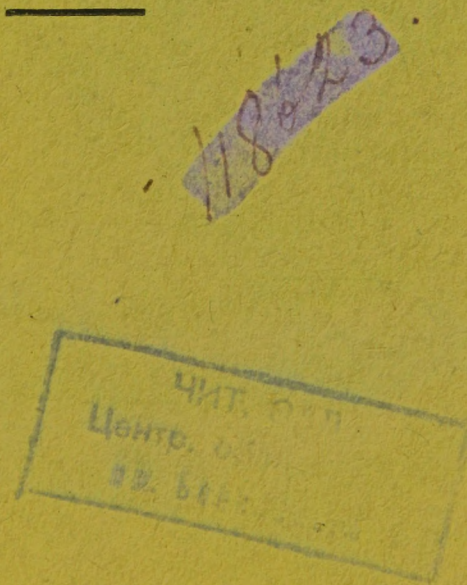
# Оглавление

	<i>Стр.</i>
Предисловие . . . . .	3
От авторов . . . . .	10
Глава 1. ПОИСКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ . . . . .	12
Глава 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ НА-ГЛАЗ . . . . .	19
А. Метод определения минералов . . . . .	—
Б. Таблица для определения минералов . . . . .	26
Глава 3. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И СПОСОБЫ ПОЛЕВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ . . . . .	43
А. Породы магматического происхождения . . . . .	46
Б. Таблица для определения магматических пород. . . . .	55
В. Породы осадочного происхождения . . . . .	60
а) Обломочные породы . . . . .	61
б) Химические осадки . . . . .	63
в) Органогенные осадки . . . . .	68
Г. Породы метаморфического происхождения . . . . .	72
Глава 4. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ . . . . .	77
А. Магматические месторождения . . . . .	82
Б. Эманиационные месторождения . . . . .	84
В. Гидротермальные месторождения . . . . .	90
Г. Месторождения поверхностные . . . . .	103
Глава 5. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ . . . . .	106
А. Горнорудное сырье . . . . .	106
Б. Химическое сырье . . . . .	112
В. Строительные материалы . . . . .	114
а) Магматические породы . . . . .	115
б) Осадочные породы . . . . .	119
в) Метаморфические породы . . . . .	126

Г. Каменный уголь . . . . .	129
Д. Нефть . . . . .	133
Глава 6. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ . . . . .	137
I группа — Щелочные воды . . . . .	140
II     "     Воды поваренной соли . . . . .	143
III    "     Железистые воды . . . . .	—
IV    "     Горькие воды . . . . .	144
V     "     Сернистые воды . . . . .	—
VI    "     Известковые, или землистые, воды . . . . .	145
VII   "     Мышьяковистые воды . . . . .	—
VIII  "     Химически безразличные воды или (акро- татермы . . . . .	146

# Приложение

1. Стратиграфическая таблица . . . . .	147
2. Словарь и алфавитный указатель геологических терминов, употребляемых в книге . . . . .	148







ЦЕНА 1 р. 75

1069