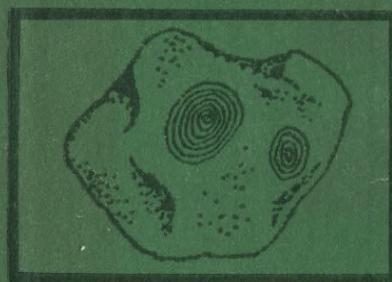


В. Г. Музафаров

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД И ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ



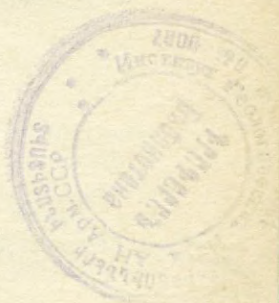
В. Г. Музафаров

**ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ
МИНЕРАЛОВ,
ГОРНЫХ ПОРОД
И ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ**

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ



МОСКВА, НЕДРА, 1979



2905

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ МИНЕРАЛЫ

Каждый минерал обладает определенным химическим составом и имеет характерное для него внутреннее строение. Эти две важные особенности обуславливают довольно постоянные и индивидуальные физические свойства минералов.

У каждого минерала есть свои, присущие лишь ему признаки. Для одних минералов постоянным признаком является цвет, для других твердость, для третьих плотность, для четвертых форма кристаллов и т. д.

При определении минералов по внешним признакам необходимо обращать внимание в первую очередь на общие для всех минералов признаки, а затем переходить к рассмотрению индивидуальных особенностей отдельных минералов. В первую очередь обращается внимание на блеск минерала, после этого на твердость, на цвет, на черту и т. д.

Блеск

Минералы бывают блестящие и матовые — когда блеск у минералов отсутствует, например у пиролюзита.

Большинство минералов обладает способностью отражать от своей поверхности свет, что и обуславливает блеск минералов.

Минералы по блеску легко делятся на две группы: обладающие металлическим блеском и имеющие неметаллический блеск.

Блеск металлический

1. Металлический блеск напоминает блеск поверхности свежего излома металлов. Он хорошо виден на неокисленной поверхности образца. Минералы, обладающие металлическим блеском, непрозрачны и более тяжелы по сравнению с минералами, имеющими неметаллический блеск. Иногда благодаря процессам окисления

минералы, имеющие металлический блеск, покрываются матовой коркой. Все так называемые «блески» и «колчеданы» имеют металлический блеск.

Металлический блеск характерен для минералов, являющихся рудами различных металлов. Металлический блеск обычно наблюдается у самородных элементов, у сернистых соединений и у некоторых окислов. Примерами минералов, имеющих металлический блеск, могут служить: золото, серный колчедан, свинцовый блеск.

2. Металловидный блеск — более тусклый, как у потускневших от времени металлов. Металловидный блеск наблюдается у минералов, также являющихся рудами различных металлов (железистая цинковая обманка, бурый железняк, магнитный железняк).

Блеск неметаллический

Неметаллический блеск может быть различным.

1. Стекланный блеск напоминает блеск поверхности стекла. Часто наблюдается у галогенидов, окислов, карбонатов, силикатов. Стекланным блеском обладают: каменная соль, горный хрусталь.

2. Алмазный блеск — сильный, искрящийся блеск, напоминающий стекланный. Примеры: алмаз, сфалерит.

3. Перламутровый блеск, аналогичный блеску перламутра (отливает радужными цветами). Наблюдается большей частью у минералов с хорошо выраженной спайностью, на плоскостях спайности. Этот блеск часто наблюдается на плоскостях спайности у кальцита, слюды.

4. Шелковистый блеск — мерцающий. Он исключительно характерен для минералов, имеющих волокнистое и игольчатое строение. Примеры: асбест, селенит (игольчатый гипс).

5. Жирный блеск характеризуется тем, что поверхность минерала как бы смазана жиром. Особенно типичен для мягких минералов, например для талька.

6. Восковой блеск — подобен жирному, но более слабый. Примером может служить халцедон.

Большая часть минералов имеет неметаллический (преимущественно стекланный) блеск. Гораздо меньше минералов с металлическим блеском.

Блеск необходимо наблюдать на свежем изломе минерала. При определении блеска цвет минерала не принимается во внимание.

Твердость

Твердость — это сопротивление твердого тела разрушению в поверхностном слое при силовых воздействиях на него. Если испытуемый минерал мягче, чем тот предмет или минерал, которым вы царапаете по его поверхности, то на нем остается след — царапина.

Твердость минералов зависит от характера сил сцепления между частицами вещества, что определяется формой кристаллической решетки, т.е. взаимным расположением частиц. Когда энергетическая связь между частицами сильнее, тогда и твердость выше. Кристаллические вещества, у которых строение отличается в различных направлениях, имеют и разную твердость в этих направлениях.

По твердости минералы можно разделить на четыре группы.

1. Мягкие минералы — ноготь оставляет на них царапину (тальк, графит, гипс). Мягкие минералы легко крошатся ногтем, пачкают руки, ими можно писать.

2. Минералы средней твердости — ноготь не оставляет на них царапины; минерал не оставляет царапины на стекле (ангидрит, кальцит, медный колчедан). Минерал средней твердости оставляет царапину на ногте.

3. Твердые минералы — оставляют царапину на стекле, но не оставляют ее на горном хрустале (кварц, полевые шпаты, серный колчедан).

4. Очень твердые минералы — оставляют царапину не только на стекле, но и на горном хрустале (топаз, корунд, алмаз). Очень твердые минералы встречаются только в группе с неметаллическим блеском.

Для определения твердости минерала необходимо выбрать чистые участки (могут присутствовать в небольших количествах другие минералы). После испытания надо стереть порошок с поверхности образца, т.е. раздробленные частицы, и убедиться, что на образце действительно остался след (царапина), так как порошок мог образоваться из того предмета, которым царапали минерал.

Мягкие и средней твердости минералы, имеющие неметаллический блеск, в дальнейшем делятся на две группы: на минералы, которые легко плавятся или горят, и на тугоплавкие и негорючие минералы.

К горючим и легкоплавким минералам можно причислить серу самородную. Одни минералы плавятся и воспламеняются от спички, другие — от свечи. При горении минералов выделяются газы различного состава, имеющие разный запах. Так, например, серу самородную иногда бывает трудно отличить от янтаря по внешним признакам. Тот и другой минералы характеризуются легкоплавкостью и способностью гореть. Отличаются они по запаху газов, образующихся при горении: самородная сера выделяет запах резкий, удушливый; янтарь — приятный, ароматический.

Если появится необходимость исследовать минерал на горение или плавкость, следует отколоть от него маленький кусочек, зажать его кончиком пинцета и ввести в пламя свечи, спиртовки или газовой горелки.

Черта

Мягкие минералы и минералы средней твердости в последующем делятся по цвету черты.

Цвет порошка у некоторых минералов не отличается от цвета самого минерала, но встречаются и такие минералы, цвет порошка которых резко отличается от цвета минерала, и в таком случае это имеет важное значение при определении. Например, у минерала пирита цвет светлый латунно-желтый, порошок — черный со слабым зеленоватым оттенком. Кальцит бывает бесцветный, белый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, черный. Порошок у кальцита белый, независимо от цвета минерала.

Для получения порошка минерала применяется шероховатая фарфоровая пластинка, так называемый «бисквит». Если провести минералом по поверхности бисквита, минерал оставляет след (черту).

Большинство твердых минералов черты не дает, очень твердые минералы (все без исключения) черты не дают. Эти минералы могут царапать бисквит и создавать впе-

чатление черты. Можно считать, что минерал дает черту, если черта стирается пальцем.

Бисквит можно заменить осколком фарфоровой посуды, сняв с него наждачной бумагой или напильником гладкий слой глазури. В случае отсутствия фарфоровой посуды достаточно поскоблить минерал ножом и получить тонкий порошок. Для определения цвета черты необходимо этот порошок размазать на белой бумаге.

По цвету черты выделяются пять групп: 1) черта белая или черты не дает; 2) черта желтая, оранжевая, бурая, коричневая, красная; 3) черта голубая, синяя, фиолетовая; 4) черта зеленая; 5) черта серая до черной.

Растворимость минералов в воде

Минералы отличаются различной степенью растворимости. Некоторые из них довольно легко растворяются в воде, такие, например, как каменная соль, сильвин, карналлит, мирабилит. Большинство минералов, легко растворяющихся в воде, имеют вкус и по этому признаку легко отличаются от других минералов. Несколько хуже растворяются в воде гипс, ангидрит, кальцит, доломит, магнезит. Они не имеют вкусовых качеств. Остальные минералы растворяются в воде плохо или практически относятся к нерастворимым в воде. В группе мягких и средней твердости минералов, обладающих неметаллическим блеском и имеющих белую черту, можно выделить минералы, отличающиеся вкусовыми качествами (например, поваренная соль).

Растворимость минералов в кислотах

Некоторые минералы, имеющие в своем составе углекислые соли, под действием соляной кислоты (10%-ный раствор) выделяют в виде пузырьков углекислый газ (такое же действие оказывает уксусная кислота) — минерал «вскипает».

Особенно хорошо растворяются в кислотах углекислые соединения — карбонаты: кальцит, доломит, магнезит, сидерит, малахит, азурит. По этим признакам они легко отличаются от сходных с ними по внешнему облику сернокислых соединений — сульфатов, которые в кислотах растворяются с трудом. Некоторые минералы, как, например кварц, не растворяются в соляной, азотной, серной кислотах, но растворяются в плавиковой ки-

слоде. Есть минералы, вообще не растворяющиеся в кислотах. К ним относятся золото, платина и др.

Цвет

Твердые и очень твердые минералы в последующем делятся по цвету.

Цвет у минералов бывает самый различный. Для некоторых минералов цвет является постоянным признаком; так, например, у пирита цвет светлый латунно-желтый, у малахита — зеленый, у азурита — синий, у золота — золотисто-желтый и т. д.

Для большинства минералов этот признак непостоянен. Полевые шпаты бывают белого, желтого, красного, зеленого, темно-серого цветов. Кальцит встречается бесцветный, белый, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, бурый, черный. Поэтому не следует определять минералы только по цвету, всегда нужно определение дополнять другими признаками.

Цвет минерала зависит от их химического состава, от наличия посторонних примесей, от состояния атомов и ионов внутри кристалла, от рассеивания лучей света внутри минерала, от интерференции и дифракции световых волн.

Окраска минералов определяется в первую очередь их химическим составом. Каждый химический элемент, входящий в состав минералов, и каждое химическое соединение придают им определенную, очень характерную окраску. Минералы, содержащие углекислые соединения меди, зеленого или синего цвета (малахит, азурит). Минерал корунд в чистом виде бесцветен и прозрачен, а при наличии примеси Cr_2O_3 имеет зеленый цвет (изумруд). Минералы, содержащие закись железа, окрашены в зеленый, зелено-желтый или зелено-бурый цвета (хризолит, зеленый хлорит). Минералы, содержащие окись железа, приобретают красный, бурый, красно-бурый, охряно-желтый цвета (розовый кварц, красный железняк, бурый железняк).

Наличие даже ничтожного количества примесей достаточно, чтобы минерал приобрел новую окраску. Темный цвет некоторых разновидностей цинковой обманки обусловлен примесью железа. Силикаты, содержащие железо и магний, черного или темно-зеленого цвета.

Красный и желтый цвета агата, полевого шпата обусловлены наличием мелких чешуек гематита. Иногда наблюдается окраска, возникающая от рассеяния белого света (благородный опал, бриллиант, лабрадор).

Для определения цвета минералов необходимо получить свежий излом. По цвету минералы делятся на шесть групп:

- 1) цвет белый, сероватый или минерал бесцветный;
- 2) цвет желтый, бурый, коричневый, розовый, красный;
- 3) цвет зеленый;
- 4) цвет голубой, синий, фиолетовый;
- 5) цвет темно-серый, черный;
- 6) окраска минерала пестрая, многоцветная, зональная.

Побежалость

Некоторые минералы, особенно содержащие медь, на своей поверхности имеют пестроокрашенную тонкую пленку: розоватую, красноватую, желтоватую, голубоватую и др., обусловленную процессами химического выветривания. Цвет этой пленки отличается от цвета самого минерала. Это явление получило название побежалости. Побежалость особенно характерна для халькопирита. У халькопирита цвет латунно-желтый. На поверхности халькопирита нередко в результате химического разложения образуется пленка радужного или синего цвета. Побежалость наблюдается только у минералов с металлическим блеском.

После того как проведено деление на группы по блеску, твердости, по черте, по цвету и т. д., внутри группы обращается внимание на спайность, излом, плотность, агрегаты и т. д.

Спайность

Спайность выражается в том, что в определенных направлениях минералы оказывают более слабое сопротивление физическим воздействием — в этом направлении они легче раскалываются и дают ровные, гладкие, блестящие поверхности спайности.

Спайность — одна из интереснейших особенностей кристаллических минералов: она обусловлена закономерным расположением атомов и ионов внутри кристал-

ла и объясняется тем, что в пространственной решетке существуют плоские сетки, притяжение между которыми наименьшее, вследствие, например, большего расстояния между системами атомов или ионов.

Спайность у различных минералов выражена в различной степени. Она может быть:

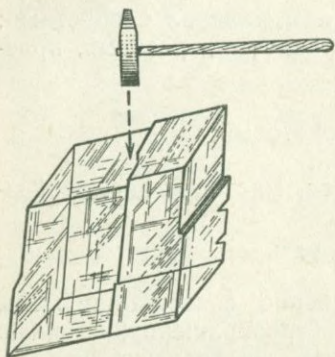


Рис. 1. Спайность совершенная в трех направлениях (кальцит)

1) весьма совершенной, когда минералы легко расщепляются в одном направлении на ровные пластинки, например, слюда, марьино стекло (толстолистоватый гипс);

2) совершенной, когда минералы раскалываются по определенным направлениям и дают ровные, блестящие поверхности спайности. Совершенная спайность у одних минералов может быть выражена в одном направлении, например у топаза, вольфрамиты; у других — в двух направлениях,

полевые шпаты или в трех направлениях — каменная соль, свинцовый блеск, кальцит (рис. 1). Угол между плоскостями спайности может быть различный. Все так называемые «шпаты» обладают совершенной спайностью;

3) спайность отсутствует. При ударе минерал раскалывается по неопределенным направлениям и дает неровные поверхности излома. Примеры: кварц, пирит.

Необходимо отличать от спайности гладкую поверхность кристалла. Спайность рекомендуется наблюдать на свежем изломе минерала. У плотных, землистых, порошковатых и волокнистых разновидностей минералов спайность не проявляется. У минералов зернистого строения спайность наблюдается у каждого зерна в отдельности.

Излом

При расколе у минералов возникают поверхности, определяющие так называемый излом. Минералы, обладающие спайностью, дают ровный излом, например каль-

цит. Минералы, лишенные спайности, имеют неровный излом, например кварц. Излом, похожий на поверхность раковины, получил название раковистого. Раковистый излом бывает у халцедона. Зернистый излом характерен для пирита и других минералов, имеющих зернистое строение. У некоторых минералов излом землистый.

Плотность

Плотность у минералов бывает различная и зависит от их химического состава. Минералы, в состав которых входят такие тяжелые элементы, как свинец, вольфрам, барий и т. п., имеют большую плотность (тяжелые), а минералы, в состав которых входят легкие элементы, как, например, алюминий, калий, натрий и т. п., имеют небольшую плотность (легкие). Наиболее тяжелыми являются самородные металлы.

При определении минералов по внешним признакам плотность с большой точностью не определяется. При этом достаточно деления минералов на две группы: легкие и тяжелые, причем необходимо различать легкие и тяжелые минералы среди имеющих металлический блеск и в группе с неметаллическим блеском.

Ковкость и хрупкость

Ковкие минералы при ударе молотком сплющиваются и закругляются по краям, в то время как хрупкие при ударе рассыпаются на мелкие куски. При царапании ножом хрупких минералов образуется порошок, при царапании ковких — порошка не образуется и на поверхности остается блестящий след. Среди минералов с неметаллическим блеском можно выделить хрупкие, которые легко рассыпаются, и вязкие.

Магнитность

Магнитностью обладают минералы, содержащие железо (магнитный железняк и др.). Для определения магнитности минералов пользуются магнитной стрелкой, а в полевых условиях работы — стрелкой компаса. Минералы, обладающие магнитными свойствами, при приближении их к магнитной стрелке притягивают последнюю или отталкивают.

Агрегатами называются естественные скопления минералов.

Наиболее часто встречаются следующие агрегаты.

1. Зернистые — сросшиеся зерна минералов. Примеры: апатит, пирит.

2. Плотные, когда нельзя различить контуры отдельных зерен даже в лупу. Пример: халцедон.

3. Землистые — напоминают внешним видом рыхлую почву, легко растираются между пальцами. Пример: каолинит.

4. Игольчатые, призматические — кристаллы имеют удлиненную форму. Примеры: антимонит, роговая обманка.

5. Листоватые, пластинчатые, кончиком перочинного ножа легко отделяются пластинки. Пример: слюды.

6. Чешуйчатые — состоят из чешуек, легко отделяемых кончиком перочинного ножа. Пример: слюды.

7. Натечные формы образуются в результате выделения минералов в твердом виде из раствора при испарении последнего в пустотах, пещерах. Имеют вид сосулек (сталактиты), почек и т. д. Сталактиты образуют часто лимонит; в виде почек встречаются малахит, гематит. У некоторых натечных форм поверхность блестящая, такие образования называются стеклянными головами.

8. Конкреции характеризуются шарообразной, почковидной, лапчатой, вытянутой и другой формами и имеют радиально-лучистое строение. Конкреции образуются в осадочных породах. Кристаллы нарастают в виде радиально расположенных лучей от центра к периферии, что и приводит к образованию конкреции. Конкреции бывают различных размеров — от нескольких миллиметров до 10 м и более длиной, от мельчайшей до огромных масс — более 10 кг.

В мелководных морских отложениях встречаются конкреции боксита, лимонита, пиролюзита, фосфорита, в озерных отложениях — известняка, в угленосных толщах — марказита (по остальным признакам напоминает пирит).

9. Секреции образуются в результате заполнения минеральным веществом пустот в горных породах. Отложение вещества в этом случае идет от периферии к

центру. Секречии более крупных размеров (более 10 мм в поперечнике) называются жеодами. Они бывают заполнены кристаллами горного хрусталя, аметиста, кальцита, халцедона и других минералов. Жеоды обычно наблюдаются в излившихся магматических породах, особенно в базальтах, а также в осадочных породах.

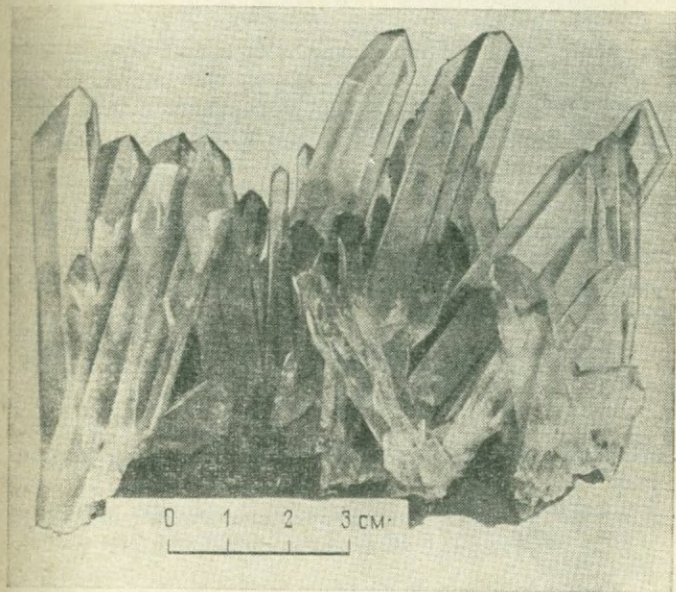


Рис. 2. Друза горного хрусталя

10. Друзы — крупные кристаллы, прикрепленные одним концом к общему основанию (рис. 2). Пример: горный хрусталь. Друза горного хрусталя, найденная на Чукотке, весит полтора центнера. Часто друзы образуются на стенках пустот горных пород.

11. Щетка — мелкие кристаллы, плотно сидящие рядом на каком-либо основании.

12. Оолиты — небольших размеров шарики, имеющие концентрически-скорлуповатое строение. Они бывают сцементированы плотной массой или находятся в рыхлом состоянии. Оолиты имеют размеры от просяного зерна до горошины. Примеры: бурый железняк и пиролюзит оолитового строения. Оолиты образуются при

осаждении минералов из растворов, когда песчинки, скелетные остатки мельчайших животных и т. п. постепенно обволакиваются выделяющимся минералом. Оолитовые известняки и доломиты образуются в прибрежной зоне морей. Чаше встречаются известняковые и доломитовые оолиты, реже — гипсовые, ангидритовые, лимонитовые, халцедоновые.

13. Дендриты — формы, возникающие при быстрой кристаллизации в тонких трещинах или вязком веществе (например, в глине), напоминают веточки дерева, вследствие нарастания отдельных кристаллов друг на друга. Примеры: ледяные узоры на окнах.

* *

*

Определение минералов следует начинать с «Ключа к определителю минералов». После того, как минерал определен, прочитайте о нем дополнительные сведения в описательной части.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ МИНЕРАЛОВ

Блеск металлический

| | Стр. |
|---|------|
| 1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале) | 16 |
| 2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле): | |
| Черта серебрино-белая | — |
| Черта желтая, бурая | — |
| Черта серая до черной | — |
| 3. Твердый (оставляет царапину на стекле): | |
| Цвет желтый, красный, бурый | 17 |
| Цвет темно-серый, черный | 18 |

Блеск неметаллический или образец матовый

| | |
|--|----|
| 1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале): | |
| Горит или легко плавится | 18 |
| Не горит: | |
| Черта белая или черты не дает: | |
| Имеет вкус | 18 |
| Вкуса не имеет: | |
| Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие пластинки) | 19 |

| | |
|--|----|
| Иного вида | 19 |
| Черта желтая, оранжевая, красная, бурая | 20 |
| Черта зеленая | — |
| Черта голубая, синяя | — |
| Черта серая до черной | — |
| 2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле): | |
| Горит или легко плавится | 21 |
| Не горит: | |
| Черта белая или черты не дает: | |
| Имеет вкус | — |
| Вкуса не имеет: | |
| Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие пластинки) | — |
| Иного вида: | |
| Вскипает при действии холодной или нагретой соляной кислоты | 22 |
| С соляной кислотой не реагирует | — |
| Черта желтая, бурая, коричневая, красная | — |
| Черта зеленая | 23 |
| Черта голубая, синяя | — |
| Черта серая до черной | — |
| 3. Твердый (оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале): | |
| Цвет белый, светло-серый или минерал бесцветный | 24 |
| Цвет желтый, бурый, розовый, красный: | |
| Дает порошок | 25 |
| Порошка не дает | — |
| Цвет зеленый | 26 |
| Цвет голубой, синий, фиолетовый | — |
| Цвет темно-серый, черный: | |
| Дает порошок | 27 |
| Порошка не дает | — |
| Окраска пестроцветная | 28 |
| 4. Очень твердый (оставляет царапину на горном хрустале): | |
| Бесцветный | 28 |
| Цвет розовый, красный | — |
| Цвет зеленый | — |
| Цвет голубой, синий | — |
| Цвет черный, темно-серый | — |

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

Блеск металлический

1. **Мягкий** (ноготь оставляет царапину на минерале).

Графит. Цвет стально-серый или железно-черный. Растирается пальцами в черную пыль (отличие от молибденового блеска).

Молибденовый блеск, или молибденит. Цвет светло-серый, свинцово-серый. Растирается пальцами в светло-серый, блестящий порошок (отличие от графита). Агрегаты листоватые, чешуйчатые.

Сурьмяный блеск, или антимонит. Цвет свинцово-серый или стально-серый; иногда наблюдается налет синеватого или черного цвета. Имеет вид сплошной массы игольчатого или призматического строения, а также представляет скопление удлиненных кристаллов. Тонкий осколочек плавится в пламени свечи, легко истирается в порошок. Спутником сурьмяного блеска является киноварь (красного цвета).

2. **Средней твердости** (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле).

Черта серебряно-белая

Платина. Цвет серебряно-белый, стально-серый. Тяжелая. Излом во всех направлениях неровный (отличие от свинцового блеска).

Черта желтая, бурая

Золото самородное. Цвет золотисто-желтый. Порошок золотисто-желтый, металлически блестящий.

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый, охряно-желтый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый.

Черта серая до черной

Свинцовый блеск, или галенит. Цвет свинцово-серый. Тяжелый. При ударе распадается на мелкие кубики и образует ступенчатый излом. Спутник — цинковая обманка (бурого цвета).

Аргентит, или серебряный блеск. Цвет свин-

цово-серый. Тяжелый. Спайности нет. Ковкий; строга-
ется и режется ножом.

Медный колчедан, или халькопирит. Цвет латунно-желтый, золотистый. Спайность отсутствует. Спутник — малахит (травяно-зеленый, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты).

Пентландит, или железно-никелевый колчедан. Цвет темно-латунный (томпаково-бурый), светло-бронзово-желтый. Спайность совершенная. Спутник — аннабергит (никелевые цветы) — яблочно-зеленого цвета, не реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от титанистого железняка).

Титанистый железняк, или ильменит. Цвет железно-черный, местами темно-бурый. Тяжелый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита). Слабо магнитен.

Магнитный железняк, или магнетит. Цвет железно-черный или темно-серый. Магнитный.

3. Твердый (оставляет царапину на стекле).

Цвет желтый, красный, бурый

Серный колчедан, железный колчедан, или пирит. Цвет светлый латунно-желтый (светлее, чем у медного колчедана). Порошок черный.

Оловянный камень, или касситерит. Цвет бурый. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита).

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня и титанистого железняка).

Титанистый железняк, или ильменит. Цвет темно-бурый. Порошок бурый, черный. Тяжелый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита). Слабо магнитен.

Цвет темно-серый, черный

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый, охряно-желтый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый.

Красный железняк, или гематит. Цвет железно-черный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Магнитный железняк, или магнетит. Цвет железно-черный или темно-серый. Порошок черный. Магнитный.

Хромистый железняк, или хромит. Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Оловянный камень, или касситерит. Цвет черный. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита).

Блеск неметаллический или образец матовый

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале)

Горит или легко плавится

Сера самородная. Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, серый, черный. Загорается от спички и горит голубым пламенем, выделяя резкий, удушливый запах.

Янтарь. Цвет медово-желтый, бурый, красно-бурый, черный, белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

Не горит

Черта белая или черты не дает

Имеет вкус

Каменная, поваренная соль, или галит. Бесцветная, цвет сероватый. Вкус соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Сильвин. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Глауберова соль, или мирабилит. Бесцветная или белого цвета. Вкус горько-соленый, холодящий. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Селитра натриевая, или чилийская, и калиевая. Белая, бесцветная, желтоватая. Вкус солоноватый, холодящий. При прокаливании в смеси с углем дает вспышку (калиевая — сильную, натриевая — более слабую).

Карналлит. Цвет красный, желтый. Вкус горький. Излом во всех направлениях неровный.

Вкуса не имеет

Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие пластинки).

Белая слюда, или мусковит. Бесцветная, белая. Листочки гибкие и упругие.

Марьино стекло, или гипс. Бесцветное, прозрачное, в сплошном куске белое. Толстолистоватые массы. Листочки гибкие, но не упругие.

Бурая слюда, или флогопит. Цвет бурый. Листочки гибкие и упругие.

Черная слюда, или биотит. Цвет черный. Листочки гибкие и упругие.

Тальк, или мыльный камень. Жирный на ощупь. Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-белый, белый. Порошок белый. Листочки гибкие, но не упругие.

Хлорит. Цвет зеленый.

Нюхого вида

Жировик, или стеатит. Жирный на ощупь. Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-белый. Сплошной зернистый, плотный.

Гипс. Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розоватый, красный, серый, почти черный. Бесцветный гипс прозрачен, остальные виды гипса просвечивают или непрозрачны. Встречается в виде сплошной зернистой, плотной или толстолистовой массы (марьино

стекло). Иногда гипс представляет скопление тонких игольчатых, расположенных параллельно друг другу кристалликов (селенит), а также в виде отдельных кристаллов или их скоплений.

Черта желтая, оранжевая, красная, бурая

Аурипигмент. Цвет лимонно-желтый. Порошок светлый лимонно-желтый. Спутник — реальгар (оранжево-красного цвета).

Реальгар. Цвет оранжево-красный. Порошок оранжево-красный (отличие от киновари). Спутник — аурипигмент (лимонно-желтого цвета).

Киноварь. Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кроваво-красный (отличие от реальгара). Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого, стально-серого цвета).

Железная охра. Цвет охряно-желтый (бурый железняк, или лимонит), вишнево-красный (красный железняк, или гематит). Пачкает руки. Порошковатая.

Боксит. Цвет кирпично-красный, темно-буро-красный, розоватый. Состоит из мелких сыпучих или сцементированных шариков или глиноподобный. Тощий на ощупь. С водой не образует пластичной массы.

Черта зеленая

Медная зелень, или малахит. Цвет зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Порошковатые, землистые массы. Пачкает руки. Спутник — медная синь (голубого цвета).

Черта голубая, синяя

Медная синь, или азурит. Цвет голубой, синий. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Порошковатые, землистые массы. Пачкает руки. Спутник — медная зелень (зеленого цвета).

Черта серая до черной

Графит. Жирен на ощупь. Цвет железно-черный, темный стально-серый. Сплошной чешуйчатый, плотный.

Пиролюзит. Матовый. Цвет черный. Сцементированные или нескрепленные мелкие шарики, сплошные землистые массы.

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле).

Горит или легко плавится

Сера самородная. Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, серый, черный. Загорается от спички и горит голубым пламенем, выделяя резкий, удушливый запах.

Янтарь. Цвет медово-желтый, бурый, красно-бурый, черный, белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

Не горит

Черта белая или черты не дает

Имеет вкус

Каменная поваренная соль, или галит. Бесцветная, цвет сероватый. Вкус соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Сильвин. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Глауберова соль, или мирабилит. Бесцветная или белого цвета. Вкус горько-соленый, охлаждающий. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Карналлит. Цвет красный, желтый. Вкус горький. Излом во всех направлениях неровный.

Вкуса не имеет

Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа отделяются тонкие пластинки)

Белая слюда, или мусковит. Бесцветная, белая. Листочки гибкие и упругие.

Бурая слюда, или флогопит. Цвет бурый. Листочки гибкие и упругие.

Черная слюда, или биотит. Цвет черный. Листочки гибкие и упругие.

Хлорит. Цвет зеленый.

Иного вида

*Вскипает при действии холодной или нагретой
соляной кислоты*

Кальцит, или известковый шпат. Бесцветный (исландский шпат), белый, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, бурый, черный. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Доломит. Цвет белый, серый, зеленоватый, черный. Растолченный в порошок, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Уксусная кислота на доломит не действует (отличие от кальцита).

Магнезит. Мраморовидные массы, сложенные из зерен удлиненной формы, имеющих белый и сероватый цвет, или фарфоровидные плотные образования белого, кремового, желтоватого, бурого, серого цвета; редко кристаллы. Порошок вскипает при действии нагретой соляной кислоты.

Сидерит, или железный шпат. Блеск стеклянный. Цвет желтовато-серый, желтовато-бурый. Сидерит при действии холодной соляной кислоты вскипает слабо, а нагретой соляной кислоты — сильно.

С соляной кислотой не реагирует

Ангидрит. Цвет белый, голубовато-синеватый. Сплошная зернистая, мраморовидная масса.

Апатит. Цвет бледно-зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, иногда светло-зеленый с серыми пятнами (нефелин). Сплошные зернистые массы или шестиугольные призматические, таблитчатые кристаллы.

Змеевик, или серпентин. Цвет желтовато-зеленый, темно-зеленый до черного; часто наблюдается изменение окраски в разных частях образца. Сплошная плотная масса, нередко с прожилками асбеста.

Горный лен, или асбест. Цвет зеленовато-желтый с золотистым оттенком, почти белый. Состоит из тончайших волокон, располагающихся перпендикулярно к стенкам трещин, и легко распушается в вату.

Черта желтая, бурая, коричневая, красная

Бурый железняк, или лимонит. Цвет ржаво-бурый, железно-черный; часто наблюдаются пятна охряно-желтого цвета. Порошок ржаво-бурый или охряно-желтый. Имеет вид натечных образований (сталак-

титы и другие формы), плотных масс или скоплений, напоминающих шлаки.

Цинковая обманка, или сфалерит. Блеск алмазный. Цвет желтый, бурый, красноватый, бурочерный. Порошок светло-желтый, светло-бурый. Легкая. При расколе дает ровные поверхности в нескольких направлениях (отличие от вольфрамита). Спутник — свинцовый блеск (свинцово-серого цвета).

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При расколе дает в одном направлении ровную поверхность (отличие от цинковой обманки).

Киноварь. Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кроваво-красный. Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого цвета).

Красный железняк, или гематит. Цвет вишнево-красный, темно-красный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Черта зеленая

Малахит. Цвет ярко-зеленый, травяно-зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Роговая обманка и авгит. Цвет темно-зеленый. Сплошная масса, состоящая из зерен призматической или игольчатой формы. Кроме того, встречается в виде вкраплений в породе. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Угол между плоскостями призматической спайности у роговой обманки 124° , у авгита — $87-88^\circ$.

Черта голубая, синяя

Азурит, или медная лазурь. Цвет синий. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Черта серая до черной

Цинковая обманка, или сфалерит. Цвет темно-серый до черного. Легкая. При раскалывании дает в нескольких направлениях ровные поверхности излома (отличие от вольфрамита). Спутник — свинцовый блеск (свинцово-серого цвета).

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Тяжелый. При раскалывании дает ровную поверхность в одном направлении (отличие от цинковой обманки).

Роговая обманка и авгит. Цвет черный. Сплошная масса, состоящая из зерен призматической и игольчатой формы. Кроме того, встречается в виде вкраплений в породе. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит для темноокрашенных. Угол между плоскостями призматической спайности у роговой обманки 124° , у авгита — $87-88^\circ$.

Фосфорит. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы; иногда шарообразный. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости.

3. Твердый (оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале).

Цвет белый, светло-серый или минерал бесцветный

Полевой шпат (ортоклаз и микроклин). Блеск стеклянный. Цвет белый, светло-серый. При раскалывании дает в двух направлениях ровные, как бы отполированные, блестящие поверхности, а в третьем направлении неровную, матовую (отличие от кварца). Сплошная зернистая, плотная масса или вкрапления в породе.

Кварц. Цвет белый или светло-серый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от полевого шпата). Сплошная зернистая масса; встречается также и в виде вкраплений в породе или в виде рыхлого кварцевого песка.

Халцедон. Блеск восковой. Цвет белый, сероватый. Плотный натёчный; иногда в пустотах наблюдаются мелкие кристаллы горного хрусталя. Излом неровный, плоско-раковистый. В изломе дает острые, режущие края.

Опал. Цвет белый. Студнеобразные натёчные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

Горный хрусталь. Блеск стеклянный. Бесцветный. Имеет вид шестигранных призматических кристаллов, заканчивающихся пирамидами, или сплошной плотной массы с неровным изломом. На поверхности кристалла наблюдается поперечная штриховка.

Цвет желтый, бурый, розовый, красный

Дает порошок

Бурый железняк, или лимонит. Цвет ржаво-бурый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый. Имеет вид сплошных плотных масс или натёчных образований (сталактиты и другие формы); иногда шлаковидный или состоит из сцементированных и рыхлых мелких шариков.

Красный железняк, или гематит. Цвет вишнево-красный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни). Сплошная зернистая, плотная масса.

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Оловянный камень, или касситерит. Цвет бурый. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. Поверхность излома во всех направлениях неровная (отличие от вольфрамита).

Порошка не дает

Полевой шпат (ортоклаз и микроклин). Блеск стеклянный. Цвет желтый, розоватый, красный. При раскалывании наблюдаются в двух направлениях ровные, блестящие поверхности, а в третьем направлении неровная, матовая (отличие от нефелина). Сплошная зернистая, плотная масса или вкрапления в породе. Угол между плоскостями спайности у ортоклаза 90° , у микроклина — немного меньше, до 90° .

Нефелин, или масляный камень. Блеск жирный. Цвет серовато-белый с желтоватым, буроватым, красноватым оттенком. Сплошная плотная масса. Излом во всех направлениях неровный (отличие от полевого шпата).

Халцедон. Блеск восковой. Цвет желтый, светло-коричневый, темно-бурый, красный. Сплошная плотная, натёчная масса, внутри которой иногда встречаются пустоты с мелкими кристаллами горного хрусталя. Излом неровный. В изломе дает острые режущие края.

О п а л. Цвет желтый, бурый, красный. Студнеобразные нетёчные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

Цвет зеленый

Роговая обманка и авгит. Цвет темно-зеленый. Сплошная масса, состоящая из зерен призматической или игольчатой формы. Кроме того, встречается в виде вкраплений в породе. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Угол между плоскостями призматической спайности у роговой обманки 124° , у авгита — $87-88^\circ$.

Амазонский камень, или амазонит. Блеск стеклянный. Цвет светло-зеленый, травяно-зеленый. При раскалывании наблюдаются в двух направлениях ровные, блестящие поверхности, а в третьем направлении — неровная, матовая. Сплошная зернистая, плотная масса.

Халцедон. Блеск восковой. Цвет яблочно-зеленый. Сплошной плотный, натёчный. Излом неровный, плоскораковистый. В изломе дает острые режущие края.

О п а л. Цвет зеленый. Студнеобразные натёчные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

Оливин. Блеск стеклянный. Цвет оливково-зеленый. Сплошные зернистые массы или вкрапления в породе. Зерна имеют округлую форму. Встречается в темноокрашенных магматических породах. Разрушаясь, переходит в серпентин.

Цвет голубой, синий, фиолетовый

Халцедон. Блеск восковой. Цвет голубовато-серый, синеватый. Излом неровный. Сплошная плотная масса, внутри которой иногда наблюдаются пустоты с мелкими кристаллами горного хрусталя. В изломе дает острые режущие края.

О п а л. Цвет голубой. Студнеобразные натёчные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

Аметист. Блеск стеклянный. Цвет фиолетовый. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, или сплошная плотная масса. Излом неровный.

Цвет темно-серый, черный

Дает порошок

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный. Порошок ржаво-бурый.

Красный железняк, или гематит. Цвет железно-черный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Магнитный железняк, или магнетит. Цвет железно-черный. Порошок черный. Магнитный.

Хромистый железняк, или хромит. Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Вольфрамит. Цвет буровато-черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Оловянный камень, или касситерит. Цвет черный. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. При расколе во всех направлениях дает неровные поверхности излома (отличие от вольфрамита).

Фосфорит. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы, а также шарообразный. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости. Порошок светлее цвета минерала.

Роговая обманка и авгит. Цвет черный. Встречаются в виде сплошных масс призматического или игольчатого строения или вкраплений в породе. Порошок зеленый или черный. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Угол между плоскостями призматической спайности у роговой обманки 124° , у авгита — $87-88^\circ$.

Порошка не дает

Лабрадор (полевой шпат). Блеск стеклянный. Цвет темно-серый, зеленовато-серый. Характерен синий

отлив, часто наблюдаемый на ровной поверхности излома (напоминает павлинье перо). Чаще всего встречается в виде крупнозернистых масс.

Кварц. Блеск стеклянный. Цвет дымчатый (раухтопаз), черный (морион). Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами; распространен в виде сплошных плотных масс и вкраплений в породе. Излом неровный.

Халцедон. Блеск восковой. Цвет серый, черный. Сплошной, плотный. Излом неровный, плоскораковистый. Края обломков острые, режущие.

Окраска пестроцветная

Агат (халцедон). Окраска полосатая. Отдельные слои разного цвета, располагаются полосами.

4. **Очень твердый** (оставляет царапину на горном хрустале).

Бесцветный

Топаз. Водяно-прозрачный. Поверхность излома в одном направлении ровная.

Алмаз. Прозрачный. Поверхности излома неровные. Оставляет царапину на корунде.

Цвет розовый, красный

Рубин, или корунд. Цвет розовый, красный. Прозрачный.

Цвет зеленый

Берилл. Цвет бледно-зеленый, темно-зеленый (изумруд). Излом во всех направлениях неровный.

Цвет голубой, синий

Корунд. Цвет голубовато-серый, голубой, синий (сапфир). Сплошной мелкозернистый, плотный, кристаллы веретенообразной и бочонковидной формы.

Аквамарин, или берилл. Цвет синевато-голубой (цвета морской воды). Излом во всех направлениях неровный. Кристаллы в виде шестигранной призмы.

Цвет черный, темно-серый

Наждак — смесь корунда с магнетитом, гематитом, кварцем и др. Сплошной зернистый.

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Кристаллография — наука о кристаллах и кристаллическом веществе. Делится она на геометрическую, физическую, кристаллохимическую. Кристаллография имеет практическое значение в радиоэлектронике, металлургии, акустике, строительстве, легкой промышленности.

ТЕЛА КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ И АМОРФНЫЕ

Большинство встречающихся в природе минералов относится к телам кристаллическим. Нас окружают кристаллы.

Кристаллы привлекают внимание человека совершенством форм, удивительно правильной естественной огранкой, таинственной красотой и уникальностью свойств. Это объясняется расположением атомов в четком порядке, которые образуют кристаллическую решетку, подчиняясь законам пространственной симметрии.

Кристаллы находят широкое применение в народном хозяйстве: они используются в солнечных электростанциях, транзисторных радиоприемниках, лазерах, часах и т. д. Некоторые кристаллы обладают способностью преобразовывать один вид энергии в другой, например, механическую в электрическую, усиливают многие физические процессы, реагируют на присутствие ядерных излучений. Кристаллы помогают видеть в темноте и слышать ультразвук. Кристалл — летопись событий, происшедших во время его образования (изменение температуры и т. д.). Из летописи, зафиксированной языком дефектов, геологи узнают о процессах, происходящих в земной коре.

Размеры кристаллов колеблются от долей миллиметра до нескольких метров. Был найден кристалл кварца высотой с двухэтажный дом. Масса кристаллов также очень различна и в некоторых случаях достигает 90 т.

Кристаллические тела резко отличаются от аморфных.

Аморфное состояние — состояние твердого вещества, при котором его частицы (молекулы, атомы) располо-

жены беспорядочно; при повышении температуры вещество, размягчаясь, переходит в жидкое состояние постепенно (не имеет определенной точки плавления).

Наиболее важная особенность кристаллических веществ — удивительная способность самоограняться, принимать форму многогранников, ограниченных плоскими гранями, и образовывать кристаллы определенной формы, очень характерной и постоянной для данного соединения. Так, например, кристаллы каменной соли имеют форму куба, кристаллы минерала берилла — форму шестигранной призмы и т. д. Насколько это свойство у минералов ярко выражено, можно видеть из следующего опыта: если кристаллу каменной соли, имеющему кубическую форму, придать форму шара и поместить его в насыщенный раствор поваренной соли, то через некоторое время мы увидим, что шар вновь приобретает форму куба, присущую кристаллам каменной соли.

Вторая особенность кристаллических веществ — анизотропность (неравносвойственность). Анизотропность проявляется в том, что в зависимости от направления в кристалле меняются свойства: механические, оптические, термические, электрические, химические и т. п. Аморфные вещества изотропны (равносвойственны) — механические, оптические и другие свойства у них во всех направлениях одинаковы.

У кристаллических веществ прочность (сцепление) в различных направлениях различная, обусловленная внутренним размещением атомов и ионов. Благодаря этому некоторые минералы легче раскалываются в одних направлениях и с большим трудом в других. Аморфные вещества во всех направлениях раскалываются одинаково. Изменение оптических свойств в зависимости от направления особенно хорошо наблюдается в кристалле исландского шпата — прозрачного кальцита. Изображения, рассматриваемые через этот кристалл, удваиваются. Объясняется это тем, что луч света в кристалле благодаря анизотропии разделяется на два луча, распространяющиеся во взаимно перпендикулярных направлениях и с различной скоростью. В изотропном веществе луч света распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью и, следовательно, не распадается на два луча.

Иллюстрацией изменения теплопроводности кристаллов в зависимости от направления может служить опыт с кристаллом гипса, покрытым тонким слоем воска; благодаря изменению теплопроводности в зависимости от направления воск будет таять с разной скоростью в разных направлениях.

В зависимости от направления в кристалле меняются и химические свойства: так, например, разные грани кристалла кальцита реагируют с соляной кислотой с различной интенсивностью.

Способность кристаллических веществ самоограняться и давать тела определенной формы также объясняется анизотропностью: в зависимости от направления меняется сила притяжения осаждающих частиц. Благодаря этому осаждающееся вещество отлагается ровными слоями, параллельными граням.

Третьей особенностью кристаллических веществ, отличающей их от аморфных, является однородность кристаллического вещества, которая выражается в том, что любая частица кристалла данного вещества имеет тот же химический состав, что и целый кристалл, такое же внутреннее строение и, следовательно, будет обладать анизотропностью.

Эта особенность кристаллического вещества имеет большое практическое значение — с целью получения химически чистого вещества его кристаллизуют; различные примеси при этом остаются в растворе.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ

Правильная форма, анизотропность и однородность кристаллов обусловлены внутренним строением их: для кристаллов характерна идеальная упорядоченность атомов. Кристаллы отличаются от аморфных тел тем, что атомы и ионы у первых расположены закономерно в определенном порядке и образуют так называемую кристаллическую решетку. В аморфных телах они расположены беспорядочно, хаотично. У каждого минерала наблюдается кристаллическая решетка определенной формы.

Отмечая местоположение частиц кристаллического вещества точками и обозначая расстояния между ними линиями, можно получить пространственную решетку,

в которой точки будут располагаться закономерно. Узлы пространственной решетки, обозначенные точками, покажут размещение частиц внутри кристалла. Если каждая точка будет обозначать положение атома, иона или молекулы в кристалле, то такая решетка будет называться кристаллической.

Различают три типа кристаллических решеток: атомный, ионный и молекулярный.

Атомный тип кристаллической решетки характеризуется тем, что в узлах решетки располагаются атомы. Атомные решетки наблюдаются у химических элементов, как, например, у алмаза.

Ионный тип кристаллических решеток бывает у галогенидов (каменная соль, сильвин), у большинства окисей двухвалентных металлов, у силикатов и характеризуется расположением в узлах ионов.

Молекулярный тип кристаллической решетки, в узлах которой находятся молекулы, наблюдается у аспирина, сахара.

Как зависят внешние особенности кристаллов от их внутреннего строения, можно видеть из следующего примера. В прошлом веке на складе обмундирования на солдатских мундирах зимой рассыпались в порошок оловянные пуговицы. Это объясняется тем, что кристаллическая решетка олова изменилась при низких температурах и при этом объем металла увеличился.

ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

В каждом кристалле можно различить грани, ребра и вершины.

Гранями называются плоские ограничения кристаллов; линии, разделяющие грани, образуют ребра; угловая точка, в которой пересекаются несколько граней, представляет вершину кристалла.

При благоприятных условиях притока однородного вещества к растущему кристаллу он развивается в правильный многогранник.

В природе такие условия могут наблюдаться исключительно редко, поэтому кристаллы обычно имеют неправильные формы. Большинство минералов образует

микрокристаллы и встречается в виде мелкокристаллических или зернистых масс.

Благодаря тому, что углы между соответствующими гранями у кристаллов одного и того же минерала постоянны, удается установить истинную форму кристаллов, даже изучая искаженные формы.

М. В. Ломоносов намного раньше французского ученого Роме де Лиля установил закон постоянства граничных углов в кристаллах. Этот закон гласит: кристаллы одного и того же минерала могут иметь разную форму, величину и число граней, но углы между соответствующими гранями всегда будут постоянными. Углы между гранями кристаллов измеряются при помощи гониометра (угломера).

У идеально образованных кристаллов наблюдается симметрия. Симметрией кристалла называется закономерное повторение граней, ребер и вершин.

Для удобства изучения пользуются моделями кристаллов, передающих формы идеальных кристаллов.

ФОРМЫ КРИСТАЛЛОВ

В кристаллах наблюдаются следующие элементы симметрии.

1. Плоскость симметрии — это воображаемая плоскость, которая делит кристалл на две равные части, причем одна из частей является как бы зеркальным отражением другой (рис. 3).

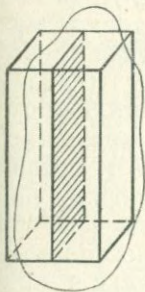


Рис. 3. Плоскость симметрии

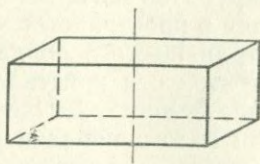


Рис. 4. Ось симметрии второго порядка

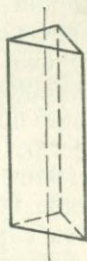


Рис. 5. Ось симметрии третьего порядка

В кристалле может быть несколько плоскостей симметрии. Плоскость симметрии обозначается буквой P .

2. Ось симметрии — линия, при вращении вокруг которой на 360° кристалл несколько раз повторяет свое начальное положение в пространстве. Ось симметрии

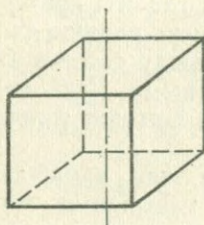


Рис. 6. Ось симметрии четвертого порядка



Рис. 7. Ось симметрии шестого порядка



Рис. 8. Центр симметрии

обозначается буквой L . В кристалле может быть несколько осей симметрии:

а) ось симметрии второго порядка (L^2), когда при вращении вокруг этой оси на 360° кристалл повторяет свое начальное положение в пространстве два раза (рис. 4);

б) ось симметрии третьего порядка (L^3), когда при вращении вокруг этой оси кристалл повторяет свое начальное положение в пространстве три раза (рис. 5);

в) ось симметрии четвертого порядка (L^4), когда при вращении вокруг этой оси кристалл повторяет свое начальное положение в пространстве четыре раза (рис. 6);

г) ось симметрии шестого порядка (L^6), когда при вращении вокруг этой оси кристалл повторяет свое начальное положение в пространстве шесть раз (рис. 7).

Ось симметрии пятого порядка в кристаллах не наблюдается, а ось симметрии первого порядка в кристаллографии не учитывается.

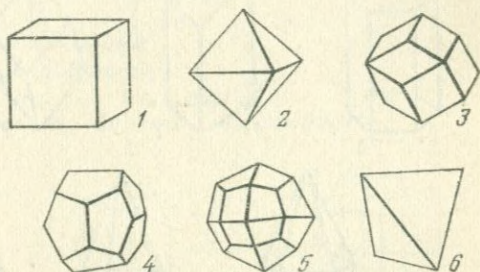
3. Центр симметрии — воображаемая точка, расположенная внутри кристалла, в которой пересекаются и делятся пополам линии, соединяющие соответствующие

точки на поверхности кристалла (рис. 8). Центр симметрии обозначается буквой С.

А. В. Гадолин в 1867 г., основываясь на представлении о решетчатом строении кристалла, установил существование 32 видов (классов) симметрии идеальных форм кристаллов.

Рис. 9. Наиболее часто встречающиеся формы кубической сингонии

1 — куб; 2 — октаэдр;
3 — ромбический додекаэдр; 4 — пентагондодэкаэдр; 5 — тетрагонтриоктаэдр;
6 — тетраэдр



Все многообразие встречающихся в природе кристаллических форм объединяется в семь сингоний (систем) по имеющимся в них элементам симметрии: 1) кубическая, 2) гексагональная; 3) тетрагональная (квадратная); 4) тригональная; 5) ромбическая; 6) моноклиная; 7) триклинная.

По развитости кристаллов по кристаллографическим осям и по элементам симметрии выделяют: высшую, средние и низшие кристаллографические сингонии.

Высшая сингония

Характерной особенностью высшей сингонии является наличие более одной оси симметрии высшего наименования (осями высшего наименования считаются L^6 , L^4 , L^3). К высшей сингонии относится кубическая сингония — самая богатая элементами симметрии.

Кристаллы, относящиеся к кубической сингонии, характеризуются одинаковой развитостью по координатным осям (x , y , z) — они изометричны. На рис. 9 приведены наиболее часто встречающиеся формы кубической сингонии. Кристаллы кубической формы образует каменная соль, в виде октаэдров встречается магнитный железняк, ромбический додекаэдр характерен для гранатов и т. д.

Средние сингонии

Кристаллы, относящиеся к средним сингониям, имеют только одну ось симметрии высшего наименования; остальные оси симметрии — исключительно второго по-

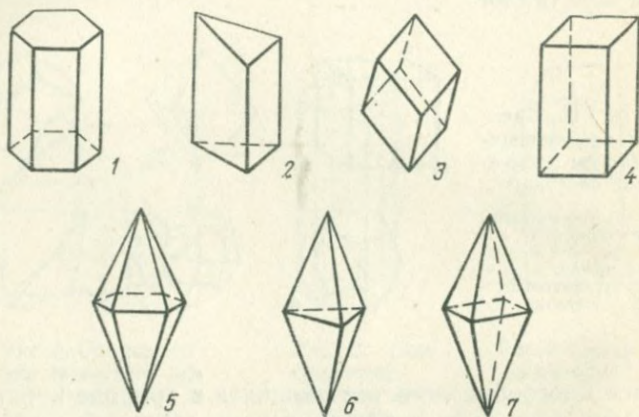


Рис. 10. Наиболее часто встречающиеся формы средних сингоний

1 — гексагональная призма; 2 — тригональная призма; 3 — ромбоэдр; 4 — тетрагональная призма; 5 — гексагональная дипирамида; 6 — тригональная дипирамида; 7 — тетрагональная дипирамида

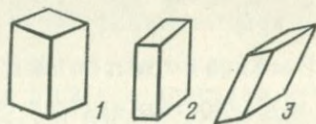


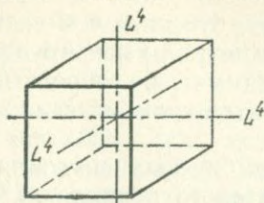
Рис. 11. Основные формы низших сингоний

1 — ромбическая; 2 — моноклиная; 3 — триклиная

рядка (L^2). К средним сингониям относятся: гексагональная, тетрагональная, тригональная.

В кристаллах, относимых к гексагональной сингонии, единственной осью симметрии высшего наименования является ось шестого порядка (L^6), в кристаллах тетрагональной сингонии этой единственной осью симметрии высшего наименования является ось четвертого порядка

Высшая сингония
(более одной оси высшего наименования)

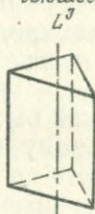


Кубическая

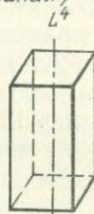
Средние сингонии
(только одна ось высшего наименования)



Гексагональная

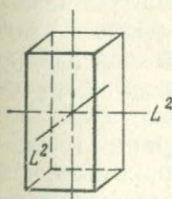


Тригональная

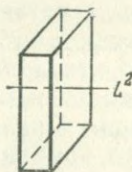


Тетрагональная

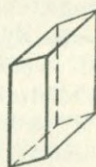
Нижние сингонии
(ни одной оси высшего наименования)



Ромбическая



Моноклиная



Триклинная

Рис. 12. Высшая, средние и нижние кристаллографические сингонии

(L^4), а в кристаллах тригональной сингонии — ось третьего порядка (L^3).

В гексагональной сингонии кристаллизуется минерал апатит, в тригональной сингонии кристаллизуется кальцит, в тетрагональной сингонии — медный колчедан. На рис. 10 показаны наиболее часто встречающиеся формы средних сингоний.

Низшие сингонии

У кристаллов, относимых к низшим сингониям, нет ни одной оси симметрии высшего наименования (могут быть лишь оси симметрии второго порядка). К низшим сингониям относятся: ромбическая, моноклиновая, триклинная.

Кристаллы ромбической сингонии имеют более одной оси симметрии второго порядка (L^2). Кристаллы моноклиновой сингонии имеют только одну ось симметрии второго порядка (L^2). Кристаллы триклинной сингонии не имеют ни одной оси симметрии. В ромбической сингонии кристаллизуется самородная сера.

На рис. 11 приведены основные формы низших сингоний.

На рис. 12 показано как быстро определить сингонию кристалла по минимальному числу элементов симметрии.

ПРОСТЫЕ ФОРМЫ, КОМБИНАЦИИ. ДВОЙНИКИ

Различают простые формы и их комбинации.

Простые формы имеют одинаковые грани, комбинации характеризуются сочетаниями различных граней, например, куб, октаэдр, ромбический додекаэдр и некоторые другие. Кубооктаэдр, состоящий из граней куба и октаэдра, представляет комбинацию двух простых форм: куба и октаэдра. Призма, ограниченная двумя плоскостями, является комбинацией призмы и пинакоида. Пирамида с плоским основанием представляет комбинацию пирамиды с моноэдром и т. д.

Минералы и другие вещества иногда образуют так называемые двойники, представляющие закономерные срастания кристаллов. Кристаллы обычно срастаются по двум одинаковым граням, что определяет особую, свойственную двойникам симметрию. Двойники особенно характерны для гипса.

ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ

Кристаллы образуются из жидких, газообразных и твердых веществ при следующих условиях:

1) при испарении раствора и при соответствующем увеличении концентрации растворенного вещества;

- 2) при понижении температуры раствора;
- 3) при застывании расплавленного вещества;
- 4) путем возгона — когда при резком понижении температуры образуются кристаллы из газов;
- 5) при изменении давления;
- 6) при перекристаллизации твердых масс.

Образование кристаллов при испарении раствора наблюдается в больших масштабах. Так, например, происходит отложение мощных толщ поваренной соли на дне озер Эльтон и Баскунчак. Этим же путем получают некоторые соли в лабораторных условиях. Также часто происходит в природе образование кристаллов при понижении температуры раствора. Примером может служить отложение мирабилита (глауберова соль) в заливе Кара-Богаз-Гол в зимний период. Общеизвестно образование кристаллов снега и льда при охлаждении пара и воды.

Процесс кристаллизации широко проявляется при застывании магмы. Образование кристаллов путем возгона наблюдается на стенках вулканических кратеров, когда летучие вещества осаждаются в твердом виде. Таково, например, происхождение серы некоторых месторождений (вулканы Камчатки, Везувий, Этна и др.). Обычно кристаллы такого происхождения имеют небольшие размеры. Образование зимой ледяных узоров на окнах также является примером возгона. Процесс возгонки используется в химической промышленности для очистки нафталина, йода, камфары. В аналитической химии возгоны служат диагностическими признаками для установления наличия в соединениях ртути, мышьяка, сурьмы и др.

В природе и в промышленности наблюдается рекристаллизация вещества в твердом состоянии. Большое значение при этом имеет изменение давления. Примером преобразования кристаллов при изменении давления может служить перекристаллизация серы. Ромбическая сера при уменьшении давления может перейти в моноклинную серу, и, наоборот, при повышении давления моноклинная сера переходит в ромбическую. В некоторых случаях мел, состоящий из микроскопических кристаллов углекислого кальция, под действием давления переходит в явно выраженный кристаллический мрамор. В промышленности наблюдается переход мелкозерни-

стого железа отдельных частей машин в крупнозернистое под действием ударов и сотрясений.

Кристаллы можно также получать искусственно в лабораторных условиях. Искусственные кристаллы образуются при затвердевании расплавленных металлов, при шлакообразовании, при химических реакциях и т. д.

Довольно легко кристаллы можно выращивать из пересыщенных растворов солей. С этой целью в пересыщенный раствор какой-нибудь соли помещают маленький кристаллик того же вещества, который служит заправкой. Постоянно перемешивая раствор и предохраняя его от попадания пылинок данного вещества, можно вырастить кристалл крупных размеров.

Кроме того, кристаллы получают путем медленного охлаждения растворов и расплавов.

ПСЕВДОМОРФОЗЫ

Каждый минерал кристаллизуется в определенной сингонии и дает кристаллы определенной и постоянной формы. Некоторые минералы встречаются в кристаллических формах, не присущих данному соединению, и дают кристаллы нехарактерной для данного минерала формы — ложные формы, или псевдоморфозы.

Часто наблюдаются псевдоморфозы лимонита по пириту и по сидериту.

Лимонит — минерал аморфный, поэтому кристаллов никогда не дает, но иногда он встречается в кристаллическом виде — образует кубы, пентагональные додекаэдры, ромбоэдры.

Все эти формы для лимонита являются ложными. Образование их объясняется тем, что пирит FeS_2 и сидерит FeCO_3 в поверхностных условиях легко химически видоизменяются и постепенно превращаются в лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, химический состав пирита и сидерита меняется, хотя внешняя форма кристаллов, типичная для пирита и сидерита, сохраняется.

ПОЛИМОРФИЗМ

Явление полиморфизма выражается в том, что встречаются минералы одного и того же химического состава, кристаллизующиеся в разных кристаллографических сингониях. Это объясняется различным пространствен-

ным размещением атомов и ионов внутри кристалла, т. е. различной формой кристаллических решеток.

Прекрасными примерами полиморфизма могут служить минералы графит и алмаз. Тот и другой имеют одинаковый химический состав — состоят из углерода. Отличаются они формой кристаллических решеток (рис. 13), поэтому кристаллизуются в различных сингониях: графит — в гексагональной, алмаз — в кубической. Структура графита напоминает пчелиные соты, кристаллическая решетка алмаза — тетраэдр.

Все внешние свойства этих минералов определяются внутренним строением кристалла и, естественно, резко отличаются. Благодаря компактной структуре алмаз — самый твердый из известных минералов, а графит — самый мягкий, так как обладает более разреженной кристаллической решеткой. Алмазом режут, графитом пишат. Алмаз — бесцветный, графит — черный. Спайность у графита весьма совершенная, и он легко рас-

щепляется в направлении слабого сцепления, т. е. в направлении большего расстояния между атомами. У алмаза спайность совершенная. Графит — хороший проводник электричества, алмаз — плохой проводник электричества; графит устойчив при высоких температурах и низких давлениях, алмаз, наоборот, устойчив при более низких температурах и высоких давлениях.

ИЗОМОРФИЗМ

Мы рассмотрели явление полиморфизма, когда минералы одного и того же химического состава кристал-

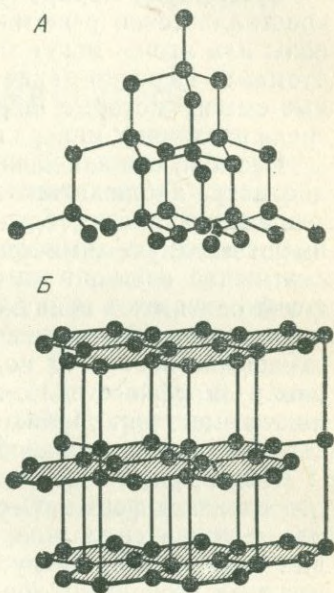


Рис. 13. Кристаллические решетки алмаза (А) и графита (Б)

лизуются в различных сингониях. Наблюдаются явления и обратного порядка — когда минералы сходного химического состава и сходной кристаллической структуры имеют одинаковую внешнюю кристаллическую форму. Это явление известно под названием изоморфизма.

Существуют природные соединения, образующие кристаллические решетки одного типа, в которых одни ионы или атомы могут замещаться другими ионами или атомами. Нередко такие вещества образуют изоморфные смеси, которые широко распространены в природе среди различных минеральных тел.

Изоморфные замещения ионов или атомов у минералов могут наблюдаться в том случае, когда у этих материальных частиц близкие размеры, когда минералы имеют сходную химическую формулу, когда сумма валентностей взаимно замещающихся ионов одинакова и когда они имеют одинаковые по знаку заряды. Так, например, ион Fe может замещать ион Mg. Постоянное замещение ионов Mg ионами Fe приводит к образованию изоморфного ряда, крайними членами которого являются магнезит $MgCO_3$ и сидерит $FeCO_3$. Форма кристаллов у этих соединений — ромбоэдр.

Изоморфные замещения могут происходить и в более сложной форме. Особенно сложные замещения наблюдаются у силикатов, представляющих соли кремниевых кислот. Здесь могут происходить одновременно замещения нескольких ионов. Такие вещества нередко образуют изоморфные смеси, когда содержание исходных веществ постепенно меняется. Наглядным примером может служить изоморфный ряд, образуемый между анортитом $Ca[Al_2Si_2O_8]$ и альбитом $Na[AlSiO_3]$. Кальций анортита постепенно замещается натрием, алюминий — кремнием, и в зависимости от процентного соотношения этих ионов выделяются промежуточные соединения между альбитом и анортитом, известные под названием плагиоклазов. Все плагиоклазы кристаллизуются в триклинной сингонии.

МИНЕРАЛОГИЯ

Минералогия — наука, изучающая минералы — продукты естественных химических реакций, более или менее однородные физически и химически.

В настоящее время известно около четырех тысяч минералов. Из них лишь немногим более 20 минералов являются порообразующими, т. е. входят в состав горных пород.

Большинство минералов относится к твердым телам, но встречаются и жидкие (самородная ртуть) и газообразные (метан).

ОБРАЗОВАНИЕ МИНЕРАЛОВ

Магма и ее дифференциация. Магматическое минералообразование. Магма — первоначальный силикатный расплав, поступающий из глубин Земли и дающий при отвердевании его изверженные горные породы и минералы. Наличие в магме газов, главным образом паров перегретой воды, HF, H₂S, HCl, CO, CO₂ и соединений серы и бора делают ее более вязкой и способствуют кристаллизации.

Магма расщепляется на составные части по плотности. Легкие элементы магмы концентрируются в верхней части магматического очага, а более тяжелые — в нижней части. Этот процесс получил название ликвации. Он приводит к расчленению магмы на кислую, богатую кремнеземом и легкими элементами, и на основную, содержащую меньший процент кремнезема и больший процент тяжелых элементов.

При дальнейшем охлаждении магмы химические элементы начинают постепенно вступать в химические реакции — образуются минералы магматического происхождения, выделяющиеся в определенной последовательности. Расщепление магмы на составные части по мере остывания и кристаллизации называется кристаллизационной дифференциацией. Кристаллы могут реагировать с остаточным расплавом и образовывать новые соединения.

Последовательность выпадения минералов зависит от следующих причин:

- 1) от состава магмы;
- 2) от температуры охлаждающейся магмы и от давления. В определенные моменты охлаждения магматического очага и в определенных условиях давления могут выделяться лишь определенные ассоциации минералов.

лов. Кроме того, у различных участков магматического очага может быть неодинаковая температура, что приводит к выделению в разных частях магмы разнообразных минералов;

3) от точки плавления и затвердевания минералов;

4) от процентного соотношения отдельных компонентов, входящих в состав магмы.

На процессы минералообразования оказывает также влияние и взаимодействие выделившихся в твердом виде минералов с остаточным расплавом. Это приводит к изменению химического состава уже выпавших минералов.

Обломки окружающих магматический очаг горных пород, так называемые ксенолиты, попадая в магму, ассимилируются (усваиваются) последней; магма также растворяет окружающие ее боковые породы. Этот процесс, известный под названием синтексиса, может привести к изменению химического состава отдельных участков магматического очага. Так, например, магма, соприкасаясь с известняками, обогащается кальцием; соприкасаясь с кварцевыми песками или песчаниками, — кремнеземом; соприкасаясь с глинистыми породами, — глиноземом и т. д.

Процессы дифференциации магмы и ассимиляции ею окружающих пород способствуют образованию магм различного химического состава и обуславливают разнообразие магматических горных пород.

Магматические горные породы делятся на две группы: интрузивные, образовавшиеся при остывании магмы в толще земной коры, и эффузивные, или излившиеся, застывшие на поверхности Земли (лавы).

Минералы образуются в определенных физико-химических условиях. Своеобразие физико-химической обстановки в каждом отдельном случае способствует возникновению определенных ассоциаций (скоплений) минералов. Совместное нахождение минералов в природе, обусловленное общностью условий их образования, называется парагенезисом.

Парагенетические особенности минералов приобретают большое значение при поисках месторождений полезных ископаемых. Общеизвестно, что свинцовая руда встречается вместе с цинковой рудой, образуя месторождения полиметаллических руд; в месторождениях ртут-

ной руды обычно находится сурьмяная руда. Каменная и калийные соли нередко встречаются вместе.

Минералы пегматитов и пневматолитового процесса. Магма в своем составе всегда содержит различные летучие вещества. По мере охлаждения ее эти летучие соединения постепенно выделяются. Если летучие компоненты магмы не могут покинуть магматический очаг (это может быть в том случае, когда внешнее давление больше внутреннего давления газов; обычно наблюдается на больших глубинах), они концентрируются, и дальнейшее охлаждение магмы, а следовательно, и образование минералов происходит при активном участии в этих процессах летучих веществ.

В земной коре широко распространены жильные скопления различных минералов. Жила — минеральное тело, заполняющее трещину в горной породе.

Пневматолитовый процесс получил свое название от греческого слова «пневма» (газ) в связи с тем, что в нем активное участие принимают летучие вещества. Пневматолитиз — процесс образования минералов за счет взаимодействия с горными породами газов и летучих веществ, или их возгонки (отложения в твердом виде), или взаимодействия газов. Путем пневматолитиза из магмы выносятся многие металлы и металлоиды.

Упругие летучие вещества создают благоприятные условия для роста кристаллов. Жилы, в которых происходит образование крупных кристаллов и зерен минералов, называются пегматитовыми. Пегматитовые и пневматолитовые минералы особенно часто бывают связаны по происхождению с магматическими породами гранитного типа более богатыми летучими соединениями.

Минералы гидротермальных процессов. Минералы гидротермального происхождения возникают в одну из последних фаз охлаждения магматического очага и имеют близкую генетическую связь с магматическими процессами.

Летучие компоненты магмы, циркулируя по трещинам и порам пород, окружающих магматический очаг, и перемещаясь в основном по направлению к поверхности Земли, в значительной степени охлаждаются. А так как они еще находятся в условиях довольно большого давления, водяной пар сгущается в воду при более высокой температуре, чем это наблюдается на поверхности

Земли. Такая вода обладает большой растворяющей способностью и несет в растворенном виде золото, серебро, медь, цинк, свинец и другие элементы. Из этих растворов высокотемпературной воды, перемещающейся по трещинам, образуются минералы гидротермального происхождения, к которым принадлежат и минералы рудных жил. Отложение минералов может наблюдаться и в зоне контакта магматических пород с окружающими породами. Особенно благоприятным в этом отношении является контакт с известняками.

Рудоносные разломы земной коры прослеживаются в длину почти на тысячу километров. Ширина их может достигать десяти километров.

Гидротермальные жилы делятся на глубинные (гипотермальные) с температурой образования $300-374^{\circ}$ (располагаются они вблизи глубинных магматических пород или в самих магматических породах); жилы средней глубины (мезотермальные) с температурой образования $150-300^{\circ}$ (эти жилы более удалены от магматического очага, чем гипотермальные); поверхностные (эпитеермальные) жилы с температурой образования $50-150^{\circ}$ (жилы этого типа бывают удалены от магматического очага на расстояние нескольких километров). В гидротермальных жилах образуются, с одной стороны, немногие минералы, выпадающие большими массами и составляющие тело жилы. К ним относятся кварц, кальцит. С другой стороны, выделяются различные минералы, включенные в тело жилы. Они представлены сернистыми соединениями цветных металлов (медный колчедан, свинцовый блеск, цинковая обманка), пиритом, а также магнетитом и самородными элементами (золото, серебро). Основная масса сульфидов, представляющих руды для извлечения различных металлов, встречается в гидротермальных жилах, поэтому часто их называют рудными жилами.

Большей частью гидротермальные жилы связаны с кислыми и средними глубинными магматическими породами.

Вулканическое минералообразование. Вулканические процессы сопровождаются выделением газообразных веществ и излиянием жидкой лавы. Лава на поверхности теряет летучие соединения, становится вязкой и, затвердевая, образует плотную или тонкозернистую массу

вулканических пород, в которой нередко встречаются кристаллы многих силикатов (оливин, роговая обманка, авгит, полевые шпаты и др.). Вулканические газы, вступая в реакцию друг с другом и с газами атмосферы, образуют на стенках кратеров минералы: серу, хлорное железо, железный блеск, пирит и др.

Исследования последних лет показали приуроченность к вулканическим процессам ряда месторождений рудных полезных ископаемых: медных, молибденовых, свинцовых, цинковых, серебряных, ртутных, оловянных, радиоактивных, а также золота и берилла. К ним относятся месторождения золота и серебра Калифорнии; золота Японских островов, Новой Зеландии; полиметаллов Мексики; медных и молибденовых руд Мексики, Чили, Перу и США; медных руд Коунрада (СССР), ртутной руды в Тоскане (Амиата, Италия). Ряд месторождений бокситов, железных и марганцевых руд связан с вулканическими процессами. Месторождения алмазов также имеют вулканическое происхождение.

Минералообразование при процессах выветривания. Выветриванием называются процессы разрушения и изменения минералов, протекающие на поверхности Земли.

Магматические и метаморфические породы, образовавшиеся на глубине в условиях высокой температуры и высокого давления, при выходе на дневную поверхность попадают в новые физико-химические условия, и многие из них становятся неустойчивыми соединениями. По характеру проявления выветривание бывает физическое или механическое и химическое.

При физическом выветривании меняются внешние особенности минералов, но химический состав при этом остается без изменений. Физическое выветривание в основном обусловлено амплитудой колебаний температур, особенно суточной. Наиболее интенсивно физическое выветривание проявляется в пустынях, жарких сухих областях и в высокогорных районах.

В результате физического выветривания горные породы покрываются сетью трещин. Эти трещины в дальнейшем расширяются, разветвляются, и таким образом горные породы разбиваются на отдельные обломки различной формы и величины, которые затем отделяются друг от друга. Это и приводит к образованию щебня, дресвы и более мелких обломков.

При химическом выветривании процессы разрушения горных пород протекают более сложно: меняются не только внешние особенности пород, но и химический состав — в результате минералы, подвергшиеся химическому выветриванию, превращаются в совершенно новые химические соединения — новые минералы.

Интенсивность проявления химического выветривания также зависит от климатических условий отдельных участков земной поверхности. Наиболее благоприятным является влажный жаркий климат. В пустынях химическое выветривание выражено слабо.

Основные агенты химического выветривания: кислород, вода и углекислота. Кислород, действуя на минералы, приводит к окислению этих соединений. Вода может входить в химический состав минералов, с которыми она соприкасается, и может их растворять. Так, например, минерал ангидрит CaSO_4 , присоединяя воду, переходит в гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Вода является прекрасным растворителем. Такие вещества, как каменная и калийные соли, очень легко растворяются в воде. Хорошо в воде растворяются гипс, ангидрит, известняк. Растворяющая способность воды возрастает, если она обогащается кислотами, как неорганическими, так и органическими.

Особенно большое значение благодаря широкому распространению в процессах химического выветривания минералов имеет углекислота. Углекислота, растворенная в воде, действует разрушающе на минералы, слагающие горные породы, особенно на силикаты. Этот процесс известен под названием процесса карбонатизации.

На поверхности Земли наиболее устойчивы окислы, гидроокислы и углекислые соединения.

В большом количестве встречающиеся в природе глины и пески представляют конечный продукт физического и химического разрушения горных пород глубинного происхождения.

Процессы физического и химического разрушения минералов идут одновременно. Химически стойкие минералы при этом разрушаются только механически и обычно или остаются на месте образования, или переносятся речными потоками и атмосферными водами на большее или меньшее расстояние от места образования.

Химически неустойчивые минералы под действием кислорода, воды и углекислоты образуют новые соединения, в большинстве случаев легко растворимые в воде. Эти растворенные в воде вещества в дальнейшем частично переносятся по поверхности Земли водными потоками и выносятся в моря и озера, часть же растворенных веществ просачивается в почву и уходит в нижележащие горизонты.

Зона, в которой происходят процессы выветривания, называется зоной выветривания или окисления. Под ней находится зона цементации.

Растворы, попадающие из зоны выветривания в зону цементации, выделяют растворенные вещества в твердом виде и тем самым цементируют породы. В зоне цементации сульфатные и другие соединения восстанавливаются под действием карбонатных пород (известняки) и органических веществ.

Верхняя часть рудных жил также подвергается химическому воздействию кислорода, воды, углекислоты, здесь появляются кислородные, водные, сульфатные и карбонатные соединения — минералы, характерные для зоны выветривания. Эти соединения легко растворяются в воде, особенно сульфатные, и переносятся в нижележащую зону — в зону цементации.

В верхней части рудных жил, содержащих соединения железа (пирит, халькопирит и др.), в результате химического выветривания появляется бурый железняк, образующий так называемую «железную шляпу», прикрывающую нижележащую неизмененную часть жилы. В верхней части медных месторождений образуются малахит, азурит, лимонит.

Процессы физического и химического выветривания, таким образом, приводят к разрушению горных пород. Обломочный материал, возникающий в результате разрушения горных пород, образует россыпи. Большое значение в их образовании имеет деятельность рек, способствующая разрушению дна и берегов. Минералы россыпей: самородные золото и платина, алмаз, кварц, слюды, корунд, рубин, сапфир, магнетит, топаз, берилл и др.

В процессах выветривания принимают участие растения и животные. Действие растений и животных на горные породы может быть механическим и химическим. Механическое разрушение горных пород обусловлено

ростом корневой системы растений, проникающей в трещины пород. Механически разрыхляют горные породы различные роющие животные: кроты, землеройки, суслики, сурки; в условиях влажного климата большое значение имеют дождевые черви, в жарких странах — термиты.

Химическое влияние на горные породы оказывают кислоты, которые выделяются из корневой системы растений в результате их жизнедеятельности.

Минералообразование в морях, лагунах, озерах и болотах. Поверхностные водные потоки выносят в моря, озера, болота горные породы в растворенном и нерастворенном виде. Если озера, морские заливы, лагуны находятся в областях с жарким сухим климатом, наблюдается интенсивное испарение воды, что приводит к выпадению растворенных веществ в твердом виде.

При выделении растворенных веществ в твердом виде может иметь значение не только испарение воды, но и понижение температуры и обменные реакции между различными элементами; поэтому образование химических осадков наблюдается и в условиях умеренного климата. На дне лагун, морских заливов, озер и болот отлагаются известняк, доломит, гипс, ангидрит, каменная и калийная соли, мирабилит, а также соединения железа (лимонит, сидерит) и марганца (пиролюзит и др.).

Минералы органогенного происхождения. В процессах минералообразования принимает участие и органический мир — как животный, так и растительный. Некоторые минералы представляют собой продукты жизнедеятельности организмов, некоторые возникают в результате химических преобразований органических остатков. Растительные остатки служат исходным материалом для образования таких полезных ископаемых, как торф, ископаемые угли. Кремниевые скелетные остатки диатомовых водорослей — растений, живущих в морях, — входят в состав осадочной породы — диатомита.

Мел образуется в результате скопления и уплотнения скелетных остатков водорослей, выделяющих известь, и мельчайших морских животных — корненожек. Толщи известняков возникают в результате отложения и уплотнения известковых раковин моллюсков, кораллов, мшанок, морских ежей, морских лилий, корненожек и

т. д. Мельчайшие морские животные и растения, относящиеся к планктону, принимают участие в образовании залежей нефти.

Некоторые бактерии также участвуют в процессах минералообразования. Так, например, в образовании железных руд осадочного происхождения на дне некоторых озер, болот и морей принимают активное участие железобактерии. Так называемые серобактерии, окисляя сероводород, скапливаются в результате разложения органических веществ на дне болот, озер, морских заливов, лиманов и выделяют серу. Некоторые бактерии принимают участие в образовании марганцевых руд осадочного происхождения.

Минералы метаморфических процессов. Минералы метаморфического происхождения образуются путем глубоких изменений (метаморфизации) минералов осадочного и магматического происхождения.

Большое значение в процессах метаморфического минералообразования имеют высокая температура, высокое давление и химическое влияние магмы на контактируемые с ней породы, под влиянием которых минералы преобразуются или, как говорят, метаморфизируются. В зависимости от преобладания того или иного из перечисленных факторов различают несколько типов метаморфических процессов.

Контактовый метаморфизм наблюдается на контакте (в зоне соприкосновения) внедрившейся магмы с вмещающими породами. Магма, проникая в толщу земной коры, влияя своей высокой температурой и химически активной частью на породы, контактируемые с ней, оказывает метаморфизирующее влияние на последние.

Различают контактовый метаморфизм без привноса вещества и с привносом его. Контактовый метаморфизм без привноса вещества наблюдается в случае, когда магма влияет на контактируемые с ней породы лишь высокой температурой, что приводит к перекристаллизации этих пород. Каменный уголь в зоне контакта с магмой переходит в антрацит, в графит; плотные известняки под влиянием высокой температуры магмы перекристаллизовываются и становятся зернистыми известняками, или мраморами; песчаники превращаются в кварциты, глины — в роговики и т. д.

Контактовый метаморфизм с привнесом вещества, или так называемые контактово-метасоматические процессы, вызывает более сложные явления в контактовой зоне магмы с окружающими породами: здесь, кроме высокой температуры, большое значение имеют обменные химические реакции между магмой и вмещающими ее породами. Химически более активны по сравнению с другими осадочными породами известняки, доломиты, что связано с вытеснением CO_2 из карбонатов и с интенсивным взаимодействием CaO и MgO с другими окислами, и менее активны глинистые породы. Поэтому контакт известняков и доломитов с магмой особенно благоприятен для минералообразования, где концентрируются соединения железа (магнетит, гематит), меди (халькопирит), свинца (галенит), цинка (сфалерит).

В зоне контакта известняков и доломитов с магматическими породами встречаются также кальцит, роговая обманка, пирит, доломит, корунд, серпентин, хризотил-асбест, магнезит, флогопит, графит. В зоне контакта магмы с известняками образуется определенная группа минералов, скопления которых получили название скарнов. В зоне контакта глинистых сланцев с магматическими породами встречаются корунд и магнетит. Особенно благоприятен для образования полезных ископаемых контакт средних, реже кислых и очень редко основных магматических пород с известняками.

Региональный метаморфизм. Горные породы, а следовательно, и минералы, слагающие их, при медленном погружении отдельных участков земной коры, вызванном тектоническими причинами, попадают в условия высокой температуры и высокого гидростатического (равностороннего) давления. Метаморфизмируясь, горные породы приобретают сланцеватое строение и зернистую кристаллическую структуру, образуя так называемые кристаллические сланцы, гнейсы и др. Такой тип метаморфизма получил название регионального в связи с тем, что охватывает большие площади земной коры.

Динамометаморфизм. При появлении складкообразовательных процессов породы испытывают сильное боковое давление, которое метаморфизмирующе влияет на них — они меняют минеральный состав и становятся сланцеватыми. Так, например, глины, испытывая

боковое давление, превращаются в глинистые сланцы, в филлиты. Этот тип метаморфизма, в котором решающее значение имеет высокое давление, получил название динамометаморфизма.

Характерные минералы для кристаллических сланцев следующие: слюды, тальк, хлорит, роговая обманка, корунд, серицит (калиевая слюда), магнетит, пирит.

Горячие водные растворы, генетически связанные с магматическими очагами, также оказывают метаморфизирующее влияние на минералы. Таково, например, происхождение серпентина, хризотил-асбеста, талька, магнезита, доломита, образовавшихся за счет оливина под действием на него горячих углекислых растворов.

КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

Для удобства изучения минералы классифицируют, причем в основу классификации могут быть положены различные признаки. Наиболее распространенной является химическая классификация, по которой минералы разбиваются на классы, отличающиеся друг от друга по типу химического соединения.

Так как химический состав тесно связан с кристаллической структурой, то классификацию их в настоящее время называют кристаллохимической. Кристаллохимическое сходство минералов часто определяет и сходство их генезиса.

Генетическая классификация основана на делении минералов по условиям их образования.

Почти все природные минеральные вещества в той или иной степени — полезные ископаемые, которые используются в хозяйственной деятельности человека. Поэтому минералы и горные породы классифицируются также по их практическому значению.

Генетическая классификация минералов

Минералы по генезису (происхождению) можно классифицировать следующим образом.

1. Минералы, характерные для магматических процессов.
2. Минералы вулканического происхождения.
3. Минералы пегматитовых жил.

4. Минералы пневматолитовых процессов.
5. Минералы гидротермального происхождения.
6. Минералы, образуемые при выветривании.
7. Осадки, морей, заливов, лагун, озер и болот.
8. Минералы органогенного происхождения.
9. Минералы метаморфического происхождения.

Классификация минералов и горных пород по их практическому значению

I. Горючие ископаемые: каменный уголь, антрацит, бурый уголь, торф, нефть, горючий газ.

II. Руды черных металлов: железные руды — магнитный железняк, красный железняк, бурый железняк, сидерит; хромовая руда — хромистый железняк; марганцевая руда — пиролюзит; титановая руда — титанистый железняк.

III. Руды цветных металлов: медная руда — медный колчедан; алюминиевые руды — боксит, нефелин; свинцовая руда — свинцовый блеск; цинковая руда — цинковая обманка; никелевая руда — пентландит; ртутная руда — киноварь; сурьмяная руда — сурьмяный блеск; мышьяковые руды — реальгар и аурипигмент.

IV. Руды редких металлов: оловянная руда — оловянный камень; вольфрамовая руда — вольфрамит; молибденовая руда — молибденовый блеск.

V. Драгоценные (благородные) металлы: золото, платина.

VI. Агроруды: сырье для получения фосфорных удобрений — апатит, фосфорит; сырье для получения калийных удобрений — сильвин, карналлит; сырье для получения азотных удобрений — натриевая и калиевая селитры.

VII. Сырье для химической промышленности: сера, серный колчедан, каменная соль, мирабилит, ангидрит, гипс.

VIII. Огнеупоры: асбест, доломит, магнезит.

IX. Сырье для электрической промышленности: слюда.

X. Сырье для карандашной промышленности: графит.

XI. Сырье для фарфоровой промышленности: каолинит, полевой шпат.

XII. Сырье для стекольной промышленности: кварцевый песок.

XIII. Сырье для цементной промышленности: мергель, мел.

XIV. Сырье для кирпичной промышленности: глина, суглинок, лёсс.

XV. Естественные каменные строительные материалы: гранит, базальт, диабаз, вулканический туф, гейзерит, известняк, песок, дресва, гравий, щебень, галечник, песчаник, известковый туф, гнейс, кварцит.

Химическая классификация минералов

Минералы делятся на несколько классов.

I. Самородные элементы — металлы и металлоиды, встречающиеся в природе в свободном состоянии: золото, платина, графит, алмаз, сера.

II. Сульфиды — соли сероводородной кислоты: молибденит, антимонит, галенит, халькопирит, пирит, пен-тландит, сфалерит, киноварь, реальгар, аурипигмент.

III. Вольфраматы — соли вольфрамовой кислоты: вольфрамит.

IV. Галогениды (хлориды) — соли соляной кислоты: галит, сильвин, карналлит.

V. Нитраты — соли азотной кислоты: натриевая селитра, калиевая селитра.

VI. Карбонаты — соли угольной кислоты: кальцит, доломит, магнезит, сидерит, малахит, азурит.

VII. Сульфаты — соли серной кислоты: ангидрит, гипс, мирабилит.

VIII. Фосфаты — соли фосфорных кислот: апатит, фосфорит.

IX. Окислы и гидроокислы — кислородные и водные соединения металлов и металлоидов: кварц, халцедон, корунд, магнетит, хромит, пиролюзит, гематит, ильменит, боксит, опал.

X. Силикаты и алюмосиликаты — соли кремниевых и алюмо-кремниевых кислот: ортоклаз, микроклин, амзонит, лабрадор, нефелин, топаз, берилл, оливин, роговая обманка, авгит, мусковит, флогопит, биотит, тальк, хлорит, серпентин, асбест, каолинит.

XI. Углеводородные (органические) соединения: янтарь.

К этому классу относятся химические элементы, находящиеся в природе в свободном состоянии. Они составляют лишь около 0,1% массы земной коры. Наиболее типичная форма кристаллической решетки у самородных элементов — атомная.

Самородные элементы бывают как металлы, так и металлоиды.

Самородные металлы обладают хорошей электропроводностью и теплопроводностью, большой плотностью (тяжелые), высокой отражательной способностью, что обуславливает наличие постоянного металлического блеска. Цвет и черта у самородных металлов также постоянные и характерные для каждого из них. Все они не царапают стекло, непрозрачны, спайности не имеют, ковкие.

Самородные металлоиды имеют неметаллический блеск, плотность у них небольшая (легкие).

Самородные элементы встречаются как в глубинных зонах Земли, так и на ее поверхности.

Металлы

Золото — Au.

Физические свойства. Блеск металлический. Твердость средняя. Цвет золотисто-желтый. Черта золотисто-желтая, металлически блестящая. Тяжелое. Вкрапления в кварце, дендриты, волосовидные формы, также листочки, чешуйки, зерна и крупные самородки в россыпях. Так, например, в прошлом столетии в Миасском районе на Урале был найден самородок весом 36 кг 22 г («Большой треугольник»). Кристаллы исключительно редки и обычно искажены. Сингония кубическая. Ковкое. Золото можно расплющить до толщины 0,00008 мм (в 500 раз тоньше человеческого волоса). Тягучее. Из золота величиною с горошину можно вытянуть проволоку длиной 15 км диаметром 0,000002 мм.

Отличительные признаки. Постоянными признаками для самородного золота являются: металлический блеск, средняя твердость, золотисто-желтый цвет, золотисто-желтая, металлически блестящая черта.

Самородное золото можно спутать с медным колчеданом. Отличие — у медного колчедана черта черная.

Химические свойства. Растворяется только в царской водке (смесь трех частей крепкой соляной кислоты и одной части крепкой азотной кислоты).

Разновидности. 1. **Электрум** содержит от 15 до 50% серебра. 2. **Медистое золото** (купроаурит) содержит до 20% меди.

Происхождение. Золото бывает коренное (жильное) и россыпное. Выразительно описал коренное месторождение золота Дж. Лондон: «... Мы осмотрели золотоносную жилу, которая вырисовывалась на скале, как настоящая жила на человеческом теле...»

Самородное золото выделяется из термальных водных растворов, связанных по происхождению с кислыми и средними, редко с основными магмами. Характерно для гипотермальных, мезотермальных и эпитеpmальных жил. Такое золото называется жильным. Кроме того, встречаются россыпные месторождения золота (россыпное или шлиховое золото), образовавшиеся в результате разрушения коренных (жильных) месторождений речными потоками или морским прибоем. Большая часть золота добывается из россыпных месторождений. 1000 т земной породы содержит всего 5 г золота, а в богатых золотоносных рудах на 50 кг породы приходится столько же золота.

Применение. Золото — валютный и денежный металл; кроме того, используется в качестве украшения и предметов роскоши, а также в зубо-врачебном деле и при золочении металлов. Золото обладает такими уникальными свойствами, как исключительная антикоррозионная и химическая стойкость, высокие электро- и теплопроводность. Золото используется в реактивных двигателях, ракетах, космических аппаратах, ядерных реакторах, сверхзвуковых самолетах, в электронной промышленности и радиотехнике, в производстве хронометров, гальванометров и оборудования для изготовления синтетических тканей.

Не обходится без золота современная микроэлектроника — оно используется в электронно-вычислительных машинах. Соли золота применяются в фотографии (тонирование). Золото используется в химии, медицине (при

лечении некоторых форм туберкулеза, легких, гортани, кожи, глаз) и для окрашивания стекла и фарфора в красный цвет.

Месторождения. Добывается золото в нашей стране главным образом на Северо-Востоке.

Из капиталистических стран основные запасы золота приходится на ЮАР (месторождения Витватерсранд, Трансвааль и бассейна р. Оранжевой) — дает около 40% мировой добычи. Затем идут Гана, Южная Родезия, Заир. Богатые месторождения россыпного и коренного золота находятся в Австралии. Крупнейший самородок золота имел массу 285 кг, длина его 144 см, ширина 66 см и толщина 10 см.

Крупные самородки золота «Желанный» массой 68,08 кг и «Приятный незнакомец» массой 59,67 кг тоже найдены в Австралии. Есть месторождения золота и в Канаде (Клондайк).

Золото — один из первых металлов, который человек поставил себе на службу. Он познакомился с ним почти 20 000 лет назад. Добыто его за это время из недр Земли более 100 000 т (шар диаметром 46 м).

Платина — Pt.

Физические свойства. Блеск металлический. Твердость средняя. Цвет серебряно-белый, стально-серый. Черта серебряно-белая, металлически блестящая. Тяжелая. Спайность отсутствует. Мелкая вкрапленность в темноокрашенных (ультраосновных и основных) магматических породах и зернышки, чешуйки, крупные самородки в россыпях. В 1843 г. в россыпях на Урале был найден крупный самородок платины массой 9,44 кг.

Кристаллы исключительно редки. Сингония кубическая. Ковкая и тягучая. Из платины можно вытянуть проволоку диаметром до 0,015 мм и выковать листы толщиной 0,0025 мм.

Отличительные признаки. Самородная платина отличается постоянным металлическим блеском, средней твердостью, серебряно-белым, стально-серым цветом, серебряно-белой, металлически блестящей чертой. Платина отличается от серебра более тусклым блеском. В отличие от самородного серебра платина растворяется только в нагретой царской водке. Платина похожа на молибденовый, сурьмяный и свинцовый блеск. Отличие — первые два минерала мягкие, у

свинцового блеска — совершенная спайность по граням куба.

Химические свойства. Растворяется только в нагретой царской водке.

Разновидность. Железистая платина (ферроплатина) — темного цвета, магнитная.

Происхождение магматическое — выделяется при кристаллизации ультраосновных и основных магм.

Месторождения самородной платины связаны с ультраосновными (дуниты, перидотиты, пироксениты) и основными (габбро, диабазы) магматическими породами и с серпентинитами (змеевиками), образовавшимися из них.

Особенно большое промышленное значение имеют россыпные месторождения, возникающие в результате поверхностного разрушения коренных месторождений.

Местонахождение. Встречается самородная платина в хромитах, в серпентинитах (змеевиках), в дунитах, в перидотитах, в пироксенитах, в габбро и в диабазах; кроме того, в россыпях.

Спутники. В ультраосновных и основных магматических породах: хромит, оливин, серпентин, хризотил-асбест, ромбические пироксены, магнетит. В диабазах: халькопирит. В россыпях: магнетит, хромит, золото, алмаз, корунд.

Применение. Платина находит применение в электронике, ядерной технике, ракетостроении, электрической (сплавы с другими металлами), стекольной, текстильной промышленности. Платина используется для изготовления химической посуды (котлов, реторт и приборов для производства крепких кислот и газов), в качестве катализатора в производстве азотной и серной кислот, перекиси водорода, высокооктанового бензина, некоторых витаминов, для изготовления термоэлементов, эталонов (эталон килограмма сделан из сплава платины и иридия); соли платины применяются в рентгенотехнике и в химии.

Платиновые электроды используются в медицине для диагностики сердечных заболеваний. Платина используется для изготовления различных ювелирных изделий, зубных протезов, шприцев, игл и других хирургических инструментов.

Месторождения самородной платины приурочены к Уральскому хребту. Наиболее крупные месторождения платины капиталистических и развивающихся стран находятся в ЮАР, Канаде (Садбери), США и Колумбии.

Металлоиды

Графит — С.

Физические свойства. Блеск металлоидный, жирный или графит матовый. Мягкий. Пишет на бумаге, пачкает руки. Жирен на ощупь. Цвет железно-черный, стально-серый. Черта черная. Спайность весьма совершенная. Сплошные чешуйчатые, плотные или землистые массы, вкрапления и кристаллы в виде шестиугольных пластинок. Сингония гексагональная. Кристаллы встречаются редко. Кристаллическая структура графита обуславливает его отличия от алмаза — другой аллотропной формы углерода, в котором атомы прочно связаны друг с другом по всем направлениям. Кристаллическая структура графита определяет и его малую твердость, легкость растирания, ощущение жирности, весьма совершенную спайность, непрозрачность, металлоидный блеск, высокую электропроводность.

Отличительные признаки. Для графита характерны небольшая твердость (графит мягкий), графит легко пишет на бумаге, имеет более или менее постоянный стально-серый, железно-черный цвет. Графит можно спутать с молибденитом. В отличие от молибденита графит растирается пальцами в черную пыль (молибденовый блеск растирается в светло-серый порошок).

Химические свойства. С кислотами не взаимодействует. При нагревании с селитрой дает вспышку. Кусочек цинка, помещенный на поверхности графита и смоченный каплей медного купороса, выделяет пятно меди (отличие от молибденита).

Разновидность. **Шунгит** — аморфная разновидность графита.

Происхождение. Известные крупные месторождения графита образовались в результате изменения осадочных отложений органического происхождения (каменных углей, битумов и т. п.) под действием кон-

тактного или глубинного (регионального) метаморфизма. В отдельных случаях графит образовался в результате непосредственной кристаллизации из магм, богатых углеродом, или восстановления известняков, захваченных магматическими породами.

Наибольшее практическое значение имеет графит метаморфического происхождения.

Местонахождение. Встречается в контактовой зоне каменного угля с магматическими породами, в гнейсах, в кристаллических сланцах, в мраморах, в контактах магматических пород с известняками, в виде вкраплений в кислых, средних и основных магматических породах, в пневматолитовых образованиях.

Спутники. В контактах магматических пород с известняками: апатит, флогопит. В пневматолитовых образованиях: кварц, полевошпат, каолинит, апатит, биотит, титаномagnetит. В гнейсах: каолинит.

Применение. Графит используется очень широко. Можно сказать, что нет ни одной отрасли, где бы он в той или иной степени ни применялся. Необходим графит главным образом в металлургической промышленности для изготовления огнеупорных тиглей и для покрытия поверхности литейных форм с целью предохранения отливки от пригара формовочной земли; кроме того, в электропромышленности — в производстве электродов и дуговых углей, в производстве карандашей, черных красок, черной копировальной бумаги, типографской краски и китайской туши. Используется также как смазочное вещество (в тех случаях, когда вследствие высокого нагрева нельзя применять масла) и в паровых котлах в качестве антинакипного средства. В последнее время применяется для изготовления графитовых блоков «атомных котлов» и изготовления космической техники. Из графита получают искусственный алмаз. Графитовая жидкость применяется при объемном прессовании деталей автомобилей. Штампы, обволакиваемые этим веществом, обеспечивают высокую чистоту поверхности стальных заготовок, что исключает их последующую обработку на шлифовальных станках.

Месторождения. На территории Советского Союза имеется несколько графитоносных провинций: Украинская, Уральская, Тунгусская, Верхне-Саянская, Уссурийская и другие.

Лучшее по качеству графита месторождение не только в СССР, но и за границей — Ботогольское (Алиберовское), расположенное к западу от Иркутска. Месторождения графита находятся по рекам Курейке, Нижней Тунгуске и другим правым притокам Енисея. Месторождения контактового происхождения приурочены к зоне контакта каменных углей Тунгусского каменноугольного бассейна с траппами (древние излившиеся магматические породы).

На Украине расположены месторождения (севернее городов Жданова и Осипенко и северо-западнее Первомайска) метаморфического происхождения среди гнейсов, кристаллических сланцев, мраморов и ряда других горных пород.

Из капиталистических и развивающихся стран особенно богаты графитом Южная Корея, затем Мексика, Малагасийская Республика, Шри-Ланка, Индия, ФРГ и Швеция.

Алмаз — С.

Физические свойства. Алмаз имеет такой же химический состав, как и графит. Но по внешним признакам от него резко отличается. Это отличие объясняется различным расположением атомов углерода в кристаллической решетке: в алмазе они размещены в тетраэдрической структуре и имеют прочную связь по всем направлениям.

Алмаз — камень с необычным блеском, игрой цветов, внутренним огнем. Блеск у алмаза сильный — алмазный. Алмаз очень твердый — «царь всех минералов». По твердости он не уступает ни одному из известных минералов. Алмаз является «чемпионом твердости»: он в 1000 раз тверже кварца, в 150 раз тверже корунда. Может быть, поэтому древние греки считали алмаз талисманом власти.

Алмаз устойчив к кислотам, нагреванию. Это единственный минерал, оставляющий царапину на корунде. По этому признаку отличается от сходных с ним минералов — горного хрусталя, топаза и др.

Алмаз очень твердый, но в то же время хрупкий. Он легко раскалывается по плоскостям спайности. Спайность совершенная по граням октаэдра. Это свойство алмаза используют ювелиры при его обработке. Найден новый минерал, обладающий большой твердостью, «брат» алмаза — якутит.

Ни один драгоценный камень не имеет столько оттенков, как алмаз: начиная от бесцветного до почти черного через белые, голубые, зеленые, желтоватые, розовые, красноватые, коричневатые, дымчато-серые тона; нередко прозрачный.

Встречается алмаз большей частью в виде отдельных кристаллов — октаэдров с искривленными гранями, по внешней форме приближающихся к шару. Размеры кристаллов обычно небольшие. Кристаллизуется в кубической сингонии.

Отличительные признаки. Характерными особенностями для алмаза являются сильный алмазный блеск и высокая твердость — оставляет царапину на корунде. Если металлическим алюминием чертить по смоченной поверхности алмаза, алюминий следов не оставляет.

Химические свойства. Кислоты и щелочи не действуют.

Разновидности. 1. **Бриллиант** — искусственно ограненный алмаз. Бриллиант рассеивает солнечный свет подобно капелькам дождя, образуя радугу. Бриллиант — самый сияющий драгоценный камень. 2. **Борт** — неправильные мелкозернистые сростки. 3. **Баллас** — шаровидный алмаз, радиально-лучистого строения. 4. **Карбонадо** — черного, серого цвета, плотный или тонкозернистый.

Происхождение. Месторождения алмаза генетически связаны с ультраосновными (дуниты, перидотиты) и основными (диабазы) магматическими породами и с серпентинитами, возникшими в результате химического изменения ультраосновных и основных пород. Алмаз образуется в условиях высокого давления и высокой температуры, поэтому месторождения его приурочены к вулканическим воронкам взрыва, через которые поднималась ультраосновная или основная магма. Алмаз образуется при давлении более $5 \cdot 10^9$ Па и температуре около 2000°C . Большой частью алмаз находят в россыпях, представляющих результат разрушения его первичных месторождений.

Образование алмазов тесно связано с тектоническими процессами. При этом по возникшим в земной коре трещинам из больших глубин поднималась огненно-

жидкая масса, так называемая ультраосновная магма. Ее иногда называют кимберлитовой.

По мере поднятия кимберлитовая магма охлаждалась и это привело к отделению растворенных летучих соединений (газы, водяной пар). Освобождающиеся водяной пар и газы вызывали сильные взрывы, в результате чего в земной коре возникали вертикальные колодцеобразные цилиндрические отверстия — кимберлитовые трубки. Эти трубки заполнялись раздробленными породами, образовавшимися при взрыве. Затем по воронке, наполненной обломочным материалом, поднималась кимберлитовая магма, которая занимала пустоты между обломками и цементировала их.

Алмазы, как предполагают, выделились в основном в твердом виде, когда кимберлитовая магма залегала еще на глубине, а затем они были принесены течением магмы в кимберлитовые трубки. Алмазы содержат лишь те трубки, корни которых достигают алмазоносного слоя. Алмазы образуются на глубинах около 200 км.

Находки алмазов известны не только на платформах (на равнинах), но и в горных областях: на Урале, в Аппалачах, Каскадных горах, Сьерра-Неваде, на о. Калимантан и в других районах.

Алмазы обнаружены в метеоритах. Алмаз также образуется при взрывах, сопровождающих падение огромных метеоритов (метеоритный кратер «Каньон Дьявола», Аризона, США).

Местонахождение. Встречается среди основных и ультраосновных магматических пород, среди серпентинитов (змеевиков); также в древних (конгломераты, песчаники) и в молодых россыпях.

Спутники. В коренных месторождениях: серпентин, оливин, авгит, графит, магнетит, хромит, ильменит, тальк. В россыпях: кварц, платина, золото, магнетит, ильменит, гематит, топаз, касситерит, корунд. Постоянным спутником алмаза является пироп — минерал вишневого цвета. Пироп чаще встречается, чем алмаз, и служит хорошим «ориентиром» при поисках месторождений алмазов.

Применение. Алмазы подразделяются на ювелирные и технические. К первым относятся прозрачные, бесцветные или слабо окрашенные разности более или менее крупных размеров; к техническим — темноокра-

шенные разности и алмазы мелких размеров. В месторождениях, как правило, преобладают технические алмазы, реже встречаются ювелирные сорта.

Алмаз называют богатырем техники. До 80% добываемых во всем мире алмазов используется в промышленности. Алмазы применяются в электротехнической, радиоэлектронной и приборостроительной промышленности. Алмазы используются в качестве детекторов ядерного излучения, в счетчиках быстрых частиц, медицинских счетчиках. Они находят применение при космических исследованиях, при изучении глубинного строения Земли. Общеизвестно применение алмаза для резания стекла. Алмазом в 1 карат (карат равен 0,2 г) можно разрезать оконное стекло длиной в 2500 км.

Алмаз, сравнимый с прозрачностью родниковой воды, переливается всеми цветами радуги и применяется в качестве украшений (бриллиант). Он ценится дороже золота. На стоимость алмаза величиной с абрикос можно построить целый завод. Высокая цена алмаза объясняется не столько его высокой твердостью, сильным блеском, красивой «игрой» цветов, сколько редкостью нахождения. Крупные месторождения встречаются редко. Даже в богатых месторождениях в одном кубическом метре породы обнаруживается 3—6 мелких зерен алмаза.

В среднем из 100 000 т породы извлекается всего лишь около 5 кг алмазов. Соотношение — 20 миллионов к 1.

История алмаза насчитывает более пяти тысяч лет. Именитые алмазы и другие драгоценные камни являются свидетелями власти, безмерной пышности царских нарядов, народного горя, страданий. Алмазы украшали короны и другие атрибуты власти фараонов, шахов и королей.

Многие из крупных алмазов имеют кровавые истории, полные тайн, трагедий, кошмарных преступлений, сменяемых мимолетной алчной радостью в мире наживы.

Месторождения. «Алмазным континентом» является Африка. Основные алмазодобывающие страны на африканской земле: Республика Заир (район р. Касаи), занимающая первое место в мире по добыче технических алмазов, Танзания, Гана, ЮАР (страной алма-

зов является Намибия, занимающая первое место в мире по добыче ювелирных алмазов, незаконно оккупированная ЮАР), Ангола, Гвинея и другие. Одними из самых богатых в Африке и в мире являются месторождения алмазов Центрально-Африканской Империи. Затем идут страны Южной Америки: Бразилия, Венесуэла, Гайана и страны Азии: Индия, Индонезия. В Южной Африке в 1905 г. были найдены два гигантских алмаза. Самый крупный из них «Куллинан» (по имени владельца рудника) весом 3106 каратов (величиной с кулак), второй — «Эксельсиор» — 971,5 карата. Оба алмаза были распилены и обработаны в менее крупные бриллианты и распроданы. «Куллинан» дал 105 бриллиантов после распиловки. Два из них — самые крупные — вставлены в королевский скипетр и императорскую корону Англии. В Сьерра-Леоне в районе Энгема (Западная Африка) найден крупный алмаз величиною с небольшое куриное яйцо. Весит он 968,9 карата (почти 200 г). Длина его — 40 мм. Назвали его «Звезда Сьерра-Леоне». В международном списке редких по величине алмазов он занимает третье место. Алмаз «Звезда Сьерра-Леоне» распилен на 11 отдельных камней высокой цены. По качеству сьерра-леонийские алмазы одни из лучших. Самый крупный индийский алмаз «Великий Могол» — 794 карата. Крупные алмазы «Орлов» (194,8 карата) и «Кох-и-нур» (109 каратов) были найдены в Индии.

Самый крупный плоский алмаз имеет площадь 7,5 см². Он вмонтирован в золотой браслет; хранится в алмазном фонде СССР. Один из самых крупных светлосиних алмазов в 42,27 карата найден в Южно-Африканской Республике (провинция Оранжевая).

На территории Советского Союза месторождения алмазов имеются в Якутии. Якутский алмаз чистый и прозрачный, будто впитал в себя красоту северного сияния и крепость якутского мороза. Один из крупных советских алмазов «Мария» весит 105,98 карата.

Сера — S.

Физические свойства. Сера в отличие от других самородных элементов имеет молекулярную решетку, что определяет ее низкую твердость (сера мягкая или средней твердости), отсутствие спайности, хруп-

кость, неровный излом и обусловленный им жирный блеск; лишь на поверхности кристаллов наблюдается стеклянный блеск. Сера обладает плохой электропроводностью, слабой теплопроводностью, невысокой температурой плавления ($112,8^{\circ}\text{C}$) и воспламенения (248°C). Самородная сера загорается от спички и горит голубым пламенем; при этом образуется сернистый газ, имеющий резкий удушливый запах. Цвет у самородной серы светло-желтый, соломенно-желтый, медово-желтый, зеленоватый; разности, содержащие органические вещества, приобретают бурую, серую, черную окраску. Вулканическая сера ярко-желтая, оранжевая, зеленоватая. Черта белая, обычно с желтоватым оттенком. Встречается сера в виде сплошных плотных, натечных, землистых, порошковатых масс; также бывают наросты кристаллы, друзы, желваки, налеты, корочки, включения и псевдоморфозы по органическим остаткам. Сингония ромбическая.

Отличительные признаки. Для самородной серы характерны: неметаллический блеск и то, что сера загорается от спички и горит, выделяя сернистый газ, имеющий резкий удушливый запах. Наиболее характерным цветом для самородной серы является светло-желтый.

Химические свойства. Загорается от спички и горит голубым пламенем, при этом образуется сернистый газ, имеющий резкий удушливый запах. Легко плавится (температура плавления $112,8^{\circ}\text{C}$). Температура воспламенения 248°C . Растворяется в сероуглероде и в керосине.

Разновидность. Волканит (селенистая сера). Оранжево-красного, красно-бурого цвета. Происхождение вулканическое.

Происхождение. Встречается самородная сера поверхностного и вулканического происхождений. Сера поверхностного происхождения образуется при восстановлении сульфатов (главным образом гипса) органическими веществами и при окислении сульфидов (преимущественно пирита).

Этот процесс разложения гипса и выделения серы идет при участии живых организмов — серобактерий. Серобактерии также окисляют сероводород и отлагают

серу в своем теле. Серобактерии живут в водных бассейнах, обогащенных сероводородом за счет разложения органических остатков, — на дне болот, лиманов, мелких морских заливов. Лиманы Черного моря и залив Сиваш являются примерами таких водоемов.

Концентрация серы вулканического происхождения приурочена к жерлам вулканов и к пустотам вулканических пород.

При вулканических извержениях выделяются различные соединения серы (H_2S , SO_2), которые окисляются в поверхностных условиях, что приводит к восстановлению ее; кроме того, сера возгоняется непосредственно из паров.

Иногда при вулканических процессах сера изливается в жидком виде. Это бывает тогда, когда сера, ранее осевшая на стенках кратеров, при повышении температуры расплавляется. Отлагается сера также из горячих водных растворов в результате распада сероводорода и сернистых соединений, выделяющихся в одну из поздних фаз вулканической деятельности. Эти явления сейчас наблюдаются около жерл гейзеров Йеллоустонского парка (США) и Исландии.

Местонахождение. Встречается совместно с гипсом, ангидритом, известняком, доломитом, каменной и калийной солями, глинами, битуминозными отложениями (нефть, озокерит, асфальт) и пиритом. Также встречается на стенках кратеров вулканов, в трещинах лав и туфов, окружающих жерла вулканов как действующих, так и потухших, вблизи серных минеральных источников.

Спутники. Среди осадочных пород: гипс, ангидрит, кальцит, доломит, сидерит, каменная соль, сильвин, карналлит, опал, халцедон, битумы (асфальт, нефть, озокерит). В месторождениях, образовавшихся в результате окисления сульфидов, — главным образом пирит. Среди продуктов вулканического возгона: гипс, реальгар, аурипигмент.

Применение. Сера широко используется в химической промышленности. Три четверти добычи серы идет на изготовление серной кислоты. Применяется она также для борьбы с сельскохозяйственными вредителями, кроме того, в бумажной, резиновой промышленности (вулканизация каучука), в производстве пороха,

спичек и красок, при получении искусственного волокна, азотистых соединений.

Месторождения. На территории Советского Союза все промышленные месторождения самородной серы поверхностного происхождения. Некоторые из них находятся в Туркмении, в Поволжье и др. Породы, содержащие серу, тянутся вдоль левого берега Волги от Куйбышева полосой, имеющей ширину в несколько километров, до Казани. Вероятно, сера образовалась в лагунах в пермский период в результате биохимических процессов. Месторождения серы находятся в Раздолье (Львовская область, Прикарпатье), Яворовске (Украина) и в Урало-Эмбинском районе. На Урале (Челябинская обл.) встречается сера, образовавшаяся в результате окисления пирита. Сера вулканического происхождения имеется на Камчатке и Курильских островах.

Основные запасы серы капиталистических стран находятся в Ираке, США (штаты Луизиана и Юта), Мексике, Чили, Японии и Италии (о. Сицилия).

СУЛЬФИДЫ

Сульфиды (соли сероводородной кислоты) — H_2S .

Сульфиды составляют 0,25% массы земной коры. Большинство сульфидов обладает металлическим блеском. Сульфиды в большинстве случаев не твердые — не оставляют царапины на стекле.

Все сульфиды, за исключением некоторых разностей цинковой обманки, непрозрачны и имеют темную или окрашенную черту. Цвет у большинства сульфидов постоянный, характерный для каждого из них. Сульфиды с металлическим блеском в большинстве случаев тяжелые, с неметаллическим блеском — легкие.

Наиболее типичное происхождение сульфидов — гидротермальное. В поверхностных условиях сульфиды большей частью представляют соединения неустойчивые — они более или менее легко выветриваются и образуют сернокислые, углекислые, кислородные, водные соединения и покрываются коркой. Сульфиды служат рудой для извлечения различных химических элементов и имеют большое промышленное значение.

Молибденит (молибденовый блеск) — MoS_2 .

Физические свойства. Блеск металлический. Мягкий. Жирен на ощупь. Пишет на бумаге. Цвет светлый свинцово-серый. Черта светло-серая, металлически блестящая (отличие от графита). Спайность весьма совершенная. Листоватый, чешуйчатый. Сплошные массы и вкрапления; редко шестиугольные пластинчатые короткостолбчатые кристаллы. Сингония гексагональная.

Отличительные признаки. У молибденита постоянный металлический блеск, постоянный светлый свинцово-серый цвет. Молибденит мягкий, легко растирается в пальцах в блестящий порошок (отличие от графита). Пишет на бумаге.

Химические свойства. Разлагается в азотной кислоте с выделением белого или сероватого осадка. Не плавится.

Происхождение. Образуется молибденовый блеск в результате пневматолитовых процессов и встречается в виде вкраплений в кварцевых жилах.

Местонахождение. Встречается в гидротермальных жилах, в пневматолитовых образованиях, в контактах магматических пород с известняками (скарны) и в глубинных магматических породах (граниты, нефелиновые сиениты).

Спутники. В гидротермальных жилах и пневматолитовых месторождениях: кварц, апатит, кальцит, касситерит, вольфрамит, пирит, халькопирит, лимонит, золото. В контактах магматических пород с известняками: кальцит, магнетит, халькопирит.

Применение. Молибденовая руда. Молибден — «сильный металл» — применяется в котло- и турбиностроении, идет на изготовление броневой снарядов и орудийных стволов. После обработки высоким давлением молибдена становится в два-три раза прочнее. Молибденовые соли повышают урожайность зерновых культур и бобовых растений. Из молибденита извлекается редкий элемент — рений. Рениевая спираль дает возможность создать «вечную» лампочку накаливания, которая не будет перегорать.

Месторождения. Наибольшие запасы молибденита находятся в Китае, США (месторождение Клаймакс), Канаде, Гренландии и Мексике. Крупные месторождения молибденовой руды имеются в Чили и Перу.

Месторождения в Советском Союзе находятся на Кавказе (Тырныаузское), в Красноярском крае (Сорское месторождение, Саяны), в Читинской области (Жирекенское месторождение), в Бурятии (Ореkitканское месторождение).

Антимонит (сурьмяный блеск, стибнит) — Sb_2S_3 .

Физические свойства. Блеск металлический. Мягкий. Цвет свинцово-серый, стально-серый; иногда синеватая или черная побегалость. Черта свинцово-серая. Спайность совершенная в одном направлении по длине кристалла. Игольчатого, призматического строения сплошные массы, удлиненные кристаллы, друзы. Сингония ромбическая. На гранях кристаллов часто наблюдается штриховка. Хрупкий. Ножом легко истирается в порошок. Тонкий осколок плавится в пламени свечи (температура плавления около 550°).

Отличительные признаки. Антимонит от сходных с ним минералов отличается постоянным металлическим блеском, постоянным свинцово-серым или стально-серым цветом, игольчатыми, призматическими агрегатами и тем, что он мягкий. Постоянным спутником антимонита является киноварь (красного цвета). От свинцового блеска отличается меньшей твердостью (свинцовый блеск не пишет на бумаге), от молибденового блеска — по агрегатам (у молибденового блеска агрегаты листоватые, чешуйчатые).

Химические свойства. Порошок растворяется в концентрированной КОН. При действии соляной кислотой раствор выделяет желто-красные хлопья Sb_2S_3 .

Происхождение. Выделяется сурьмяный блеск вместе с киноварью (ртутная руда) в гидротермальных (эпитермальных) жилах.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, в контактах глинистых сланцев с осадочными породами, среди осадочных пород, реже в отложениях горячих источников и среди продуктов вулканического возгона.

Спутники. В рудных жилах и в контактах: киноварь, кварц, халцедон, кальцит, сидерит, реальгар, аурипигмент, галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, золото. Среди продуктов вулканического возгона: реальгар, аурипигмент. Продукты химического изменения: сурьмя-

ные охры — землистые массы желтого цвета и кермезит — тонкоиглочатые кристаллы вишнево-красного цвета, собранные в пучки.

Применение. Сурьмяная руда. Сурьму используют в электрических аккумуляторах, при изготовлении телеграфных, телефонных, электрических кабелей, медицинского оборудования, в производстве полупроводников, высококачественных эмалей для холодильников, а также в текстильном, стекольном, резиновом производствах, для изготовления сплавов, в фармацевтической промышленности; сурьма входит в состав некоторых лекарственных препаратов.

Месторождения. В Советском Союзе сурьму добывают в Киргизии (Кадамджайское, Хайдарканское месторождения), а также в Таджикской, Казахской, Грузинской ССР, в Красноярском крае (Раздольнинское), в Якутской АССР (Сарылахское месторождение).

За рубежом месторождения антимонита имеются в ЮАР, Боливии, Турции, Марокко, Австралии, Италии, США, Перу, Канаде, Таиланде, Австрии, Испании, Гондурасе.

Галенит (свинцовый блеск) — PbS .

Физические свойства. Блеск металлический. Твердость средняя. Цвет свинцово-серый. Черта свинцово-серая. Тяжелый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба. При ударе распадается на мелкие кубики и образует ступенчатые уступы. Сплошной зернистый (таблитчатый), вкрапления; также кристаллы (кубы, октаэдры и пентагональные додекаэдры). Сингония кубическая. Отчасти ковкий.

Отличительные признаки. Галенит узнается по постоянному металлическому блеску, по средней твердости, по свинцово-серому цвету, по хорошо выраженной спайности в трех направлениях по граням куба, по тому, что при ударе галенит распадается на мелкие кубики и образует ступенчатые уступы, и по большой плотности. От похожих на него минералов — молибденового блеска и сурьмяного блеска — отличается по твердости — не пишет на бумаге. От самородной платины отличается наличием спайности. Постоянный спутник — цинковая обманка (бурого цвета, блеск алмазный).

Химические свойства. Разлагается в крепкой

азотной кислоте. Раствор с соляной кислотой дает белый осадок хлористого свинца, растворимый в горячей воде.

Разновидность. **Свинчак** — плотный галенит, матовый.

Происхождение. Находится свинцовый блеск обычно вместе с цинковой обманкой, образуя полиметаллические месторождения. Выделяется свинцовый блеск вместе с цинковой обманкой из горячих минеральных растворов, идущих по трещинам из магматического очага, вмещающего магму кислого или среднего состава. Особенно благоприятен для осаждения свинцового блеска из ювенильных растворов контакт известняков и доломитов с магмой.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, в контактах известняков и доломитов с магматическими породами, реже среди осадочных пород (обычно в известняках и доломитах).

Спутники. В гипотермальных жилах: сфалерит, кварц, пироксен, молибденит, магнетит. В мезотермальных жилах: сфалерит, кварц, кальцит, доломит, сидерит, пирит, халькопирит, серебро самородное, лимонит, малахит, азурит, золото. В эпитермальных жилах: сфалерит, кварц, кальцит, антимонит. В контактах: сфалерит, кальцит, халькопирит, лимонит, малахит, азурит.

Применение. Галенит — главная руда для получения свинца; кроме того, из разностей, богатых примесями серебра, извлекается серебро.

Свинец применяется в производстве аккумуляторных пластин, сплавов (баббит, типографский сплав, свинцовая бронза), в смеси с мышьяком для изготовления дроби (шрапнель), в кабельной и химической промышленности, в кислотном производстве (свинцовые трубы и листы), в рентгенотехнике (изолятор для рентгеновских лучей); соединения свинца используются в красочном производстве (свинцовые белила, желтая, сурик, крон), для приготовления сиккативов, растворяя которые в льняном масле получают олифы, и при изготовлении хрустального стекла.

Месторождения. На территории Советского Союза имеется ряд месторождений полиметаллических руд: Горевское в Красноярском крае, Алтайское (Ленингорский, Змеиногорский, Зыряновский рудники), Нерчинское (Забайкалье), Николаевское (Приморский

край), месторождения Салаира (Западная Сибирь), Садонское (Северный Кавказ), Тетюхе (Дальний Восток), Алисай (Казахстан), Озерное и Сардонна (Рассвет) в Бурятии.

Месторождения этих руд имеются в Китае, Болгарии, ГДР, Румынии, Венгрии, Албании, Югославии, СРВ.

Основные запасы свинцовой и цинковой руд капиталистического мира находятся в Канаде, США, Австралии, Мексике, Перу, ФРГ.

Аргентит (серебряный блеск) — Ag_2S .

Физические свойства. Блеск металлический, часто благодаря химическому выветриванию покрывается матовой коркой. Твердость средняя. Цвет свинцово-серый. Черта свинцово-серая, металлически блестящая. Спайности нет. Ковкий; строгаются и режется ножом. Тяжелый. Сплошные плотные массы, вкрапления, налеты, кристаллы — кубы, октаэды. Сингония кубическая.

Отличительные признаки. Металлический блеск, средняя твердость, свинцово-серый цвет. Похож на галенит. Отличие — аргентит не имеет спайности, строгаются и режется ножом, черта металлически блестящая.

Химические свойства. Растворяется в крепкой азотной кислоте. Раствор с соляной кислотой дает белый осадок хлористого серебра, растворимый в аммиаке.

Разновидности. 1. **Акантит** — сингония ромбическая. 2. **Серебряная чернь** — землистый аргентит черного цвета.

Происхождение. Гидротермальное — встречается в мезо- и эпитермальных жилах. Поверхностное — выделяется в зонах окисления и цементации.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, реже в осадочных породах.

Спутники. В рудных жилах: кварц, кальцит, доломит, сидерит, флюорит, галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, золото, лимонит, окислы марганца. Продукт химического изменения — серебро самородное.

Применение. Важнейшая серебряная руда. Из серебра изготавливают столовые приборы, посуду, ювелирные изделия. Серебро — металл, используемый для украшений: серьги, ожерелья, браслеты, кольца, узорная конская упряжь и декоративно оформленные седла, ковры, вышитые полотенца и сумки. Серебро используется для чеканных и поделочных работ, для изготовления тиг-

лей. Гальванопокрытие некоторых деталей серебром применяется в радиотехнической, электронной и некоторых других отраслях промышленности. Самые лучшие природные теплопроводящие материалы — серебро и медь. Серебро обладает стойкостью на воздухе, способностью убивать вредные микроорганизмы, феноменальной пластичностью: проволочку из одного грамма серебра можно растянуть на два километра. Серебро — составной элемент кино-, фото- и рентгеновских пленок и бумаги, фиксажного раствора. Недавно стало применяться в вакуумных аппаратах, медицине.

Месторождения. В СССР — на Алтае. За рубежом — США (штат Невада), Мексика. Самое богатое в мире месторождение серебряной руды — Потоси (Боливия).

Халькопирит (медный колчедан) — CuFeS_2 .

Физические свойства. Блеск металлический. Напоминает пирит. Твердость средняя. Цвет латунно-желтый, золотисто-желтый (более густожелтый, чем у пирита); часто покрыт радужной или синей побежалостью. Черта черная. Спайность отсутствует. Сплошной зернистый, плотный; вкрапления, реже кристаллы и псевдоморфозы по другим минералам. Сингония тетрагональная. Хрупкий.

Отличительные признаки. Халькопирит имеет постоянный металлический блеск, среднюю твердость, постоянный латунно-желтый цвет и черную черту. От серного колчедана отличается по цвету (у серного колчедана цвет светлее), по твердости (серный колчедан царапает стекло) и по наличию радужной побежалости; от золота отличается по черте (черта у золота — золотисто-желтая).

Химические свойства. Растворяется в азотной кислоте. Раствор зеленого цвета. При действии аммиаком выделяется гидрат железа и раствор приобретает голубой цвет.

Разновидность. **Талнахит** — кубическая модификация.

Происхождение. Чаще всего халькопирит выпадает из гидротермальных и пневматолитовых выделений магматических очагов. Халькопирит встречается или в жилах, или на контакте магматических пород с

осадочными породами, особенно с известняками (контактово-метасоматическое происхождение).

Так называемые «медистые песчаники» — песчаники, содержащие халькопирит и другие медные соединения, также возникли за счет гидротермальных растворов, идущих из магматических очагов по зонам тектонических нарушений. Гидротермальные воды, соприкасаясь с кальцитом, цементирующим песчаники, метасоматически его замещают сульфидными соединениями. Образуется халькопирит также среди осадочных пород («медистые песчаники»), выделяясь из поверхностных вод, богатых соединениями меди, особенно медным купоросом. Кроме того, халькопирит выделяется при кристаллизации основных и кислых магм и встречается в виде вкраплений в основных и кислых магматических породах. Медный колчедан бывает и вулканического происхождения (Коунрадское месторождение, КазССР).

В поверхностных условиях халькопирит довольно легко подвергается процессам химического выветривания. Верхние части рудных жил, богатых халькопиритом, содержат продукты его химического разложения.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, в пневматолитовых образованиях, в контактах магматических пород, главным образом с известняками в магматических породах, в серпентинитах (змеевиках), в осадочных породах, во вторичных кварцитах.

Спутники. В рудных жилах: кварц, кальцит, сидерит, пирит, галенит, сфалерит. В пневматолитовых образованиях: кварц, касситерит, вольфрамит, молибденит, топаз, апатит. В контактах: кальцит, кварц, магнетит, молибденит, пирит, галенит, сфалерит. В осадочных породах: пирит. Продукты химического изменения: малахит, азурит, лимонит, самородная медь.

Применение. Халькопирит — основная руда для получения меди. Медь применяется в электротехнике, в машиностроении, для получения сплавов (бронза, латунь, томпак), для изготовления лабораторных принадлежностей, змеевиков, перегонных кубов, холодильников, труб.

Месторождения. В СССР месторождения медной руды находятся в Казахстане (Коунрадское, Джезказганское и др.), Средней Азии, на Урале (Карпушин-

ское, Левихинское и др.), в Грузии (Маднеули), Восточной Сибири, Оренбургской области (Гайское). На севере Красноярского края открыты медно-никелевые Талнахское, Октябрьское, Норильское месторождения. Известностью пользуется Удоканское месторождение (Читинская область).

В капиталистических и развивающихся странах основные запасы медной руды приходятся на шесть стран: США (рудник Бисби, штат Аризона), Чили, Замбию, Заир, Перу и Канаду. Крупнейшие в Европе месторождения Любинское (Польша) и Медет (Болгария).

Пирит (серный колчедан, железный колчедан) — FeS_2 .

Физические свойства. Блеск металлический. Твердый. Цвет светлый латунно-желтый. Черта черная. Спайность отсутствует. Сплошные зернистые и плотные массы; также вкрапления, отдельные кристаллы (кубы, пентагональные додекаэдры), друзы, псевдоморфозы по другим минералам, иногда рыхлый (черного цвета). Сингония кубическая. На гранях кристалла часто наблюдается взаимно перпендикулярная штриховка. Хрупкий.

Отличительные признаки. Пирит можно отличить от других минералов по постоянному металлическому блеску, по большой твердости, по светлому латунно-желтому цвету и по черной черте. Напоминает медный колчедан, с которым нередко вместе встречается. Отличается более светлым цветом (у медного колчедана густой латунно-желтый) и большей твердостью (медный колчедан не царапает стекло).

Химические свойства. При кипячении в 3%-ном растворе AgNO_3 лишь слегка буреет.

Происхождение. Выделяется пирит из горячих водных растворов, идущих из магматических очагов, вместе с другими сульфидами. Аналогично образование пирита и в зоне контакта магматических пород с осадочными породами (известняки, мергели, глины). Возникновение пирита пневматолитовым путем объясняется взаимной реакцией между горячими парами сероводорода и других сернистых соединений с соединениями, содержащими железо. Пирит также выкристаллизовывается из магм при охлаждении последних. Образуется он и среди осадочных пород (глинистые, углистые, мергелистые породы) в результате взаимодействия поверхностных вод-

ных растворов, содержащих железо, с сероводородом, обычно выделяющимся в результате разложения органических остатков. Кроме того, пирит образуется в поверхностных условиях в результате восстановления сернокислых солей железа углеродом органических веществ.

Выделяется пирит также на дне болот, озер и некоторых морей (например, Черное море), где происходит разложение органических веществ в условиях недостаточного доступа кислорода. Образующийся сероводород реагирует с растворенными в воде солями железа, что и приводит к осаждению пирита. Пирит встречается и в метаморфических породах (гнейсы, хлоритовые сланцы).

На поверхности пирит представляет собой соединение неустойчивое и довольно легко подвергается процессам химического выветривания. Конечный продукт химического разложения пирита — лимонит. В верхних частях месторождений пирита поэтому обычно находятся скопления бурых железняков, образующих так называемые «железные шляпы».

Благодаря химическому выветриванию пирита нередко возникают псевдоморфозы (ложные формы) лимонита по пириту, когда аморфный минерал лимонит встречается в форме кристаллов, характерных для пирита.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, в контактах магматических пород с осадочными породами, в метаморфических (гнейсы, хлоритовые сланцы), в осадочных (глины, каменный уголь) и в магматических породах.

Спутники. Жильные минералы: кварц, кальцит. В рудных жилах: халькопирит, галенит, сфалерит, золото. В контактах: магнетит, халькопирит. В осадочных породах: каменный уголь. Продукты химического изменения: лимонит, гематит, сидерит.

Применение. Пирит — основное сырье для получения серной кислоты; огарки используются в качестве железной руды. Кроме того, из него извлекаются примеси: золото, медь, серебро, кобальт, никель и другие элементы. Пирит также используется для очистки газовых отходов химических предприятий от хлора. Пирит обладает способностью осаждать золото из растворов. На этом основано использование его для добычи золота, содержащегося в морской воде.

Месторождения. Пирит широко распространен на Среднем Урале (Карабаш, Блява, в Башкирии — Сибай). Встречается пирит в виде вкраплений в угленосных отложениях в Подмосковном каменноугольном бассейне и в Боровичах (Новгородская область).

Из месторождений вне СССР можно отметить Рио-Тинто (Испания).

Пентландит (железо-никелевый колчедан) — FeNiS_2 .

Физические свойства. Блеск металлический. Твердость средняя. Цвет темно-латунный (томпаково-бурый), светло-бронзово-желтый. Черта черная. Спайность совершенная. Встречается в виде вкраплений и зернистых масс.

Отличительные признаки. Пентландит похож на халькопирит. Отличается по цвету и по продуктам разрушения. Продуктом разрушения халькопирита является малахит (травяно-зеленый, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты), а пентландита — аннабергит (никелевые цветы) — яблочно-зеленого цвета, не реагирует с разбавленной соляной кислотой. У пентландита спайность совершенная, у халькопирита спайности нет.

Химические свойства. Раствор в HNO_3 зеленого цвета. При добавлении раствора аммиака и порошка диметилглиоксима раствор окрашивается в карминно-красный цвет и образуется осадок.

Происхождение — магматическое. Образуется в результате ликвации — отделения сульфидного жидкого расплава от силикатного. Встречается среди ультраосновных пород. Массив Садбери (Канада) имеет метеоритное происхождение.

Спутники. Халькопирит, платина.

Применение. Главная руда на никель. Никель входит в состав стальной брони. Это — металл антикоррозионных покрытий. Сплав никеля с титаном (ТН, нитинол) обладает легкостью, прочностью, коррозионной устойчивостью и сопротивляемостью износу, а также уникальной способностью «помнить» свое прошлое: нитиновая проволока после нагревания, деформирования, охлаждения и нагревания вновь принимает первоначальный вид. Из нитинола делают антенны для искусственных спутников. В момент запуска антенна свернута,

занимает очень мало места. В космосе же, нагретая солнечными лучами, она принимает формы, приданные ей еще на Земле. С помощью сплава ТН можно создать искусственный мускул, двигатель, непосредственно преобразующий тепловую энергию в механическую. Сплавы с «памятью» это: тепловая автоматика, быстродействующие датчики, термоупругие элементы, реле, приборы контроля, тепловые домкраты. С их помощью можно лечить костные переломы. Сплавы никеля и кобальта имеют одновременно хорошие магнитные свойства и большую механическую прочность. Сплав никеля с чистым железом обладает отличной магнитной проницаемостью и используется в приборостроении и электронике.

Месторождения. Сульфидные никелевые руды добываются в Норильском районе (Талнахское месторождение, Таймыр) и в Мурманской области (Мончегорское месторождение, «Спутник», «Никель»). На Норильском горно-металлургическом комбинате получают осмий, который используется при изготовлении авторучек. Добавка микроскопической дозы осмия «вечное перо» делает вечным.

Из зарубежных наиболее крупными являются месторождения Канады (Садбери).

Сфалерит (цинковая обманка) — ZnS .

Физические свойства. Блеск сильный, алмазный, у темно-окрашенных разновидностей металлоидный. Твердость средняя. Цвет желтый, цвета канифоли, красноватый, бурый, зеленоватый, буро-черный, темно-серый, черный; редко бесцветный. Черта белая, светло-желтая, светло-бурая, серая. Спайность совершенная в шести направлениях по граням ромбического додекаэдра. Сплошные зернистые (таблитчатые) массы, вкрапления, кристаллы. Сингония кубическая. Хрупкий.

Отличительные признаки. Для сфалерита характерны алмазный блеск, средняя твердость. Цвет у сфалерита большей частью желтый, бурый, буро-черный. Черта белая, светло-желтая, светло-бурая. Для сфалерита характерна совершенная спайность в нескольких направлениях. Спутник: галенит (свинцово-серого цвета). Сфалерит похож на вольфрамит, оловянный камень и титанистый железняк. Сфалерит от этих минералов отличается по блеску (у сфалерита — сильный, алмазный:

вольфрамит, касситерит, ильменит так сильно не блестят). Вольфрамит в отличие от цинковой обманки более тяжелый и имеет совершенную спайность в одном направлении (у цинковой обманки совершенная спайность в нескольких направлениях). Оловянный камень и титанистый железняк более тяжелые и не имеют спайности. Титанистый железняк обладает слабыми магнитными свойствами. Касситерит имеет светлую черту.

Химические свойства. Порошок, растворенный в азотной кислоте, при прибавлении нескольких капель азотнокислого кобальта при нагревании окрашивает раствор в зеленый цвет.

Разновидности. 1. **Клейофан** — светлая, прозрачная цинковая обманка желтого цвета. 2. **Марматит** — темная цинковая обманка, содержащая железо. 3. **Печёнкковая и скорлуповатая обманка** — скрытокристаллические разновидности. 4. **Гумучионит** — малиново-красного, розово-красного цвета, почковидный, содержит реальгар.

Происхождение — гидротермальное. Выделяется вместе с галенитом из горячих водных растворов. Реже встречается сфалерит вторичного происхождения, образующийся в результате восстановления $ZnSO_4$ и $ZnCO_3$ до ZnS в зоне цементации.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, в контактах магматических пород с осадочными породами, особенно с известняками, реже среди осадочных пород.

Спутники. В рудных жилах и контактах: см. галенит.

Применение. Сфалерит — главная руда для получения цинка; кроме того, из него извлекают индий, кадмий и другие примеси.

Цинк применяется для получения сплавов (латунь, алюминиевая бронза), как кровельный материал, для оцинкования железа с целью предохранения его от коррозии, для приготовления цинковых белил, флюоресцирующих экранов; хлористый цинк — для пропитывания шпал, телеграфных столбов с целью предохранения их от гниения; окись цинка используется в стекольной и резиновой промышленности и для производства химических и медицинских препаратов.

Месторождения. Встречается сфалерит в тех же месторождениях, где и галенит.

Физические свойства. Блеск алмазный или киноварь матовая. Мягкая или средней твердости. Цвет ярко-красный, темно-красный. Черта кроваво-красная. Спайность совершенная в одном направлении. Тяжелая. Сплошные зернистые, плотные, землистые массы, также налеты или вкрапления; реже кристаллы и двойники. Сингония гексагональная.

Отличительные признаки. Киноварь хорошо узнается по кроваво-красному цвету и кроваво-красной черте. Наиболее характерным спутником для киновари является антимонит (свинцово-серый). Киноварь похожа на реальгар. Отличается от него по цвету (у реальгара цвет оранжево-красный). Спутник реальгара — аурипигмент (лимонно-желтого цвета).

Химические свойства. Растворяется только в царской водке. При осторожном нагревании порошка с содой в колбочке дает капли ртути.

Разновидность. **Печёноквая руда** — киноварь темного цвета, содержит глину и битуминозные вещества.

Происхождение — гидротермальное. Киноварь выпадает в осадок из горячих минеральных вод, идущих из магматического очага по глубоким тектоническим трещинам. Выделяется она в одну из последних фаз охлаждения магматического очага и образует самую верхнюю зону (эпизону) жильных месторождений, значительно удаленную от материнского магматического очага и сильно приближающуюся к поверхности Земли, где благодаря низкой температуре соединения ртути могут выделяться в твердом виде. Благоприятные условия для концентрации киновари — наличие глубоких тектонических трещин в земной коре или пористых пород (песчаники, конгломераты, брекчии,) а также непроницаемого глинистого покрова (так как это способствует концентрации углекислоты).

Отложения киновари также наблюдаются в молодых вулканических районах, где она образуется в одну из последних стадий вулканической деятельности, когда излияния лавы давно прекратились, и имеет место лишь выделение газов и горячих источников. Таковы месторождения в Калифорнии и Италии.

Местонахождение. Встречается в жилах и в виде вкраплений в осадочных породах, реже в изверженных породах (трахиты, кварцевые порфиры). Кроме того, в россыпях; иногда в серпентинитах (змеевиках).

Спутники. Антимонит, халцедон, опал, кальцит, доломит, гипс, битуминозные вещества, пирит, халькопирит, реальгар. В россыпях: золото. Продукт химического изменения: самородная ртуть.

Применение. Киноварь — единственная руда для получения ртути; используется также для приготовления красной краски (киноварь). Ртуть — «живой металл» — применяется при изготовлении термометров, радиоламп, барометров, взрывчатых веществ (гремучая ртуть), в электротехнике (выпрямители, ртутные ванны, аккумуляторы), при добыче золота и серебра (амальгамация), в производстве нефтяных смазочных масел, в химической промышленности и в медицине (сулема, каломель), в зеркальном и красочном производстве (для окраски морских судов), в ртутных лампах для уличного освещения.

Месторождения. Наиболее известное месторождение киновари в СССР — Никитовка (Донбасс). Имеется ряд месторождений в Средней Азии (в КиргССР — Ошская обл., месторождение Улуу-Тоо), в Закарпатье (Вышковское месторождение), в Западной Сибири (Акташское месторождение), Горно-Алтайской автономной области, в Туве (Терлиг-Хай), в Кузнецком Алатау (Черная Уса), в Магаданской области (Западно-Полянское), на Северном Кавказе, в Якутии (Верхне-Дулгалахское и Брюнгандинское), на Чукотке (Томватнейское месторождение). Месторождения ртутной руды находятся на территории Китая и Югославии.

Основные ресурсы ртутной руды капиталистического мира сосредоточены в Испании (Алмаден) и Италии (Монте-Амида).

Реальгар — AsS.

Физические свойства. Блеск жирный или реальгар матовый; на поверхности кристаллов блеск алмазный. Мягкий. Цвет оранжево-красный. Черта оранжево-красная. Спайность слабо выражена. Зернистый, плотный, землистый, порошковатый; также нал-

ты, корки, друзы, состоящие из мелких кристаллов. Сингония моноклинная. Кристаллы встречаются редко.

Отличительные признаки. Реальгар отличается неметаллическим блеском, оранжево-красным цветом, оранжево-красной чертой и тем, что он мягкий. Спутник: аурипигмент (лимонно-желтого цвета). Реальгар можно спутать с киноварью. Отличается по цвету: у киновари цвет кроваво-красный.

Химические свойства. Растворяется в едких щелочах. Соляная кислота из раствора выделяет лимонно-желтые хлопья.

Происхождение. Реальгар выделяется в гидротермальных жилах в эпитемальную (низкотемпературную) фазу; он бывает и вулканического происхождения — образуется путем возгона на стенках кратеров и трещин вулканов.

Местонахождение. Встречается в рудных жилах, среди осадочных пород (глины, известняки, доломиты, каменные угли); кроме того, как продукт отложений горячих источников и среди продуктов вулканического возгона.

Спутники. В рудных жилах: аурипигмент, антимонит, киноварь, кварц, халцедон, кальцит, марказит, аргентит, галенит, пирит. Среди продуктов вулканического возгона; аурипигмент, гипс. Продукт химического изменения: аурипигмент.

Применение. Реальгар служит мышьяковой рудой. Используется для получения соединений мышьяка, применяемых в сельском хозяйстве (борьба с вредителями), в стекольном производстве (получение эмали и стекол молочного цвета), в красочном производстве, для получения сплавов (баббит, твердая свинцовая дробь), в кожевенной промышленности (для удаления шерсти), в медицине, в производстве желтой краски.

Месторождения. В СССР добывают в Грузии (Лухум). За рубежом можно отметить месторождение в Греции.

Аурипигмент — As_2S_3 .

Физические свойства. Блеск перламутровый. жирный или аурипигмент матовый, мягкий. Цвет лимонно-желтый. Черта более светлого тона. Спайность весьма совершенная. Листоватый, чешуйчатый (листочки гибкие, но не упругие), зернистый, землистый, порошок-

ватый, также налеты; редко кристаллы. Сингония моноклиническая.

Отличительные признаки. Аурипигмент резко отличается от других минералов неметаллическим блеском, лимонно-желтым цветом, лимонно-желтой чертой и тем, что он мягкий. Спутник: реальгар (оранжево-красный).

Химические свойства. Растворяется в едких щелочах. Соляная кислота из раствора выделяет лимонно-желтые хлопья.

Происхождение. См. реальгар.

Местонахождение. См. реальгар.

Спутники. См. реальгар.

Применение. См. реальгар; кроме того, аурипигмент применяется в качестве изолятора в рентгено-технике.

ВОЛЬФРАМАТЫ

Вольфраматы — соли вольфрамовой кислоты H_2WO_4 . Содержание вольфрамов в земной коре незначительно.

Вольфрамит — $(Fe, Mn)WO_4$.

Физические свойства. Блеск металловидный, стеклянный (зеркальный). Твердый или средней твердости. Цвет буровато-черный. Черта бурая, почти черная. Тяжелый. Спайность совершенная в одном направлении. Крупные таблитчатые кристаллы и вытянутые призмы в кварце. Сингония моноклиническая.

Отличительные признаки. Для вольфрамита характерны бурый до черного цвет, бурая, почти черная черта, совершенная спайность в одном направлении, большая плотность. Вольфрамит похож на цинковую обманку и оловянный камень. Отличается от цинковой обманки большей плотностью (вольфрамит тяжелый), наличием совершенной спайности в одном направлении (у цинковой обманки совершенная спайность в нескольких направлениях). Оловянный камень отличается отсутствием спайности и более светлой чертой.

Химические свойства. При нагревании в крепкой соляной кислоте порошок разлагается с выделением желтого осадка WO_3 , растворимого в аммиаке. Солянокислый и сернокислый растворы, содержащие вольфрам, от прибавления кусочка цинка принимают синюю окраску.

Происхождение — пневматолитовое, связано с кислыми магматическими породами.

Местонахождение. Встречается в пневматолитовых и рудных образованиях, а также в россыпях.

Спутники. В пневматолитовых образованиях: кварц, касситерит, молибденит, топаз, берилл, апатит. В рудных жилах: кварц, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит.

Применение. Вольфрам — «звездный металл» — единственный металл, сохраняющий свои качества при высоких температурах, поэтому его используют при создании космических кораблей и космических аппаратов. Вольфрам находит применение в металлургии. Он также применяется для получения особых сортов твердой стали, входит в состав сплавов — в стеллит, победит, видиа, воломит и др. Сплав вольфрама с рением обладает тугоплавкостью, эластичностью, податливостью к обработке. Из него делают гибкую фольгу. Вольфрам используется также для изготовления вольфрамовых нитей электрических ламп.

Месторождения. Основные ресурсы вольфрамовой руды сосредоточены в СССР и Китае. Из месторождений Советского Союза можно назвать Тырнаузское молибдено-вольфрамовое месторождение (Кабардино-Балкария). Вольфрамовые руды имеются и в Приморском крае (месторождение Лермонтовское), Читинской области (Бом-Горхонское месторождение, Букука, Белуха), Бурятии (Инкурское, Джидинское месторождения), Казахстане (Караоба, Акчатауское месторождение).

На США, Южную Корею и Боливию приходится половина запасов вольфрамовых руд капиталистического мира.

ГАЛОГЕНИДЫ

Галогениды — соли галоидоводородных кислот — HCl , HF и др. Из галогенидов наибольшее значение имеют хлористые соединения (хлориды) — соли соляной кислоты — HCl . Содержание галогенидов в земной коре незначительно.

Хлориды

Все хлориды имеют неметаллический блеск и среднюю твердость, иногда бывают мягкими. Цвет у хлоридов непостоянный. Черта белая. Хлориды легко раство-

ряются в воде и поэтому имеют вкус. Большой частью хлориды образуются в поверхностных условиях и преимущественно представляют морские или озерные химические осадки.

Хлориды делятся на безводные и водные.

Безводные хлориды

Галит (каменная соль, поваренная соль) — NaCl .

Физические свойства. Блеск стеклянный. Твердость средняя. Бесцветный, белый, сероватый, розовый, красный, бурый, голубой, синий. Нередко наблюдается различная окраска в одном образце. Черта белая. У кристаллического галита наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням куба. Сплошной зернистый, плотный, листоватый, волокнистый, натечный (сталактиты и другие формы); также друзы, кристаллы и налеты. Сингония кубическая. Кристаллы нарощие и вросшие, обычно имеют кубическую форму.

Кристаллическая решетка у галита ионная. В узлах решетки, имеющей кубическую форму, находятся положительные ионы натрия и отрицательные ионы хлора. Этим обусловлено наличие у кристаллического галита совершенной спайности в трех направлениях по граням куба.

Отличительные признаки. Для галита характерны неметаллический блеск, средняя твердость, соленый вкус, совершенная спайность в трех направлениях по граням куба, наблюдаемая у кристаллических разностей. Каменная соль похожа на сильвин. Отличается по вкусу (у сильвина горький) и по цвету (у сильвина молочно-белый).

Химические свойства. Вкус соленый. Легко растворяется в воде.

Происхождение — поверхностное; это большей частью лагунный и озерный химический осадок. Различают месторождения древние и современные. Древние представлены каменной солью и являются химическими осадками древних морских заливов, лагун и озер, образовавшимися в условиях интенсивного испарения (жаркий, сухой климат). Залегают каменная соль в виде пластов, штоков или куполов среди осадочных пород. Пластовые залежи обычно занимают большие площа-

ди (десятки и сотни километров) и имеют большую мощность (доходит до 100 м и более).

Современные месторождения галита представляют соляные озера, заливы, лагуны, где процесс осаждения и накопления соли происходит и в настоящее время. Кроме того, относительно небольшая концентрация соли наблюдается на стенках кратеров вулканов, у выходов соляных источников, в пустынных и степных районах — на поверхности почвы («выцветы»).

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород, на стенках кратеров вулканов, на поверхности почвы, в соляных озерах и у выходов соляных источников.

Спутники. Сильвин, карналлит, гипс, ангидрит.

Применение. Галит — сырье для получения соляной кислоты и ее солей. Без соли не обходится почти ни одна отрасль промышленности. Соль применяется при изготовлении более полутора тысяч различных изделий. Соль используется в холодильном деле, как пищевой продукт, для консервирования мяса, соления рыбы; для высаливания мыла и органических красок, для соления кож; в металлургии — для хлорирующего обжига; в керамике — для глазурования глиняных изделий, в медицине. Соль используется в производстве алюминия и хлорной извести.

Галит также служит рудой для получения металлического натрия и хлора, а также всех соединений этих элементов.

Металлический натрий применяется для получения сплавов, как восстановитель в металлургии, в качестве катализатора в производстве органических соединений и в электропромышленности — для изготовления проводов (натриевые «жилы», покрытые медной оболочкой) и разрядных ламп. Натриевые лампы применяются для уличного освещения. Они в два раза ярче, почти в три раза долговечнее ртутных. Натриевые лампы к тому же повышают контрастность предметов.

Натрий служит катализатором при получении синтетического каучука. Перекись натрия регенерирует воздух в кабине космического корабля и в подводной лодке. Облако паров натрия, выпущенных из космических ракет, позволяет определить местоположение ракеты и уточнить траекторию ее полета. Установлено, что

1 мм³ каменной соли способен хранить до миллиарда единиц информации. Это открывает заманчивую перспективу — использовать крупинцы соли в «электронном мозге» вычислительной машины. Натриево-серная аккумуляторная батарея способна запастись в пять раз больше энергии, чем свинцово-кислородная батарея равного веса. Натриевый теплоноситель используется в ядерных реакторах.

Месторождения. Крупнейшим в мире по запасам поваренной соли является оз. Баскунчак; известностью пользуется и оз. Эльтон (оба находятся в Волгоградской области).

Испокон веков известно Соль-Илецкое месторождение каменной соли (Оренбургская обл.), а также месторождения Славяно-Артемовское (Украина), Усолье — близ Иркутска, Прикарпатское (Украина) и в Якутской АССР.

Сильвин — KCl.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Твердость средняя, иногда мягкий. Цвет молочно-белый. Черта белая. У кристаллического сильвина наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням куба. Сплошной зернистый, плотный, листоватый; также кристаллы. Сингония кубическая. Кристаллы имеют кубическую форму.

Отличительные признаки. Сильвин хорошо узнается по неметаллическому блеску, по горьковато-соленому вкусу и по хорошо выраженной спайности в трех направлениях по граням куба. Сильвин похож на каменную соль, отличается от нее по вкусу (каменная соль соленая) и по цвету (каменная соль нередко бесцветная).

Химические свойства. Вкус горьковато-соленый. Легко растворяется в воде. С хлорной платиной дает желтый осадок хлороплатината калия.

Разновидность. Смесь галита с сильвином и карналлитом называется **сильвинитом**.

Происхождение. Сильвин в основной массе — лагунный химической осадок, выпадающий в усыхающих бассейнах. Кроме того, встречается в виде выцветов на поверхности почв или на стенках кратеров вулканов, представляет продукт вулканического возгона.

Местонахождение. См. галит.

Спутники. См. галит.

Применение. Сильвин — сырье для получения калийных удобрений. Используется также в стекольной промышленности и в производстве препаратов калия. Прозрачный сильвин применяется в спектроскопах. Сильвин используется для определения абсолютного возраста горных пород. Из сильвина получают металлический калий. Энергетикой будущего называют магнито-гидродинамическую электростанцию на жидком металле — калии, непосредственно преобразующую тепловую энергию в электрическую.

Месторождения. Сильвин встречается вместе с карналлитом, образуя месторождения калийных солей.

Водные хлориды

Карналлит — $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Физические свойства. Блеск жирный. Твердость средняя или карналлит мягкий. Цвет красный, желтый. Калийная соль нередко пятнистая, полосчатая; чередуются серые, белые, красноватые и голубоватые цвета. Окрашивающие карналлит примеси органического происхождения. Это древние микроорганизмы (споры и водоросли) — обитатели древних лагун. Черта белая. Спайность отсутствует. Излом неровный. Сплошные зернистые массы. Легко расплывается во влажном воздухе. При сверлении острием ножа скрипит. При растворении в воде происходит треск, напоминающий хруст снега под ногами в морозную погоду, вследствие выделения пузырьков газов.

Отличительные признаки. Для карналлита характерны жирный блеск, горький вкус, отсутствие спайности. Цвет у карналлита большей частью красный, желтый.

Химические свойства. Вкус горький. Легко растворяется в воде. С фосфорно-аммиачной солью дает осадок фосфорно-аммиачной магнезии.

Происхождение поверхностное — лагунный химический осадок, образующийся в условиях жаркого сухого климата.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород.

Спутники. См. галит.

Применение. Карналлит — сырье для производства калийных удобрений; кроме того, используется в химической промышленности для приготовления соединений калия, которые употребляются в фотографии, медицине, парфюмерии, пиротехнике, при очистке и отбелке шерсти и тканей, в производстве мыла, в стекольной, бумажной и лакокрасочной промышленности. Из отходов производства получают техническую соль. Хлористый магний и магnezия применяются для изготовления цемента и строительных материалов (фибролит, ксилолит).

Карналлит — руда для получения металлического магния. Магний используется для получения прочных и легких сплавов с алюминием (дюралюминий, магнилий) для авиационной и автомобильной промышленности. Литиево-магниевые сплавы — самые легкие и жаростойкие. Они применяются в производстве сверхзвуковых самолетов, ракет, космических кораблей. Магниевые сплавы используются в полиграфии для изготовления клише, они находят применение в счетных и пишущих машинах, в хлебопекарном производстве (из них делают формы для выпечки хлеба). Применяются эти сплавы и в нефтяной промышленности для защиты от коррозии газо- и нефтепроводов. Магний находит применение в металлургической промышленности как восстановитель при получении хрома, титана, ванадия. Общеизвестно использование магния в фотографии и пиротехнике для получения ярких вспышек и для сигнальных огней.

Месторождения. По запасам калийных солей (карналлита и сильвина) Советский Союз занимает первое место в мире. Крупнейшим в мире является Соликамское месторождение (Пермская область). Затем идут Белорусский (Солигорск, Старобинск, Петриков), Прикарпатский (между Дрогобычем и Станиславом) и Туркменский (Карлюкское, Карабильское, Кугитангское месторождения) бассейны.

Калийными солями располагают Канада (Саскачеванский калиеносный бассейн), США, ФРГ, ГДР, Италия (о. Сицилия), Франция, Марокко, Эфиопия, Ливия, Конго.

НИТРАТЫ

Нитраты — соли азотной кислоты — HNO_3 . Содержание нитратов в земной коре незначительно. Блеск у нитратов неметаллический, они мягкие, имеют вкус, легко растворяются в воде и в этом отношении напоминают хлориды. В отличие от хлоридов нитраты дают вспышку при нагревании в смеси с углем.

Происхождение нитратов поверхностное, чаще биогенное — образуются при гниении органических остатков; в этих процессах принимают участие нитрофицирующие бактерии, превращающие аммиак и аммонийные соли в нитраты. Встречаются в виде солеобразных масс, корок, налетов, выцветов в пустынях, на месте старых городищ и скоплений гуано; особенно характерны для пустынных областей.

Натриевая селитра (чилийская селитра) — NaNO_3 .

Физические свойства. Блеск стеклянный. Мягкая. Белая, бесцветная, желтоватая. Черта белая. Спайность совершенная по ромбоэдру. Налеты и пласты.

Отличительные признаки. Чилийскую селитру можно узнать по неметаллическому блеску, по твердости (чилийская селитра мягкая), по солоноватому, холодящему вкусу и по вспышке, наблюдаемой при накаливании в смеси с углем.

Химические свойства. Вкус солоноватый, холодящий. Легко растворяется в воде. При накаливании в смеси с углем дает вспышку более слабую, чем калийная селитра. Водный раствор с хлорной платиной не дает осадка.

Происхождение поверхностное — биогенное.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород и в озерах. Большие скопления в пустынных областях.

Спутники. Гипс, галит, сильвин, мирабилит.

Применение. Используется натриевая селитра в химической промышленности для получения азотной кислоты и других нитросоединений, а также в производстве пороха; служит сырьем для изготовления удобрений.

Месторождения. Крупнейшее в мире месторождение — Чилийское.

Калиевая селитра — KNO_3 .

Физические свойства. Блеск стеклянный, шелковистый. Мягкая. Белая, бесцветная, желтоватая. Черта белая. Спайность совершенная. Выцветы (корки или шелковистые пучки) в почвах и на поверхности горных пород.

Отличительные признаки. Калийную селитру можно узнать по неметаллическому блеску, по твердости (калийная селитра мягкая), по солоноватому, холодящему вкусу и по вспышке, наблюдаемой при накаливании в смеси с углем.

Химические свойства. Вкус солоноватый, холодящий. Легко растворяется в воде. При накаливании в смеси с углем дает сильную вспышку. Водный раствор с хлорной платиной дает желтый осадок хлороплатината калия.

Происхождение поверхностное — биогенное.

Местонахождение. Встречается в почвах, в солончаках, в известняках, в навозных ямах, в пещерах, на стенках погребов. Особенно характерна для пустынных областей.

Применение. Используется, как и натриевая селитра, для получения азотной кислоты и других нитросоединений, азотных удобрений и в производстве взрывчатых веществ.

Месторождения. В Советском Союзе встречаются в Средней Азии и в Дагестанской АССР.

КАРБОНАТЫ

Карбонаты — соли угольной кислоты — H_2CO_3 . Карбонаты составляют до 1,7% веса земной коры. Блеск у них неметаллический. Все минералы, относящиеся к этому классу, имеют среднюю твердость, землистые разности являются мягкими. Исключительно характерным признаком для всего класса карбонатов является реакция с разбавленной соляной кислотой (10%-ный раствор), при этом выделяется CO_2 . Некоторые представители этого класса реагируют с соляной кислотой на холоде, другие же реагируют только с нагретой соляной кислотой. Наиболее характерная форма для кристаллов карбонатов — ромбоэдр (тригональная сингония). Ми-

нералы, относящиеся к этому классу, легкие. Все карбонаты дают черту. Плотность у них небольшая.

Карбонаты делятся на безводные и водные. Цвет у безводных карбонатов непостоянный, черта — постоянная. Цвет и черта у водных карбонатов постоянные, присущие только определенному минералу.

Карбонаты — компоненты многих минеральных ассоциаций, образующихся в поверхностной части земной коры. Карбонаты осаждаются на дне морей, озер, лагун, образуются при выветривании сульфидов и силикатов, выделяются из горячих и холодных подземных вод, входят в состав раковин многих беспозвоночных животных.

Карбонаты преимущественно нерудные и частично рудные полезные ископаемые. Из карбонатов состоят распространенные горные породы — известняк, доломит, мрамор.

Безводные карбонаты

Кальцит (известковый шпат) — CaCO_3 .

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый; землистый и плотный кальцит матовый. Твердость средняя; землистые разности мягкие. Бесцветный, белый, реже желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, темно-бурый, черный. Черта белая. У кристаллического кальцита наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням ромбоэдра. Зернистые разности при ударе раскалываются по определенным направлениям и дают обломки в виде ромбоэдров. Сплошной зернистый, плотный, натёчный, пористый, землистый, листоватый, полосчатый радиально-лучистый; также кристаллы, друзы. Кристаллы кальцита имеют различные формы. Сингония тригональная. Иногда дает ложные формы по другим минералам. Кристаллы наростные. Оригинальным является 15-килограммовый «белый гриб» из кальцита, найденный в ртутном месторождении. Некоторые кристаллы исландского шпата весят несколько центнеров.

Отличительные признаки. Кальцит имеет неметаллический блеск, среднюю твердость или мягкий, бурно вскипает при действии разбавленной соляной

кислотой или уксусом. Кальцит можно спутать с доломитом и магнезитом. Отличие—доломит реагирует с разбавленной соляной кислотой только в порошкообразном виде, магнезит—с нагретой соляной кислотой. Похожий на него ангидрит не реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Химические свойства. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Вскипает при действии уксусом. Порошок кальцита при нагревании в пробирке с раствором $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ не меняет цвета.

Разновидности. Прозрачный, двупреломляющий кальцит (удваивает рассматриваемое через него изображение) называется **исландским шпатом**, очень тонкозернистый кальцит—**литографским камнем**, листоватый кальцит—**бумажным шпатом**. Разновидностью кальцита также является **жемчуг** (перл).

Многими красками наградила природа «живой бриллиант»—жемчуг: он бывает нежно-розовый, белый, желтоватый, золотистый, бронзовый, зеленоватый, голубоватый, темно-серый, иссиня-черный, черный с серебристым оттенком. Блеск у него перламутровый. Размеры жемчужины от макового семени до голубинового яйца, редко более.

Еще одна разновидность кальцита—мраморный оникс.

Происхождение. Кальцит может образовываться различными путями. Горячие водные растворы, идущие из магматических очагов, часто несут растворенный углекислый кальций, который при охлаждении выпадает в твердом виде, и возникают кальцитовые жилы. Эти жилы содержат также сульфиды различных металлов. Так образуется кальцит гидротермального происхождения. Кроме того, кальцит такого происхождения встречается в пустотах излившихся магматических пород. Отложения кальцита (известковый туф) наблюдаются также на поверхности Земли у выходов некоторых минеральных источников.

Некоторые низшие морские организмы строят свой скелет из CaCO_3 . После смерти животных скелетные остатки накапливаются на дне морей и образуют мощные толщи известняков, состоящих в основном из кальцита. Некоторые минералы глубинного происхождения, например полевые шпаты, при химическом выветрива-

нии на поверхности Земли под действием углекислоты и воздуха дают кальцит.

Кроме того, происходит выделение кальцита из холодных подземных вод поверхностного происхождения, в пещерах, в пустотах пород, чаще всего среди известняков. Толщи известняков под действием высокой температуры перекристаллизовываются и превращаются в зернистые известняки — мраморы, состоящие из кальцита.

Местонахождение. Входит в состав метаморфических пород (мрамор), осадочных пород (известняк, мел, известковый туф, травертин); также встречается в виде скелетных остатков (раковин) вымерших морских животных, в жилах, у выходов источников, в пещерах и пустотах, в пустотах вулканических лав (базальты, траппы, диабазы), внутри раковин моллюсков (жемчуг), редко в глубинных магматических породах.

Спутники. В рудных жилах — сульфиды. В вулканических породах: опал, халцедон.

Применение. Кальций необходим для жизни растений и животных. Исландский шпат — оптический кальцит — используется для создания сложнейших приборов. Он двойт и поляризует лучи света, прозрачен почти для всех длин волн. Эти его свойства используются в различных оптических приборах, астрономических измерительных инструментах, квантовых генераторах, радиоэлектронике, вычислительных устройствах. Без исландского шпата невозможна работа современных оптических приборов, счетно-решающих устройств, медицинской аппаратуры. Используется он в голографии и лазерной технике.

Жемчуг — прекрасное украшение. Им украшают одежду, домашнюю утварь, переплеты книг. Литографский камень применяется в литографском деле.

Месторождения исландского шпата находятся в Красноярском крае, в Эвенкии. Месторождения литографского камня есть на Кавказе, в Ленинградской области и на Украине.

Вне территории Советского Союза исландский шпат встречается в Исландии. В Баварии (ФРГ) есть месторождения литографского камня.

Жемчуг называют «слезами моря». Добывается естественный жемчуг в Персидском заливе, Красном море,

Мексиканском заливе, на островах, атоллах и рифах Тихого океана. Морской жемчуг добывают у берегов Японии, Филиппин, Шри Ланки, Индии, Бирмы, Соломоновых островов, Новой Гвинее, Венесуэлы, Центральной Америки, Австралии, омываемых теплыми водами.

Доломит — $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый. Твердость средняя. Цвет белый, желтый, серый, зеленоватый, черный. Черта белая. У кристаллического доломита совершенная спайность в трех направлениях по граням ромбоэдра. Сплошные зернистые мраморовидные или плотные массы, иногда седловидноизогнутые агрегаты. Кристаллы имеют форму ромбоэдров. Сингония тригональная.

Отличительные признаки. Для доломита характерны неметаллический блеск, средняя твердость и вскипание порошка доломита при действии разбавленной соляной кислоты. Доломит похож на кальцит. Отличается тем, что кальцит бурно реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Химические свойства. Порошок вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Происхождение. Доломит образуется в поверхностных условиях в результате частичного вытеснения и замещения известняков (CaCO_3) магнием, содержащимся в растворах (MgSO_4 , MgCl_2). Эти процессы, известные под названием метасоматоза или доломитизации, наблюдаются в морских бассейнах.

Кроме того, доломит возникает под действием CO_2 , выделяющейся в результате разложения органических веществ, на MgSO_4 морской воды и на CaCO_3 . Доломит также выделяется в виде химического осадка в сильно засоленных замкнутых водоемах (морские заливы, лагуны). Образуется он и при метаморфизации магнезиальными растворами ультраосновных и основных магматических пород. Характерные спутники при таком генезисе доломита — серпентин, асбест, тальк. Доломит выделяется и из гидротермальных растворов и заполняет жилы.

Кроме того, доломит может образоваться при действии гидротермальных вод, содержащих соли магния, на известняки, которые, соприкасаясь с последними, вы-

тесняют часть кальция. При полном замещении кальция известняк может превратиться в магнезит $MgCO_3$.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород, среди серпентинитов (змеевиков) и в рудных жилах.

Спутники. Среди осадочных пород: кальцит, гипс, ангидрит, каменная соль, сидерит. Среди серпентинитов: серпентин, хризотил-асбест, тальк. В рудных жилах: сульфиды.

Применение. Доломит используется как огнеупорный материал в металлургической промышленности, в качестве флюса при плавке руд. Магний и его соединения получают из доломита, магнезита, карналита. Кроме того, доломит применяется в цементной промышленности, как строительный материал и как удобрение. Доломитовая мука в смеси с другими компонентами используется в качестве уплотнительной мастики для закупорки швов в крупнопанельном домостроении.

Месторождения. Залежи доломита находятся близ города Данкова (Липецкая область), на западном и восточном склонах Урала, недалеко от Витебска (Белоруссия), в Среднем Поволжье. В Донбассе известно Аргемовское месторождение.

Магнезит (магнезиальный шпат) — $MgCO_3$.

Физические свойства. Блеск у зернистых разностей стеклянный, плотные разности матовые. Твердость средняя. Цвет у зернистых разностей серовато-белый, желтоватый, у плотных — белый, кремовый, желтоватый, бурый, серый. Черта белая. У кристаллического магнезита наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням ромбоэдра. Излом у зернистых разностей зернистый, у плотных неровный. Мраморовидные массы, сложенные из зерен удлиненной формы (отличие от мрамора и доломита), и фарфоровидные плотные образования, редко кристаллы, в виде ромбоэдров. Кристаллы обычно вросшие. Сингония тригональная.

Отличительные признаки. Для магнезита характерны неметаллический блеск, средняя твердость и вскипание порошка магнезита при действии нагретой соляной кислоты. Этим магнезит отличается от сходных с ним минералов — кальцита, доломита. От сидерита

отличается по цвету. У мрамора зерна изометричные, у магнезита — удлинённые.

Химические свойства. Порошок вскипает при действии нагретой соляной кислоты.

Происхождение. Магнезит бывает гидротермального и поверхностного происхождения. Месторождения гидротермального типа образуются двумя путями.

1. Путём метасоматического замещения кальция, известняков и доломитов магнием горячих магнезиальных растворов, идущих из магматического очага. Месторождения этого типа всегда залегают среди доломитов, известняков; магнезит имеет зернистое строение.

2. Путём метаморфизирующего влияния на оливино-содержащие ультраосновные магматические породы (перидотиты, дуниты) углекислых гидротерм (процесс серпентинизации). Процесс серпентинизации ультраосновных магматических пород сопровождается образованием магнезита. Он в этом случае представлен аморфными разностями.

Магнезит поверхностного происхождения образуется следующим путём. Серпентинизированные ультраосновные магматические породы на поверхности Земли подвергаются процессам химического выветривания. В результате серпентиниты разлагаются и образуют бикарбонат магнезии, который поверхностными водами уносится в нижележащие горизонты, где отлагается магнезит, образуя жилы, гнезда, прожилки в серпентинитах.

Местонахождение. Встречается среди доломитов, известняков, среди серпентинитов (змеевиков), реже в рудных жилах и в пустотах вулканических пород.

Спутники. Среди доломитов и известняков: доломит, кальцит, кварц, тальк, хлорит, пирит, халькопирит, лимонит, малахит, галенит, сфалерит, углистое вещество. Среди серпентинитов: серпентин, опал, оливин, тальк, доломит.

Применение. Магнезит используется в металлургической промышленности, при производстве портландцемента и серной кислоты, для изготовления огнеупорных кирпичей, выдерживающих нагревание до 3000° . Применяется он в обожженном виде также для получения цемента Сореля (используемого при изготовлении точильных кругов), искусственного мрамора, для приготовления магнезитовой штукатурки, характеризующейся

большой стойкостью, огнеупорных смесей с асбестом, в сахарной, резиновой, бумажной, химической промышленности, в производстве электроизоляторов. Из магнезита получают магнезий и его соединения.

Месторождения. Крупнейшим в мире является Савинское месторождение (Иркутская обл.). Ряд месторождений имеется на Урале (Саткинское и Халиловское), в Казахстане и Среднем Поволжье. Многочисленны месторождения на Дальнем Востоке. Крупные месторождения магнезита имеются в КНДР (месторождение Ренан и др.).

Сидерит (железный шпат) — FeCO_3 .

Физические свойства. Блеск стеклянный, или сидерит матовый. Твердость средняя. Цвет желтовато-серый, желтовато-бурый, бурый. Черта белая, иногда буроватая. У кристаллических разностей наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням ромбоэдра. Сплошной зернистый, мраморовидный, плотный, натёчный землистый, шаровидный, радиально-лучистого строения внутри (сферосидериты) также кристаллы в виде ромбоэдров или друзы. Сингония тригональная.

Отличительные признаки. Для сидерита характерны неметаллический блеск, средняя твердость, желтый, бурый цвет, белая черта и вскипание при действии нагретой соляной кислоты. Сидерит похож на крупнозернистый желтоватый или коричневатый мрамор.

Химические свойства. Вскипает при действии нагретой соляной кислоты. Капля соляной кислоты, помещенная на поверхности сидерита, благодаря образованию FeCl_2 желтеет.

Происхождение. Сидерит гидротермального происхождения встречается в виде самостоятельных сидеритовых жил средней глубины и в качестве спутника в рудных жилах или представляет неправильной формы залежи, замещаая известняки и доломиты. Железистые растворы глубинного происхождения, встречая на своем пути известняки и доломиты, реагируют с последними, железо вытесняет кальций, что приводит к образованию сидерита.

Образуется сидерит также в результате действия органических веществ на раствор двууглекислой закиси железа в условиях отсутствия кислорода. Эти процессы

наблюдаются в глубоководных участках прибрежной части морских заливов, лагун.

На поверхности Земли сидерит окисляется и переходит в лимонит. Верхние части месторождений сидерита обычно представлены «железной шляпой», состоящей из бурого железняка.

Местонахождение. Встречается в связи с известняками и доломитами в гидротермальных жилах, в виде конкреций в глинах, угольных пластах, мергелях.

Спутники. Среди осадочных пород: кальцит, доломит, гипс, ангидрит, глина, мергель, каменный уголь, пирит. В рудных жилах: кварц, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, гематит. Продукт химического изменения: лимонит.

Применение. Сидерит — железная руда.

Месторождения. В СССР имеются месторождения сидерита на Урале (Бакальское). Сферосидериты, находящиеся в осадочных породах, встречаются в Тульской, Калужской, Тамбовской областях. Сидерит также залегает среди бурых железняков Керченского месторождения. Месторождение сидерита имеется в Восточной Сибири (Ангаро-Питское).

За границей сферосидериты распространены в Англии.

Водные карбонаты

Малахит — $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, шелковистый или малахит матовый. Твердость средняя, землистые разности мягкие. Цвет ярко-зеленый, травяно-зеленый. Малахиту придает красоту ярко-зеленый цвет, затаенный рисунок, нередко создающий загадочные картины, причудливые узоры, концентрическое, полосчатое и радиально-лучистое строение. Черта бледно-зеленая. Натечный, радиально-лучистый, концентрически-скорлуповатый, плотный землистый; редко кристаллы игольчатой формы. Сингония моноклинная.

Отличительные признаки. Постоянными признаками для малахита являются зеленый цвет и вскипание при действии разбавленной соляной кислоты. Спутник — азурит (синий, вскипает при действии соляной кислоты).

Химические свойства. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Разновидность. Медная зелень — землистый, мягкий малахит.

Происхождение. Образуется малахит в результате химического выветривания медьсодержащих минералов (халькопирита, меди самородной и др.), под действием углекислоты, воды и кислорода. Медьсодержащие сульфиды превращаются в сульфаты, а затем под действием углекислых растворов в малахит.

Местонахождение. Встречаются в верхней части медных месторождений; землистый малахит — в песчаниках, глинах, мергелях.

Спутники. Азурит, кальцит, лимонит.

Минералы, в результате химического изменения которых образуется малахит: медь самородная, халькопирит.

Применение. Малахит используется как декоративный (малахитовый зал Зимнего дворца, внутренние колонны Исаакиевского собора в Ленинграде, мозаичные панно), поделочный камень (для изготовления ваз, статулок, табакерок, столешниц), применяется при получении зеленой краски и медного купороса; служит рудой для извлечения меди.

Уникальными по богатству малахитовых украшений являются Эрмитаж и Исаакиевский собор в Ленинграде. В Эрмитаже находится гигантская ваза из малахита высотой 184 см.

Месторождения. Крупнейшие в прошлом месторождения малахита на Урале сейчас почти выработаны (Гумешевское, Медноруднянское). Урал славился самыми красивыми и крупными малахитами на Земле. На Урале добывались глыбы малахита весом до 550 т. Малахит обнаружен под Нижним Тагилом и под Павлодаром. Медная зелень встречается в медистых песчаниках на западном склоне Урала и в прилегающих районах, а также в СССР.

Азурит (медная лазурь) — $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный или матовый. Твердость средняя, землистые разности мягкие. Цвет ярко-синий. Черта голубая. Плотный, лучистый, землистый; налеты, желваки, реже друзы, кристаллы. Сингония моноклинная.

Отличительные признаки. Постоянными признаками для азурита являются синий цвет и вскипание при действии разбавленной соляной кислоты. Спутник — малахит (зеленый, реагирует с разбавленной соляной кислотой).

Химические свойства. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Разновидность. **Медная синь** — землистый, мягкий азурит.

Происхождение. Азурит, так же как и малахит, образуется в результате химического выветривания медьсодержащих минералов, причем медьсодержащие сульфиды превращаются в сульфаты, а затем под действием углекислых растворов в азурит. На поверхности Земли азурит постепенно переходит в малахит.

Местонахождение. См. малахит.

Спутники. См. малахит.

Применение. Азурит служит рудой для получения меди, а также используется при производстве синей краски.

Месторождения. Азурит встречается там же, где и малахит.

СУЛЬФАТЫ

Сульфаты — соли серной кислоты — H_2SO_4 . На долю сульфатов приходится 0,1% массы земной коры. Блеск у сульфатов неметаллический, они не царапают стекло, цвет у них непостоянный, сульфаты имеют светлую окраску, легкие, черта у них белая. Сульфаты по внешним признакам напоминают минералы, входящие в класс карбонатов. В отличие от карбонатов сульфаты не реагируют с разбавленной соляной кислотой.

Происхождение у сульфатов поверхностное — представляют лагунные или озерные химические осадки; также образуются в результате окисления и гидратации сульфидов и самородной серы.

Различают безводные и водные сульфаты. Безводные сульфаты имеют среднюю твердость, водные — мягкие.

Безводные сульфаты

Ангидрит — CaSO_4 .

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый. Твердость средняя. Цвет голубоватый,

синеватый, белый. Кристаллы прозрачные или просвечивают. Черта белая. У кристаллических разностей совершенная спайность в трех направлениях. Сплошные зернистые, мраморовидные или плотные массы, реже призматические, таблитчатые кристаллы. Сингония ромбическая. На гранях кристалла нередко наблюдается штриховка.

Отличительные признаки. У ангидрита наблюдается неметаллический блеск, средняя твердость, белая черта. Ангидрит напоминает мрамор, известняк, доломит, магнезит, от которых отличается тем, что не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Внешне также похож на гипс, от которого отличается большей твердостью (на гипсе ноготь оставляет царапину).

Происхождение — поверхностное. Ангидрит — типичный лагунный химический осадок. Ангидрит, представляющий продукт возгона и отложения горячих растворов, встречается в вулканических районах. Иногда он отлагается в рудных жилах, выделяясь из гидротерм.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород, реже в контактах магматических пород с осадочными породами и в пустотах магматических пород.

Спутники. Среди осадочных пород: гипс, каменная соль, сильвин, карналлит, кальцит. В контактах: сульфиды и контактовые минералы.

Применение. Ангидрит используется в качестве сырья для получения серной кислоты и вяжущих веществ (ангидритового цемента), как удобрение в сельском хозяйстве; красиво окрашенные разности применяются как поделочный камень (изготовление чернильниц, статуэток и т. п.).

Месторождения ангидрита осадочного происхождения встречаются около Кунгура (Пермская область), в Донбассе (Артемовское и Славяновское) и в Куйбышевской области (Самарская Лука).

Месторождения осадочного происхождения вне СССР находятся в ГДР и Польше.

Гипс — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый, шелковистый или гипс матовый. Мягкий. Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розовый, красный, синий. Черта белая. Спайность у листоватых разностей весьма совершенная. Сплошной зернистый,

плотный, землистый, листоватый, волокнистый, также отдельные кристаллы, двойники, напоминающие ласточкин хвост, друзы (напоминают мозг или розу — рис.14). Сингония моноклинная. Кристаллы вросшие. Листочки гибкие, но не упругие.

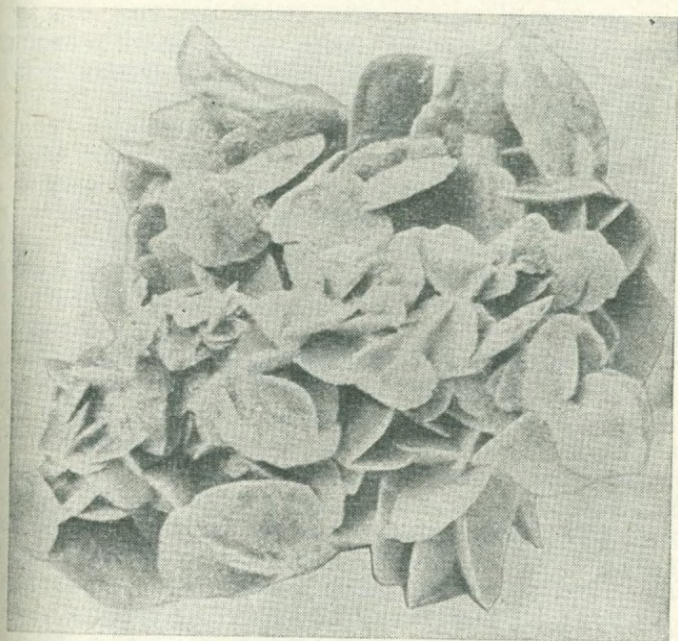


Рис. 14. Друза гипса

Отличительные признаки. Имеет неметаллический блеск, небольшую твердость (гипс мягкий), белую черту, небольшую плотность, не жирен на ощупь. Гипс можно спутать с ангидритом. Отличается по твердости. У ангидрита твердость средняя.

Химические свойства. При нагревании до 107° переходит в $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$, который при смачивании водой затвердевает («схватывается»). Растворяется в соляной кислоте.

Разновидности. 1. Селенит — параллельно-игльчатый. Блеск шелковистый. 2. Марьино стекло — толстолистоватый прозрачный гипс.

Происхождение. Гипс образуется на поверхности Земли (представляет лагунный и озерный химический осадок) или путем гидратации ангидрита осадочного происхождения под действием холодных подземных вод (вадозные воды).

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород (глины, известняки, мергели, каменная соль) и в зоне выветривания рудных месторождений.

Спутники. В осадочных породах: каменная соль, ангидрит, сера, кальцит.

Применение. Гипс применяется в архитектурном и скульптурном деле, в бумажной промышленности, в медицине, в качестве удобрения в сельском хозяйстве, в производстве серной кислоты, цемента, эмалей, глазурей и красок. Прозрачный гипс используется в оптической промышленности. Селенит обладает пленительным лунным отливом. Поэтому его еще называют лунным камнем. Холодный блеск лунного камня напоминает ночные лунные отблески на воде. Селенит — поделочный камень. Селенит и гипс используются для изготовления декоративной настольной скульптуры малых форм (статуэтки, коробочки, вазочки и другие изделия). Из гипса изготовляют строительные детали: карнизы, плиты, блоки, барельефы. Из гипса и ангидрита получают серу.

Месторождения гипса находятся на западном склоне Урала, в Поволжье, Донбассе (Артемовское), Прикамье, Фергане (Шорсу), близ Муром на р. Оке, в Тульской, Рязанской, Калужской, Архангельской, Горьковской областях, в Крыму, Карелии и в Татарии. Месторождения селенита находятся близ Кунгурской ледяной пещеры. Есть месторождения гипса и в других странах.

Мирабилит (глауберова соль) — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Физические свойства. Блеск стеклянный или мирабилит матовый. Мягкий или средней твердости. Цвет белый или бесцветный. Черта белая. У кристаллического мирабилита совершенная спайность в одном направлении. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося. Корочки, выцветы и сплошные зернистые или плотные массы. Кристаллы игльчатые. Сингония моноклинная.

Отличительные признаки. Для мирабилита характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (мирабилит не царапает стекло), горьковато-соленый, охлаждающий вкус.

Химические свойства. Вкус горьковато-соленый, охлаждающий. Легко растворяется в воде.

Происхождение поверхностное. Мирабилит лагунный, озерный химический осадок. Выпадает при понижении температуры воды (зимой); при повышении температуры (летом) растворяется. Кроме того, мирабилит образует выцветы на поверхности почвы.

Местонахождение. Встречается в морских заливах и озерах, иногда в виде выцветов на поверхности почвы.

Спутники. Галит, гипс.

Применение. Используется при производстве соды, гипосульфита, ультрамарина; кроме того, в стекольной промышленности, в холодильном деле, в медицине.

Месторождения. Гигантской «фабрикой» мирабилита является залив Каспийского моря Кара-Богаз-Гол (ТуркмССР). Мирабилит выделяется в заливе в зимний период при понижении температуры из раствора в твердом виде и выносится прибоем на берег. Месторождение имеет мировое значение. Отложения мирабилита имеются у озер Нижнего Поволжья, Северного Кавказа (Баталпашинские), Закавказья, Забайкалья (Селенгинское, Каранское и Алганское), Кулундинской и Барабинской степей (Мармышанские).

Вне СССР месторождения мирабилита встречаются в Северной и Южной Америке и в Южной Африке.

ФОСФАТЫ

Фосфаты — соли фосфорной кислоты — H_3PO_4 . Фосфаты составляют не более 0,1% земной коры. Блеск у фосфатов неметаллический, они не царапают стекло, цвет непостоянный, черта непостоянная, не реагируют с разбавленной соляной кислотой. Фосфаты можно спутать с сульфатами и карбонатами. Отличие от сульфатов — по черте (у сульфатов — постоянная, белая), от карбонатов — по поведению с разбавленной соляной кислотой (карбонаты реагируют).

Происхождение у фосфатов глубинное и поверхностное.

Основное применение фосфатов — сырье для получения фосфорных удобрений, фосфора, фосфорной кислоты и других соединений фосфора.

Апатит — $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{OH}_2)$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, иногда жирноватый. Твердость средняя. Цвет зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, также бурый, голубой, фиолетовый, редко бесцветный, белый, иногда зеленый с серыми пятнами (нефелин). Черта белая. Спайность слабо выражена. Сплошные зернистые массы, вкрапления и шестиугольные призматические или таблитчатые кристаллы, друзы. Сингония гексагональная. Мелкие кристаллы игольчатые. Кристаллы вросшие или выросшие. Очень хрупкий.

Отличительные признаки. Для апатита характерны неметаллический блеск, средняя твердость, белая черта, слабо выраженная спайность, зернистое строение, шестиугольная призматическая форма кристаллов, хрупкость. Апатит от сходных с ним минералов (берилл, аквамарин и др.) отличается меньшей твердостью — не царапает стекло.

Химические свойства. Растворяется в соляной и азотной кислотах. Солянокислый раствор при прибавлении аммиака дает белый студневидный осадок.

Разновидность. **Мороксит** — густо синевато-зеленого цвета.

Происхождение. Образуется апатит в результате магматической дифференциации и по происхождению связан с щелочными магматическими породами (нефелиновые сиениты). Крупные кристаллы образуются пневматолитовым путем. Месторождения контактового типа также имеют пневматолитовое происхождение и представляют результат метасоматических воздействий летучих компонентов магмы на контактируемые с ней известняки.

Местонахождение. Встречается в магматических породах (преимущественно в нефелиновых сиенитах), в пневматолитовых и гидротермальных образованиях, в контактах глубинных магматических пород с известняками и с кристаллическими сланцами, в вулканических лавах.

Спутники. В магматических породах: нефелин, ильменит, магнезит. В жилах: кварц, полевой шпат, слюды, касситерит, берилл. В контактах: кальцит, магнезит, флогопит.

Применение. Апатит и фосфорит называют «хлебным» камнем — применяются они для получения удобрений (суперфосфатов). Фосфатные минералы находят применение в литейном деле (придают литью большую текучесть и, таким образом, литье хорошо заполняет формы), в химической (для получения фосфора, фосфорной кислоты и других соединений) и керамической промышленности (для получения «костяного фарфора»). Из отходов производства фосфорных удобрений изготавливают так называемое фосфорное стекло, пропускающее ультрафиолетовые лучи. Получают также сорта стекол, задерживающих инфракрасные тепловые лучи. Применение фосфорного стекла дает возможность принимать солнечные ванны в помещении, наблюдать доменный процесс. Некоторые сорта фосфорного стекла выдерживают нагревание до 800°.

Фосфор, фосфорная кислота и соединения фосфора применяются в спичечной, керамической, текстильной, пищевой промышленности, военном деле, медицине. Насчитывается более ста отраслей народного хозяйства, где используются эти вещества.

Месторождения. Мировые запасы апатитов сосредоточены в месторождениях Хибинских тундр (Кольский п-ов). В Бурятии находятся Ошурковское и Белозиминское месторождения, в Якутии — Селигдарское, Нерянджинское, Улхан-Меленкинское. Апатиты найдены в Кокчетавской, Целиноградской и Кустанайской областях (Казахстан). На Урале (Ильменские горы) апатит сосредоточен в щелочных глубинных магматических породах и пневматолитовых образованиях. Крупные кристаллы апатита контактового происхождения встречаются в Прибайкалье (р. Слюдянка).

Из зарубежных можно отметить месторождение Лао-Кай (Вьетнам).

Фосфорит — $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{OH})_2$ с примесью CaCO_3 .

Физические свойства. Матовый или блестящий (блеск неметаллический). Твердость средняя или твердый. Цвет темно-серый, черный, желтоватый, корич-

невый, почти белый. Черта светлого цвета. Спайность отсутствует. Желваки, имеющие угловатую или округлую форму; шарообразный. Внутри у шарообразных разностей наблюдается радиально-лучистое строение. Кроме того, натёчные, землистые массы и псевдоморфозы по органическим остаткам. Аморфный. При трении одного куска фосфорита о другой издает запах, напоминающий запах жженой кости.

Отличительные признаки. Для фосфорита характерны неметаллический блеск, часто наблюдаемый темно-серый или черный цвет, шарообразные конкреции и то, что при трении одного куска фосфорита о другой издает запах, напоминающий запах жженой кости.

Химические свойства. Реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Происхождение. Фосфориты представляют осадочные образования и возникают в результате биохимических процессов, происходящих в мелководной части моря. Кроме того, фосфорит образуется в результате накопления экскрементов морских птиц, живущих на океанических островах и на пустынных берегах. В этом случае фосфорнокислый кальций, содержащийся в гуано морских птиц, взаимодействуя с известняками, дает фосфорит.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород (пески, песчаники, глины, мергели, известняки).

Спутники. Кварц, пирит, гипс, кальцит.

Применение. См. апатит.

Месторождения. Самое крупное месторождение в СССР находится в горах Каратау (КазССР). Одним из крупнейших фосфоритоносных бассейнов страны является район верхнего течения р. Илек в Актюбинской области (Чилисайское и другие месторождения). В Вятско-Камском месторождении сосредоточены значительные запасы фосфорита. Есть месторождения на Украине (Подольское и Кролевецкое), в Московской (Егорьевское), Ленинградской (Дудергоф, Кингисепп), Курской, Брянской и других областях, в Эстонии (Тоолс), в Среднем Приднестровье, Горной Шории (Белкинское), Красноярском крае (Телекское, Идринское и др.), Рудном Алтае (Чингизтау), Таджикистане (Ура-Тюбе), Амурской области, Хабаровском крае.

Главные запасы фосфоритов зарубежных стран сосредоточены в Марокко, США и Монгольской Народной Республике.

ОКИСЛЫ И ГИДРООКИСЛЫ

К классу окислов и гидроокислов относятся кислородные и водные соединения металлов и металлоидов. На долю окислов и гидроокислов приходится около 17% массы земной коры (по весу). Наиболее распространены окислы кремния (12,6%), окислы, гидроокислы железа (3,9%).

Блеск у окислов и гидроокислов бывает металлический и неметаллический. Окислы с металлическим блеском имеют большую плотность, тяжелые, с неметаллическим блеском — легкие. Цвет и черта у окислов с металлическим блеском постоянные, с неметаллическим блеском — цвет непостоянный; черты они большей частью не дают. Окислы и гидроокислы с неметаллическим блеском по внешним признакам напоминают карбонаты, сульфаты и фосфаты. Отличаются от последних большей твердостью (оставляют царапину на стекле) и отсутствием спайности. Окислы с металлическим блеском напоминают сульфиды. Окислы имеют прочное кристаллическое строение, что обусловлено сильным химическим сродством металлов к кислороду. Благодаря этому окислы характеризуются химической стойкостью, тугоплавкостью, высокой твердостью. У гидроокислов кристаллические решетки слоистые. Благодаря слабой связи между частицами они имеют невысокую твердость.

Окислы и гидроокислы — один из наиболее распространенных в природе классов минералов. В основной массе они образуются на поверхности Земли, но встречаются окислы и глубинного происхождения.

Окислы с металлическим блеском служат рудой для получения разных металлов, окислы с неметаллическим блеском представляют преимущественно драгоценные и поделочные камни, абразивы, огнеупоры.

Окислы

Кварц — SiO_2 .

Физические свойства. Блеск стеклянный, в изломе жирноватый. Твердый. Бесцветный, белый, серова-

тый, дымчатый черный, розовый, фиолетовый, зеленый. Черты не дает. Спайность отсутствует. Излом неровный. Сплошной плотный, рыхлый (кварцевый песок); кроме того вкрапления, отдельные кристаллы или друзы. Кристаллы имеют форму шестигранной призмы, увенчанной пирамидой. Грани кристаллов покрыты поперечной штриховкой. Сингония тригональная. Кристаллы нарощие или вросшие. В Казахстане найден кристалл горного хрусталя величиной с двухэтажный дом, его вес 70 т.

В районах распространения песков (в пустынях) встречаются кристаллы и друзы гипса (псевдоморфозы кварца по гипсу), пронизанные зернами песка, что сообщает этим образованиям большую твердость, не присущую гипсу.

Отличительные признаки. Характерными признаками для кварца являются неметаллический блеск, большая твердость (оставляет царапину на стекле), отсутствие спайности. Кварц можно спутать с халцедоном, опалом, полевым шпатом и нефелином. Халцедон и опал отличаются восковым блеском и плотным строением. Для полевого шпата характерна совершенная спайность в двух направлениях. Нефелин растворяется в крепкой серной кислоте. Горный хрусталь похож на бесцветный топаз. В отличие от горного хрусталя у топаза наблюдается спайность в одном направлении.

Химические свойства. В кислотах не растворяется (за исключением HF).

Разновидности. 1. **Горный хрусталь** — бесцветный, прозрачный. 2. **Цитрин** — лимонно-желтый, прозрачный. 3. **Аметист** — фиолетовый, сиреневый, лиловый, малиновый, прозрачный. 4. **Раухтопаз** — дымчатый, прозрачный (название неудачное — топаз совершенно другой минерал). 5. **Морион** — черный, непрозрачный. 6. **Розовый кварц**; сплошной зернистый. 7. **Зеленый кварц** (празем). 8. **Молочно-белый кварц**, непрозрачный. 9. **Авантюрин** (искряк) — мелкозернистый, желтого, бурого цвета с мерцающим золотистым отливом.

Происхождение. Кварц — вездесущий минерал, является наиболее распространенным минералом земной коры (около 65% земной коры состоит из кварца). Он входит в состав кислых магматических пород (граниты, липариты, кварцевые порфиры), метаморфических

пород (гнейсы, кварциты, слюдяные сланцы), пегматитов; из кварца состоят нередко гидротермальные жилы.

На поверхности Земли возникают скопления кварцевых песков и кварцевого галечника, щебня, гравия, дресвы в результате физического и химического разрушения пород глубинного происхождения, содержащих кварц. Это объясняется химической стойкостью кварца.

Местонахождение. Кварц входит в состав преимущественно кислых глубинных и излившихся магматических пород (граниты, липариты, кварцевые порфиры и др.), метаморфических пород (гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты), осадочных пород (кварцевые пески, кварцевые песчаники, кварцевые конгломераты), пегматитовых и рудных жил; также встречается в контактах и в россыпях. Аметист встречается в пегматитовых жилах и в пустотах излившихся магматических пород. Горный хрусталь, розовый кварц, дымчатый и черный кварц встречаются в пегматитовых жилах.

Спутники. В магматических породах: полевые шпаты, слюды, роговая обманка. В пегматитовых жилах: ортоклаз, микроклин, альбит, плагиоклаз, слюды, топаз, берилл, касситерит, вольфрамит, молибденит. В рудных жилах: сульфиды, золото. В вулканических породах: кальцит. В россыпях: золото, берилл, топаз и др.

Применение. Кристаллы кварца, обладающие уникальными физическими свойствами, применяются в электротехнике, ультразвуковой технике, оптическом приборостроении и других отраслях. Искрометные, чистой воды кристаллы горного хрусталя, прозрачные, как слеза, и холодные, как утренний воздух, — применяются в производстве стекол оптических инструментов, ювелирных, художественных изделий и химической посуды. Горный хрусталь, раухтопаз, морион используются в радиотехнике как стабилизатор радиоволны (позволяют передавать и принимать волны строго определенной длины). В последнее время горный хрусталь применяется в телемеханике и автоматике. Пластинки из горного хрусталя используются в высококачественных генераторах, без которых не могут работать современные приборы. Аметист — «каменная фиалка». Особенно ценятся бразильский, шриланкийский и уральский аметист. Окрашенные разности кварца употребляются как полудрагоценные и поделочные камни.

Месторождения. Основным поставщиком естественных кристаллов кварца для промышленности является Бразилия. Месторождения кварца есть в Шри-Ланке, Индии, Бирме, Уругвае, на Мадагаскаре, в Швейцарии. В СССР хороший кварц есть на Урале (деревни Мурзинка, Южаковка, Липовка, Шайтанка и другие). «Хрустальные погреба», содержащие горный хрусталь, морион, аметист, топаз и другие драгоценные камни, имеются и в Приморье. Горный хрусталь добывается в Якутии (Большая Хатыма). Известен беломорский аметист с мыса Корабль.

Халцедон — SiO_2 .

Физические свойства. Блеск восковой или халцедон матовый. Твердый. Халцедон имеет различный цвет, разнообразные сочетания цветов и оттенков. Он бывает дымчатый, голубоватый, молочно-серый, синевато-черный, желтый, красный, оранжевый, коричневый, бурый, зеленый, яблочно-зеленый, зеленый с красными пятнышками, черный с белым, бурый с белым, красный с белым, уникальным является алый халцедон. Нередко слабо просвечивает. Черты не дает. Спайность отсутствует. Излом плоскораковистый. Часто в изломе дает острые режущие края. Натёчный, плотный; иногда в пустотах наблюдаются мелкие кристаллы кварца. Аморфный. Также дает псевдоморфозы по другим минералам (кальцит) и по органическим остаткам (по дереву и раковинам).

Отличительные признаки. Халцедон отличается восковым блеском, большой твердостью (оставляет царапину на стекле), отсутствием спайности, плотным строением. От кварца и других сходных с ним минералов отличается по блеску. Халцедон похож на застывший студень.

Химические свойства. В кислотах не растворяется (за исключением HF).

Разновидности. **Сердолик** (карнеол) — красный. **Сардер** — буро-коричневый, на просвет красный. **Сапфирин** — молочно-синий. **Хризопраз** — яблочно-зеленый, яркий. **Плазма** — луково-зеленый. **Гелиотроп** — неоднородный, темно-зеленый, малопрозрачный с темно-красными пятнами. **Моховой халцедон** — разных цветов с рисунком или включениями, напоминающими мох. Узоры у халцедона бывают концентрические, плоскопа-

раллельные и более причудливые — моховой, глазчатый, облачный, звездчатый, ландшафтный. Различно окрашенный концентрически сложенный халцедон называется агатом, халцедон, загрязненный примесями (глина, опал, кальцит и др.), — **кремнем**. Цвет у кремня бурый, желтый, серый, черный; непрозрачный. Встречается кремнь в виде желваков, в основном в известняках, мергелях и меле. Иногда агат бывает прозрачный с тонкими слоями, реже желтоватый и коричневатый в сочетании с белым и дымчатым цветом и очень редко розовый.

Разновидности агата: **оникс** — чередующиеся черно-белые слои (иногда ониксом называют агаты плоскопараллельного строения). **Сардоникс** — буро-коричневые и белые слои. **Карнаол оникс** — бурые и черные слои. **Карнеолоникс** — красные и белые слои.

Происхождение. Халцедон выделяется из водных растворов в виде натеков и почковидных образований в вулканических породах.

Образуется халцедон также в результате химического выветривания силикатов, например ортоклаза.

Встречается халцедон и невулканического происхождения. Он образуется в известняковых пустотах. Наиболее популярны подмосковные кремни: дмитровские, гжельские и другие.

Местонахождение. Заполняет пустоты в излившихся магматических породах (базальты, траппы, порфириты), встречается в виде пропластков и прожилок среди горных пород, входит в состав метаморфических пород (яшмы), осадочных пород (опоки); кроме того, встречается как окаймляющее вещество раковин, растительных остатков и образует корочки на поверхности осадочных пород; также встречается в россыпях (гальки, валуны).

Спутники. Кварц, опал, лимонит, карбонаты.

Применение. Халцедон используется как полировочный материал, агат применяется для изготовления сувениров и ювелирных изделий (броши, браслеты), агатовые ступки — в химическом деле; получают также призмы для точных химических весов, детали электрических счетчиков, изготавливают корпуса часов, компасов, электросчетчиков, шариков для подшипников, призм. Агат используется для обработки твердых ме-

таллов, в точном приборостроении, при буровых работах. Агат — высококислотоустойчивый материал.

Месторождения халцедона приурочены к районам, где в геологическом прошлом происходили вулканические извержения базальтов. Они известны на Кавказе, Урале, Чукотке, Камчатке, Командорских островах, в Восточной Сибири, Забайкалье, Казахстане, Крыму (Кара-Даг), северо-западных отрогах Тянь-Шаня. Единственное в Советском Союзе месторождение технического агата — Ахалцихское (Грузия). Крупное месторождение агата находится в Иджеванском, Мжавенском районах Армении. Месторождения агата также есть на Северном Тимане, в Карелии, в Семиречье (Казахстан), близ Магнитогорска. Халцедоны и агаты имеются на Таймыре, Колыме, Чукотке, Камчатке. Красивы сучанские агаты (Дальний Восток). Цветные агаты имеются в Закавказье. В бассейне р. Нора в Амурской области обнаружена богатейшая кладовая агата. Сердолик добывается на Чукотке, известен он и в Магаданской области. Хризопраз имеется в Северном Казахстане. Хризопразы также добывают в Южной Австралии.

Корунд — Al_2O_3 .

Физические свойства. Блеск стеклянный. Очень твердый. Цвет голубовато-серый, голубой, синий, красный, розовый, реже желтый, зеленый, фиолетовый или бесцветный. Иногда кристалл корунда различно окрашен. Черты не дает. Спайность отсутствует; у плотных разностей нередко наблюдается отдельность со штриховкой в трех направлениях. По плоскостям отдельности* довольно легко раскалывается. Бочонковидные и веретенообразные кристаллы, вросшие в породу, или сплошные плотные и мелкозернистые массы. Сингония тригональная.

Отличительные признаки. Корунд имеет неметаллический блеск; очень твердый; кристаллы веретенообразной или бочонковидной формы.

Химические свойства. В кислотах не растворяется.

* Плоскости отдельности возникают под действием высокого давления и не имеют ничего общего с внутренней структурой минерала.

Разновидности. 1. **Рубин** — красный, розовый, прозрачный. Рубиновая окраска возникает из-за присутствия хрома. 2. **Сапфир** — синий, голубой, прозрачный. 3. **Наждак** — темный, непрозрачный, сплошной мелкозернистый (смесь корунда с магнетитом, гематитом, кварцем и др.). 4. **Ориент-топаз** (восточный топаз) — желтый, прозрачный. 5. **Ориент-изумруд** (восточный изумруд) — зеленый, прозрачный. 6. **Ориент-аметист** (восточный аметист) — фиолетовый, прозрачный. 7. **Лейкосапфир** — бесцветный.

Происхождение. Образование корунда наблюдается в зоне контакта известняков и доломитов с гранитами. Корунд выделяется в пегматитовых жилах, связанных по происхождению с щелочными глубинными магматическими породами (сиенит-пегматиты, нефелиновые пегматиты). Корунд возникает также в кристаллических сланцах, в мраморах и представляет продукт метаморфизации боксита, находившегося до этого среди осадочных пород, подвергшихся в дальнейшем метаморфизации. Корунд выделяется и из магм, богатых глиноземом и бедных кремнеземом, магнием и железом (нефелиновые сиениты), в результате охлаждения и кристаллизации этих магм. Благодаря химической стойкости и большой твердости часто корунд концентрируется в россыпях.

Местонахождение. Встречается в магматических породах, обогащенных Al_2O_3 и бедных SiO_2 (кыштымиты, миаскиты, корундовые сиениты), среди гнейсов, среди кристаллических сланцев (слюдяные, хлоритовые сланцы), среди мраморов, среди кварцитов, в пегматитовых жилах, в контактах магматических пород с осадочными породами и в россыпях.

Спутники. В кыштымитах: плагиоклазы, биотит. В миаскитах и корундовых сиенитах: ортоклаз, нефелин, биотит. Среди гнейсов и кристаллических сланцев: слюды, хлориты. Среди мраморов: кальцит, пирит, магнетит. Среди кварцитов: кварц, мусковит. В пегматитовых жилах: ортоклаз, микроклин, мусковит, нефелин, магнетит, ильменит или плагиоклазы, биотит, апатит. В контактах: кальцит, доломит, кварц, флогопит. В россыпях: магнетит.

Применение. Высокая твердость корунда определяет его практическое значение: порошок корунда

применяется для шлифовки драгоценных камней, металлов, оптических стекол. Из сцементированных молотых корундовых пород изготавливают круги шлифовальных станков. Кроме того, в наклеенном на бумагу или полотно виде он дает наждачные шкурки. Рубин и сапфир — драгоценные камни. Рубины играют роль подшипников и опорных камней в часовых механизмах, обеспечивая высокую точность хода и продлевая их жизнь. Рубины и сапфиры используются в электрических генераторах (лазерах).

Сапфир покоряет своей синевой, напоминающей ночное южное небо. Известный русский писатель А. И. Куприн писал о сапфирах: «Одни из них похожи на васильки в пшенице, другие на осеннее небо, иные — на море в ясную погоду».

Сапфир не реагирует с любыми кислотами и щелочами. Он противостоит высоким давлениям и температурам, жесткому радиационному излучению. Его можно сваривать со стеклом и припаивать к металлу (иллюминаторы, позволяющие следить за процессом, протекающим в приборах и аппаратах, где царят вакуум, высокие температуры и давления, — батискаф и др.). Для этого используется прозрачный, бесцветный, искусственный сапфир. Сапфир в качестве датчика перепада давления находит применение для обнаружения аварийных участков магистральных газопроводов.

Месторождения. Крупное месторождение корунда — Семиз-Бугу (КазССР). Корунд также встречается в Ильменских горах близ Миасса. Месторождения наждака имеются в районе Кыштыма (Урал). Рубины и сапфиры встречаются на Среднем Урале, на Кольском полуострове.

Рубинами и сапфирами славятся Бирма (район Могока), Таиланд и Шри-Ланка (Ратнапура). Известностью пользуется голубой сапфир «Звезда Ланки» весом в 392 карата. Месторождения наждака имеются в Греции (о. Наксос).

Магнетит (магнитный железняк) — Fe_3O_4 .

Физические свойства. Блеск металлический, металлоидный или магнетит матовый. Твердый или средней твердости. Цвет железно-черный. Черта черная.

Магнитный. Кусок магнитного железняка, добытого на горе Высокой, уже более века силой магнитного притяжения держит 50-килограммовую гирию. Спайность отсутствует. Сплошные зернистые, плотные или рыхлые (магнетитовый песок) массы, отдельные кристаллы (октаэдры, ромбические додекаэдры), двойники; вкрапления; россыпи. Сингония кубическая. Кристаллы вросшие или нарощие.

Отличительные признаки. Магнетит легко узнается по постоянному железо-черному цвету, по черной черте и по магнитности. Похож на хромистый железняк. Отличие — черта у хромистого железняка бурая; кроме того, магнитный железняк обладает магнитностью.

Химические свойства. Порошок растворяется в соляной кислоте при нагревании.

Разновидность. **Титаномagnetит**, содержит TiO_2 .

Происхождение. Большое промышленное значение имеют месторождения магнетита контактово-метасоматического происхождения. Образуется магнетит в зоне контакта гранитных магм, магм сиенитового, диоритового состава с известняками. В этих месторождениях он встречается в виде сплошных масс и вкраплений. Месторождения магматического происхождения связаны с основными, реже кислыми и средними магматическими породами и представляют результат дифференциации магмы. Магнетит обычно встречается в габбро, пироксенитах. Он находится в виде вкраплений в материнских породах или образует мощные пластовые залежи. Магнетит образуется в результате метаморфизма соединений железа поверхностного происхождения под действием высокого давления и высокой температуры в глубинных условиях. Наблюдается образование магнетита и гематита в рудных жилах гипо- и мезозоны.

В поверхностных условиях магнетит довольно устойчив, поэтому часто встречается в россыпях. Иногда он преобразуется в гематит (мартит) или в лимонит. Этому способствует наличие сульфидов, главным образом пирита, разрушение которых сопровождается образованием серной кислоты, которая усиливает процесс разложения магнетита.

Местонахождение. Встречается в зоне контакта глубинных магматических пород (граниты, сиениты, диориты) с известняками, главным образом среди основных магматических пород, среди серпентинитов (змеевиков), в гнейсах, в кристаллических сланцах, в рудных жилах, в кварцитах и в россыпях.

Спутники. В контактах: кальцит, кварц, гематит, пирит, халькопирит, апатит. В рудных жилах: гематит, сидерит. В кварцитах: кварц, гематит. Продукты химического изменения: гематит (мартит), лимонит, сидерит.

Применение. Магнетит — важнейшая железная руда. Железо является «хлебом металлургии». Чистое железо применяют: в химических лабораториях, в специальных точных приборах. «Белое железо» не ржавеет, оно вечно. Колонна Чандрагупты в Дели вот уже пятнадцать веков стоит как будто ее сделали только вчера.

Месторождения. Основные запасы железных руд находятся в СССР (около половины мировых запасов). Затем идут Бразилия, Канада, Индия, Австралия, ЮАР, США, Великобритания и Швеция.

Беличайшей в мире кладовой железных руд является Курская магнитная аномалия, которая простирается от Смоленска до Ростова-на-Дону. Выявленные запасы железных руд Курской магнитной аномалии превышают ресурсы Бразилии, Индии, Канады и США, вместе взятых. Железорудные ресурсы КМА превышают в три раза остальные запасы железных руд земного шара.

Известностью пользуются месторождения Урала (горы Магнитная, Благодать, Высокая, Качканар), Круглогорское, Кусинское (близ Златоуста) и Первоуральское месторождения. Открыто новое месторождение магнитного железняка на Урале — Малый Куйбас, расположенное вблизи от г. Магнитогорска. Месторождения магнетита имеются в Горной Шории (Тимертау, Тельбес) и Минусинской котловине (Абаканское). Магнетит встречается вместе с гематитом и в Кривом Роге (УССР).

Крупное месторождение железной руды, открытое в последнее время, — Кустанайское (Соколово-Сарбайское и другие), где железной руды больше, чем во всех месторождениях Урала, вместе взятых.

В настоящее время большое значение приобретают Ангаро-Илимский железорудный бассейн Восточной Сибири, Тагарская группа месторождений магнетита (Среднее Приангарье), Оленегорское и Ковдорское железорудные месторождения (Мурманская обл.), Костомукшинское (Карелия), месторождения магнетита на Дальнем Востоке — Пионерское, Сивагли, Дёсовское, месторождения в бассейне рек Олекмы и Чары. Крупнейшее в Западной Сибири месторождение магнетитовых руд обнаружено в районе Холзунского хребта (Алтайский край).

Хромит (хромистый железняк) — FeCr_2O_4 .

Физические свойства. Блеск металлоидный, металлический. Твердый. Цвет железно-черный. Черта бурая. Спайность отсутствует. Сплошные зернистые до плотной массы вкрапления; редко кристаллы (октаэдри), реже россыпи. Сингония кубическая.

Отличительные признаки. Для хромита постоянными признаками являются железно-черный цвет, бурая черта. Хромистый железняк можно спутать с магнитным железняком. Отличается по черте (черта у магнитного железняка черная) и отсутствию магнитности.

Химические свойства. В кислотах не растворяется. С фосфорной кислотой при сгущении дает зеленый или фиолетовый раствор.

Происхождение у хромистого железняка магматическое — выделяется вместе с платиной при охлаждении и затвердевании ультраосновной и основной магм, внедрившейся в толщу земной коры при тектонических процессах.

Местонахождение. Встречается в виде жил, скоплений (гнезда, линзообразные залежи) и вкраплений среди глубинных ультраосновных (дуниты, перидотиты, пироксениты) и основных (габбро) магматических пород или среди продуктов их химического изменения — в серпентинитах (змеевиках); также встречается в россыпях.

Спутники. Серпентин, оливин, магнетит, тальк, доломит, гиперстен, платина. В россыпях: платина.

Применение. Главная руда на хром. Низкосортные руды применяются в качестве огнеупорных кирпичей в металлургической промышленности.

Хром используется для антикоррозионных покрытий. Хром увеличивает твердость стали. Хром идет на изготовление стали, применяемой в военном деле, и инструментальной стали. Применяется он также в производстве хромовых красок, хромпика, дубителей и в химической промышленности. Сплав на кобальто-хромоникелевой основе используется для создания искусственных костей, искусственных суставов, пружинных каркасов сердечных клапанов, крепок для сшивания кровеносных сосудов. Хром при нагреве в вакууме активно соединяется с углеродом и образует на его поверхности твердые карбиды. На этом основано покрытие алмазов, используемых в металлообрабатывающей промышленности, тонкой пленкой металла. Металлизованный алмаз долговечнее обычного алмаза, почти не изнашивается.

Месторождения. Ведущее место в мировых запасах хромистого железняка занимает СССР. Имеются месторождения в Актюбинской области (КазССР), на восточном склоне Урала (Сарановское, Райнзское и др.). Из зарубежных можно отметить месторождения ЮАР, Филиппин, Турции.

Пиролюзит — MnO_2 .

Физические свойства. Матовый. Мягкий. Цвет черный, темный стально-серый. Черта черная. Пачкает руки. Спайность отсутствует. Оолитовый, землистый, натёчный, плотный; также конкреции, желваки и псевдоморфозы по манганиту.

Отличительные признаки. Пиролюзит матовый, мягкий, пачкает руки, черного цвета, черта черная, строение оолитовое, землистое.

Химические свойства. Растворяется в соляной кислоте с выделением хлора.

Полиморфная разность. Полианит — друзы, состоящие из мелких, неясно образованных кристаллов тетрагональной сингонии. Твердый. Блеск металлический. Цвет железно-черный.

Происхождение. Образуется пиролюзит в мелководной прибрежной части моря. Коллоидные марганецсодержащие растворы приносятся реками в морские бассейны. Под действием растворенных в морской воде солей происходит коагуляция коллоидов и отложение марганцевых соединений в прибрежной части морей.

В процессе выделения марганцевых минералов из водных растворов принимают участие и бактерии. Окислы марганца (конкреции пиролюзита) образуются и на дне современных морей в глубоководном иле (Черное, Балтийское и Баренцево моря).

Кроме того, пиролюзит возникает в результате химического выветривания марганецсодержащих минералов (манганит $MnOОН$, родонит $(CaMn)[SiO_3]$) и образует марганцевые «шляпы» в верхней части месторождений марганецсодержащих минералов.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород.

Спутники. Лимонит, гематит.

Применение. Пиролюзит — руда для получения марганца; кроме того, применяется в производстве сухих батарей, для обесцвечивания стекла, выработки цветной глазури, химических препаратов, в производстве красок, в химической промышленности — для получения хлора и кислорода.

Марганец применяется в металлургии: сталь и железо, содержащие примесь марганца, приобретают вязкость и ковкость, при плавке руд играет роль восстановителя окислов железа, способствует удалению вредных примесей из железа (фосфора, серы, кремния); используется для получения сплава с кремнием — силикомарганца.

Месторождения. СССР занимает первое место в мире по запасам марганцевых руд. Месторождения марганцевых руд: Никопольское и Большетокмаковское (Украина), Чиатурское (Грузия). В этих месторождениях сосредоточено 88% мировых запасов. На четвертом месте по запасам стоит месторождение Мванда (Габонская Республика).

Гематит (красный железняк) — Fe_2O_3 .

Физические свойства. Блеск металлический, металлоидный или гематит матовый. Твердый, некоторые разности имеют среднюю твердость или являются мягкими. Цвет вишнево-красный, темный стально-серый, железно-черный. Черта вишнево-красная. Спайность отсутствует. Натёчный, зернистый, плотный, землистый, листоватый, чешуйчатый, оолитовый; кроме того, отдельные кристаллы и включения. Сингония тригональная.

Отличительные признаки. У гематита наблюдается вишнево-красный, темный стально-серый, железно-черный цвет. Черта всегда, независимо от цвета, вишнево-красная.

Разновидности. 1. **Железный блеск** — крупнокристаллическая разность; цвет черный, темный стально-серый. 2. **Железная слюдка** — листоватый, чешуйчатый гематит; хорошо выражена отдельность в одном направлении; цвет темный стально-серый, черный. 3. **Мартит** — псевдоморфозы (ложные формы) по магнетиту; кристаллы, имеющие форму октаэдров, ромбических додекаэдров; цвет черный. 4. **Красная охра** (железная охра) — землистый, порошковатый гематит красного цвета; мягкая. 5. **Железная сметана** — чешуйчатый гематит; жирный на ощупь, мягкий, марки; цвет вишнево-красный. 6. **Железная роза** — сростки пластинок, напоминающие розу. 7. **Красная стеклянная голова** — натёчный гематит, радиально-лучистого строения. Цвет черный с красноватым оттенком. Поверхность блестящая.

Происхождение. Метаморфическое. Лимонит, попадая в глубинные зоны в условиях высокого давления и высокой температуры, переходит в гематит. Встречается и в зоне контакта гранитов, диоритов, сиенитов с известняками в виде сплошных масс и вкраплений в материнскую породу. Подобного типа месторождения представляют результат взаимодействия гидротермальных растворов, идущих из магматических очагов, с известняками (контактово-метаморфическое происхождение).

Гематит выделяется и из гидротермальных растворов и встречается в гипотермальных и мезотермальных жилах. Образуется он также в результате химического выветривания ультраосновных магматических пород и серпентинитов, на поверхности которых в таком случае он залегает. Реже гематит возникает в результате химического выветривания магнетита. Иногда он образуется в вулканических районах, осаждаясь на стенках кратеров вулканов или на поверхности лав в результате взаимодействия выделяющегося FeCl_3 и паров воды.

Местонахождение. Встречается в метаморфических породах (кварциты, железнослюдковые сланцы, гнейсы, тальковые сланцы, мраморы), в магматических

породах, среди осадочных пород, в контактах магматических пород с осадочными породами, в жилах и среди продуктов вулканической деятельности; кроме того, как продукт химического выветривания железосодержащих минералов; редко гематит встречается в отложениях горячих источников.

Спутники. Магнетит, кварц, кальцит. Продукты химического изменения: лимонит, сидерит.

Применение. Гематит — руда для получения железа. Красная охра используется как краска (мумия, железный сурик), а также для изготовления красных карандашей.

Месторождения. Гематит встречается в районе Курской магнитной аномалии. Руды представлены мартитом, образовавшимся за счет магнетита. В Кривом Роге (УССР) залегают железистые кварциты, содержащие рудные минералы: мартит, магнетит, гематит. Верхние части уральских месторождений магнетита (горы Магнитная, Благодать, Высокая) представлены мартитом. В Малом Хингане железистые кварциты, содержащие гематит, залегают среди метаморфических пород.

В районе Верхнего озера (США) гематит находится вместе с магнетитом в метаморфических сланцах. В Клинтоне (США) встречается оолитовый гематит осадочно-метаморфического происхождения.

Ильменит (титанистый железняк) — FeTiO_3 .

Физические свойства. Блеск металлоидный, металлический. Твердый или средней твердости. Цвет железо-черный, темно-бурый. Черта черная или бурая. Спайность отсутствует. Излом раковистый. Слабо магнитен. Толстотаблитчатые кристаллы, вросшие и выросшие друзы, сплошные плотные массы, включения. Сингония гексагональная.

Отличительные признаки. Ильменит имеет постоянный металлический блеск, темно-бурый, железо-черный цвет, бурую или черную черту, плотное строение, слабо выраженные магнитные свойства; спайность у ильменита отсутствует. Титанистый железняк можно спутать с оловянным камнем и вольфрамитом. Отличается тем, что у оловянного камня черта бледно-желтая или слабо коричневая; отличается также формой кристаллов (кристаллы оловянного камня от-

носятся к тетрагональной сингонии, титанистого железняка — к гексагональной). Оловянный камень и вольфрамит не обладают магнитными свойствами. У вольфрамита совершенная спайность в одном направлении.

Химические свойства. Порошок, нагретый с соляной кислотой, медленно растворяется и дает раствор желтого цвета, который, отфильтрованный и прокипяченный с кусочком олова, принимает синюю или фиолетовую окраску. Порошок после кипячения с серной кислотой, при прибавлении капли перекиси водорода, окрашивает раствор в оранжево-желтый цвет.

Происхождение магматическое и пневматолитовое; он генетически связан с нефелиновыми сиенитами.

Местонахождение. Встречается ильменит преимущественно в основных (габбро, лабрадориты, диабазы) и ультраосновных (пироксениты), реже в средних (нефелиновые сиениты, диориты) и кислых (граниты) магматических породах и в пегматитовых жилах, связанных главным образом со щелочными породами (нефелиновые сиениты); также встречается в россыпях (песок, гальки).

Спутники. Магнетит, апатит.

Применение. Титанистый железняк — важная титановая руда. Титан обладает «титаническими» свойствами. Он выдерживает нагревание до 800°C и охлаждение почти до минус 200°C . По стойкости в азотной кислоте титан превосходит все металлы. При обычной температуре на него не действует даже «царская водка». За 1000 лет коррозия проникает в глубь титана всего на 0,02 мм. Титан называют «вечным металлом». Титан не закипает и не испаряется в вакууме.

Титан — металл космического века. Сплавы титана являются самыми прочными. Эти сплавы широко используются в авиации, ракетной технике, ядерной энергетике, автомобилестроении, железнодорожном транспорте, судостроении, при изготовлении глубоководных аппаратов (батисфер, батискафов и др.), для сверхглубокого бурения и в установках для опреснения морской воды. Титан используется при изготовлении тугоплавких стекол.

Соединения титана применяются для создания дымовых завес. Двуокись титана — лучшие титановые белила (белая краска), противостоящая воздействию щелочей и кислот, устойчивая в атмосфере. Титановая двуокись также применяется для изготовления бумаги, искусственного волокна, пластмасс, резино-технических изделий, медицинских и космических препаратов. Она входит в состав глазурей, эмалей, фарфоровых масс, тугоплавких стекол. Карбид титана — жаростойкий материал, не уступающий по твердости алмазу. Применяется он как абразив при обработке драгоценных камней. Из него делают искусственные драгоценные камни. Титановый дубитель кож гораздо эффективнее препаратов, получаемых из естественного сырья, он улучшает качество кожи, делает ее более износостойкой.

Месторождения. Советский Союз занимает одно из ведущих мест в мире по запасам титановых руд. Месторождения: станция Вольные Хутора в Запорожье, Кусинское, Ильменские горы (Южный Урал), Кручинское (Восточная Сибирь).

За рубежом — это месторождения Канады, США, Норвегии, Швеции, Финляндии. Россыпи титановых минералов имеются в Австралии, Новой Зеландии, ЮАР, АРЕ, Шри-Ланке, Индонезии, Сьерра-Леоне, Сенегале, Бразилии.

Касситерит (оловянный камень) — SnO_2 .

Физические свойства. Блеск металловидный, жирноватый. Твердый. Цвет бурый, черный, черта бледно-желтая, слабо коричневая. Тяжелый. Спайность отсутствует. Сплошной зернистый, плотный или лучистый. Кристаллы призматические (тетрагональной сингонии), двойники характерной коленчатой формы.

Отличительные признаки. Касситерит имеет двойники характерной формы. Касситерит можно спутать с титанистым железняком и вольфрамитом. От титанистого железняка отличается по черте (у титанистого железняка она бурая) и по отсутствию магнитных свойств у оловянного камня. У вольфрамита совершенная спайность в одном направлении.

Химические свойства. Помещенный в разбавленную соляную кислоту вместе с металлическим цинком

при нагревании покрывается слоем металлического олова.

Разновидность. **Деревянистый касситерит** — натёчный, имеющий радиально-лучистое и концентрическое внутреннее строение.

Происхождение. Образуется оловянный камень в результате пневматолитовых процессов.

Местонахождение. Месторождения касситерита связаны с кислыми гранитными породами. Встречается в пневматолитовых образованиях, в контактах и в россыпях.

Спутники. В пневматолитовых месторождениях: кварц, кальцит, молибденит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит. Вечный спутник касситерита — минерал анатаз (октаэдрит). Кристаллы у анатаза удлиненной октаэдрической формы (тетрагональная дипирамида). Сингония тетрагональная. Остальные признаки такие же, как у касситерита.

Применение. Оловянный камень — важная оловянная руда. Олово называют металлом консервной банки. Почти половина всего добываемого в мире олова расходуется на производство белой жести, используемой главным образом для изготовления консервных банок. Олово — антикоррозийный металл, используется для покрытия металлов. Олово используется для сплавов (с медью — бронза, со свинцом — припой, с медью, цинком и свинцом — латунь, с медью, сурьмой — баббит, с большим содержанием свинца — антифрикционный сплав), для защитных покрытий благодаря устойчивости к химическим воздействиям типографского сплава, для лужения, паяния, для выработки оловянной фольги — станиоли, в керамике — для красок, глазурей и эмалей и в гальванопластике.

Месторождения. Основные месторождения оловянной руды находятся на востоке Азии: в Малайзии, Китае, Таиланде, Бирме, Индонезии, Вьетнаме, Монголии. В СССР эти месторождения сосредоточены на Дальнем Востоке и Северо-Востоке. Оловянные руды имеются и в Киргизии (Сары-Джакское месторождение).

Крупные месторождения оловянной руды расположены в Боливии (Потоси, Катави), Нигерии, Заире и Австралии,

Опал — $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Некоторые виды опалов при погружении в воду вбирают небольшое количество воды, а при высыхании отдают ее и растрескиваются, отсюда их распространенное название — трескун.

Физические свойства. Блеск восковой, стеклянный, перламутровый или опал матовый. Твердый; землистые и рыхлые разности мягкие. Цвет непостоянный: белый, желтый, бурый, красный, зеленый, голубой, радужный; бесцветный; черты не дает; у мягкого опала черта белая. Студнеобразные натечные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево); ложные формы (псевдоморфозы) по другим минералам, землистые массы и др. Аморфный.

Отличительные признаки. Опал имеет неметаллический блеск, значительную твердость (оставляет царапину на стекле); спайность отсутствует. Опал внешне похож на халцедон. Без химического анализа их трудно отличить.

Химические свойства. Порошок легко растворяется в горячих щелочах.

Разновидности. 1. **Благородный опал** обладает радужной игрой цветов. Некоторые разности благородного опала имеют черный цвет и испускают ярко-красный свет. 2. **Гиалит** — водяно-прозрачный, бесцветный. 3. **Огненный опал** — красного цвета, прозрачный. 4. **Деревянистый опал** (окаменелое дерево) — псевдоморфоза опала по дереву. 5. **Кахолонг** — белый фарфоровидный.

Происхождение. Опал — характерный продукт поствулканических (послевулканических) процессов, наблюдаемых после излияния лавы, характеризующих одну из последних стадий застывания магматического очага. Водные растворы, идущие из магматических очагов, отлагают опал на поверхности Земли или в пустотах и трещинах лав. Скапливается опал и у выходов горячих источников — гейзеров в вулканических районах.

Опал выпадает в прибрежной части морей в процессе коагуляции золь кремнезема, принесенных речными потоками с суши. Таким путем образуются опока, трепел, кизельгур — осадочные породы, состоящие в основ-

ном из опала. Скелеты некоторых морских организмов, как, например, диатомовых водорослей, состоят из водного кремнезема. Скапливаясь на дне морей в большом количестве, они образуют толщи диатомита. Диатомит образуется и на дне некоторых пресных озер.

Опал на поверхности земли постепенно переходит в халцедон и кварц.

Местонахождение. Встречается в жилах, в отложениях горячих источников, заполняет трещины, пустоты и прослойки в вулканических породах (трахиты, андезиты, базальты); также встречается среди осадочных, метаморфических, магматических пород, в ископаемых раковинах, в костях, в окаменелом дереве и в зоне железной шляпы. Входит в состав гейзерита, трепела, диатомита, кизельгура, опоки.

Применение. Опал — один из красивых ювелирных камней. Благородный и огненный опал используются как драгоценные камни.

Месторождения. Опал встречается в Житомирской и Киевской областях и в Нерчинском районе Читинской области. Обыкновенный опал распространен на Алтае.

Опалом славится Австралия. Более половины добычи опала в капиталистическом мире дает месторождение Кубер-Педи. Опал, приуроченный к пустотам излившихся магматических пород и к трещинам кварцитов, песчаников, встречается в Венгрии и Мексике.

Лимонит (бурый железняк)— $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Физические свойства. Матовый или имеет металлоидный, шелковистый, смоляной блеск. Твердость непостоянная: встречаются разности мягкие, средней твердости и твердые. Цвет бурый, охряно-желтый, черный. Черта ржаво-бурая, охряно-желтая. Спайность отсутствует. Сплошной плотный, натечный; конкреции, жёлоды, оолиты, получившие название бобовой и болотной руды; иногда землистый (дерновые руды), порошковатый; кроме того, несцементированные оолиты. Аморфный; иногда встречаются кристаллы в виде кубов, пентагональных додекаэдров — результат химического выветривания пирита (псевдоморфозы по пириту) или ложные формы по сидериту и органическим остаткам.

Отличительные признаки. Цвет у лимонита ржаво-бурый, охряно-желтый, черный; черта ржаво-бу-

рая, охряно-желтая. Бурый железняк по внешним признакам имеет много общего с бокситом. Отличается по цвету (цвет у боксита кирпично-красный, буро-красный, розовый), черте (черта у боксита бледнее) и плотности (боксит легче бурого железняка).

Химические свойства. Легко растворяется в соляной кислоте.

Разновидности. 1. **Бурая стеклянная голова** — натеchnые формы с гладкой блестящей поверхностью. 2. **Желтая охра (железная охра)** — землистый, порошковатый лимонит охряно-желтого цвета. Мягкая.

Происхождение. Лимонит образуется в результате химического выветривания железосодержащих минералов: сидерита, пирита, халькопирита, гематита, магнетита и др.

Месторождения лимонита образуются и в результате отложения водных соединений железа на дне болот (болотная руда), озер (озерная руда) и в мелководной части морских бассейнов. Этот процесс идет при участии железобактерий.

Наблюдается отложение бурого железняка и у выходов железистых источников. Лимонит, попадая в глубинные зоны Земли, в условиях высокой температуры и давления теряет воду и переходит в гематит и магнетит.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород, в зоне выветривания рудных месторождений, содержащих соединения железа, на дне некоторых современных озер и болот и у выходов железистых источников.

Спутники. Сидерит, пиролюзит. Минералы, в результате химического изменения которых образуется бурый железняк: сидерит, пирит, халькопирит, гематит, серпентин, роговая обманка, авгит, биотит, железистые хлориты.

Применение. Лимонит служит рудой для получения железа. Порошковатый, землистый лимонит используется как краска (охра, умбра).

Месторождения лимонита на территории Советского Союза многочисленны. Крупные запасы бурого железняка разведаны в Кустанайском и Приаральском железорудных районах, в Западно-Сибирском железорудном бассейне, составляющие половину всех мировых за-

пасов железных руд. Крупнейшее в мире месторождение бурых железняков — Аятское находится в Кустанайской области. На востоке Западной Сибири находится один из крупнейших в мире железорудных бассейнов, содержащих бурый железняк (наиболее богатое Бакcharское месторождение находится северо-западнее г. Томска). Крупнейшее месторождение Колпашевское — в Томской области (Западная Сибирь). Керченское месторождение расположено в северной и восточной окраинах Керченского п-ва. Месторождения лимонита Таманского п-ова аналогичны месторождениям Керченского п-ова. Орско-Халиловское месторождение возникло в результате химического выветривания ультраосновных магматических пород. Лимонит Алапаевского и Бакальского месторождений (Урал) образовался в верхней части сидерита (железная шляпа) в результате химического выветривания последнего. Бурый железняк Кыштымского и Карабашского месторождений (Урал) появился в результате химического выветривания пирита и других сульфидов в верхней части месторождений — лимонит представляет «железную шляпу» их. Месторождения Липецкой и Тульской областей — озерные и болотные отложения позднепалеозойского возраста. В Карельской АССР лимонит залегает на дне современных озер. Через 10—15 лет выработанные запасы вновь восстанавливаются. Наконец, следует отметить Комарово-Зигаинское месторождение (Башкирская АССР).

Промышленные месторождения охры и мумии имеются в Таджикистане (близ Янтак), золотисто-желтая охра добывается в Джангельдинском месторождении (Кызылкумы). Месторождения сурика, умбры и охры имеются в Курской магнитной аномалии.

Наиболее значительные в Западной Европе месторождения железной руды представлены оолитовым бурым железняком осадочного происхождения (Лотарингия, Люксембург).

Боксит — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Физические свойства. Боксит матовый. Мягкий или средней твердости. Цвет кирпично-красный, красно-бурый, розовый, белый, серый, зеленый, черный. Черта бледнее цвета. От лимонита отличается по цвету черты. Спайность отсутствует. Глиноподобный, яшмоподобный. Тощий на ощупь (отличие от белой глины). Не

дает с водой пластичной массы (отличие от глин). Аморфный.

Отличительные признаки. Боксит матовый, не царапает стекло, цвет большей частью кирпично-красный, красно-бурый, розовый, строение оолитовое, землистое; боксит легкий. В отличие от глин не образует с водой пластичной массы. Боксит называют «хамелеоном»: его можно спутать с бурым железняком и глиной. От бурого железняка боксит отличается цветом и меньшей плотностью, от глины — тем, что он тощий на ощупь и не образует пластичной массы при смачивании водой.

Происхождение. Образуется боксит на поверхности Земли. Ведущая роль при бокситообразовании принадлежит процессам латеритного выветривания. Такой тип бокситов широко распространен на платформах. Боксит также может отложиться на дне морей и озер в геосинклинальных областях.

Местонахождение. Бокситы залегают пластами среди морских или континентальных отложений, например в карстовых воронках и других полостях в известняках.

Применение. Боксит — главная руда для получения «крылатого металла» — алюминия. Алюминий широко используется как легкий металл для получения дюралюминия, алитирования металлов, т. е. для покрытия их тонким слоем алюминия в целях придания ему большей устойчивости по отношению к высокой температуре. Сплавы алюминия с медью, марганцем, кремнием являются ценнейшими конструкционными материалами. Сплав алюминия и бериллия применяется в медицине (рентгеновские трубки). Из алюминия делают посуду, узлы машин, газовые баллоны, холодильники, пылесосы, упаковочные материалы, оконные рамы, панели, кровельные материалы.

Боксит также применяется в абразивной промышленности (для получения электрокорунда), для изготовления глиноземного цемента, для получения солей алюминия и квасцов, в производстве красок (алюминиевая бронза, бокситовая мумия), для очистки нефти.

Месторождения бокситов находятся на Урале (Красная Шапочка, Североуральск, Ивдельск, Алапаевск), в Западной и Восточной Сибири, в Северном и Западном Казахстане, в Архангельской (Северо-Онеж-

ское месторождение), Ленинградской (Бокситогорск, Тихвин) и Белгородской областях, в Коми АССР (Южно-Тиманский, Средне-Тиманский бокситоносные районы), в Кызылкумах (Узбекистан), Тургайской впадине.

Крупные месторождения бокситов находятся в Австралии — примерно одна треть мировых запасов. Месторождения боксита имеются в странах Карибского бассейна: Ямайка, Суринам, Гайана, Доминиканская Республика, Гаити и в Африке: в Гвинее, Камеруне, Гане, Сьерра-Леоне, Мозамбике, Южной Родезии. Крупное месторождение боксита обнаружено в Сингхарси (штат Бихар, Индия). Бокситами богаты Венгрия, Китай, Румыния, Югославия.

СИЛИКАТЫ И АЛЮМОСИЛИКАТЫ

Силикаты — соли кремниевых кислот, алюмосиликаты — соли алюмокремниевых кислот.

Класс силикатов и алюмосиликатов — самый широко распространенный в природе класс минералов. Силикаты и алюмосиликаты составляют 95% массы земной коры (по весу). Одна треть известных в настоящее время минералов относится к этому классу.

Блеск у силикатов и алюмосиликатов неметаллический, отличаются небольшой плотностью (легкие). Большинство силикатов и алюмосиликатов черты не дает. Силикаты и алюмосиликаты, напоминающие по внешним признакам окислы, отличаются от последних наличием спайности.

Они делятся на безводные и водные.

Безводные силикаты и алюмосиликаты — твердые или имеют среднюю твердость, водные силикаты и алюмосиликаты — мягкие или средней твердости.

Безводные силикаты и алюмосиликаты, напоминающие по некоторым внешним особенностям (по цвету, блеску, спайности) карбонаты, сульфаты, фосфаты, отличаются от последних большей твердостью и тем, что не дают черты.

Большинство силикатов и алюмосиликатов глубинного происхождения. В поверхностных условиях они, как правило, представляют соединения неустойчивые, в той

или иной мере подвергаются химическим разрушениям и образуют новые минералы, устойчивые в поверхностных условиях.

Силикаты и алюмосиликаты в основной своей массе представляют породообразующие минералы, некоторые из них используются в качестве драгоценных камней, служат рудой для извлечения металлов и представляют нерудные полезные ископаемые. Силикаты используются в керамическом и огнеупорном производствах (каолинит, полевые шпаты, асбест, оливин), в ювелирном деле (топаз, берилл, аквамарин), в строительстве (лабрадор), в сельском хозяйстве как удобрение (нефелин), в электротехнике (слюда) и других производствах.

Безводные силикаты и алюмосиликаты

Группа полевых шпатов

Полевые шпаты — наиболее распространенные минералы в земной коре. Полевые шпаты составляют около 50% силикатов (по весу), входящих в состав земной коры.

Большей частью они встречаются в магматических породах (около 60%), затем в метаморфических (около 30%) и около 10% среди осадочных пород.

Происхождение у полевых шпатов глубинное. В ультраосновных магматических породах (дуниты, пироксениты, перидотиты) они не встречаются. Полевой шпат магматического происхождения входит в состав кислых глубинных (граниты) и излившихся (липариты, кварцевые порфиры) магматических пород. В пегматитовых жилах ортоклаз выделяется из остаточного магматического расплава, где обычно образуются крупные кристаллы. Ортоклаз метаморфического происхождения входит в состав гнейсов, возникает также в зоне контакта глинистых и других пород с кислыми магмами.

Полевые шпаты в поверхностных условиях подвергаются процессам химического выветривания. Кроме того, полевые шпаты химически изменяются под действием горячих водных растворов, идущих из магматических очагов.

В результате выветривания калиевые полевые шпаты, как и другие алюмосиликаты, превращаются в белую

глину — каолинит, натриевые — в тонкочешуйчатый мусковит — серицит.

Полевые шпаты по химическому составу делятся на кали-натровые и натрово-известковые, или плагиоклазы. К кали-натровым относятся ортоклаз и микроклин.

Кали-натровые полевые шпаты

Ортоклаз — $K[AlSi_3O_8]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый, выветрелые разности — матовые. Твердый. Цвет желтый, розоватый, красный, белый, сероватый, реже бесцветный. Черты не дает; выветрелые разности дают белую черту. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности прямой. Сплошной зернистый, плотный, вкрапления, реже кристаллы, друзы и двойники. Сингония моноклинная. Кристаллы вросшие и выросшие.

Отличительные признаки. Для ортоклаза характерны неметаллический блеск, большая твердость (оставляет царапину на стекле) и совершенная спайность в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности прямой. Ортоклаз можно спутать с кварцем. Отличие — у кварца нет спайности.

Химические свойства. Кислоты не действуют.

Разновидности. 1. **Адуляр (ледяной шпат)** — бесцветный, прозрачный. Наросшие кристаллы клиновидной формы. На поверхности кристаллов нередко наблюдается порошковатый зеленый хлорит. 2. **Санидин** — стекловиден; вкрапления таблитчатых кристаллов. 3. **Солнечный камень** — отликает золотистым блеском. 4. **Лунный камень** — имеет голубоватый серебристый оттенок.

Местонахождение. Входит в состав преимущественно кислых (граниты, липариты, кварцевые порфиры) и средних (сиениты, трахиты, порфиры) магматических пород, гнейсов, осадочных пород (аркозовые пески, аркозовые песчаники, аркозовые граувакки, аркозовые конгломераты); кроме того, встречается в пегматитовых жилах и реже в контактах магматических пород с осадочными породами. Кристаллы ортоклаза встречаются в пегматитовых жилах и в порфирах. Адуляр — в пустотах базальтов и в жилах. Реже адуляр встречается в контактах кислых магматических пород с известня-

ками. Санидин — в трахитах, вулканических туфах, иногда в жилах.

Спутники. В магматических породах и гнейсах: кварц, альбит, роговая обманка, слюды. В пегматитовых жилах: кварц, альбит, слюда, топаз, берилл. Продукт химического изменения: каолинит. Спутники адуляра: кварц, альбит, апатит.

Применение. Калиевые полевые шпаты находят применение в керамической промышленности — в производстве фарфора, фаянса, эмалей, глазурей и в стекольной промышленности. Лунный и солнечный камни — облицовочные и поделочные материалы.

Микроклин — $K[AlSi_3O_8]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый, выветрелые разности — матовые. Твердый. Цвет белый, сероватый, желтый, красный, коричневый, зеленый. Черты не дает; выветрелые разности дают белую черту. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого угла на $3,5—4,0^\circ$. Сплошной зернистый, плотный. Кристаллы и друзы встречаются редко и по внешнему виду напоминают ортоклаз. Сингония триклинная. Кристаллы вросшие и наросшие.

Отличительные признаки. Для микроклина характерны неметаллический блеск, большая твердость (оставляет царапину на стекле) и совершенная спайность в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на $3,5—4,0^\circ$. Микроклин по внешним признакам похож на ортоклаз. Их можно различать только под микроскопом. От кварца микроклин отличается наличием совершенной спайности.

Химические свойства. Кислоты не действуют.

Разновидность. **Амазонский камень (амазонит)** — зеленый микроклин.

Происхождение. Пегматитовое происхождение наиболее характерно для микроклина.

Местонахождение. Встречается в пегматитовых жилах.

Спутники. В гранитных пегматитах: кварц, альбит, слюды, топаз, берилл. В пегматитах нефелиновых сиенитов: нефелин. Продукты химического изменения: см. ортоклаз.

Применение. Калиевые полевые шпаты применяются в керамической промышленности — в производстве фарфора, фаянса, эмалей, глазурей и в стекольной промышленности. Амазонит используется как строительный и поделочный материал.

Месторождения западного побережья Белого моря (Северная Карелия) представлены пегматитовыми жилами, содержащими полевые шпаты, кварц, слюды. Многочисленные месторождения Урала и Украины также приурочены к пегматитовым жилам. На Кольском полуострове известны месторождения сочно зеленого амазонита. Есть месторождения в Восточной Сибири.

Месторождения полевых шпатов имеются также в Карловых Варах (Чехословакия) и в Бавено (Италия).

Натрово-известковые полевые шпаты или плагиоклазы

Еще более распространена, чем кали-натровые полевые шпаты, группа плагиоклазов. Плагиоклазы представляют изоморфную смесь двух минералов: альбита $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ или (Ab), и анортита $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ или (An), и образуют изоморфный ряд из шести групп, различающихся по процентному содержанию анортита.

Альбиты — 0—10% An; олигоклазы — 11—30% An; андезины — 31—50% An; лабрадоры — 51—70% An; битовниты — 71—90% An; анортиты — 91—100% An.

Первые две группы относятся к кислым плагиоклазам, третья группа — к средним и остальные — к основным. Кислотность убывает от альбита к анортиту вследствие уменьшения количества кремнекислоты.

Кислые плагиоклазы характерны для кислых магматических пород, средние — для средних, а остальные преимущественно встречаются в основных магматических породах.

Лабрадор — $\text{Ab}_{50}\text{An}_{50}$ — $\text{Ab}_{30}\text{An}_{70}$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Твердый. Цвет темно-серый, зеленовато-серый. Характерен синий отлив на плоскостях спайности. Черты не дает. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на $3,5$ — $4,0^\circ$.

Сплошной крупнозернистый. Часто наблюдаются широкие двойниковые полосы, выражающиеся в том, что при одном положении минерала одна полоска блестящая; полоска, находящаяся рядом, матовая. При другом положении блестящая полоска становится матовой и, наоборот, матовая — блестящей. Кристаллы редки.

Отличительные признаки. Для лабрадора характерны неметаллический блеск, большая твердость (оставляет царапину на стекле), темно-серый, зеленовато-серый цвет, синий отлив на плоскостях спайности, часто наблюдаемые широкие двойниковые полосы и крупнозернистое строение.

Происхождение. Образуется лабрадор в результате кристаллизации основных магм. Магматического происхождения породы, так называемые лабрадориты, состоят из лабрадора.

Местонахождение. Входит в состав основных (лабрадориты, габбро, базальты, диабазы) и реже средних (диориты, андезиты) магматических пород.

Спутники. Гиперстен, роговая обманка, магнетит. Продукт химического изменения: кальцит.

Применение. Облицовочный материал в строительстве.

Месторождения. Лабрадоритами, играющими чудесным синим огнем, славится Украина.

Группа нефелина

Нефелин — $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$.

Физические свойства. Блеск на поверхности кристаллов стеклянный, в изломе жирноватый. Легко выветривается и становится матовым. Твердый. Цвет желтоватый, красновато-бурый, кирпично-красный, серый. Кристаллы бесцветные, водяно-прозрачные. Черты не дает. Спайность отсутствует. Сплошные плотные, зернистые массы, включения в породе и наросты мелкие шестиугольные призматические или пластинчатые кристаллы в пустотах лавы. Сингония гексагональная.

Отличительные признаки. Для нефелина характерны жирноватый блеск в изломе, большая твердость (оставляет царапину на стекле), желтоватый, красновато-бурый, кирпично-красный, серый цвет, от-

сутствие спайности. Нефелин можно спутать с полевым шпатом и кварцем. От полевых шпатов нефелин отличается отсутствием спайности и жирноватым блеском, от кварца отличается легкой растворимостью в соляной и серной кислотах.

Химические свойства. Легко разлагается в соляной и серной кислотах и выделяет студневидный кремнезем.

Разновидность. Элеолит (масляный камень) — сплошной плотный, с жирным блеском.

Происхождение магматическое. Нефелин — породообразующий минерал щелочных магматических пород (нефелиновые сиениты и др.), богатых Na_2O и бедных SiO_2 . Встречается также в пегматитовых жилах, генетически связанных с глубинными щелочными магматическими породами.

Нефелин в поверхностных условиях довольно легко выветривается, и поэтому часто возникают в породе углубления между другими минералами.

Местонахождение. Входит в состав бескварцевых щелочных глубинных (нефелиновые сиениты) и вулканических (нефелиновые базальты и т. п.) магматических пород и, кроме того, встречается в пегматитовых жилах, связанных по происхождению со щелочными магматическими породами.

Спутники. Щелочные полевые шпаты (альбит и др.), биотит, ильменит, апатит. С кварцем вместе не встречаются. Продукт химического изменения: каолинит.

Применение. Нефелин служит рудой на алюминий; используется как удобрение в сельском хозяйстве, в качестве сырья в стекольно-керамической, абразивной (получение искусственного корунда) и цементной промышленности, для получения соды и силикагеля (коллоидный кремнезем). Отходы от переработки нефелиновых руд используются для каменного литья.

Месторождения. Крупнейшим месторождением нефелина в нашей стране является Кия-Шалтырское, находящееся близ г. Ачинска. Большие залежи нефелиновых пород имеются на юге Донбасса — в Приазовье и в Хибинах (Кольский п-ов). Месторождения нефели-

на имеются в Норвегии и Гренландии. Кристаллы нефелина в вулканических породах встречаются в Италии (Везувий).

Группа топаза

Топаз — $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Очень твердый. Цвет винно-желтый, нежно-голубой, синий, зеленоватый, розоватый, красный, многоцветный; иногда бесцветный. Прозрачный. Черты не дает. Спайность совершенная в одном направлении. Топаз иногда называют «тяжеловесом» благодаря большой плотности. Отдельные наросты, реже вросшие кристаллы, друзы, сплошные зернистые и плотные массы. Кристалл топаза имеет форму семигранной призмы. Грани призмы покрыты продольной штриховкой. Сингония ромбическая.

Отличительные признаки. Для топаза характерны неметаллический блеск, очень высокая твердость (оставляет царапину на горном хрустале), прозрачность, совершенная спайность в одном направлении и форма кристаллов. Бесцветный топаз похож на горный хрусталь. В отличие от горного хрусталя у него спайность совершенная в одном направлении.

Происхождение. Встречается топаз в пегматитовых жилах, связанных по происхождению с кислыми глубинными магматическими породами. Остаточный расплав кислой магмы, богатый летучими компонентами (F, B и др.), циркулирует по трещинам в теле уже закристаллизовавшихся гранитов и при дальнейшем охлаждении выпадает в твердом виде, образуя пегматитовые жилы. Кроме того, гранитная магма, воздействуя летучими компонентами на контактируемые с ней глинистые сланцы, приводит к возникновению в зоне контакта топаза. Глинистые сланцы при этом превращаются в роговики.

Благодаря большой твердости и химической стойкости встречается топаз и в россыпях.

Местонахождение. Встречается в пегматитовых жилах, генетически связанных с кислыми глубинными магматическими породами; также в россыпях.

Спутники. Кварц, ортоклаз, амазонит, слюды, апатит, реже касситерит, вольфрамит.

Применяется он как драгоценный камень, шлифовальный порошок; также используется в качестве опорных камней в точных приборах.

Месторождения: Шерловая гора (Забайкалье), Ильменские горы, д. Мурзинка (Урал). Богато самоцветами и Полесье. Здесь был найден крупный топаз массой 86 кг. В Кочкарском районе (Южный Урал) находят в россыпях розовый топаз. Месторождения топаза имеются в Волынской области (Украина). Месторождения топаза имеются и за рубежом в Бразилии и Шри-Ланке. В Бразилии найден кристалл топаза массой 117 кг.

Группа берилла

Берилл — $\text{Al}_2\{\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]\}$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Минерал очень твердый, уступающий по твердости лишь алмазу и корунду. Цвет бледно-зеленый, изумрудно-зеленый, винно-желтый, розовый, синевато-голубой; иногда бесцветный. Просвечивает или прозрачный. Черты не дает. Спайность отсутствует. Шестиугольные призматические кристаллы или друзы; также сплошные зернистые массы. Грани призмы часто покрыты продольными штрихами. Сингония гексагональная. Кристаллы вросшие или выросшие. Длина кристаллов берилла достигает 6 м, диаметр — свыше 1 м, вес 10—12 т.

Отличительные признаки. Для берилла характерны неметаллический блеск, очень высокая твердость (оставляет царапину на горном хрустале), шестиугольная призматическая форма кристаллов и продольная штриховка граней. Берилл можно спутать с топазом. Отличается отсутствием спайности.

Разновидности. 1. **Изумруд** — ярко-зеленый, травяно-зеленый (напоминает покрытую утренней росой траву), содержит Cr_2O_3 . Крупнейший в мире изумруд, хранящийся в Минералогическом музее АН СССР, весит 11 000 карат (2 килограмма 226 граммов). Он был найден на Урале. 2. **Аквамарин** — синевато-голубой (цвета морской волны). В музее Ленинградского горного института хранится кристалл аквамарина длиной 125 см. Кристалл аквамарина, найденный в Бразилии,

весил 34 кг. 3. **Воробьевит** — розовый. 4. **Гелиодор** — желтый, прозрачный. На Урале найден гелиодор массой 2 кг 400 г.

Происхождение. Наиболее типичное происхождение для берилла — выделение его в пегматитовых жилах, образующихся в последние стадии кристаллизации кислых магм. Встречается берилл также в метаморфических породах, представляющих, по всей вероятности, результат метаморфизации ранее возникших месторождений берилла. Благодаря химической стойкости берилл накапливается и в россыпях.

Местонахождение. Встречается в гранитах, пегматитовых жилах, в грейзенах, в гнейсах, в кристаллических сланцах (слюдяные, тальковые, хлоритовые сланцы) и в россыпях.

Спутники. Кварц, альбит, микроклин, ортоклаз, слюда, топаз, касситерит, вольфрамит, молибденит, апатит, корунд.

Применяется в ювелирном деле как драгоценный камень (изумруд, аквамарин), как абразивный материал и как руда на бериллий. Прозрачные разновидности берилла используются как драгоценные камни второго класса.

Бериллий характеризуется уникальным сочетанием ряда важных свойств: он легкий, прочный, твердый, жесткий, обладает высокой жаро- и коррозионной стойкостью и высокой электропроводностью. Он в 1,5 раза легче алюминия, в три раза прочнее стали. По жаростойкости и жесткости не уступает титану, но легче и прочней его. Электропроводность его близка к электропроводности меди и серебра. Окисляется он лишь при 800° С, плавится — при 1300° С.

Бериллий используется в ракетно-космической и авиационной технике, в радиоэлектронике. Он используется в подшипниках и шестернях, пружинах и безысхровом инструменте, в авиации (тормозные диски колес сверхзвуковых самолетов и особо ответственные узлы в газотурбинных двигателях), в атомной промышленности, ядерной физике (бомбардируя бериллиевую мишень альфа-частицами, открыли нейтрон). Сплавы бериллия в телевизорах и транзисторных приемниках устраняют перегрев деталей. Он является единственным металлом, не высекающим при ударе искры, и поэтому используется

при изготовлении дробильных устройств для измельчения и истирания взрывчатых веществ и взрывоопасных смесей.

Месторождения берилла находятся в европейской части СССР, в Средней Азии, Казахстане, Забайкалье. Месторождение изумруда имеется в Якутии.

Большая часть запасов берилла капиталистического мира находится в Бразилии (месторождение Боа-Виста), США, Аргентине, Италии, ЮАР, Родезии, Австралии. Месторождения изумруда есть в Индии. Изумрудные копи расположены на северо-западе Пакистана. Месторождения изумруда и аквамарина есть также в Колумбии, Шри-Ланке и на Мадагаскаре.

Группа оливина

Оливин — $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Твердый. Цвет оливково-зеленый. Черты не дает. Спайности нет. Сплошные зернистые массы или кристаллы и зерна, включенные в породу. Кристаллы редки. Сингония ромбическая.

Отличительные признаки. Для оливина характерны неметаллический блеск, большая твердость (оставляет царапину на стекле), оливково-зеленый цвет, местонахождение в темноокрашенных магматических породах и то, что оливин, разрушаясь, переходит в серпентин (змеевик). От сходных с ним минералов отличается отсутствием черты.

Химические свойства. Порошок разлагается серной и соляной кислотами и выделяет студневидный кремнезем.

Разновидности. 1. **Хризолит** — цвет оливково-зеленый с золотистым оттенком, прозрачный. 2. **Перидот** — оливин ювелирного качества.

Происхождение — магматическое. Он является пороодообразующим минералом ультраосновных (дуниты, перидотиты) и основных (габбро, базальты, диабазы и т. п.) магматических пород. Образуется в результате дифференциации магм и выделяется одним из первых.

Под действием горячих водных растворов, идущих из магматических очагов, оливин переходит в серпентин или в тальк. Эти процессы, известные под названием серпентинизации, очень характерны для районов распространения пород, содержащих оливин. Железо, входящее в состав оливина, образует магнетит. На поверхности Земли оливин подвергается химическому выветриванию и также часто переходит в серпентин, магнезит, лимонит, опал.

Местонахождение. Входит в состав ультраосновных (дуниты, перидотиты), основных (габбро, базальты, диабазы и т.п.) глубинных и излившихся магматических пород; кроме того, встречается в зоне контакта магматических пород с известняками, доломитами, в вулканическом пепле.

Спутники. В магматических породах: гиперстен, основной плагиоклаз, хромит, магнетит, платина. В контактах: кальцит, доломит, флогопит. Продукты химического изменения: серпантин, асбест, тальк, хлорит, магнетит, гематит, лимонит, опал.

Применение. Хризолит и перидот используются в ювелирном деле. Оливин применяется для изготовления огнеупорных кирпичей и как магнезиальное удобрение.

Месторождения. Оливиновые породы широко распространены на Северном и Среднем Урале. Хризолит встречается близ Свердловска и на Таймыре. Месторождения хризолита имеются в АРЕ, Бразилии, Индии.

Группа пироксенов

Авгит — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{F}^{2+}, \text{F}^{3+}, \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный или авгит матовый. Твердый, благодаря выветриванию иногда имеет среднюю твердость. Цвет темно-зеленый до черного. Черта серая, зеленовато-серая. Угол между плоскостями призматической спайности $87-88^\circ$. Вкрапления в глубинных магматических породах или отдельные кристаллы в лавах. Кристаллы, выросшие в породе, короткопризматические, плоские. Сингония моноклинная.

Отличительные признаки. Для авгита характерны неметаллический блеск, темно-зеленый или

черный цвет, призматическая форма кристаллов. Авгит похож на роговую обманку. Авгит находится преимущественно в темноокрашенных породах, роговая обманка более типична для светлоокрашенных пород.

Разновидности. 1. **Обыкновенный авгит**—темно-зеленый, зеленовато-черный. 2. **Базальтический авгит**—содержит Ti и Mn. Встречается в вулканических породах.

Происхождение. Авгит — порообразующий минерал, главным образом основных и реже средних магматических пород, выделившийся в результате кристаллизации этих магм (диабазы, базальты, трахиты, андезиты, их туфы и вулканические пеплы, габбро, диориты). Образуется он в зоне контакта магнезиально-железисто-глиноземистых магм с известняками. Реже авгит встречается в гнейсах и в кристаллических сланцах, представляя продукт регионального метаморфизма.

Авгит под действием термальных растворов переходит в роговую обманку. Эта разновидность роговой обманки называется уралитом. Авгит практического применения не имеет.

Местонахождение. Входит в состав преимущественно основных (габбро, диабазы, базальты), реже средних глубинных (диориты) и излившихся (андезиты) магматических пород; также встречается в вулканических туфах и пеплах, генетически связанных с базальтовыми и андезитовыми лавами, и в контактах магматических пород, богатых железом, магнием и алюминием, с известняками, реже в гнейсах и в кристаллических сланцах. Базальтический авгит встречается в вулканических породах (базальты, андезиты, туфы).

Спутники. В основных магматических породах: основные плагиоклазы, оливин, магнетит. В основных щелочных магматических породах: нефелин. Продукты химического изменения: роговая обманка (уралит), хлорит, серпентин, тальк, лимонит, каолинит.

Гиперстен — $\text{Fe, Mg}[\text{SiO}_3]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Твердый, иногда благодаря выветриванию имеет среднюю твердость. Цвет смоляно-черный, темный коричнево- или зеленовато-черный. Черта зеленовато-серая,

коричневато-серая. Спайность совершенная. Сплошной зернистый или вкрапления в породе, реже кристаллы. Сингония ромбическая (псевдоромбическая).

Отличительные признаки. Для гиперстена характерны неметаллический блеск, черный цвет, совершенная спайность, зернистое строение и местонахождение в темноокрашенных магматических породах.

Местонахождение. Входит в состав глубинных и излившихся основных (гиперстеновые андезиты, габбро, базальты), ультраосновных (пироксениты, перидотиты) магматических пород. Крупные кристаллы встречаются в контактах.

Спутники. Оливин, серпентин, тальк, лабрадор, магнетит. В контактах: магнетит, апатит. Продукты химического изменения: тальк, серпентин, магнезит, лимонит, опал.

Группа амфиболов

Роговая обманка — $(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Si, Al)_2[Si_6O_{22}/(OH, F, Cl)_2]]$.

Физические свойства. Блеск стеклянный или роговая обманка матовая. Твердая; некоторые разновидности благодаря выветриванию имеют среднюю твердость. Цвет темно-зеленый до черного. Непрозрачна. Черта серая, зеленовато-серая. Угол между плоскостями призматической спайности 124° . Удлиненные, призматические, плоские кристаллы и сплошные массы игольчатого или призматического строения. Сингония моноклинная.

Отличительные признаки. Для роговой обманки характерны неметаллический блеск, темно-зеленый или черный цвет, игольчатое и призматическое строение. Роговая обманка в отличие от авгита встречается, как правило, в светлоокрашенных породах.

Разновидности. 1. Обыкновенная роговая обманка — темно-зеленого цвета. 2. Базальтическая роговая обманка — черного цвета. 3. Уралит — роговая обманка, образовавшаяся за счет разрушения пироксенов, главным образом авгита. Волокнистый.

Происхождение. Выделяется она при кристаллизации магм, преимущественно кислого (граниты) и среднего (сиениты, диориты, андезиты, порфириды и т. п.) состава. Роговая обманка метаморфического

происхождения образуется при региональном метаморфизме. Входит в состав амфиболитовых гнейсов. Реже она выделяется в контактах гранитов с другими породами. Практического значения не имеет.

Местонахождение. Входит в состав преимущественно средних (диориты, сиениты, андезиты), кислых (граниты и др.) магматических пород, метаморфических пород (роговообманковые гнейсы, амфиболиты, роговообманковые сланцы), реже встречается в контактах.

Базальтическая роговая обманка встречается в базальтах, в трахитах, в вулканических туфах и в вулканических пеплах, сопровождающих основные лавы.

Спутники. В кислых магматических породах: вышеперечисленные минералы, за исключением кварца. В нефелиновых сиенитах — нефелин. В гнейсах — кварц, полевые шпаты. В контактах: магнетит, полевые шпаты, кварц, биотит. Продукты химического изменения: серпентин, асбест, хлорит, биотит.

Водные силикаты и алюмосиликаты

Группа слюд

Мусковит — $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый. Мягкий или средней твердости. Бесцветный, белый. Черты не дает. В кристаллической решетке мусковита тетраэдры, состоящие из ионов кремния, алюминия, кислорода, соединяются между собой ионами калия и образуют бесконечные слои. Это определяет наличие весьма совершенной спайности. Агрегаты листоватые, чешуйчатые. Листочки упруго-гибкие.

Отличительные признаки. Для мусковита характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (не царапает стекло), постоянный цвет (мусковит бесцветный или белый), весьма совершенная спайность и листоватые, чешуйчатые агрегаты. Мусковит можно спутать с тальком. Отличие — у талька листочки гибкие, но не упругие.

Разновидности. 1. **Серицит** — мелкочешуйчатый светлый мусковит с шелковистым блеском. Особенно

характерен для метаморфических пород (серицитовые сланцы, филлит). Образуется в результате разрушения полевых шпатов и других алюмосиликатов. 2. **Жильбертит** — мелкочешуйчатый мусковит светло-желтого цвета. Встречается в пегматитовых и рудных жилах. 3. **Фуксит** — изумрудно-зеленого цвета. Мелкочешуйчатый. Содержит хром. Обычно встречается в месторождениях хромита.

Происхождение. Выделяется мусковит из кислых и средних магм в результате охлаждения и кристаллизации последних, а также в пегматитовых жилах, связанных по происхождению с гранитами. Входит в состав гранитов, реже сиенитов, диоритов и жильных магматических пород — пегматитов. Кроме того, возникает в контакте осадочных пород с кислыми интрузиями. Мусковит, образовавшийся в результате регионального метаморфизма под влиянием высокого давления, входит в состав гнейсов, слюдяных и серицитовых сланцев.

Местонахождение. Входит в состав глубинных кислых (граниты) и средних (сиениты, нефелиновые сиениты, диориты) магматических пород, гнейсов, кристаллических сланцев (слюдяные, серицитовые сланцы); встречается также в пегматитовых жилах, в контактах. Никогда не встречается в излившихся магматических породах.

Спутники. В магматических породах и гнейсах: кварц, полевые шпаты. В нефелиновых сиенитах: нефелин. В пегматитовых жилах: кварц, полевой шпат, топаз, берилл. В контактах: кальцит, апатит.

Применение. Мусковит — самый надежный и долговечный диэлектрик. Слюда находит применение в сложнейших энергетических установках, в электронно-вычислительных машинах, в транзисторных приемниках, в электрических выключателях. Она находит применение в индустрии строительных материалов, в деревообрабатывающей промышленности. В металлургической и химической промышленности — вставляется в окна печей, используется для изготовления грамофонных мембран и в производстве автомобильных стекол.

Мелкая слюда идет на изготовление кровельных материалов (толь), смазочных веществ, обоев, писчей

бумаги, точильных камней, автомобильных шин, огнеупорных красок. Склеенные и спрессованные мелкие куски дают так называемый миканит, заменяющий листовую слюду.

Месторождения. Наибольшее практическое значение имеют месторождения пегматитового и метаморфического происхождений. Месторождения мусковита имеются в СССР, Индии (штаты Бихар, Раджастхан, Андхра) и Бразилии. Основные слюдоносные районы нашей страны — Мамско-Чуйский, Карело-Мурманский, Алданский. Центром слюдяной промышленности Восточной Сибири является поселок Мама. На Украине слюда залегает в кристаллических сланцах и имеет метаморфическое происхождение. Мусковит также имеется на Урале.

Флогопит — $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Мягкий или средней твердости. Цвет бурый. Черты не дает. Иногда черта наблюдается. Слоистое строение кристаллической решетки флогопита обуславливает наличие весьма совершенной спайности, легкую расщепляемость на тонкие листочки. Агрегаты листоватые, чешуйчатые. Листочки упруго-гибкие.

Отличительные признаки. Для флогопита характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (не царапает стекло), бурый цвет, весьма совершенная спайность и листоватые, чешуйчатые агрегаты.

Происхождение. Флогопит образуется в зоне контакта известняков и доломитов с глубинными магматическими породами и с гранитными пегматитами (контактово-метасоматическое происхождение), где он выделяется в результате химического взаимодействия магмы с карбонатными породами.

Местонахождение. Встречается в контактах магматических пород и пегматитовых жил с известняками, доломитами; также среди серпентинитов (змеевиков).

Спутники. В контактах: кальцит, доломит, апатит. Среди серпентинитов: серпентин. Продукт химического изменения: хлорит.

Применение такое же, как мусковита.

Месторождения флогопита есть в СССР, Канаде и Малагасийской Республике. По запасам флогопита Советский Союз занимает первое место в мире. Крупнейшим в мире является Ковдорское месторождение на Кольском полуострове. Дает свыше половины общесоюзной добычи флогопитового сырья. Здесь же добывают мусковит. Другие месторождения флогопита: Каталах, Тимптон (Якутия), Гигантское (Мурманская обл.), кроме того, флогопит встречается в месторождениях мусковита.

Биотит — $K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$.

Физические свойства. Блеск стеклянный. Мягкий или средней твердости. Цвет черный. Черты не дает. Некоторые разности дают зеленовато-серую черту. В кристаллической решетке биотита кремнекислородные тетраэдры, группирующиеся в кольца гексагональной формы, располагаются слоями. Благодаря этому он имеет весьма совершенную спайность и легко расщепляется на тонкие упруго-гибкие листочки. Агрегаты листоватые, чешуйчатые.

Отличительные признаки. Для биотита характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (не царапает стекло), черный цвет, весьма совершенная спайность и листоватые, чешуйчатые агрегаты.

Разновидность. **Лепидомелан** — железистый биотит.

Происхождение. Выделяется биотит из магмы при ее кристаллизации и входит в состав глубинных (граниты, сиениты, диориты) и излившихся (липариты, трахиты) магматических пород. Образуется также в результате регионального метаморфизма при высоком давлении и входит в состав гнейсов, слюдяных сланцев и других метаморфических пород. Реже биотит выделяется в пегматитовых жилах. Кроме того, образуется в результате химического изменения роговой обманки и авгита.

Местонахождение. Входит в состав глубинных и излившихся магматических пород (граниты, сиениты, диориты, липариты, трахиты и др.), гнейсов, кристаллических сланцев (слюдяные сланцы), реже встречается в пегматитовых жилах.

Спутники. В магматических породах: кварц, полевые шпаты. Продукт химического изменения: хлорит.

Применение. Биотит применяется для приготовления бронзовой краски и жаростойких масс.

Группа талька

Тальк — $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$.

Физические свойства. Блеск жирный, перламутровый. Мягкий. Жирен на ощупь. Цвет светло-зеленый, зеленовато-белый, зеленовато-серый, желтовато-серый, желтовато-белый, белый. Черта белая. Кристаллическая структура талька близка к кристаллической структуре слюд. В кристаллической решетке талька между слоями, состоящими из гексагональных сеток, образуемых кремнием и кислородом, находятся катионы магния. Спайность у талька весьма совершенная. Характерны листоватые, чешуйчатые агрегаты. Листочки гибкие, но не упругие.

Отличительные признаки. Для талька характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (тальк мягкий), светло-зеленый, зеленовато-белый, зеленовато-серый, желтовато-серый, желтовато-белый, белый цвет, белая черта; особенно характерно то, что тальк жирен на ощупь. Тальк похож на белую слюду. В отличие от талька у мусковита листочки упруго-гибкие.

Разновидности. 1. **Жировик (стеатит)** — сплошной плотный, зернистый. Цвет белый, серый, чаще — зеленой гаммы, редко розовый. 2. **Горшечный камень** — смесь талька с хлоритом и со слюдой. Плотный.

Происхождение. Образуется путем метаморфизирующего воздействия на магнезиальные силикаты (оливин, пироксены, амфиболы, серпентин, слюды, хлориты) и алюмосиликаты гидротермальных вод, содержащих углекислоту и кремнезем. Толщи доломита под действием гидротермальных вод превращаются в тальк. Тальк также образуется в условиях больших глубин под действием высокого давления. Тальк такого происхождения встречается в кристаллических сланцах (тальковые, тальково-сланцевые, тальково-хлоритовые и другие сланцы).

Местонахождение. Встречается среди серпентинитов (змеевиков), в кристаллических сланцах (тальковые, тальково-сланцевые, тальково-хлоритовые и дру-

гие сланцы), среди известняков, доломитов, магнезитов и глинистых сланцев.

Спутники: серпентин, магнезит, хромит, магнетит, гематит, хлорит, кальцит, доломит. Минералы, в результате химического изменения которых образуется тальк, — оливин, пироксены, амфиболы, серпентин, слюды, доломит.

Применение. Тальк используется как кислотоупорный и огнеупорный материал. Применяется также в бумажной, кожевенной, текстильной (для белины хлопка), резиновой (в качестве наполнителя и для опудривания резиновых изделий), косметической (при изготовлении пасты, пудры, мазей), красочной (светоупорные и огнеупорные краски), пищевой (кондитерской) промышленности, в медицине (тальковый порошок), в электронной технике. Стеатит — для электроизоляции и как украшение в ювелирном деле.

Месторождения талька известны на Урале (Шабровское месторождение близ Свердловска, в районе Миасса, Медведевское в Челябинской области и др.), в Кемеровской области (Алгуйское месторождение), Карельской АССР, Казахстане (Алмалык).

Группа хлоритов

Хлориты — водные алюмосиликаты магния и железа. Химический состав сложный и непостоянный.

Физические свойства. Блеск стеклянный, перламутровый. Мягкие или средней твердости. Цвет светлый травяно-зеленый, темный травяно-зеленый, фиолетовый, розовый. Черта белая, зеленовато-белая, или черты не дают. Кристаллическая структура хлоритов похожа на кристаллическую структуру слюд. Кристаллические решетки хлоритов состоят из слоев состава $Mg_3Si_3AlO_{10}(OH)_2$, между которыми находятся слои состава $Mg_2Al(OH)_6$. Слабые связи гидроксидов этого слоя и определяют такие характерные особенности хлоритов, как низкая твердость (хлорит мягкий), наличие весьма совершенной спайности, листоватые, чешуйчатые агрегаты. Листочки гибкие, но не упругие.

Отличительные признаки. Для хлоритов характерны неметаллический блеск, небольшая твердость

(не царапают стекло), зеленый цвет, наблюдаемый у большинства хлоритов, весьма совершенная спайность и листоватые, чешуйчатые агрегаты.

Разновидность. Хромовый хлорит (кочубеит, кеммерерит) — фиолетового, розового цвета. Содержит хром. Встречается с хромитом.

Происхождение. Хлориты образуются в основном за счет биотита, флогопита, роговой обманки, авгита и других минералов в результате метаморфических изменений последних под действием высокого давления в зоне метаморфизма. Образование хлоритов в зоне контакта также обусловлено разложением алюмосиликатов и действием высокого давления.

Местонахождение. Входят в состав хлоритовых, тальковых пород и сланцев, также встречаются среди серпентинитов (змеевиков), в жилах, в трещинах (в виде налета на кварце и других белых минералах), в контактах.

Спутники. Слюды, кальцит, магнезит, магнетит, апатит. Минералы, в результате химического изменения которых хлориты образуются, — биотит, авгит, роговая обманка.

Группа серпентина

Серпентин (змеевик) — $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$.

Физические свойства. Блеск жирный, восковой. Твердость средняя. Цвет желтовато-зеленый, темно-зеленый до черного; иногда желтый, буровато-красный, почти белый; часто наблюдается изменение окраски в разных частях образца. Полосчатый, пятнистый. Черта белая. Спайность отсутствует. Сплошные плотные массы, часто с прожилками асбеста или сплошной параллельно-волокнутого сложения; реже листоватый.

Отличительные признаки. Для серпентина характерны неметаллический блеск, средняя твердость, зеленый цвет, часто наблюдаемое изменение окраски в разных частях образца, белая черта, отсутствие спайности и часто встречающиеся прожилки асбеста.

Химические свойства. Разлагается в серной и соляной кислотах с выделением кремнезема.

Разновидности. 1. **Благородный серпентин**, или

благородный змеевик, или **офит** — плотный, слабо просвечивающий. 2. **Антигорит** — листоватый, чешуйчатый серпентин. Легко разделяется на листочки. Спайность весьма совершенная. Цвет серый, зеленовато-серый, голубовато-серый.

Происхождение. Серпентин образуется в результате метаморфизирующего воздействия на ультраосновные магматические породы, богатые оливином и пироксенами (дуниты, перидотиты, пироксениты), вод, поднимающихся из глубинных магматических очагов в одну из последних фаз охлаждения и содержащих углекислоту. Кроме того, доломиты под действием гидротермальных растворов, содержащих кремнезем, переходят в серпентин.

Процессы химического выветривания оливин- и пироксеносодержащих горных пород под действием поверхностных вод, богатых углекислотой и кремнеземом, также приводят к образованию серпентина. Серпентин под действием вод, содержащих углекислоту, разрушается и образует новые минералы: магнезит, халцедон, опал, лимонит.

Местонахождение. Входит в состав серпентинитов (змеевиков). Благородный серпентин встречается среди известняков.

Спутники. См. оливин. Минералы, в результате химического изменения которых образуется серпентин, — оливин, авгит, роговая обманка.

Применение. Благородный серпентин и красиво окрашенный обыкновенный серпентин находят применение в качестве поделочного и декоративного материала.

Хризотил-асбест (змеевиковый асбест, горный лен) — $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$.

Физические свойства. Блеск шелковистый, твердость средняя, цвет зеленовато-желтый, почти белый, черты не дает, агрегаты тонковолокнистые с легко отделяющимся волокном. Волокна мягкие и гибкие.

Отличительные признаки. Для хризотил-асбеста характерны неметаллический блеск, средняя твердость, светлая окраска, тонковолокнистые агрегаты и то, что не дает черты. От похожего на него селенита отличается тем, что не дает черты (у селенита белая черта).

Химические свойства. Разлагается в соляной кислоте, выделяется волокнистый кремнезем.

Разновидности. 1. **Церматтит**—пенькообразный. 2. **Пикролит, метаксит**—жилковатые разности, не расщепляющиеся на волокна.

Происхождение. Образуется хризотил-асбест путем метаморфизации магнезиальных пород и силикатов гидротермальными водами.

Местонахождение. Встречается в виде прожилков в серпентините и в контакте с магнезиальными известняками.

Спутники. Серпентин, магнезит.

Применение. Асбест называют «вечным». Он не горит, кислото- и щелочноупорен, является хорошим связующим материалом, обладает низкой теплопроводностью, стабильностью размеров, стойкостью к ударным нагрузкам. Имеет тепло- и электроизоляционные свойства, стойкий в морской воде. Сфера применения асбеста — от фильтра сигареты до деталей космического корабля. Асбест используется в строительной, автомобильной, химической, электротехнической и других отраслях промышленности, в космонавтике. Из него изготавливают железнодорожные шпалы, стенные панели для строек.

Хризотил-асбест употребляется для изготовления противопожарных занавесей в театрах, одежды для пожарников, асбестовых крыш, несгораемых перегородок, тормозных колодок для автомобилей, асбестовых фильтров для очистки вина; асбестовые цементы и асбестовые краски применяются в строительном деле. Из него изготавливают асбоцементные трубы и шифер.

Месторождения. Мировые ресурсы хризотил-асбеста сосредоточены в СССР и Канаде (провинция Квебек). Затем идут Южная Родезия, США и ЮАР.

Советский Союз по разведанным запасам хризотил-асбеста занимает первое место в мире. Наши запасы вдвое превосходят общие запасы всех капиталистических стран. Наиболее значительные месторождения: Баженовское, Терсутское, Асбест на Урале, Ак-Довуракское в Туве, Джетыгаринское в Кустанайской области, Молодежное и Ильчинское в Бурятии, Киембаевское в Оренбургской области, Саянское в Восточной Сибири.

Группа каолинита

Каолинит (каолин) — $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$.

Физические свойства. Блеск жирный или каолинит матовый. Мягкий. Жирен на ощупь. Цвет белый, серовато-белый, желтоватый, реже розовый, красноватый, буроватый, синеватый. Черта белая. Землистый, плотный. С водой дает пластичную массу (отличие от боксита). Если подышать на него, издает запах глины.

Отличительные признаки. Для каолинита характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (каолинит мягкий), белый цвет, белая черта, землистое, плотное строение, землистый запах, образование пластичной массы при смачивании водой и то, что каолинит жирен на ощупь.

Разновидность. **Твердый каолин (каменный мозг, галлуазит, миэлин)** — плотный, более твердый, чем обычный каолинит (твердость средняя).

Происхождение. Образуется каолинит в результате химического выветривания алюмосиликатов, особенно полевых шпатов.

Применение. Применяется каолинит в фарфоро-фаянсовой (вместе с полевым шпатом и кварцем), химической (как огнеупор), текстильной, бумажной, электроизоляционной и красочной промышленности, в строительном деле. Каолиновая вата используется в качестве теплоизоляционного материала в различных печах, газовых турбинах, топках, паровых котлах, камерах сжигания, трубопроводах перегретого пара. Из нее делают уплотняющие электроизоляционные прокладки и фильтры для горячих и химически агрессивных газов и жидкостей.

Месторождения. Крупные месторождения каолинита находятся в СССР (Киевская, Винницкая, Житомирская области). Кроме того, он встречается на Урале (Кыштымское, Еленинское и др.), в Восточной Сибири (Балейское), в Казахстане (Алексеевское), в Узбекистане (Ангренское), в Западной Сибири (Туганское), на Дальнем Востоке (Чалганское) и других местах.

Крупнейшие месторождения каолинита находятся в Китае. Можно также упомянуть месторождения Англии (Корнуэлл) и Чехословакии (около Карловых Вар).

УГЛЕВОДОРОДНЫЕ (ОРГАНИЧЕСКИЕ) СОЕДИНЕНИЯ

Янтарь (сукцинит) — $C_{10}H_{16}O_4$.

Физические свойства. Блеск стеклянный или янтарь матовый. Твердость средняя или мягкий. Цвет медово-желтый, восково-желтый, винно-желтый, вишнево-красный, бурый, красно-бурый, темно-коричневый, белый, голубой, зеленый, серый, черный. Янтарь имеет до трехсот оттенков. Цвет янтара зависит от количественного соотношения углерода, водорода и кислорода — компонентов, входящих в его состав, и от того, как рассеивается свет. Янтарь бывает прозрачный, облачный, дымчатый, костяной, пенистый (непрозрачный). Обычно с поверхности покрыт коркой выветривания. Черта белая. Спайность отсутствует. Излом раковистый. Округлые куски, неправильной формы капли, округлые лепешки, напоминающие застывшую смолу, натечные формы. У некоторых разновидностей наблюдаются включения насекомых. Аморфный. Плавится в пламени свечи (температура плавления $250-300^{\circ}C$). При трении электризуется. Он легче морской воды, поэтому всплывает на ее поверхность.

Отличительные признаки. Для янтара характерны неметаллический блеск, небольшая твердость (не оставляет царапины на стекле), белая черта, отсутствие спайности, легкоплавкость и то, что загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

Химические свойства. Загорается от спички и горит, распространяя приятный гвоздичный запах. Дым черный. Растворяется в сероуглероде и бензоле.

Разновидности. 1. **Геданит** — восково-желтый. 2. **Глессит** — бурый, непрозрачный. 3. **Стантиенит** — черный, очень хрупкий. 4. **Боккерит** — темный, непрозрачный, упругий.

Происхождение. Янтарь — окаменевшая смола древних хвойных деревьев.

Местонахождение. Встречается среди осадочных пород.

Применение. Основное применение янтара — искрящегося «осколка солнца» — украшение. Из янтара изготавливают великолепные художественные изделия. Янтарь используется для поделок (бусы, ожерелья,

броши, колье, браслеты, кулоны, серьги, перстни, люстры, шкатулки, вазы, мундштуки, запонки). Янтарь также используется в фармацевтической, парфюмерной и химической промышленности. Из него получают янтарную кислоту, канифоль и прочные янтарные лаки, эмали, краски, фортепиано, отполированное янтарным лаком, десятилетиями не теряет своего первозданного блеска. Этот же лак делает абсолютно устойчивым против коррозии консервную жесть. Покрытое янтарной краской днище судна не обрастает моллюсками. Янтарная кислота действует как общеукрепляющее, поддерживающее средство на организм человека. Она замедляет процесс старения. Янтарная кислота обладает высокой эффективностью в обеспечении восстановительных физиологических процессов при патологии сердца, почек, нервной системы. Она нормализует мышцы при интенсивных физических нагрузках. Янтарные бусины, ожерелья, соприкасаясь с кожей, возбуждают статическое электричество. Этим, возможно, объясняется «лечебный эффект» ожерелий.

Янтарное масло используется в парфюмерной промышленности для получения красителей. Окисленное янтарное масло — исходный материал для получения прочных капроновых нитей. Янтарные краски и лаки не боятся кислот, обладают высокой ударостойкостью. Из янтаря получают медикаменты, составные части янтаря входят в состав зубной пасты, мыла. Некоторые его производные повышают рост, засухоустойчивость и урожайность сельскохозяйственных растений. Янтарь издавна сжигали для благовонных курений в храмах и церквях. Эфиопы и египтяне применяли янтарь при бальзамировании.

Янтарь используется в лазерной технике в качестве прозрачного диэлектрика с достаточной оптической прочностью. Благодаря химической инертности янтарь используется для изготовления посуды для активных кислот, медицинских препаратов. Высокие диэлектрические свойства сделали его незаменимым материалом в радиотехнике, электронике, приборостроении.

Месторождения. Янтарным берегом России называют Калининградскую область. Месторождение, находящееся у прибрежного поселка Янтарный, содержит почти три четверти мировых запасов солнечного камня.

Здесь была найдена золотистая глыба янтаря массой 4 кг 280 г. Второе месторождение янтаря Калининградской области — Покровская бухта. Страдой янтаря также являются Литва (Клайпеда, Паланга) и Латвия (Елгава, Лиепая).

За рубежом янтарь имеется в Польше, ГДР, ФРГ, Дании и Швеции.

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

При определении горных пород по внешним признакам необходимо обращать внимание в первую очередь на их строение.

Можно наблюдать у горных пород следующие типы строения (структуры):

1. Строение зернистое. Минералы, слагающие породу, представлены зернами, ясно различимыми без помощи лупы. Пример: гранит.

По крупности зерна различают: крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые, тонкозернистые породы.

Зернистые породы могут иметь равномернозернистое или неравномернозернистое строение, когда на сплошном зернистом фоне встречаются относительно крупные зерна отдельных минералов. Примером пород равномернозернистого строения может служить гранит. Примером неравномернозернистых пород является гранит-рапакиви.

2. Строение порфировое. На плотном фоне разбросаны вкрапления более или менее крупных зерен отдельных минералов (порфировые выделения). Пример: порфирит.

При определении минералогического состава пород, имеющих порфировое строение, уделяется внимание исключительно вкраплениям. Минералогический состав основной массы без микроскопа не поддается определению.

3. Строение обломочное. Обломки различной величины, формы, цвета сцементированы плотной массой. Примеры: конгломерат, брекчия, песчаник.

4. Строение оолитовое. В плотной массе встречаются более или менее округлой формы шарики. Оолиты имеют тот же минералогический состав, что и основная масса, и тот же цвет, но несколько темнее. Размеры оолитов небольшие. Пример: оолитовый известняк.

5. Строение плотное — зерна неразличимы невооруженным глазом. Пример: яшма.

6. Строение землистое. Порода внешним видом напоминает рыхлую почву. Легко растираются между пальцами. Примеры: глина, мел.

7. Строение пористое. Ясно выражены поры. Породы легкие. Пример: пемза.

8. Строение зернисто-сланцеватое. Чередуются полосы зернистого и сланцеватого сложения. Пример: гнейс.

9. Строение сланцеватое. Сланцеватость — способность горных пород при ударе раскалываться на плитки. Пример: глинистый сланец.

10. Порода состоит из растительных остатков. Пример: торф.

11. Порода состоит из раковин морских животных. Пример: известняк-ракушечник.

12. Несцементированные обломки. Обломки различной величины, формы, цвета находятся в несцементированном, сыпучем виде. Примеры: галечник, гравий, песок.

После того как установлено строение породы, необходимо обратить внимание на ее твердость.

Твердость горных пород обусловлена твердостью минералов, входящих в состав пород. Так, например, глина мягкая, мрамор, состоящий из кальцита, имеет среднюю твердость, кварцит, в состав которого входит кварц, — твердый и т. д. По этому признаку они делятся на две группы: оставляющие царапину на стекле и не царапающие стекло.

Затем обращается внимание на минералогический состав горных пород.

Для каждой группы пород характерна определенная группа основных минералов, присутствие которых в данной породе является обязательным. Отсутствие хотя бы одного из основных минералов приводит к изменению названия породы.

Кроме основных минералов, определяющих название данной породы, встречаются второстепенные минералы, которые могут присутствовать, могут отсутствовать, несколько не меняя названия породы. Так, например, основными минералами в граните являются кварц, полевые шпаты, слюды, второстепенными — роговая обманка.

Затем обращается внимание на окраску породы.

Окраска горных пород обусловлена цветом минералов, входящих в состав пород. Таким образом, окраска пород в известной мере указывает и на минералогический состав этих образований. Различают породы, имеющие светлую окраску, и породы темной окраски. К светлым окраскам относятся: белая, светло-серая, желтоватая, розовая, красноватая. Темные окраски: серая, темно-серая, зеленовато-серая, темно-зеленая, черная.

Породы отличаются также по плотности.

При определении горных пород по внешним признакам плотность с большой точностью не определяется, поэтому достаточно при этом деления пород на три группы: 1) легкие породы, например пемза; 2) породы среднего веса, например гранит; 3) тяжелые породы, например базальт.

Определение горных пород следует начинать с «Ключа к определителю горных пород». Подробное описание горных пород дано в описательной части.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ ГОРНЫХ ПОРОД

Стр.

I. Строение зернистое

Образец оставляет царапину на стекле:

Состав неоднородный 164

Состав однородный 166

Не царапает стекло —

II. Строение порфировое (в плотной массе породы разбросаны зерна отдельных минералов; порода оставляет царапину на стекле) 167

III. Строение обломочное (порода состоит из сцементированных обломков; состав разнородный) 168

IV. Строение оолитовое (порода состоит из мелких сцементированных шариков; состав однородный) —

V. Строение плотное

Образец оставляет царапину на стекле . . . 168

Не царапает стекло 168

Горит —

Не горит 169

VI. Строение землистое (порода легко растирается между пальцами) 169

VII. Строение пористое, ноздреватое, ячеистое (порода легкая) 170

| | |
|--|-----|
| VIII. Строение зернисто-сланцеватое (чередование зернистого и сланцеватого сложения) | — |
| IX. Строение сланцеватое (состав однородный; легко колетса на плитки) | 171 |
| X. Порода состоит из растительных остатков | — |
| XI. Порода состоит из раковин морских животных | — |
| XII. Несцементированные (нескрепленные) обломки | 172 |

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГОРНЫХ ПОРОД

I. Строение зернистое

Образец оставляет царапину на стекле

Состав неоднородный

Гранит. Состоит из полевого шпата (зерна красного, желтого, белого цвета, поверхности раскола ровные, гладкие), кварца (стекловидные зерна белого, серого, дымчатого, черного цвета, поверхности излома неровные), слюды (белая, черная, поверхность сильно блестящая, кончиком перочинного ножа расщепляется на тонкие пластинки), иногда роговой обманки (удлиненные зерна темно-зеленого или черного цвета). Окраска породы светлая. В граните преобладают зерна полевого шпата, каждое третье или четвертое зерно является кварцем.

Пегматит. Минералогический состав такой же, как у гранита. Отличается по строению: у пегматита крупнозернистое или пегматитовое (напоминающее по форме древние письма). Окраска у породы светлая.

Сиенит. Кварца нет или очень мало. Основной минерал — полевой шпат. Присутствуют в небольшом количестве роговая обманка, авгит, иногда черная слюда (биотит). Темноцветных минералов содержит мало (не больше 15%). Окраска светлая: розовая, красная, светло-серая, белая. Структура среднезернистая, мелкозернистая. Очень напоминает гранит, от которого отличается отсутствием кварца.

Нефелиновый сиенит. Кварца нет, основные минералы — полевой шпат и нефелин. Могут присутствовать в небольшом количестве роговая обманка, пироксены (темно-зеленого или черного цвета); иногда встречается

черная слюда — биотит. Темноцветных минералов не больше одной трети по объему. Нефелин представлен зернами красновато-бурого, кирпично-красного или серого цвета, имеющими жирный блеск; иногда нефелин матовый благодаря выветриванию. Излом во всех направлениях неровный. Напоминает кварц. В отличие от кварца порошок нефелина легко разлагается соляной и серной кислотами и выделяет студневидный кремнезем. Нефелин часто дает на поверхности излома квадратные, прямоугольные и гексагональные сечения (зерна кварца имеют неправильную форму). На выветрелых поверхностях породы зерна нефелина углублены. Окраска светлая: зеленоватая, сероватая. Структура крупнозернистая.

Диорит. Кварца нет или очень мало. Основной минерал — полевой шпат. Присутствуют роговая обманка, авгит, иногда черная слюда (биотит). Темноцветных минералов содержит больше, чем сиенит. Светлые составные части преобладают над темноцветными (темноцветных минералов около 25% по объему). Полевой шпат обычно сероватый, белый, с гладкой блестящей поверхностью излома или матовый. Роговая обманка и авгит представлены вытянутыми зернами темно-зеленого или черного цвета. Черная слюда имеет сильно блестящую поверхность и кончиком перочинного ножа легко расщепляется на пластинки. Окраска диорита серая, темно-серая, зеленовато-серая. Структура среднезернистая, мелкозернистая.

Габбро. Кварц отсутствует. Основные минералы — полевой шпат и пироксен, иногда роговая обманка, редко черная слюда (биотит). Темноцветных составных частей около 50%. Нередко содержит магнитный железняк (магнетит). Полевой шпат представлен сероватыми, зеленоватыми, буроватыми зернами, имеющими ровную матовую или блестящую поверхность излома и таблитчатую или неправильную форму. Нередко на гладкой поверхности излома наблюдается тонкая штриховка и синий отлив. Пироксен представлен таблитчатыми зернами гиперстена черного цвета или черными удлиненными зернами авгита, роговая обманка — удлиненными зернами черного цвета. Магнитный железняк черного цвета, обладает магнитностью. Окраска габбро темно-зеленая, черная. Структура крупнозернистая, среднезернистая. Тяжелое.

Перидотит. Кварц и полевые шпаты отсутствуют. Присутствуют оливин и пироксен. Оливин представлен желтовато-зелеными зернами с неровной поверхностью излома, пироксен — таблитчатыми зернами черного цвета с ровной поверхностью излома. Довольно часто оливин переходит в серпентин. Нередко присутствуют черные зерна хромистого железняка (порошок бурый). Зерна оливина, в отличие от авгита, имеют округлую форму (у авгита — удлиненную, призматическую). У оливина отсутствует спайность, у авгита — совершенная спайность по длине кристалла. Окраска темно-зеленая, темно-бурая, черная, желто-зеленая. Структура среднезернистая, мелкозернистая. Тяжелый.

В ультраосновных магматических породах (перидотит, дунит, пироксенит) нет светлых минералов.

Состав однородный

Базальт. Цвет черный, темно-серый, выветрелый базальт ржаво-бурого цвета. Тусклый. Шероховатый на ощупь. Излом неровный. Структура тонкозернистая. Тяжелый.

Диабаз. Цвет темно-зеленый. Излом неровный. Структура тонкозернистая. Тяжелый.

Пироксенит. Состоит из пироксена. Цвет черный. Поверхности зерен гладкие. Структура крупнозернистая, среднезернистая. Тяжелый.

Дунит. Состоит из оливина. Цвет светлый желтовато-зеленый, темно-зеленый до черного; при выветривании покрывается коркой коричневого цвета. Поверхности зерен неровные. Разрушаясь, переходит в серпентин. Порошок разлагается соляной и серной кислотами и выделяет студневидный кремнезем. Структура среднезернистая, мелкозернистая. Тяжелый.

Кварцит. Состоит из кварца. Цвет различный. Крепкий, звонкий. Поверхности зерен неровные. Структура мелкозернистая, тонкозернистая.

Песчаник — сцементированный песок. Грубый на ощупь. Цвет различный. В отличие от кварцита имеет меньшую прочность.

Не царапает стекло

Мрамор. Состоит из кальцита. Цвет различный. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

II. Строение порфировое

(В плотной массе породы разбросаны зерна отдельных минералов; порода оставляет царапину на стекле)

Липарит, или риолит. Плотная порода с вкраплениями зерен кварца (сероватые, черные, стекловидные зерна, неправильных очертаний, с неровной поверхностью излома), полевых шпатов (светлоокрашенные, большей частью блестящие зерна с ровной поверхностью, правильных очертаний). Окраска породы светлая: белая, светло-серая, желтоватая, красноватая.

Кварцевый порфир. Плотная порода с вкраплениями зерен кварца (сероватые, черные, стекловидные зерна неправильных очертаний), полевых шпатов (красные, желтые, белые зерна, правильных очертаний, большей частью тусклые). Окрашен кварцевый порфир в бурые, красные, желтые, зеленоватые, сероватые, темно-серые и серые тона.

Трахит. Ноздреватая порода с вкраплениями зерен полевых шпатов (белые, гладкие, блестящие зерна). Вкраплений темноцветных минералов (черная слюда, роговая обманка, пироксен) очень мало. Окраска породы красноватая, буроватая, желтоватая, сероватая, белая. Грубый на ощупь.

Порфир, бескварцевый порфир или ортофир. Плотная порода с вкраплениями зерен полевых шпатов, большей частью тусклых. Окраска породы красноватая, желтоватая, буроватая.

Андезит. Порода с вкраплениями зерен полевых шпатов (блестящие зерна белого цвета, правильных очертаний), а также зерен роговой обманки, пироксена (удлиненные и таблитчатые зерна темно-зеленого или черного цвета), черной слюды (чешуйки с блестящими поверхностями, легко расщепляющиеся на пластинки кончиком перочинного ножа). Окраска породы темно-серая, черная.

Порфирит. Плотная порода с вкраплениями зерен полевых шпатов (большой частью тусклые, удлиненные или изометричные зерна белого, желтоватого или зеленоватого цвета). Окраска породы темно-зеленая, темно-серая.

III. Строение обломочное

(Порода состоит из сцементированных обломков;
состав разнородный)

Брекчия. Крупные остроугольные обломки (щебень, дресва) сцементированы в сплошную массу.

Цементирующими веществами могут служить: известняк (вскипает при действии разбавленной соляной кислоты), гипс (ноготь оставляет царипину), глина (если подышать на породу, издает землистый запах, сравнительно легко размокает в воде), кварц, халцедон, опал (не царапается ножом), водные окислы железа (придают породе ржаво-бурую, охряно-желтую окраску и порода становится более тяжелой), битумы (порода имеет черную или темно-бурую окраску, при нагревании выделяет запах нефти).

Конгломерат. Крупные окатанные обломки (галечки, гравий) сцементированы в сплошную массу. Цементирующие вещества те же, что и у брекчии.

Песчаник — сцементированный песок. Грубый на ощупь. Окраска различная.

Глауконитовый песчаник — сцементированный песок. Содержит минерал глауконит, поэтому имеет зеленую окраску.

IV. Строение оолитовое

(Порода состоит из мелких сцементированных шариков;
состав однородный)

Оолитовый известняк. Цвет белый. Состоит из сцементированных мелких шариков. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

V. Строение плотное

Образец оставляет царапину на стекле

Яшма. Окраска многоцветная. Излом неровный. Края обломков острые. Часто наблюдаются прожилки.

Обсидиан, или вулканическое стекло. Стекловидный. Излом раковистый. Цвет серый, черный, бурый.

Не царапает стекло

Горит

Бурый уголь. Цвет бурый, черный. Порошок бурый.

Каменный уголь. Цвет темно-коричневый, черный. Порошок темно-бурый.

Антрацит. Цвет черный. Блестящий. Порошок черный.

Не горит

Известняк. Цвет белый, желтоватый, сероватый, битуминозный известняк — темно-бурый, черный. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Битуминозный известняк при ударе и нагревании издает запах нефти.

Мергель, или рухляк — глина, содержащая известняк. Цвет белый, серый, желтоватый, буроватый, красноватый, зеленоватый, черный, пестрый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. После реакции на поверхности мергеля остается грязно-серое или белесое пятно (результат скопления глинистых частиц). Если подышать на мергель, чувствуется запах глины.

Аргиллит — уплотненная глина. Цвет различный. Если подышать на него, издает землистый запах. Излом неровный.

VI. Строение землистое

(Порода легко растирается между пальцами)

Мел. Цвет белый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Диатомит и трепел. Цвет серый, желтоватый. Мелоподобный или напоминает муку. Легкий, жадно впитывает влагу (прилипает к языку или к влажному пальцу).

Мергель, или рухляк — глина, содержащая известняк. Цвет белый, желтоватый, буроватый, красноватый, зеленоватый, черный, пестрый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. После реакции на поверхности мергеля остается грязно-серое или белесое пятно (результат скопления глинистых частиц).

Глина. Цвет различный. Если подышать на нее, издает землистый запах. С водой дает пластичную массу, разбухает, при высыхании твердеет. Глина липнет к влажному пальцу. Глина во влажном состоянии скатывается в валик, который при свертывании его в калачик не разрывается и не растрескивается.

Гидрослюдистая глина в стакане с водой размокает, но не разбухает (не увеличивается в объеме), каолиновая — не размокает, а набухает, монтмориллонитовая — набухает и рассыпается в порошок.

Суглинок — глина, содержащая песок. Цвет светло-бурый, желтый. Легко растирается между пальцами (при этом чувствуются песчинки). С водой дает пластичную массу. При отмучивании в воде оседают песчаные, а затем глинистые частицы. Суглинок во влажном состоянии скатывается в валик, который при свертывании его в калачик растрескивается.

Лёсс. Цвет светло-бурый, светло-желтый. Легко растирается между пальцами в пылеватую массу. Вскипает при действии соляной кислоты. Имеет землистый запах. Легко режется ножом. С водой дает малопластичную массу, рассыпается, не разбухает.

VII. Строение пористое, ноздреватое, ячеистое (Порода легкая)

Известковый туф. Цвет белый, сероватый, желтоватый, бурый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Кремнистый туф, или гейзерит. Цвет белый, сероватый, желтый, бурый, красный, пестрый. Напоминает известковый туф. Не реагирует с соляной кислотой. Оставляет царапину на стекле.

Пемза. Очень легкая (плавает на воде). Цвет сероватый, белый, желтоватый, черный. Шершавая, пенястая. Порода однородная (отличие от вулканического туфа).

Вулканический туф. На фоне массы, имеющей пористое строение, разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Окраска различная. Порода неоднородная (отличие от пемзы).

VIII. Строение зернисто-сланцеватое (Чередование полос зернистого и сланцеватого сложения)

Гнейс. Минералогический состав и окраска такие же, как у гранита.

Магнетитовый сланец. Магнитный железняк (черный, магнитный) скреплен кварцем (белый).

Железистый кварцит. Красный железняк (вишнево-красный) скреплен кварцем (белый, царапает стекло).

Слюдяной сланец. Белая или черная слюда скреплены кварцем (белый, царапает стекло). Кончиком перочинного ножа легко отделяются пластинки слюды.

Хлоритовый сланец. Чередуются слои, состоящие из хлорита (зеленый) и кальцита (белый, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты).

IX. Строение сланцеватое

(Состав однородный; легко колетса на плитки)

Горючий сланец. Легко распадается на плитки. Горит. Легкий.

Глинистый сланец. Легко распадается на плитки. Если подышать на него, издает землистый запах. Тусклый (отличие от филлита).

Филлит. Легко распадается на плитки. Цвет серый, зеленоватый, красноватый, бурый, черный. Поверхности сланцеватости блестящие благодаря наличию тонких чешуек минерала серицита и имеют шелковистый блеск (отличие от глинистого сланца).

Слюдяной сланец. Состоит из белой или черной слюды. Легко расщепляется кончиком перочинного ножа на тонкие упруго-гибкие пластинки.

Тальковый сланец. Жирен на ощупь. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый, желтоватый.

Известковый сланец. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Хлоритовый сланец. Цвет зеленый.

X. Порода состоит из растительных остатков

Торф. Цвет бурый, желтый. Состоит из измененных растительных остатков. Очень легкий. В сухом состоянии загорается от спички.

XI. Порода состоит из раковин морских животных

Известняк-ракушечник. Скопление ракушек. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Фузулиновый известняк. Скопление мельчайших остатков фузулин, имеющих продолговатую форму и напоминающих своим внешним видом и размерами зерна ржи. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Цвет белый, желтоватый, черный.

Нуммулитовый известняк. Скопление скелетных остатков нуммулитов, имеющих округлую форму (напоминает монету). Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Цвет белый, желтоватый, розовый.

Коралловый известняк. Известковые рифовые постройки кораллов (сетчатые, решетчатые, волокнистые и другие структуры). Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Цвет белый, сероватый, желтоватый, розовый.

XII. Несцементированные (нескрепленные) обломки

Глыба. Остроугольные обломки различного состава и цвета размером больше кулака.

Валун. Окатанные обломки различного состава и цвета размером больше кулака.

Щебень. Остроугольные обломки различного состава и цвета размером от лесного ореха до кулака.

Галечник. Окатанные обломки различного состава и цвета размером от лесного ореха до кулака.

Дресва. Остроугольные обломки различного состава и цвета размером от горошины до лесного ореха.

Гравий. Окатанные обломки различного состава и цвета размером от горошины до лесного ореха.

Песок. Обломки различного состава и цвета размером меньше пшена и от размеров пшена до горошины.

Пыль. Очень мелкие частицы различного состава и цвета.

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ПЕТРОГРАФИЯ

Петрография — наука, изучающая горные породы. Она имеет большое теоретическое и практическое значение и необходима для изучения земной коры в целом и для правильного понимания геологии отдельных районов.

Многие горные породы применяются человеком в его хозяйственной деятельности, т. е. представляют собой полезные ископаемые. В других случаях человек использует часть слагающих породу минералов.

Для успешных поисков месторождений ископаемых богатств и правильного их использования необходимо

знать как сами горные породы, так и те минералы, которые встречаются среди них.

ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Горными породами называются агрегаты минералов более или менее постоянного состава, образующие самостоятельные геологические тела, слагающие земную кору.

Горные породы делятся на сложные и простые. Первые состоят из нескольких минералов, как, например, гранит (из кварца, полевого шпата и слюды). Вторые образуются в результате скопления одного минерала, например мрамор (из кальцита).

Горные породы по происхождению делятся на магматические (изверженные), осадочные и метаморфические.

Глубинные и излившиеся магматические породы называются первичными, или материнскими. Осадочные и метаморфические породы являются вторичными.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Магматические горные породы образовались путем охлаждения и затвердевания магмы в толще земной коры или путем охлаждения и затвердевания лавы, излившейся на поверхности Земли при вулканических извержениях.

КЛАССИФИКАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Классифицируются магматические горные породы по различным признакам: по условиям образования, химическому и минералогическому составу и т. д. (табл. 1).

Классификация по условиям образования

По условиям образования породы делятся на глубинные, или интрузивные, и излившиеся, или эффузивные.

У каждой глубинной магматической породы имеются излившиеся аналоги, тождественные по химическому и минералогическому составу и отличающиеся лишь условиями образования и в соответствии с этим — строением.

| Степень кислотности (кремнекислота в %) | Характерные минералы | Окраска | Плотность | Глубинные породы (строение зернистое) |
|---|--|---------|-----------|---------------------------------------|
| Кислые породы 70—65 | Много полевого шпата (ортоклаз, микроклин) и кварца. Темноцветных минералов (роговая обманка, черная слюда) очень мало (5—10%) | Светлая | Легкий | Гранит |
| Средние породы 65—52 | Кварц отсутствует или его очень мало. Основной минерал — полевой шпат (ортоклаз, микроклин). Темноцветных минералов мало (15%) | Светлая | Легкий | Сиенит |
| Основные породы 52—40 | Кварц отсутствует. Основной минерал — полевой шпат. Присутствует нефелин. Темноцветных минералов мало (15%). | Светлая | Легкий | Нефелиновый сиенит |
| | Кварц отсутствует или его очень мало. Основной минерал — полевой шпат (плагиоклаз). Темноцветных минералов (авгит, черная слюда) становится больше (25%) | Темная | Легкий | Диорит |
| | Кварц отсутствует. Основные минералы — полевой шпат (плагиоклаз), пироксен. Темноцветных минералов 35—40%. | Темная | Тяжелый | Габбро |
| Ультраосновные породы 40—35 | Состоит из одного минерала — лабрадора (плагиоклаза) | Темная | Тяжелый | Лабрадорит |
| | Кварц отсутствует. Полевой шпат отсутствует. Основные минералы — оливин, пироксен. | Темная | Тяжелый | Перидотит |
| | В основном состоит из оливина | Темная | Тяжелый | Дунит |

| Излившиеся породы (строение порфировое) | | Вулканические породы непостоянного состава | | Обломочно-вулканические породы | |
|--|--|--|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| неизмененные (полевые шпаты большой частью блестящие) | измененные (полевые шпаты большой частью тусклые) | вулканические породы пористого строения | вулканические породы плотного строения | рыхлые | сцементированные и уплотненные |
| Липарит (риолит) | Кварцевый порфир | Пемза | Обсидиан (вулканическое стекло) | Пепел | |
| Трахит | Порфир (ортофир) | | | Вулканический песок | Вулканический туф |
| Андезит | Порфирит | | | Вулканический щебень | |
| | | | | Вулканическая бомба | Яшма* |
| Базальт | Диабаз | | | | |

| Степень кислотности (кремнекислота в %) | Характерные минералы | Окраска | Плотность | Глубинные породы (строение зернистое) |
|---|---|---------|-----------|---------------------------------------|
| | В основном состоит из минералов группы пироксена. Брекчиевидная порода, состоящая из оливина, пироксена, флогопита, граната и других минералов | Темная | Тяжелый | Пироксенит Кимберлит |

* О происхождении яшмы имеются разные мнения. Одни считают мичское происхождение, третьи связывают ее образование с подводным

Как глубинные, так и излившиеся магматические породы могут возникнуть из магмы одного и того же химического состава в процессе ее охлаждения. Если магма внедряется в толщу земной коры, она в последующем медленно охлаждается, что способствует хорошей кристаллизации; при этом возникают глубинные магматические породы зернистого строения. Если магма выливается на поверхность Земли, она относительно быстро охлаждается и приобретает большей частью порфировое строение: из нее образуются излившиеся, вулканические аналоги глубинных пород. Излившиеся, или вулканические, или поверхностные магматические породы образуются на поверхности Земли и близко от нее.

Излившиеся магматические горные породы в свою очередь делятся на молодые (неизмененные, кайнотипные) и древние (измененные, палеотипные). Древние вулканические породы отличаются от молодых по возрасту, следовательно, они в большей степени изменены, разрушены.

| Излившиеся породы (строение порфировое) | | Вулканические породы непостоянного состава | | Обломочно-вулканические породы | |
|--|--|--|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| неизмененные (полевые шпаты большой частью блестящие) | измененные (полевые шпаты большой частью тусклые) | Вулканические породы пористого строения | Вулканические породы плотного строения | Рыхлые | Сцементированные и уплотненные |
| | | | | | |

ее химической осадочной породой, другие признают биохимическим вулканизмом.

Химическая классификация

Химическая классификация магматических пород основывается на содержании в них кремнекислоты (SiO_2). Кислые породы богаты SiO_2 , основные — основаниями (Ca, Mg, Fe и др.). По этому признаку выделяются следующие четыре группы:

1. Кислые породы, содержащие 70—65% кремнекислоты.
2. Средние породы, содержащие 65—52% кремнекислоты.
3. Основные породы, содержащие 52—40% кремнекислоты.
4. Ультраосновные породы, содержащие 40—35% кремнекислоты.

Кислые магматические породы содержат до 30% кварца. Средние магматические породы содержат от 0 до 20% кварца. Основные и ультраосновные магматические породы не содержат кварца.

К кислым относятся гранит, липарит и кварцевый порфир. Они характеризуются относительно большим содержанием кварца и преобладанием ортоклаза и мик-

роклина над плагиоклазом. К средним — сиенит, трахит, порфир, нефелиновый сиенит, диорит, андезит и порфирит. Они мало содержат кварца, больше — темноцветных минералов. В диорите, андезите, порфирите полевые шпаты представлены плагиоклазом, в сиените, трахите, порфире и нефелиновом сиените — ортоклазом и микроклином. В диорите больше содержится роговой обманки, чем в сиените и нефелиновом сиените. К основным относятся габбро, базальт, диабаз, лабрадорит. Они не содержат кварца и калиевого полевого шпата (полевой шпат представлен плагиоклазом), имеют еще более темную окраску. Темноцветный минерал представлен пироксеном. Основным минерал — оливин. К ультраосновным породам относятся перидотит, дунит и пироксенит. Они характеризуются отсутствием кварца, полевого шпата. Перидотит состоит в основном из оливина и пироксена. Разновидность — кимберлит, содержит алмаз. Дунит состоит в основном из оливина, пироксенит — из пироксена.

Изучение магматических пород показало, что они состоят в основном из силикатов. На долю других химических соединений падает всего лишь 1%. Из силикатов полевые шпаты в магматических породах составляют 60%, кварц — 12%, амфиболы и пироксены — 17%, слюды — 4% и прочие силикаты — 6%.

Изменение химического состава магматических пород в направлении от кислых к ультраосновным вызывает изменение и минералогического состава последних: светлоцветные минералы (кварц, а затем полевые шпаты) замещаются темноцветными (роговая обманка, пироксены).

Особенно хорошо эта закономерность выражена у глубинных разностей изверженных пород, хотя наблюдается и у излившихся. Поэтому такие магматические породы, как граниты, сиениты, нефелиновые сиениты и их излившиеся аналоги, имеют светлую окраску, диориты и их излившиеся разности — более темную окраску, а габбро и его излившиеся аналоги, лабрадорит, перидотит, дунит и пироксенит — еще более темную окраску.

Плотность магматических пород также меняется, возрастая в направлении от кислых к ультраосновным, породы становятся более тяжелыми.

Минералогическая классификация

При минералогической классификации изверженные породы делят на группы, исходя из их минералогического состава.

Различают прежде всего породы, содержащие кварц, и бескварцевые, полевошпатовые, полевошпатово-нефелиновые и бесполевошпатовые. Если полевые шпаты присутствуют в породе, то для ее определения учитывается, какими разностями они представлены — щелочными полевыми шпатами (ортоклаз, микроклин) или щелочно-известковыми разностями (плагиоклазы).

По отношению суммы щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ к Al_2O_3) магматические породы делятся на нормальные ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 < 1$) и щелочные ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 > 1$). К щелочным относятся сиенит, трахит и нефелиновый сиенит, к нормальным — все остальные магматические породы. Щелочные породы составляют лишь 0,1% общего количества глубинных и вулканических горных пород. Самым «щелочным» континентом является Европа (0,89%). В Австралии щелочные породы отсутствуют.

СТРОЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Строение глубинных магматических пород

Все глубинные магматические породы имеют зернистое строение, в отличие от излившихся магматических пород. Этому способствуют медленное охлаждение и в силу этого хорошая кристаллизация магмы в условиях относительно высокой температуры и высокого давления. Примером глубинных магматических пород может служить гранит.

По размеру минеральных зерен различают магматические породы: 1. Гигантозернистые — размеры минеральных зерен более 1 см. 2. Крупнозернистые — от 1 до 0,3 см. 3. Среднезернистые — от 0,3 до 0,1 см. 4. Мелкозернистые — от 0,1 до 0,05 см. 5. Тонкозернистые (скрытокристаллические) — менее 0,05 см.

Магматические породы могут быть равномернозернистыми и неравномернозернистыми.

Строение излившихся магматических пород

Излившиеся магматические породы по строению резко отличаются от глубинных магматических пород.

У излившихся магматических пород наблюдаются следующие структуры: порфировая, плотная, стекловатая, пористая, обломочно-пористая.

Образование порфировой структуры объясняется тем, что еще когда магма находилась в глубинных условиях, начался процесс кристаллизации в результате охлаждения, но этот процесс был прерван новым проявлением тектонических сил, которые выдавили магму на поверхность Земли. Здесь, благодаря быстрому охлаждению, жидкая часть затвердевает, превращаясь в плотную, стекловатую массу и таким образом на фоне плотной массы наблюдаются ранее образовавшиеся кристаллы отдельных минералов. Примером таких пород может служить порфирит.

Плотное, стекловатое строение излившиеся магматические породы приобретают благодаря тому, что излившаяся на поверхность Земли лава попадает в условия низкой температуры и низкого давления, быстро охлаждается, не успевает закристаллизоваться и превращается в плотную, стекловатую массу. Примером таких образований может служить обсидиан (вулканическое стекло).

Пористая структура возникает в верхней части излившейся лавы, когда в процессе охлаждения последней в большом количестве выделяются газы, что и придает пористость верхней части этих лав. Пример: пемза.

Вулканические извержения нередко сопровождаются взрывами, что приводит к образованию обломочного материала. Этот обломочный материал в дальнейшем уплотняется, цементируется. Так возникают вулканические породы обломочно-пористого строения. Примером является вулканический туф.

ОПИСАНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Кислые породы

Глубинные (интрузивные) породы
Гранит.

Строение. Зернистое (равномернозернистое или неравномернозернистое), причем может быть крупнозернистое, среднезернистое, мелкозернистое, тонкозернистое.

Минералогический состав. В основном состоит из полевого шпата; часто встречается кварц; присутствуют в небольшом количестве слюды, реже роговая обманка. Темноцветных минералов (роговая обманка, биотит) содержит очень мало (около 5—10%).

В случае содержания биотита порода получает название биотитового гранита, содержания мусковита — мусковитового гранита, при содержании роговой обманки — роговообманкового гранита, если содержит роговую обманку и биотит — роговообманково-биотитового гранита и т. д.

Окраска. Светлая, обусловлена в основном цветом полевых шпатов: светло-серая, желтоватая, розовая, красноватая.

Плотность. 2,54—2,78 г/см³.

Отличительные признаки. Для гранита характерны зернистое строение, большая твердость (оставляет царапину на стекле), содержание полевого шпата и кварца, светлая окраска, небольшая плотность.

Гранит можно спутать с сиенитом и нефелиновым сиенитом. В отличие от гранита в сиените и нефелиновом сиените нет кварца; от нефелинового сиенита отличается отсутствием нефелина.

Разновидность. **Рапакиви** (гнилой камень) — крупнозернистый гранит с крупными зернами полевых шпатов. Структура неравномернозернистая (порфировидная).

Происхождение. Глубинная магматическая порода. Некоторые граниты образовались за счет перекристаллизации осадочных и других пород под воздействием высокой температуры, высокого давления и химически активных веществ (процесс гранитизации). Таким

образом, граниты могут иметь магматогенное происхождение и могут образовываться за счет гранитизации.

Формы залегания. Большей частью батолиты, штоки, лакколиты, реже дайки значительной мощности.

Формы отдельности. Плитняковая, матрацевидная.

Применение. Гранит широко используется как строительный и облицовочный материал. Из гранита изготовляют блоки, плиты, карнизы, бордюры. Из гранита изготовляют детали различных машин и агрегатов для целлюлозно-бумажной, пищевой (крахмально-паточной), станкостроительной, металлургической и фарфорово-фаянсовой промышленности, так как они, в отличие от металла, не поддаются воздействию солей и кислот, не боятся влаги. Из него изготовляют жернова и вальцы для мельниц. Гранитные плитки — материал для изготовления оснований точных приборов. Гранитный щебень используется для изготовления железобетонных изделий и конструкций, гранитные блоки — для декоративного оформления зданий.

Месторождения. Наиболее крупные месторождения гранитов находятся в Карельской АССР, на Урале, Кавказе, в Средней Азии и Сибири. Крупнейшим в Европе является недавно открытое Шкурлатское месторождение в Воронежской области (близ городка Павловска).

Излившиеся (эффузивные) аналоги гранита

Липарит (риолит).

Строение. Порфировое.

Минералогический состав. Минералогический состав липарита такой же, как у гранита. Липарит от гранита отличается по происхождению: гранит — глубинная магматическая порода, липарит — излившаяся вулканическая порода. Благодаря различному происхождению они имеют различное строение: гранит — зернистое, липарит — порфировое.

Липарит — плотная порода с мелкими вкраплениями зерен кварца (сероватые, черные, стекловидные зерна, неправильных очертаний, с неровной поверхностью излома), полевых шпатов (светлоокрашенные, большей ча-

стью блестящие зерна с ровной поверхностью, правильных очертаний).

Окраска. Светлая: белая, светло-серая, желтоватая, красноватая.

Плотность. 2,14—2,59 г/см³.

Отличительные признаки. Для липарита характерны порфиоровое строение, содержание блестящих зерен полевого шпата и зерен кварца, светлая окраска, небольшая плотность. Липарит больше всего похож на кварцевый порфир. По внешнему виду эти породы отличаются тем, что поверхность кристаллов полевых шпатов в липарите большей частью блестящая, а в кварцевом порфире— матовая.

Происхождение. Кайнотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки.

Применение. Липарит применяется в стекольной промышленности для изготовления стекла.

Месторождения. В СССР липариты имеются на Кавказе, в Закавказье, на Алтае, Дальнем Востоке, Урале и в Забайкалье.

Кварцевый порфир.

Строение. Порфиоровое.

Минералогический состав. Минералогический состав у кварцевого порфира такой же, как у гранита. От гранита отличается по строению и по условиям образования. От липарита отличается по степени разрушенности.

Кварцевый порфир— плотная порода с крупными вкраплениями зерен кварца (сероватые, черные, стекловидные зерна, неправильных очертаний), полевых шпатов (красные, желтые, белые зерна, правильных очертаний, большей частью тусклые).

Окраска. Окрашен в бурые, красные, желтые, зеленоватые, фиолетовые, сероватые, темно-серые и серые тона.

Отличительные признаки. Для кварцевого порфира характерны порфиоровое строение, содержание большей частью тусклых зерен полевого шпата и зерен кварца, небольшая плотность.

Происхождение. Палеотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Покровы, потоки.

Применение. Строительный материал.
Месторождения. В СССР известны на Южном Урале.

Средние породы

Глубинные (интрузивные) породы
Сиенит.

Строение. Среднезернистое, мелкозернистое.

Минералогический состав. Кварца нет или очень мало. Основной минерал — полевой шпат. Присутствуют в небольшом количестве роговая обманка, авгит, иногда черная слюда (биотит). Темноцветных минералов содержит мало (около 15%). Очень напоминает гранит, от которого отличается отсутствием кварца.

Окраска. Светлая: розовая, красная, светло-серая, белая.

Плотность. 2,57—2,79 г/см³.

Отличительные признаки. Для сиенита характерны зернистое строение, содержание в основном полевого шпата, отсутствие или содержание в небольшом количестве кварца, светлая окраска, небольшая плотность. Сиенит можно спутать с гранитом и нефелиновым сиенитом. Сиенит отличается от гранита отсутствием кварца, от нефелинового сиенита — отсутствием нефелина.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Форма залегания. Шток.

Применение имеет такое же, как гранит.

Месторождения. В Советском Союзе сиенитовые массивы распространены на Урале и в УССР. Крупное месторождение сиенита открыто вблизи оз. Иссык-Куль (Киргизия).

Излившиеся (эффузивные) аналоги
сиенита

Трахит.

Строение. Порфиоровое. Ноздреватый. Шероховатый на ощупь.

Минералогический состав. По минералогическому составу трахит не отличается от сиенита, отличается по структуре и по условиям образования.

Трахит — порода с мелкими вкраплениями зерен по-

левых шпатов (белые, гладкие, блестящие зерна). Вкраплений темноцветных минералов (черная слюда, роговая обманка, пироксен) очень мало.

Окраска. Светлая: красноватая, буроватая, желтоватая, сероватая, белая.

Плотность. 2,40—2,71 г/см³.

Отличительные признаки. Для трахита характерны порфириновое строение, ноздреватость, шероховатость, содержание в основном блестящих зерен полевого шпата, отсутствие или содержание в небольшом количестве зерен кварца, светлая окраска, небольшая плотность. Трахит внешне очень напоминает порфир, отличается лишь блестящей поверхностью зерен полевого шпата (в порфире они матовые).

Происхождение. Кайнотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки, покровы.

Применение. Трахит — строительный и кислотоупорный материал; используется также для изготовления жерновов и в стекольной промышленности для получения стекла.

Месторождения. Трахиты встречаются на вулканических островах, удаленных от континента (Азорские, Вознесения, Святой Елены, Гавайские).

Порфир (ортофир). Иногда называют бескварцевым порфиром, обращая внимание на вторую отличительную особенность — на отсутствие кварца.

Строение. Порфириновое.

Минералогический состав. Порфир отличается от сиенита строением и условиями образования, от трахита — по степени разрушенности. Порфир — плотная порода с вкраплениями зерен полевых шпатов, большей частью тусклых.

Окраска. Светлая: красноватая, желтоватая, буроватая. Порфир матовый.

Отличительные признаки. Для порфира характерны порфириновое строение, содержание в основном тусклых зерен полевого шпата, отсутствие или содержание в небольшом количестве зерен кварца, светлая окраска, небольшая плотность.

Разновидность. Альбитофир — полевой шпат в порфириновых выделениях представлен альбитом.

Происхождение. Палеотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки, покровы.

Применение. Порфир — декоративный облицовочный камень, он используется для изготовления художественных изделий и сувениров.

Месторождения. В СССР порфиры имеются на Урале, Кавказе, в Крыму, на Алтае и в Казахстане.

Глубинные (интрузивные) породы

Нефелиновый сиенит.

Строение. Крупнозернистое.

Минералогический состав. Кварца нет. Основные минералы — полевой шпат и нефелин. Могут присутствовать в небольшом количестве роговая обманка, пироксены; иногда встречается черная слюда (биотит). Темноцветных минералов не больше одной трети по объему.

Окраска. Светлая: зеленоватая, сероватая.

Плотность. 2,53—2,83 г/см³.

Отличительные признаки. Для нефелинового сиенита характерны зернистое строение, содержание полевого шпата и нефелина, светлая окраска, небольшая плотность. Нефелиновый сиенит можно спутать с сиенитом и гранитом. Отличается нефелиновый сиенит от сиенита содержанием нефелина, от гранита — отсутствием кварца.

Разновидности. Некоторые нефелиновые сиениты получили местные названия, например, **миаскит, хибинит, мариуполит.**

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Формы залегания. Штоки, лакколиты.

Применение. Нефелиновый сиенит используется в качестве алюминиевой руды, для получения соды, цемента, поташа, а также в производстве хрусталя.

Месторождения. Массивы нефелиновых сиенитов встречаются в СССР на Южном Урале, на Кольском п-ове (Хибины), в УССР и ТаджССР, АрмССР и на Дальнем Востоке.

Диорит.

Строение. Среднезернистое, мелкозернистое.

Минералогический состав. Кварца нет или очень мало. Основной минерал — полевой шпат (две трети плагиоклаза, одна треть ортоклаза, микроклина). Присутствуют роговая обманка, авгит, иногда черная слюда (биотит). Темноцветных минералов (роговая обманка, авгит, биотит) содержит больше, чем сиенит. Светлые составные части преобладают над темноцветными (темноцветных минералов около 25% по объему).

Окраска. Темная: серая, темно-серая, зеленовато-серая.

Плотность. 2,75—2,92 г/см³.

Отличительные признаки. Для диорита характерны зернистое строение, содержание в основном полевого шпата, отсутствие или содержание в небольшом количестве зерен кварца, темная окраска, небольшая плотность. Диорит можно спутать с габбро, от которого он отличается меньшей плотностью (габбро тяжелое) и более светлой окраски.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Формы залегания. Штоки, краевые части габбро, сиенитов, гранитов.

Применение такое же, как и гранита.

Месторождения. В СССР диориты встречаются на Урале и в Закавказье.

Излившиеся (эффузивные) аналоги диорита

Андезит.

Строение. Порфировое. Шероховатый на ощупь.

Минералогический состав. По минералогическому составу андезит не отличается от диорита, а отличается по строению и по условиям образования. Андезит — порода с мелкими вкраплениями зерен полевых шпатов (блестящие зерна белого цвета, правильных очертаний), а также зерен роговой обманки, пироксена (удлиненные и таблитчатые зерна темно-зеленого или черного цвета), черной слюды (чешуйки с блестящими поверхностями, легко расщепляющиеся на пластинки кончиком перочинного ножа).

Окраска. Темная: темно-серая, черная.

Плотность. 2,60—2,86 г/см³.

Отличительные признаки. Для андезита

характерны порфириновое строение, ноздреватость, шероховатость, содержание в большинстве случаев зерен полевого шпата, отсутствие или содержание в небольшом количестве зерен кварца, темная окраска, небольшая плотность.

Происхождение. Кайнотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки, куполы.

Формы отдельности. Столбчатая, радиально-лучистая.

Применение. Применяется андезит в качестве кислотоупорного материала: из него получают высококачественные стекла, устойчивые к воздействию кислот и щелочей. Андезит также используется для изготовления черного фарфора.

Месторождения. На втором месте, после базальта, стоит из современных вулканических пород андезит. Андезиты типичны для орогенических регионов и островных дуг. Они отсутствуют в центральных частях океанических бассейнов и в срединноокеанических поднятиях.

В Советском Союзе андезиты встречаются на Камчатке, Дальнем Востоке, Кавказе.

Порфирит.

Строение. Порфириновое.

Минералогический состав. Порфирит отличается от диорита строением и условиями образования, от андезита — по степени разрушенности. Порфирит — плотная порода с крупными вкраплениями зерен полевых шпатов (большой частью тусклые удлиненные или изометричные зерна белого, желтоватого или зеленоватого цвета).

Окраска. Темная: темно-зеленая, темно-серая.

Отличительные признаки. Для порфирита характерны порфириновое строение, содержание в большинстве случаев тусклых зерен полевого шпата, темная окраска, небольшая плотность.

Происхождение. Палеотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки, куполы.

Формы отдельности. Плитняковая, столбчатая.

Применение. Строительный материал, кислотоупорный материал, материал для орнаментировки.

Месторождения. Порфириты встречаются в СССР на Урале, Кавказе, в Закавказье, УССР, Средней Азии, КазССР, на Алтае, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

Основные породы

Глубинные (интрузивные) породы

Габбро.

Строение. Крупнозернистое, среднезернистое.

Минералогический состав. Кварц отсутствует. Габбро состоит из плагиоклаза (лабрадор), оливина и пироксена. В габбро плагиоклаза около 60%. Редко присутствует роговая обманка, иногда черная слюда (биотит). Темноцветных составных частей около 50%. Нередко содержит магнитный железняк и титанистый железняк.

Окраска. Темная: темно-зеленая, черная.

Плотность. 2,76—3,27 г/см³ (тяжелое).

Отличительные признаки. Для габбро характерны зернистое строение, содержание в основном полевого шпата и пироксена, отсутствие кварца, темная окраска, большая плотность. Габбро можно спутать с диоритом. Отличие — габбро тяжелее диорита.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Формы залегания. Штоки, силлы.

Применение. Габбро применяется для мощения мостовых и в качестве облицовочного материала.

Месторождения. В СССР крупные массивы габбро находятся на Урале, в УССР, Карелии и на Кольском п-ове. Габбро добывают на юго-востоке Каракалпакии (в горах Султануиздаг).

Лабрадорит.

Строение. Крупнозернистое.

Минералогический состав. Состоит из полевого шпата (лабрадор). Цвет темно-серый, зеленовато-серый, синевато-серый. Характерен синий отлив на плоскостях спайности. Поверхности многих зерен ровные и блестящие. Часто наблюдаются широкие двойниковые полосы.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Форма залегания. Шток.

Применение. Облицовочный, декоративный материал.

Месторождения. Крупные месторождения лабрадорита известны в УССР (Каменная Печь).

Излившиеся (эффузивные) аналоги
габбро

Базальт.

Строение. Плотное, тонкозернистое. Излом неровный. Шероховатый на ощупь.

Минералогический состав. Без микроскопа неопределим. Под микроскопом обнаруживается состав, аналогичный минералогическому составу габбро. Базальт состоит из оливина, авгита и полевого шпата (плагиоклаза).

Окраска. Темная: черная, темно-серая.

Плотность. 2,60—3,11 г/см³ (тяжелый).

Отличительные признаки. Для базальта характерны плотное, тонкозернистое строение, неровный излом, темная (большей частью черная) окраска, большая плотность.

Разновидности. 1. Трапп — базальт с пластовой отдельностью. 2. Долерит — крупнозернистый базальт.

Происхождение. Кайнотипная вулканическая порода.

Формы залегания. Потоки, покровы, куполы, дайки.

Формы отдельности. Столбчатая, плитняковая.

Применение. Базальт используется как строительный, облицовочный, кислотоупорный материал и в качестве сырья для каменного литья.

Месторождения. Базальты широко распространены и преобладают среди всех вулканических пород. В СССР базальт встречается на Камчатке, в УССР и АрмССР (40% запасов страны), на Алтае, в Забайкалье и в других районах. Из месторождений Армении можно назвать Джермукское, Когбекское и Мозское. Большие залежи базальта открыты близ с. Берестовец (Львовская обл.). Базальт добывают в Ровенской обла-

сти. Богатейшие залежи базальта имеются близ г. До-
нецка.

Диабаз.

Строение. Плотное, тонкозернистое, порфировое. Излом неровный.

Минералогический состав. Без микроскопа неопределим. Соответствует минералогическому составу габбро. В случае порфирового строения наблюдаются мелкие удлиненные зерна полевых шпатов белого цвета, имеющие правильные очертания, разбросанные на плотном или тонкозернистом фоне.

Окраска. Темная: темно-зеленая, темно-серая.

Плотность. Около 3 г/см^3 (тяжелый).

Отличительные признаки. Для диабаза характерны плотное, тонкозернистое, порфировое строение, неровный излом, темная (большей частью темно-зеленая) окраска, большая плотность.

Происхождение. Палеотипная вулканическая порода.

Форма отдельности. Шаровая.

Применение. Диабаз применяется для изготовления щебня, в качестве облицовочного материала. Используется также для мощения улиц. Диабаз используется для каменного литья.

Месторождения. В СССР диабазы встречаются в Карелии, на Урале, в УССР и на Кавказе.

Ультраосновные породы

Глубинные (интрузивные) породы

Перидотит.

Строение. Среднезернистое, мелкозернистое.

Минералогический состав. Кварц и полевые шпаты отсутствуют. Присутствуют оливин и пироксен. Довольно часто оливин, разрушаясь, переходит в серпентин. Нередко присутствуют зерна хромистого железняка.

Окраска. Темная: темно-зеленая, темно-бурая, черная, желто-зеленая.

Плотность. $2,94—3,37 \text{ г/см}^3$ (тяжелый).

Отличительные признаки. Для перидотита характерны зернистое строение, содержание оливина и пироксена, отсутствие кварца, полевого шпата, темная окраска, большая плотность.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Форма залегания. Штоки.

Применение. Изготовление щебня, облицовочный материал.

Пироксенит.

Строение. Крупнозернистое, среднезернистое.

Минералогический состав. Состоит главным образом из пироксена. Поверхности зерен ровные (спайность совершенная).

Окраска. Черная.

Плотность. 3,10—3,33 г/см³ (тяжелый).

Отличительные признаки. Для пироксенита характерны зернистое строение, содержание пироксена, черная окраска, большая плотность.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Формы залегания. Краевые части дунитовых и перидотитовых массивов.

Применение. См. перидотит.

Дунит.

Строение. Среднезернистое, мелкозернистое.

Минералогический состав. Состоит в основном из оливина. Разрушаясь, оливин переходит в серпентин. Нередко содержит хромистый железняк и магнитный железняк.

Окраска. Темная: темно-зеленая, почти черная, желтовато-зеленая.

Плотность. 3,20 г/см³ (тяжелый).

Отличительные признаки. Для дунита характерны зернистое строение, содержание оливина, темная окраска, большая плотность.

Происхождение. Глубинная магматическая порода.

Применение. См. перидотит. Дунит — ценное огнеупорное сырье (теплоизоляционные вкладыши, применяемые при разливке стали, изготовлении огнеупоров, выпуск опок при литье стали в машиностроении).

Месторождения. В СССР ультраосновные магматические породы широко распространены на Урале. Известностью пользуется Кытлымское месторождение дунита, находящееся на севере Среднего Урала в 40 километрах от города Карпинска.

Жильные магматические породы

Пегматит.

Строение. Крупнозернистое или пегматитовое (прораствание полевого шпата кварцем).

Минералогический состав. Состоит из полевого шпата и кварца.

Окраска. Светлая: сероватая, белая, красноватая.

Отличительные признаки. Для пегматита характерны крупнозернистое или пегматитовое строение, содержание полевого шпата и кварца, светлая окраска, небольшая плотность и залегание в виде жил. Пегматит можно спутать с гранитом. Отличается пегматит характерным пегматитовым строением.

Происхождение. Магматическая жильная порода.

Форма залегания. Залегает в виде жил.

Значение. Большую практическую ценность представляют пегматиты, связанные по происхождению с породами гранитного типа и с нефелиновыми сиенитами в связи с тем, что содержат ряд ценных минералов: топаз, вольфрамит, касситерит и др.

Месторождения. В СССР пегматиты широко распространены на Урале, Кольском п-ове, в Карельской АССР (Чупинское месторождение), УССР и в Сибири.

Вулканические породы непостоянного химического состава

Пемза.

Строение. Пористое. Пемза шершавая, пенная. Порода однородная.

Окраска. Сероватая, белая, желтоватая, черная.

Плотность. 0,3—0,9 г/см³ (легкая — плавает на воде).

Отличительные признаки. Для пемзы характерны пористое строение, однородность состава, сероватая, белая, желтоватая, черная окраска, небольшая плотность. Пемзу можно спутать с вулканическим туфом. Отличается от вулканического туфа однородным составом.

Происхождение. Встречается в районах распространения действующих или потухших вулканов. Обра-

зуется пемза в том случае, если лава богата газами. При быстром затвердевании такой лавы наблюдается выделение большого количества газов, что делает пористой верхнюю часть лавы — возникает пемза.

Пемзы по составу бывают липаритовые, трахитовые, андезитовые, базальтовые.

Применение. Пемза — шлифующий материал. Этот пористый и твердый камень незаменим для производства чистящих средств. Пемза применяется в химической и нефтехимической промышленности в качестве катализатора, необходима при производстве органических веществ. Используется также в строительном деле для изготовления пемзо-бетона и как добавка к цементам.

Месторождения. На территории Советского Союза пемза встречается на Кавказе и Камчатке. Колоссальные запасы пемзы находятся на западном побережье Камчатки вдоль р. Озерной; есть она и на юге Камчатки. Один из самых больших запасов пемзы находится на о. Липари (Средиземное море).

Обсидиан (вулканическое стекло).

Строение. Плотное, стекловидное. Излом раковистый.

Окраска. Встречается черный, как южная ночь, обсидиан, серый, красно-бурый, сургучный; бывает обсидиан пятнистый и полосчатой окраски.

Плотность. 2,21—2,41 г/см³.

Отличительные признаки. Для обсидиана характерны плотное строение, стекловатость, раковистый излом, стеклянный блеск, серая, почти черная, бурая окраска. Он напоминает морион и раухтопаз. Отличие — морион и раухтопаз — кристаллические, обсидиан — аморфный.

Разновидность. Пехштейн (смоляной камень) — разновидность обсидиана, богатая водой. Блеск жирный. Окраска черная, красноватая, бурая, светло-зеленая.

Происхождение — вулканическое. Возникает при быстром охлаждении лавы на земной поверхности. Обсидианы бывают липаритовые, трахитовые, андезитовые, диабазовые, базальтовые.

Применение. Используется в производстве теплоизоляционных и строительных материалов, а также как поделочный камень.

Месторождения. В СССР обсидиан встречается в Армении, Грузии, Азербайджане, Закарпатье, Средней Азии, Забайкалье, Приморье, на Камчатке, Курильских островах. За рубежом — в Исландии, Новой Зеландии, на Липарских островах и в США.

Обломочные (пирокластические) породы вулканического происхождения

Вулканический туф.

Строение. Обломочно-пористое. Вулканические туфы характеризуются тем, что на фоне массы, имеющей пористое строение, разбросаны обломки различной величины, различной формы и различного цвета. Порода неоднородная.

Окраска. Различная.

Плотность. 1,4—2,5 г/см³.

Отличительные признаки. Для вулканического туфа характерны обломочно-пористое строение, неоднородность состава, непостоянная окраска, небольшая плотность.

Разновидности. 1. Трассы — плотные вулканические туфы. 2. Пуццоланы — рыхлый вулканический пепел.

Происхождение. Встречается в районах распространения действующих или потухших вулканов. Вулканические туфы представляют обломочный материал, образовавшийся при вулканических взрывах, в дальнейшем сцементированный и уплотненный. Они содержат вулканического материала больше 90%, туффиты — от 50 до 90%. Если вулканического материала меньше 50%, название дается по преобладающему материалу другого происхождения. Вулканические туфы по составу бывают липаритовые, трахитовые, андезитовые и базальтовые.

Применение. Вулканический туф, обладающий достаточной прочностью, долговечностью, легкостью, а также тепло- и звукоизоляционными качествами, представляет собой ценный строительный и архитектурный материал. Из него также изготавливают художественные поделки и предметы домашнего обихода. Из вулканического туфа получают стойкие краски. Вулканические туфы и шлаки используются для приготовления шлако-

бетонных блоков. Трассы и пуццоланы применяются в качестве добавки к цементам, используемым в подводных сооружениях и особенно в сооружениях, подверженных действию морской воды.

Месторождения. В СССР разрабатываются месторождения вулканического туфа в Армении (80% запасов страны). Известностью пользуется месторождение Артик.

Золотистый туф Грузии использован при облицовке здания Курского вокзала в Москве. Розовый вулканический туф имеется в Кабардино-Балкарии.

Яшма.

Строение плотное. Тонкие физические смеси кристаллического и аморфного кремнезема с примесями глинозема, извести и соединений металлов называют яшмой. Различие состава яшмы обуславливает и различие цвета ее, а нередко и пестроту рисунка. Яшма бывает алая, темно-красная, бурая, сургучная, палевая, темно-кофейная, вишневая, голубая, фиолетовая, зеленая, белая. Яшма нередко пятнистая, полосчатая. Часто наблюдаются прожилки. Для нее характерны причудливые узоры. Обладает большой твердостью (оставляет царапину на стекле). Спайность отсутствует. Излом неровный.

Отличительные признаки. Для яшмы характерно плотное строение, пестрая окраска, отсутствие спайности.

Применение. Используется как поделочно-декоративный и облицовочный материал в строительном деле. Из яшмы изготавливают вазы и различные изящные украшения, рельефные изображения, фигурки животных, шкатулки, пепельницы, запонки, письменные приборы.

Месторождения. Знамениты уральские яшмы. Особенно выделяется Учалинское месторождение. Есть яшмы и на Алтае.

ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Приповерхностные толщи земной коры на 75% состоят из осадочных пород.

Наибольшее распространение на нашей планете имеют осадочные породы морского происхождения. Примерно третья часть осадочных отложений земной коры

находится на нашей территории. Осадочные породы представляют собой продукты механического и химического выветривания магматических и метаморфических пород. Некоторые осадочные породы образуются при участии живых организмов. Формируются они на дне океанов и морей, озер, болот, рек и на поверхности суши. Осадочные породы по месту своего отложения делятся на морские и континентальные.

Основная масса полезных ископаемых добывается из осадочных толщ (70%). Осадочные породы используются как строительные материалы, а также в стекольной, металлургической, химической промышленности, в качестве минеральных удобрений. Горючие осадочные породы служат топливом. К осадочным породам приурочены россыпи многих ценных минералов. На осадочных породах преимущественно строятся жилые и промышленные объекты, прокладываются дороги, на них развивается почвенный покров.

Осадочные породы классифицируются по происхождению и составу (табл. 2). По условиям образования и составу осадочные породы подразделяются на: обломочные, глинистые, химические (хемогенные), органические (органогенные) и смешанные (органогенно-хемогенные, обломочно-хемогенные и др.). Самые распространенные из осадочных пород — глинистые (около 40%). Затем идут обломочные породы (30%), известняки и доломиты (25%) и 5% остается на долю остальных осадочных пород.

ОБЛОМОЧНЫЕ (КЛАСТИЧЕСКИЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Обломочные породы образуются в результате механического выветривания различных горных пород на поверхности Земли. Продукты механического разрушения пород редко остаются на месте образования, большей частью они переносятся внешними геологическими агентами (ветром, атмосферными водами, реками, морями, ледниками и т. д.) и переотлагаются.

Классифицируются обломочные осадочные породы не по химическому и не по минеральному составу, а по размерам и форме обломков. Таким образом, обломочные осадочные породы одного и того же названия могут иметь различный химический и минеральный состав.

Классификация осадочных

| Обломочные породы | | | | | Глинистые погоды |
|----------------------------|---|-----------|--|-------------------------|---------------------|
| Размер обломков в мм | Рыхлые (несцементи- рованные, сыпучие) | | Компактные (сцементиро- ванные и уплотненные) | | |
| | Угловатые | Окатанные | Угловатые | Окатанные | |
| Более 100 | Глыба | Валун | Глыбовая брекчия | Валунный конгломерат | Глина |
| 100—10 | Щебень | Галечник | Брекчия | Конгломерат | |
| 10—1 | Дресва | Гравий | Дресвелит | Гравелит | |
| 1—0,1 | Песок | | Песчаник | | Аргил- лит |
| 0,1—0,01 | Алеврит | | Алевролит | | |
| Менее 0,01 | Пыль | | Лёсс | | |

* О происхождении яшмы имеются разные мнения. Одни считают ее химическим, связывают ее образование с подводным вулканизмом.

Обломочные осадочные породы делятся на рыхлые (несцементированные, сыпучие) и на компактные (сцементированные и уплотненные). Компактные обломочные породы представляют собой обломочный материал, сцементированный каким-либо веществом в сплошную массу или уплотненный. Они имеют обломочное или плотное строение.

Несцементированные обломочные породы

Глыбы. Угловатые обломки размером более 100 мм. Состав и цвет непостоянные.

пород

| Химические породы | Органические породы | Смешанные породы |
|--|---|--|
| Хлоридные Галит, сильвин, сильвинит, карналлит Сульфатные Ангидрит, гипс, мирабилит Карбонатные Оолитовый известняк, известковый туф, доломит Железистые Лимонит, сидерит Марганцевые Пиролюзит Фосфатные Фосфорит Кремнистые Гейзерит | Карбонатные Известняки коралловые, фузулиновые, швагериновые, нуммулитовые, ракушечники и др. Мел Кремнистые Диатомит Углеродистые Нефть Битум Горячий газ Торф Бурый уголь Каменный уголь Антрацит | Обломочные и обломочно-глинистые Суглинок Супесь Валуная глина Валунный песок Валунный суглинок Лёссовидный суглинок Обломочно-химические Мергель Обломочно-органические Сапропель Опока Органическо-химические Известняк Трепел Яшма * |

кой осадочной породой. другие признают биохимическое происхождение, третьи

Отличительные признаки. Для глыбы характерны несцементированность обломков, угловатая форма и большие размеры.

Применение. См. щебень.

Валуны. Окатанные обломки размером более 100 мм. Состав и цвет непостоянные.

Отличительные признаки. Для валуна характерны несцементированность обломков, окатанная форма и большие размеры.

Применение. Строительный материал.

Щебень. Угловатые обломки размером от 10 до 100 мм. Состав и цвет непостоянные.

Отличительные признаки. Для щебня характерны несцементированность обломков, остроугольная форма и большие размеры обломков.

Применение. Балластный материал для железнодорожных насыпей, для бетонных работ и в строительстве шоссейных дорог.

Галечник. Окатанные обломки размером от 10 до 100 мм. Состав и цвет непостоянные.

Отличительные признаки. Для галечника характерны несцементированность обломков, окатанная форма и большие размеры обломков.

Применение. Практическое значение имеет такое же, как щебень.

Дресва. Угловатые обломки размером от 1 до 10 мм. Состав и цвет непостоянные.

Отличительные признаки. Для дресвы характерны несцементированность, остроугольная форма и небольшие размеры обломков.

Применение. См. щебень.

Гравий. Окатанные обломки размером от 1 до 10 мм. Состав и цвет непостоянные.

Отличительные признаки. Для гравия характерны несцементированность, окатанная форма и небольшие размеры обломков.

Применение. См. щебень.

Пески и алевриты. Размер обломков от 1 до 0,01 мм. Состав и цвет непостоянные. Состоят главным образом или из зерен кварца (кварцевые пески и алевриты) или кроме кварца еще содержат в большом количестве полевые шпаты (аркозовые пески и алевриты); иногда в виде примеси содержат минерал глауконит (глауконитовые пески). Кроме того, известны пески магнетитовые, известняковые.

Отличительные признаки. Для песков и алевритов характерны несцементированность, малые размеры обломков — от 1 до 0,01 мм.

Применение. Кварцевые пески и алевриты применяются в строительном деле (изготовление бетона, силикатных кирпичей), в шлифовальном деле, в дорожном строительстве и литейной промышленности, в стекольной промышленности для получения стекла, в керамиче-

ской промышленности при производстве фарфора и фаянса, для изготовления огнеупорных кирпичей (динас), для изготовления химической посуды, обладающей кислотоупорностью, огнеупорностью и устойчивостью к изменению температуры, в медицине (кварцевые лампы, прозрачные для ультрафиолетовых лучей).

Сплавляя в электрических печах кварцевый песок с угольным порошком, получают карбид кремния, получивший название карборунда. Карборунд обладает большой твердостью, превышающей твердость корунда, и используется при изготовлении режущих инструментов.

Месторождения. Крупнейшим в нашей стране является Вишневецкое месторождение высококачественных песков (Харьковская обл.). На Харьковщине имеются месторождения песка, идущего на изготовление высокосортного стекла. На этом сырье работают заводы хрустального, автомобильного, оптического и зеркального стекла. Крупное месторождение стекольного и хрустального песка — Люберецкое (Московская обл.). Пески, добываемые на Львовщине, идут на изготовление телевизионных трубок. Кварцевые пески имеются близ Павлодара. Богатейшие залежи песков открыты в Калмыкии близ Элисты. Богаты песком Кызылкумы и Каракумы.

Сцементированные и уплотненные обломочные породы

Брекчия. Строение обломочное. Крупные остроугольные обломки (щебень, дресва) сцементированы в сплошную массу. Цементирующими веществами могут служить: известняк (вскипает при действии разбавленной соляной кислоты), гипс (ноготь оставляет царапину), глина (если подышать на породу, издает землистый запах), кварц, халцедон, опал (не царапаются ножом), водные окислы железа (придают породе ржаво-бурую, охряно-желтую окраску, и порода становится более тяжелой), битумы (порода имеет черную или темно-бурую окраску, при нагревании выделяет запах нефти).

Отличительные признаки. Для брекчии характерны обломочное, сцементированное строение, остроугольная форма и крупные размеры обломков. Брекчия отличается от конгломерата только тем, что обломки имеют остроугольную форму.

Конгломерат. Строение обломочное. Крупные окатанные обломки (гальки, гравий) сцементированы в сплошную массу. Цементирующие вещества — см. брекчию.

Отличительные признаки. Для конгломерата характерны обломочное, сцементированное строение, окатанная форма и крупные размеры обломков. Конгломерат отличается от брекчии только тем, что обломки имеют окатанную форму.

Применение. Мраморовидные цветные конгломераты используются в качестве декоративного облицовочного материала.

Месторождения. Цветной конгломерат известен в Кноррингском месторождении (Дальний Восток).

Песчаник — сцементированный песок. Цементирующие вещества — см. брекчию. Строение обломочное. Грубый на ощупь. Окраска различная. Песчаники бывают кремнистые (кварцевый или опаловый цемент), известковые (цементом служит известняк), железистые (цемент содержит много окислов железа), глинистые (глинистый цемент), глауконитовые (глауконитовый цемент), фосфатные, углистые (в цементе углистые частицы) и др.

Разновидность. Глауконитовый песчаник — содержит минерал глауконит. Окраска зеленая.

Применение. Прочные разновидности песчаников применяются как строительный материал, используются также для мощения улиц и облицовки набережных. Кварцевые песчаники — сырье для стекольной, абразивной, керамической, металлургической промышленности.

Месторождения. В Советском Союзе песчаники встречаются в Бурятской АССР (крупнейшее Черемшанское месторождение), близ Москвы (Люберцы, Лыткарино, Татарово, Жилино, Котельники и др.), в Донском бассейне (близ ст. Амвросиевка), в Поволжье (Ульяновская, Саратовская и другие области), в УССР (Овручское месторождение), на Кавказе (Туапсе) и в других районах.

Лёсс — уплотненные пылеватые частицы. Строение землистое, очень нежный на ощупь, легкий, легко растирается между пальцами в тончайшую пыль, образуя мучнистую массу, легко режется ножом. Видны тонкие полые канальчики. Строение землистое. В состав лёсса

входят очень мелкие зерна песка, глины, кальцит, бурый железняк и др. Цвет желтовато-палевый, серый, светло-желтый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Мелкопористый. Имеет запах глины. С водой дает малопластичную массу, теряет структурность, распадается, не разбухает. При увлажнении объем уменьшается (происходят просадки). В естественных обнажениях дает крутые отвесные стенки.

Отличительные признаки. Для лёсса характерны землистое строение, содержание тонких пылеватых частиц, светло-бурый, светло-желтый цвет, реакция с разбавленной соляной кислотой, мелкопористость, запах глины и способность терять структурность при смачивании водой.

Происхождение. По вопросу о происхождении лёсса имеется несколько теорий. Наибольшим признанием пользуется теория, разработанная академиком В. А. Обручевым, называемая эоловой теорией (Эол — бог ветра в древней Греции).

Согласно этой теории в образовании лёссовых толщ главная роль принадлежит ветру, который переносит и откладывает пылеватые частицы, возникшие в результате выветривания горных пород. Особенно интенсивно эти процессы проявляются в районах, прилегающих к пустыням. Тонкий обломочный материал, перенесенный ветром и отложенный, в дальнейшем несколько уплотняется, что и приводит к образованию лёсса. Такого происхождения, несомненно, лёссовые толщи, возникшие в районах, соседних с пустынями (Китай, в СССР — Средняя Азия).

Русским ученым П. А. Тутковским была разработана теория ледниково-эолового происхождения лёсса. Она объясняет образование лёсса перенесением и отложением тонкого обломочного материала воздушными потоками, возникавшими в антропогенный период, когда северная часть территории нашей страны была покрыта ледниками, а южная — свободна от льда. Холодные ветры дули тогда с севера на юг и переносили мелкий обломочный материал. Лёссовые толщи Украины и Западной Европы, вероятно, образовались этим путем.

Как правило, лёссовые отложения неслоисты, так как они ветрового происхождения. Изредка встречается слоистый лёсс. Происхождение такого лёсса ветровая

теория не в состоянии объяснить, так как осадки становятся слоистыми обычно при перенесении и отложении обломочного материала водными потоками.

Происхождение слоистого лёсса хорошо объясняет теория, разработанная русским геологом А. П. Павловым. Она возникла в результате изучения лёссовых отложений Ферганской долины в Средней Азии, известна под названием теории пролювиального и делювиального происхождения лёсса. По мнению А. П. Павлова, лёсс образовался путем переноса и отложения тонкого обломочного материала временными бурными водными потоками, атмосферными и талыми водами.

Еще одна теория — почвенная была разработана нашим ученым Л. С. Бергом. Согласно этой теории лёсс представляет собой продукт процессов выветривания различных горных пород и почвообразования в них в условиях континентального сухого климата (сухие степи, пустыни).

Вероятнее всего, лёсс является продуктом многообразия геологических процессов, которые принимают участие в образовании лёссовых толщ отдельных районов.

Применение. Лёсс используется для изготовления кирпичей и цемента.

Месторождения. В Советском Союзе лёсс широко распространен в Средней Азии, на юге и юго-западе европейской части, в Кузнецком бассейне, Минусинской котловине, Приобском районе. За рубежом особенно большие толщи лёсса встречаются в Северном Китае.

ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

В отличие от обломочных глинистые породы состоят не из обломков магматических, метаморфических и осадочных пород, а из новых минералов, образовавшихся в результате химического выветривания. Глинистые породы — очень тонкозернистые образования (размер зерен меньше одной сотой доли миллиметра — их нельзя рассмотреть невооруженным глазом), состоящие из глинистых минералов.

Глинистые породы состоят из трех главных групп глинистых минералов: каолинита, монтмориллонита и гидрослюды. В зависимости от этого различают глины каолиновые, монтмориллонитовые и гидрослюдистые.

Встречаются глины, состоящие из смеси многих глинистых минералов. Глинистые минералы состоят из силикатов алюминия, магния, кальция, натрия, калия и других катионов и содержат много воды.

Глины. Обычные глины белого цвета, содержащие органические вещества — черного и темно-серого цвета, содержащие окислы железа и марганца — желто-бурого, буро-красного цвета, содержащие глауконит и хлорит — голубовато-зеленого цвета.

Глина прилипает к языку, смоченная водой скатывается между пальцами в жгутик. На сухой поверхности жирных глин, при проведении ногтем, остается блестящий след. Тощие глины не полируются ногтем. Глина при намокании разбухает, а усыхая, уменьшается в объеме. Если подышать на нее — издает землистый запах. Глина «каменеет» при обжиге.

Отличительные признаки. Для глин характерны землистое строение, землистый запах, образование пластичной массы и разбухание при смачивании водой. Глину можно спутать с бокситом. Отличие — боксит тощий на ощупь и не образует пластичной массы при смачивании водой. Отличительный признак бентонитовой глины: после дождя на поверхности ее образуется густая масса скользкого студня. В сухую погоду она приобретает сморщенный, трещиноватый вид и становится пушистой. Если потереть пальцем — мылится. Глина размокает в воде, аргиллит не размокает.

Разновидности. 1. **Тощие глины** содержат значительное количество частиц кварца, халцедона, опала. 2. **Жирные (огнеупорные) глины** богаты каолином. Жирны на ощупь. Цвет серый, желтоватый. 3. **Сукновальная глина** в воде не размягчается, а распадается в порошок. Впитывает жиры и масла. 4. **Белая глина** имеет цвет белый, розоватый. Жирна на ощупь. 5. **Бентонитовая глина** — блеск восковой, цвет белый, серый, оливково-желтый.

Применение. Глина — строительный, огнеупорный, поделочный материал. Она входит в состав цемента, сырье для изготовления фарфора и фаянса, из глины изготавливают гончарные изделия, керамические художественные изделия. Глина помогает бурить нефтяные скважины, делать железорудные окатыши, повышать качество стального и чугуна при литье.

Месторождения. В Советском Союзе крупнейшие месторождения белой глины находятся в УССР (Роснянское месторождение, Турбов, Пологи). Белую глину также добывают в г. Ликино-Дулево (Московская обл.). Огнеупорные глины встречаются в УССР (Часов-Яр и др.), Ленинградской области (Боровичи) и в других районах. Крупные залежи огнеупорной глины имеются близ с. Криуша (Воронежская область). Месторождения бентонитовой глины — Огланлыинское в Туркмении, Нурлат-Октябрьское и Бикляинское в Татарской АССР, в Башкирии, Душаковке в Черкасской области, Черногорское в Хакасии. Залежи бентонитовой глины имеются в Тюмени, в Грузии, в Молдавии.

Наилучшим из зарубежных является бентонит, добываемый на о. Понцо (Италия).

Аргиллит — камнеподобная глинистая порода плотного строения. Имеет большую твердость, чем глина. Не размокает в воде. Излом неровный. Цвет различный.

Отличительные признаки. Для аргиллита характерны плотное строение, неровный излом, запах глины, неразмокаемость в воде. От глины отличается твердостью и неразмокаемостью в воде. При увлажнении имеет запах глины.

Применение. Вспученный аргиллит применяется как строительный материал.

Месторождение аргиллита имеется в Небит-Даге.

ХЕМОГЕННЫЕ ПОРОДЫ

Известковый туф. Состоит из кальцита. Строение пористое, плотное. Ноздреватый. Цвет белый, сероватый, желтоватый, бурый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Легко рассыпается.

Отличительные признаки. Для известкового туфа характерны пористое, плотное строение, ноздреватость, небольшая твердость (не оставляет царапину на стекле), светлая окраска, реакция при действии разбавленной соляной кислоты. Известковый туф можно спутать с известняком. Единственное отличие — строение у известкового туфа ноздреватое, у известняка — плотное.

Разновидность. **Травертин** — плотный известковый туф.

Происхождение. Образуется известковый туф у выходов источников, богатых растворенным углекислым кальцием; он выделяется также из подземных вод в пещерах, образуя сталактиты и сталагмиты.

Применение. Используется известковый туф в качестве строительного, облицовочного и декоративного материала, а также в сельском хозяйстве для известкования почвы. Травертин широко используется как строительный и облицовочный камень.

Месторождения. В СССР известковый туф встречается в районе Пятигорска и в Армении. Крупное месторождение травертина обнаружено в АзССР (Кубатлы, Шахтахты). Травертин добывается в Ильичевске (УССР). Есть месторождения травертина на Кавказе и в Закарпатье (Красный плёс). Травертин широко распространен в странах Средиземноморья.

Кремнистый туф (гейзерит). Состоит из опала. Строение пористое, плотное. Цвет белый, сероватый, желтый, бурый, красный, пестрый. Напоминает известковый туф. Не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Встречается в вулканических областях, у выходов горячих источников — гейзеров.

Отличительные признаки. Для кремнистого туфа характерны пористое, плотное строение, большая твердость (оставляет царапину на стекле), белый, сероватый, желтоватый, бурый, красный, пестрый цвет. Кремнистый туф напоминает известковый туф. Отличается тем, что кремнистый туф не реагирует с разбавленной соляной кислотой и обладает большей твердостью — царапает стекло.

Происхождение. Кремнистый туф выделяется в виде химического осадка у выходов горячих источников и гейзеров, содержащих растворенный кремнезем.

Применение. Кремнистый туф используется как строительный материал.

Месторождения. Кремнистый туф встречается в вулканических районах. У нас в СССР кремнистый туф распространен на Камчатке, вне нашей территории — в Йеллоустонском национальном парке (Северная Америка) и Исландии.

ОРГАНОГЕННЫЕ (БИОГЕННЫЕ) ПОРОДЫ

Известняки. Состоят из кальцита. Строение плотное, большей частью состоят из скелетных остатков (раковин) вымерших морских животных. Цвет различный. Вскипают при действии разбавленной соляной кислоты.

Отличительные признаки. Известняки имеют плотное строение или обычно состоят из раковин морских животных, обладают небольшой твердостью (не оставляют царапины на стекле), бурно вскипают при действии разбавленной соляной кислоты.

Разновидности. 1. Фузулиновый известняк состоит из твердых скелетных остатков мелких морских животных — фузулин, имеющих продолговатую форму и напоминающих внешним видом и размерами зерна ржи. Цвет белый, желтоватый, серый. 2. Нуммулитовый известняк состоит из скелетных остатков морских животных — нуммулитов, имеющих округлую форму (напоминает монету). Цвет белый, желто-серый, розовый. 3. Известняк-ракушечник (ракушняк) — скопление ракушек. 4. Рифовый (коралловый) известняк — рифовые постройки коралловых полипов (сетчатой, решетчатой, волокнистой и другой структуры). Цвет белый, сероватый, желтоватый, розовый.

Происхождение. Образуется известняк в морских бассейнах и имеет органогенное или биохимическое происхождение.

Применение. Строительный материал (бутовый, деловой камень, плиты, ступени, площадки), в цементном деле, производстве соды, для получения карбида кальция, в стекольной, в сахарной промышленности, в сельском хозяйстве для нейтрализации кислых (болотных) почв и, кроме того, для выжигания извести.

Месторождения. Известняк широко распространен на побережьях Каспийского, Азовского и Черного морей, в Жигулевских горах на Волге, в Подмосковном каменноугольном бассейне и в других районах СССР.

Мел. Состоит из кальцита. Строение землистое. Цвет белый, желтоватый, зеленоватый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Отличительные признаки. Для мела характерны землистое строение, белый цвет, реакция с раз-

бавленной соляной кислотой. Мел похож на диатомит и трепел. Отличие — диатомит и трепел не реагируют с разбавленной соляной кислотой и очень легкие. Мел можно спутать с белой глиной. Отличие — белая глина не реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Происхождение — органогенное. Образуется мел в теплых морях в результате накопления на его дне известковых панцирей планктонных одноклеточных водорослей.

Применение. В цементной, металлургической, сахарной, бумажной, резиновой, стекольной промышленности, для изготовления замазок, белил, мастики, керамики, красок, лаков, глазури, взрывчатых веществ, зубного порошка, пластмассовых изделий, для тонкой полировки и как пишущий материал. Мел представляет собой ценное сырье для производства стекла, извести, шин, кабелей. Широко используется в химической, лакокрасочной, медицинской и пищевой промышленности и в сельском хозяйстве для известкования почвы.

Мел — хороший поглотитель, сорбент. Он обладает способностью разделять сложные смеси на компоненты (хроматография). С его помощью можно разделить на отдельные компоненты смесь, состоящую из полутора десятков веществ. Таким путем получают редкие металлы в чистом виде и выделяют очень редкие металлы, находящиеся в соединениях в крайне незначительных количествах.

Месторождения. Меловые отложения широко распространены в СССР (Киевская, Харьковская и другие области) и Среднем Поволжье (окрестности г. Вольска). Большие запасы мела имеются вблизи г. Алексеевка в Белгородской области. Крупнейшие в Европе меловые разработки находятся на балтийском острове Рюген (ГДР).

Диатомит и трепел. Состоят из опала. Строение землистое. Цвет белый, сероватый, желтоватый, темный. Мелоподобный или напоминает муку. Не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Плотность 0,25—1,00 г/см³.

Отличительные признаки. Для диатомита и трепела характерны землистое строение, белый, сероватый, желтоватый, темный цвет, небольшая плотность. Диатомит и трепел очень напоминают мел. Отличие —

диатомит и трепел не реагируют с разбавленной соляной кислотой и легче мела.

Разновидности. 1. Горная мука — рыхлая, рассыпчатая. 2. Полировальный сланец — плотный, сцементированный, тонкослоистый; иногда слоистость слабо выражена. 3. Кизельгур, или земля диатомовая — рыхлый мучнистый, мелоподобный диатомит.

Происхождение. Трепел и диатомит образуются в морских и пресноводных бассейнах и имеют органогенное происхождение. Озерный трепел называют **кизельгуром** или **инфузорной землей**.

Применение. Диатомит и трепел используются в красочной, химической и керамической промышленности, в производстве динамита, в качестве отбеливающего материала, для тепло- и звукоизоляции. Кроме того, как наполнитель с целью придания плотности канцелярской резинке, сургучу, папье-маше, гипсу, как добавка к цементу, при изготовлении огнеупорных и легких кирпичей, для получения дымовых завес, жидкого стекла, как добавка к мылу, в производстве спичек, как мягкий шлифующий материал.

Диатомит и трепел используются в качестве фильтрующего вещества в виноделии и при очистке нефтепродуктов и кислот, для изготовления синтетического каучука, в производстве спичек, а также в химической, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности и медицинской практике и как удобрение в сельском хозяйстве.

Месторождения. В СССР месторождения трепела и диатомита встречаются в Смоленской и Орловской областях, в Среднем Поволжье (Куйбышевская обл.), в Камышловое (Свердловская обл.), в Донбассе, Молдавии и в других районах. На юге Армении находится Воротанское месторождение диатомита. В Мурманской области мощными толщами диатомит залегает на дне ряда озер. Месторождения кизельгура имеются в Ульяновской области (Инзенский район).

Одним из крупнейших в Европе является месторождение диатомита на дне озера Миватн (Исландия).

Нефть (C_nH_m) — смесь различных горючих веществ. Жидкая, маслянистая порода черного, коричневого или желтого цвета (встречается также бесцветная и белая нефть), легкая (всплывает на поверхность воды). На Печоре встречается тяжелая нефть — густая, вязкая, похо-

жая на джем (месторождение Ярегское близ Ухты). Нефть горит коптящим пламенем. Имеет запах керосина.

Происхождение. «Черная кровь земли» — нефть образовалась на дне морей и озер. В основном в ее возникновении принимали участие остатки водорослей и планктона (мельчайшие водные животные и растения), которые накапливались на дне водоемов, смешивались с неорганическим илом и образовали гниlostный ил (сапропель). С течением времени органические остатки изменялись под действием анаэробных бактерий, давления вышележащих слоев и высокой температуры и преобразовались в нефть.

Применение. Нефть — горючее ископаемое. Ее называют «кровью» индустрии. Нефть применяется для получения бензина, керосина, смазочных масел, мазута, парафина, взрывчатых веществ, синтетического каучука, текстильных волокон, красителей, лекарственных препаратов, моющих средств, пластмасс. Единственное в мире месторождение Нафталан (Азербайджан), где имеется негорючая целебная нефть, используется для лечения костных, кожных и некоторых других заболеваний.

Месторождения. Месторождения нефти и газа в Советском Союзе сосредоточены в Западно-Сибирской (Самотлор, Тюменская область), Волго-Уральской, Тимано-Печорской (Коми АССР, Архангельская область) и других нефтегазоносных провинциях.

Крупные месторождения нефти находятся в Кувейте, Саудовской Аравии, Иране, США (Северная Аляска и др.), Ираке, Ливии, Венесуэле, Аргентине, Индонезии. В бассейне Персидского залива сосредоточено $\frac{2}{3}$ запасов нефти капиталистических стран.

Горючий газ, добываемый из недр Земли, широко применяется для газификации жилых, административных зданий и промышленных предприятий. Газ широко используется в химической промышленности, служит сырьем для получения синтетического каучука, искусственного меха, пластмасс, минеральных удобрений. Из газа получают искусственные алмазы.

Месторождения. На первом месте в мире по запасам природного газа стоит Советский Союз. На территории СССР находится четвертая часть мировых зап-

сов газа. Наиболее известным является Уренгойское месторождение (Западная Сибирь).

Крупнейшими в капиталистическом мире являются месторождения газа Слохтерен (Голландия) и Панхендл-Ньюгтон (США).

Торф. Состоит из полуразложившихся растительных остатков. Содержит углерод, кислород, азот и примеси минеральных веществ (в сухом торфе С от 28 до 35%, О от 30 до 38%, Н 5,5%).

Физические свойства. Матовый, мягкий. Цвет бурый, желто-бурый, черно-бурый. Легкий, в воде не тонет.

Отличительные признаки. Торф имеет характерное строение (состоит из измененных растительных остатков), небольшую твердость (мягкий), бурый цвет, легкую загораемость (загорается от спички) и окрашивает воду в бурый цвет.

Химические свойства. В сухом состоянии загорается от спички. Воду окрашивает в бурый цвет.

Происхождение. Торф образуется в результате постепенного накопления и разложения органических остатков растений в болотах в условиях повышенной влажности и слабого доступа воздуха. Этот процесс протекает в стоячей воде при участии анаэробных бактерий.

Применение. Торф дает тепло и электричество, из него готовят удобрения для полей, корм для скота. Из торфа изготовляют изоляционные плитки, используемые в холодильных установках и как строительный материал. Они огнестойки, водостойки и почти звуконепроницаемы. Торф используется в металлургии для получения торфяного кокса. Из торфа получают этиловый спирт, фенолы, воск, органические кислоты. Из смолы и подсмольных вод вырабатывают большое количество химических продуктов: бензин, керосин, парафин, аммиак, уксусную кислоту, сернокислый аммоний, метиловый спирт, карболовую кислоту, искусственный воск и масла для пропитки шпал. Порошковатый торф применяют при перевозке скоропортящихся грузов.

Исследования показали высокую эффективность торфяного экстракта при лечении лучевой болезни. Торфом лечат заболевания опорно-двигательного аппарата, глаз, периферической нервной системы, нарушения обмена веществ.

Месторождения. На территории нашей страны сосредоточено около 60% мировых запасов торфа. В СССР имеется более 50 тысяч месторождений торфа. Торфяные месторождения широко распространены в северной и средней частях территории нашей страны. Особенно много торфа в Западной Сибири, в Белоруссии.

Торфяные ресурсы Финляндии составляют 12% мировых запасов, Канады — 9%.

Ископаемые угли

Ископаемые угли — различные естественные горючие вещества, образовавшиеся из растительных остатков прежних геологических периодов путем сложных изменений, выразившихся в постепенном обогащении углеродом так называемого материнского вещества угля. Исходным материалом для образования ископаемых углей служили отмершие остатки наземной растительности, как высокоорганизованных представителей, так и низших растений (водоросли). По характеру исходного материала выделяют сапропелевые угли, возникшие из спор (кеннельские угли) или из водорослей (богхеды), и гумусовые угли, в образовании которых принимала участие древесная растительность.

Органические вещества растений, разлагаясь в различных условиях, образовали различного качества каменные угли. Разложение органического вещества в одном случае шло в присутствии кислорода, в другом — в условиях недостаточного доступа кислорода, в этих процессах принимали участие микроорганизмы.

На качество ископаемых углей, кроме характера исходного материала и условий разложения органического вещества, оказывали влияние и геологические процессы. Под действием высокого давления и высокой температуры органические остатки, обогащенные углеродом, метаморфизовались и таким образом возникли новые измененные разности каменных углей. Это привело к преобразованию бурых углей в каменные и в антрацит.

Угли различаются по химическому составу и физическим свойствам.

Бурый уголь. Содержит в среднем С 69,0%, Н 5,5%, О 25,0%, N 0,5%.

Физические свойства. Матовый или имеет жирный блеск. Мягкий. Цвет бурый, черно-бурый. Черта бурая. Спайность отсутствует. Сплошной плотный или землистый. Аморфный. Легкий.

Отличительные признаки. Бурый уголь плотный. Имеет землистое строение, небольшую твердость (бурый уголь мягкий), бурый или черный цвет, бурую черту и способность гореть.

Химические свойства. От спички загорается, горит сильно коптящим пламенем с неприятным запахом. При кипячении порошка с КОН дает бурое окрашивание.

Разновидности. 1. Лигнит — бурый уголь, сохранивший строение дерева. 2. Гагат — черный, плотный, блестящий. Излом раковистый.

Каменный уголь (сапропелевый, сапропелит). Содержит в среднем С 82,0%, Н 5,0%, О 13,0% и N — в небольшом количестве. В отличие от бурого угля углерода содержит не менее 80%.

Физические свойства. Матовый. Мягкий или средней твердости. Цвет темно-коричневый. Черта темно-бурая. Спайность отсутствует. Сплошной плотный. Аморфный. Легкий.

Отличительные признаки. Каменный уголь сапропелевый отличается плотным строением, темно-коричневым цветом, темно-бурой чертой и способностью гореть.

Химические свойства. Загорается от спички. При кипячении порошка с КОН не окрашивает жидкость (лишь сообщает ей слабо-желтый цвет).

Разновидности. 1. Богхед — образовался за счет водорослей. 2. Кеннельский уголь — образовался за счет спор.

Каменный уголь (гумусовый, гумолит). Содержит в среднем С 82%, Н 5,0%, О 13,0%, N — в небольшом количестве. В отличие от бурого угля углерода содержит не менее 80%.

Физические свойства. Матовый. Твердость средняя. Цвет черный. Черта черная. Пачкает руки. Спайность отсутствует. Сплошной плотный, полосчатый, слоистый. Аморфный.

Отличительные признаки. Каменный уголь

гумусовый отличается плотным строением, черным цветом, черной чертой и способностью гореть.

Химические свойства. Воспламеняется от свечи и горит ярким пламенем. При кипячении порошка с КОН не окрашивает жидкость (лишь сообщает ей слабо-желтый цвет).

Антрацит. Содержит в среднем С 95,0%, Н 2,5%, О 2,5%, N — в небольшом количестве. Углерода всегда более 90%.

Физические свойства. Блестящий. Твердость средняя или мягкий. Цвет черный. Черта черная. Рук не пачкает. Спайность отсутствует. Блестящий. Сплошной плотный. Аморфный. Хрупкий.

Отличительные признаки. Антрацит отличается плотным строением, металлоидным блеском, черным цветом, черной чертой и способностью гореть.

Химические свойства. От свечи не загорается. Не окрашивает жидкость в присутствии КОН.

Происхождение. Ископаемый уголь образуется в результате физико-химических изменений прибрежно-морских и континентальных растений, захороненных в земной коре. Угольные бассейны возникли в предгорных (краевых) и внутренних прогибах, а также в синеклизах (впадинах) платформ.

По условиям образования различают лимнические и паралические угли.

Лимнические угли представляют собой внутриконтинентальные образования — они формируются в болотах и озерах и поэтому залегают среди осадочных пород континентального происхождения. Известняки среди этих образований не встречаются. Морская фауна в отложениях лимнического типа отсутствует. Толщи лимнических углей характеризуются небольшой протяженностью, но относительно большой мощностью. Примером ископаемых углей лимнического происхождения может служить уголь Подмосковного бассейна, возникший в болотах в каменноугольный период.

Ископаемый уголь паралического типа образовался в прибрежной части морей. Поэтому среди пород, вмещающих уголь, встречаются и континентальные и морские отложения — обломочные породы чередуются с известняками, содержащими морскую фауну. Для этих углей характерна большая протяженность, но относитель-

но небольшая мощность. Примером месторождения каменных углей паралического типа на территории СССР является Донецкий угольный бассейн.

Ископаемые угли также делятся на автохтонные, залегающие на месте произрастания растений, принявших участие в углеобразовании, и на аллохтонные, образовавшиеся из растительных остатков, перенесенных речными потоками и отложенных в устьях рек, в морских заливах и озерах. Процессы углеобразования были особенно интенсивными в каменноугольный, пермский, юрский, меловой и палеогеновый периоды истории Земли.

Применение ископаемых углей. Ископаемые угли применяются как горючее полезное ископаемое. В результате сухой перегонки углей получают светильный газ, каменноугольные смолы, аммиачные воды и другие продукты; твердым остатком сухой перегонки угля является кокс, используемый в металлургической промышленности при плавке руд*.

Каменноугольная смола — сырье для получения анилиновых и ализориновых красителей (употребляемых в текстильной промышленности), нафталина, пластмассы, карболовой и салициловой кислот и многих медикаментов (стрептоцида, аспирина, сульфидина, сульфазола, новокаина, пирамидона и др.), кроме того, из каменноугольной смолы вырабатывают сахарин, эссенции, экстракты, духи высокого качества, фотопроявители, взрывчатые вещества (аммонал, толуол, тротил). Твердый остаток перегонки каменноугольной смолы — пек используется для изготовления кровельных материалов — толя, рубероида, как связывающее вещество при брикетировании угольной мелочи; пеком покрывают водопроводные, газовые трубы и электрические кабели с целью предохранения их от ржавления.

Светильный газ употребляется как топливо, он может служить в качестве горючего для автотранспорта. Из аммиачной воды извлекают сернокислый аммоний, используемый как азотное удобрение в сельском хозяйстве и нашатырный спирт, применяемый в медицине.

Месторождения. На территории Советского Союза сосредоточено 55% мировых запасов угля. Основная

* Из бурых углей получают полукокс, который применяют для отопления и для технических печей, а также для фильтрования питьевой воды.

доля запасов ископаемого угля находится в Сибири, затем идут еврейская часть страны и Урал. Сибирские месторождения содержат половину всех мировых запасов угля. Особенно богата углем Восточная Сибирь — здесь сосредоточено более 75% всех запасов страны. По выявленным запасам ископаемого угля на первом месте в мире стоит Ленский бассейн, на втором месте — Тунгусский бассейн. На третьем месте среди угольных бассейнов СССР стоит Канско-Ачинский бассейн.

Капиталистические и развивающиеся страны по запасам угля располагаются следующим образом: США, ФРГ, Великобритания, Австралия, Индия, Канада, Франция, Япония и т. д.

СМЕШАННЫЕ ПОРОДЫ

Суглинок — глина, содержащая песок. Строение землистое. Легко растирается между пальцами, при этом чувствуются песчинки. Цвет светло-бурый, желтый. Имеет запах глины. С водой дает пластичную массу. При отмучивании в воде оседают песчинки, а затем глинистые частицы.

Отличительные признаки. Для суглинка характерны землистое строение, содержание в глинистой массе песчинок, светло-бурый, желтый цвет, запах глины, образование пластичной массы с водой.

Разновидности. 1. **Валунный суглинок** — содержит крупные валуны. Происхождение ледниковое — представляет обломочный материал, перенесенный и отложенный ледниками. 2. **Лёссовидный суглинок.** Цвет желтый, бурый, сероватый. Легко растирается между пальцами в тонкий порошок. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. При отмучивании в воде песчаных частиц почти не оседает.

Применение. Суглинок применяется в строительном деле для изготовления кирпича и в силикатной промышленности.

Супесь — в отличие от суглинка содержит больше песка и меньше глины.

Мергель (рухляк) — глина, содержащая до 50% известняка. Строение плотное, землистое. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты, остается грязное пятно после реакции. Цвет белый, серый, желтова-

тый, буроватый, красноватый, зеленоватый, черный, пестрый. Легко выветривается и распадается на мелкие угловатые обломки. Если кусочек породы растворить в соляной кислоте и взболтать, дает много мути и образует осадок глинистого вещества. Имеет запах глины.

Отличительные признаки. Для мергеля характерны плотное, землистое строение, реакция с разбавленной соляной кислотой, глинистый запах.

Происхождение. Отложение мергеля происходит в морях и озерах. Образуется в том случае, когда известковый и глинистый осадки отлагаются одновременно.

Применение. Используется мергель в цементной промышленности и как удобрение в сельском хозяйстве.

Месторождения. Отложения мергеля имеются на Черноморском побережье Кавказа, где они простираются в направлении от Новороссийска к Геленджику. Мергель также встречается в Поволжье, в Заволжье и в Приуралье.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Метаморфические породы образовались в глубинных зонах Земли из осадочных и магматических пород путем видоизменения их под действием высокого давления, высокой температуры и химического влияния магмы, горячих вод и газов, идущих из магматических очагов.

СТРОЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Большинство метаморфических пород имеет сланцеватое, зернисто-сланцеватое строение, поэтому часто метаморфические породы называют кристаллическими сланцами. Таковы гнейс, слюдяные сланцы, хлоритовые сланцы, тальковые сланцы, филлит и др. Некоторые метаморфические породы имеют зернистое строение. К таким относятся мрамор, кварцит.

Классификация метаморфических пород приведена в табл. 3.

Классификация метаморфических пород

| Кристаллические сланцы (строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое) | | Массивные породы (строение зернистое) | |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Породы | Минералогический состав | Породы | Минералогический состав |
| Гнейс | Кварц, полевой шпат, слюда, иногда роговая обманка, авгит | Мрамор | Состоит из одного минерала — кальцита |
| Слюдяной сланец | Слюда и кварц или одна слюда | Кварцит | Состоит из одного минерала — кварца |
| Хлоритовый сланец | В основном состоит из хлорита | | |
| Тальковый сланец | В основном состоит из талька | | |
| Глинистый сланец | В основном состоит из глины | | |
| Горючий сланец | Сланцы различного состава, пропитанные битумом | | |

ОПИСАНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Гнейс. Строение зернисто-сланцеватое. Присутствуют кварц, полевые шпаты, слюды, иногда роговая обманка. По минералогическому составу и по окраске напоминает гранит.

Отличительные признаки. Для гнейса характерны зернисто-сланцеватое строение, содержание полевого шпата, кварца. Гнейс очень напоминает гранит, от которого отличается строением: у гнейса строение зернисто-сланцевое, у гранита зернистое.

Происхождение. Гнейсы, образовавшиеся из осадочных пород, называются **парагнейсами**, из магматических пород — **ортогнейсами**.

Применение. Гнейсы используются для изготовления щебня, плит, бута.

Месторождения. В СССР гнейсы широко распространены в Карельской АССР, УССР, на Урале, Кавказе, в Восточной Сибири, Средней Азии и других районах.

Слюдяной сланец. Строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое. Слюдяной сланец состоит из слюды или из слюды и кварца. Окраска породы белая, бурая, черная.

Отличительные признаки. Для слюдяного сланца характерны сланцеватое, полосчатое строение, содержание слюды.

Разновидности. 1. **Мусковитовый сланец** — слюда представлена бесцветной или белой разностью — мусковитом. 2. **Биотитовый сланец** — слюда представлена черной разностью — биотитом. 3. **Двуслюдяной сланец** — слюда представлена и мусковитом, и биотитом.

Применение. См. мусковит и биотит.

Месторождения. В СССР слюдяные сланцы встречаются в Карельской АССР, Сибири, на Урале и в других районах.

Хлоритовый сланец. Строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое. Легко раскалывается. Состоит хлоритовый сланец из хлорита или хлорита и кальцита. Окраска породы зеленая различных оттенков. Зеленый минерал (хлорит) легко царапается ножом. Нередко встречаются включения кристаллов магнитного железа.

Отличительные признаки. Для хлоритового сланца характерны сланцеватое, зернисто-сланцеватое строение, содержание хлорита.

Тальковый сланец. Строение сланцеватое. Легко колетя на плитки. Тальковый сланец состоит из одного минерала — талька.

Отличительные признаки. Для талькового сланца характерны сланцеватое строение, содержание талька.

Применение. Практическое значение породы такое же, как талька.

Филлит. Строение тонкосланцеватое. Поверхности сланцеватости блестящие благодаря наличию тонких чешуек минерала серицита и имеют шелковистый блеск. Окраска серая, зеленоватая, красноватая, бурая, черная, фиолетовая и др.

Отличительные признаки. Для филлита характерны тонкосланцеватое строение, блестящая поверхность сланцеватости. Филлит напоминает глинистый сланец, от которого отличается блестящей поверхностью сланцеватости.

Разновидность. Кровельные сланцы — разно-
сти, легко раскалывающиеся на тонкие и ровные плитки.

Применение. Кровельные сланцы — материал
для крыш.

Глинистый сланец. Строение сланцеватое. Состоит из
тонких глинистых частиц с примесью пылеватых частиц
кварца, а иногда и частиц хлорита. Тусклый. Окраска
зеленоватая, сероватая, черноватая, желтоватая, бурая,
красноватая. Если дышать на него, издает землистый за-
пах. Легко распадается на плитки. Не размокает в воде.

Отличительные признаки. Для глинистого
сланца характерны сланцеватое строение, тусклая по-
верхность сланцеватости, запах глины, зеленоватая, се-
роватая, черноватая, желтоватая, бурая, красноватая
окраска.

Разновидность. Кровельный сланец (естествен-
ный шифер) — плотный, легко раскалывающийся на
тонкие и ровные плитки глинистый сланец.

Применение. Тонкосланцеватые глинистые
сланцы используются как кровельный материал. В раз-
мельченном виде они применяются в производстве лино-
леумов, изоляционных материалов и резиновых изделий.

Месторождения. В СССР глинистые сланцы
встречаются на Урале (Атлянское месторождение), Кав-
казе (Красная Поляна), в Сибири, УССР (Кривой Рог)
и в Карельской АССР.

Горючий сланец. Строение сланцеватое. Глинистые
или мергелистые сланцы, обогащенные органическими
веществами и имеющие в силу этого черный цвет; иногда
цвет желтый. Легко распадается на плитки. Легкий. За-
горается от спички и издает запах жженой резины, силь-
но коптит.

Отличительные признаки. Для горючего
сланца характерны сланцеватое строение, черный, жел-
тый цвет. Горючие сланцы напоминают глинистые слан-
цы. Отличаются горючие сланцы от глинистых тем, что
обладают способностью гореть и более легки по сравне-
нию с глинистыми сланцами.

Происхождение. Горючие сланцы образова-
лись на дне морей благодаря одновременному отложе-
нию органического и неорганического ила.

Применение. Горючие сланцы — топливо и тех-
нологическое сырье. Из горючих сланцев получают мас-

ла и смолы. Первые идут в качестве топлива на электростанции, а смолы являются ценным химическим сырьем для производства почти пятидесяти различных продуктов. Эстонская и Прибалтийская ГРЭС — крупнейшие в мире электростанции, работающие на сланцах. Горючие сланцы используются для получения бензина, бытового газа, фенола, ароматических углеводородов, электродного кокса, бензола, синтетического дубителя, клея для строительной индустрии (для скрепления блоков домов), пластмасс, гербицидов, дорожных битумов. Сланцы называют топливом будущего, потому что их мировые запасы во много раз превышают запасы других горючих ископаемых (нефть, природный газ, каменный уголь), вместе взятых. Сланцевая смола является хорошим изолятором, «защитником» от коррозии, в ряде случаев заменяет пайку и сварку. Она также используется для удобрения почвы. Сланцевая зола используется в производстве вяжущих веществ и строительных деталей. Смола находит применение в производстве химических препаратов.

Месторождения. На долю СССР приходится 40—50% мировых запасов горючих сланцев. Месторождения их имеются в Белоруссии (Полесье), Эстонской ССР (Кохтла-Ярве, Йыхви), Ленинградской области (Сланцы), Среднем Поволжье (Ульяновск, Сызрань). Богатейшие залежи горючих сланцев имеются также в США, Канаде, Бирме, Бразилии, Италии, Конго и во многих других странах.

Мрамор. Строение крупнозернистое, среднезернистое, мелкозернистое, тонкозернистое. Состоит из кальцита. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Не оставляет царапины на стекле. Поверхности зерен ровные (спайность совершенная). Мрамор имеет различный цвет; нередко он пестро окрашен и имеет затейливый рисунок. Мрамор поражает неповторимыми рисунками, расцветками. Черный цвет мрамора обусловлен примесью графита, зеленый — хлорита, красный и желтый — окислов и гидроокислов железа.

Отличительные признаки. Для мрамора характерны зернистое строение, содержание кальцита, небольшая твердость (не оставляет царапины на стекле), ровные поверхности зерен (спайность совершенная), реакция при действии разбавленной соляной кислоты. Мра-

мор можно спутать с более твердыми породами — с кварцитом и яшмой. Отличие — кварцит и яшма не реагируют с разбавленной соляной кислотой. Кроме того, мрамор не царапает стекло.

Применение. Мрамор — прекрасный облицовочный, декоративный и скульптурный материал. Мрамор используется при отделке зданий, вестибюлей, подземных залов метро, в качестве заполнителя в цветных бетонах, идет для изготовления плит, ванн, умывальников и памятников. Из мрамора делают изящные кубки, светильники, оригинальные настольные приборы. Мрамор применяется в черной металлургии при сооружении мартеновских печей, в стекольной, электротехнической промышленности, а также в качестве строительного материала в дорожном деле, как удобрение в сельском хозяйстве и для выжигания извести. Из мраморной крошки изготавливают красивые мозаичные панно и плитки.

Месторождения. Крупнейшим месторождением мрамора в СССР является Кибик-Кордонское (Красноярский край). Крупные месторождения мрамора есть на Урале, Алтае, в Карелии, Армянской, Грузинской, Узбекской, Азербайджанской, Таджикской, Киргизской ССР и на Дальнем Востоке.

За границей широкой известностью пользуются месторождения мрамора Италии (Каррара) и Греции (о. Парос).

Кварцит. Строение мелкозернистое, тонкозернистое. Кварцит — зерна кварца, скрепленные кремнеземом. Состоит из кварца. Цвет различный. Имеет монотонную окраску. Обладает большой твердостью (оставляет царапину на стекле). Крепкий, звонкий. Поверхности зерен неровные (спайность отсутствует). В изломе блестящий.

Отличительные признаки. Для кварцита характерны зернистое строение, содержание кварца, большая твердость (оставляет царапину на стекле), неровные поверхности зерен (спайность отсутствует), блестящая поверхность в изломе. Кварцит по внешнему виду больше всего напоминает мрамор. Отличается от мрамора большей твердостью (царапает стекло) и тем, что не реагирует с разбавленной соляной кислотой.

Применение. Среди горных пород кварциту нет равных по долговечности. Он не боится огня, горячих щелочей, едких газов, кислот и даже «царской водки».

Он идет на изготовление огнеупорного кирпича — динаса, точильных камней, жерновов, брусков, плит и щебня (применяется в дорожном деле, для бетонных работ); кроме того, используется как облицовочный, декоративный материал.

Месторождения. В СССР известны кварциты Карельской АССР (близ Шокши, южнее Петрозаводска и на р. Пухте). Кварциты также встречаются на Алтае (Белорецкое месторождение), в УССР (в районе Кривого Рога), в районе Курской магнитной аномалии.

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ ОКАМЕНЕЛОСТИ

При определении беспозвоночных животных следует прежде всего их делить на две основные группы: одиночные и колониальные. При этом, вполне понятно, скопление одиночных форм нельзя принимать за колонию.

Группы ископаемых в определителе расположены в систематическом порядке, начиная с простейших и кончая более сложно организованными животными.

Скелет у беспозвоночных бывает хитиновый (роговой), известковый и кремневый. Хитиновый скелет имеет бурый или черный цвет. Известковые и кремневые скелеты обычно светло окрашены. Известковые скелетные образования беспозвоночных реагируют с разбавленной соляной кислотой, кремневые — не реагируют, обладают большей твердостью (царапают стекло).

Простейшие отличаются мелкими размерами. Чаше-подобная, конусообразная раковина характерна для губок. Коническую раковину имеют археоциаты; одиночные четырехлучевые кораллы имеют коническую или башмачковидную раковину.

Двустворчатую раковину имеют плеченогие и пластинчатожаберные моллюски. Отличить их можно по следующим особенностям: каждая из створок у плеченогих симметричная, у пластинчатожаберных — несимметричная. Плоскость симметрии у брахиопод делит створку пополам, а у пластинчатожаберных она проходит между створками. У некоторых пластинчатожаберных плоскость симметрии отсутствует (устрица). Таким образом, в группу «створка симметричная» попадают плеченогие, в группу «створка несимметричная» — пластинчатожаберные моллюски.

Створки у плеченогих, как правило, неодинаковы, у пластинчатожаберных обычно равные.

У брахиопод различают брюшную (более выпуклая) и спинную створки, у двустворчатых моллюсков — ле-

вую и правую створки. Кроме того различают длину, ширину и толщину раковины.

У пластинчатожаберных моллюсков створки бывают колпачковидной и иной формы. В последнем случае она может иметь одинаковую длину и ширину, может быть вытянутой в длину или в ширину.

Раковины плеченогих удобно делить по размеру на маленькие, средние и большие. Они также могут быть одинаковой длины и ширины, вытянутыми в длину или в ширину. Термины «большой», «небольшой», «широкий», «узкий» и т. п. употребляются только в сравнении с близкородственными организмами.

Брахиподы отличаются от пластинчатожаберных моллюсков и по строению замочного аппарата: у брахиопод он состоит только из двух выступов (зубов), расположенных под макушкой брюшной створки, и двух соответствующих им ямок под макушкой спинной створки. У пластинчатожаберных моллюсков число зубов обычно больше двух: зубы и ямки каждой створки чередуются.

Многие плеченогие имеют отверстие для выхода ножки, расположенное под макушкой. У пелеципод такого отверстия нет. Арея — узкая площадка под макушкой — большей частью наблюдается у брахиопод.

Срединное углубление на брюшной створке — синус и срединный выступ на спинной створке — седло может наблюдаться только у плеченогих.

Ручной аппарат характерен только для брахиопод. Мантийная линия и мантийный синус наблюдаются только у пластинчатожаберных моллюсков.

Спирально завитая раковина может быть свернута в плоскую и вытянутую спираль. Раковина, свернутая в плоскую спираль, особенно характерна для аммонитов; раковина, свернутая в вытянутую спираль, типична для брюхоногих моллюсков. Раковина, свернутая в вытянутую спираль, может быть улиткообразной (шаровидной), состоящей из небольшого числа оборотов (башенковидной), состоящей из большого числа оборотов — веретенообразной, трохусовидной, пуповидной, кубаревидной (рис. 15).

Раковины у аммонитов бывают необъемлющие (все обороты видны на боковой поверхности) и объемлющие (последний оборот покрывает все предыдущие). У некоторых аммонитов обороты не соприкасаются или в верх-

ней части раковина становится прямой, палкообразной.

При определении аммонитов немаловажное значение имеет форма перегородочной (лопастной) линии (рис. 16). У древних (палеозойских) аммонитов наблюдается преимущественно наутилоидная, гониатитовая пе-

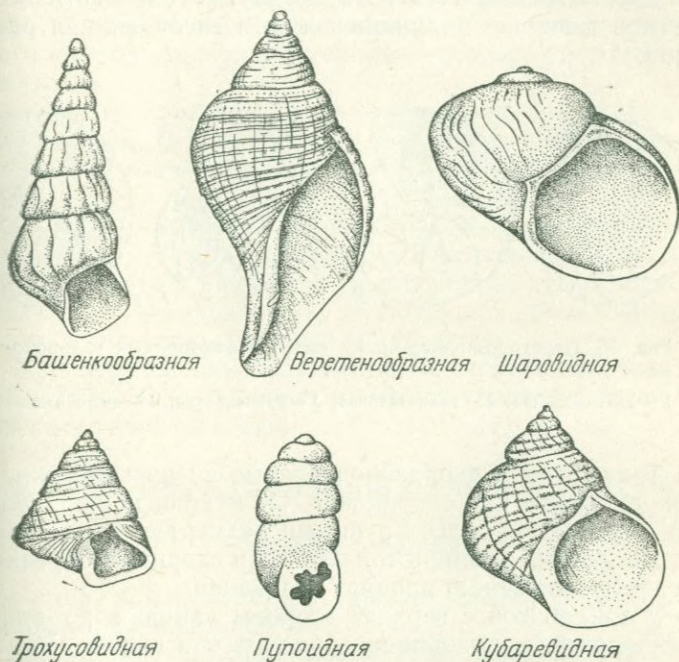


Рис. 15. Различные формы раковин брюхоногих моллюсков

регородочная линия, у новых (мезозойских) аммонитов — цератитовая и аммонитовая.

Наутилоидная перегородочная линия — прямая или слабо изогнутая, нерасчлененная. Гониатитовая перегородочная линия — с округлыми и приостренными изгибами седел, обращенных в сторону жилой (последней) камеры, и лопастями, ориентированными в противоположную сторону. Цератитовая перегородочная линия — лопасти зазубрены, седла — округлые. Аммонитовая перегородочная линия — седла и лопасти сильно расчленены и зазубрены. Чем сложнее перегородочная линия,

тем больше поверхность соприкосновения перегородок с раковиной, тем прочнее раковина (может выдержать резкие колебания давлений). Более сложная форма перегородочной линии наблюдается у более поздних и более высокоорганизованных аммонитов.

Для белемнитов и некоторых других головоногих моллюсков типична цилиндрическая и сигаровидная раковина.

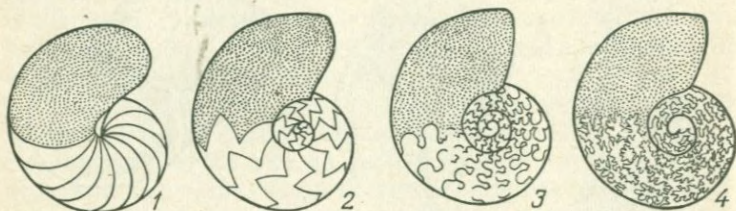


Рис. 16. Перегородочные линии наружнораковинных головоногих

1 — наутилоидная; 2 — гониатитовая; 3 — цератитовая; 4 — аммонитовая

Трилобиты и скорпионообразные внешне похожи на мокриц, раков или скорпионов. От мокриц и скорпионов они отличаются более крупными размерами и по окраске. Хитиновый панцирь трилобитов и скорпионообразных по цвету напоминает панцирь тараканов.

У трилобитов с верхней стороны панциря не видно конечностей, а у скорпионообразных они видны. По этому признаку они легко отличаются. У трилобитов хвостовой отдел может быть небольшим или не выражен совсем; у некоторых представителей трилобитов головной и хвостовой отделы примерно одинаковых размеров. По этому признаку они делятся на группы.

Морские лилии внешне напоминают растения. Они выделяются в самостоятельную группу.

У морских ежей панцирь бывает шарообразный, сердцевидный, куполовидный, что позволяет разделить их на группы.

Колониальные формы прежде всего делятся на светлоокрашенные (реагируют с разбавленной соляной кислотой) и темноокрашенные (не реагируют с разбавленной соляной кислотой). В группу светлоокрашенных по-

падают кораллы, мшанки, в группу темноокрашенных — граптолиты. Среди светлоокрашенных различаются колонии, состоящие из кораллитов сетчатой формы и состоящие из ветвящихся трубочек.

Колонии, состоящие из кораллитов, подразделяются на две группы: кораллиты тонкие и кораллиты толстые. В группу кораллиты тонкие попадают трубчатые кораллы, в группу кораллиты толстые — четырехлучевые кораллы.

Среди граптолитов выделяются колонии в виде прямых или искривленных веточек, а также веточек, имеющих форму развернутой спирали, и корзиноподобная колония.

Обтекаемая форма раковины указывает на то, что организм был хорошим пловцом, боченковидная, башенковидная формы раковины указывают на неспособность к быстрому передвижению, кубковидная, бокаловидная формы — на прикрепленный образ жизни.

При определении окаменелостей следует пользоваться ключом. Подробное описание окаменелостей приведено в описательной части.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Одиночные формы

| | |
|---|-----|
| Раковина ячменеобразная, просоподобная | 230 |
| Раковина монетоподобная | 231 |
| Раковина чашеподобная, коническая (прямая или слабо согнутая) | 232 |
| Раковина башмачковидная | 233 |
| Раковина двустворчатая | |
| Створка несимметричная: | |
| Вытянутая в длину | 233 |
| Вытянутая в ширину | 234 |
| Створка симметричная: | |
| Раковина маленькая | 235 |
| Раковина средняя: | |
| Одинаковой длины и ширины | 237 |
| Вытянутая в длину | — |
| Вытянутая в ширину | — |
| Раковина большая: | |
| Вытянутая в длину | 238 |

| | |
|---|-----|
| Вытянутая в ширину | 239 |
| Раковина завита в плоскую спираль | 240 |
| Раковина цилиндрическая, сигаровидная | 245 |
| Раковина улиткообразная (состоит из небольшого числа оборотов) | 247 |
| Раковина башенковидная (состоит из большого числа оборотов) | 248 |
| Раковина веретенообразная | 248 |
| Ракоподобные формы | |
| Конечностей не видно: | |
| Хвостовой отдел небольшой или не выражен | 248 |
| Головной и хвостовой отделы одинаковых раз- меров | 251 |
| Конечности видны | 252 |
| Животное внешне напоминает растение | 254 |
| Панцирь шарообразный | — |
| Панцирь сердцеобразный | 255 |
| Панцирь куполовидный | — |

Колониальные формы

| | |
|--|-----|
| Светлоокрашенные (с разбавленной соляной кисло- той реагируют): | |
| Колония состоит из кораллитов: | |
| Кораллиты тонкие | 256 |
| Кораллиты толстые | 257 |
| Колония в виде ветвящихся трубочек | 258 |
| Колония сетчатой формы | — |
| Темноокрашенные (с разбавленной соляной кисло- той не реагируют): | |
| Веточки прямые или слабо искривленные | 259 |
| Веточки в виде развернутой спирали | 260 |
| Колония корзиноподобная | — |

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Одиночные формы

Раковина ячменеобразная, просопо-
добная

Fusulina. Раковина известковая, веретеновидная, по
форме и размеру соответствует зерну ячменя. На по-
верхности раковины продольные перегородочные бо-
роздки (рис. 17).

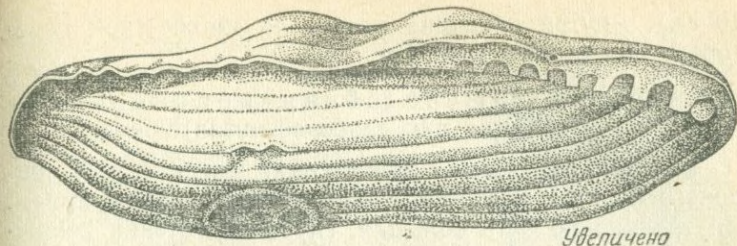


Рис. 17. *Fusulina*

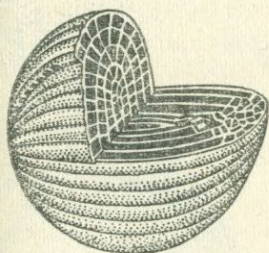


Рис. 18. *Schwagerina*

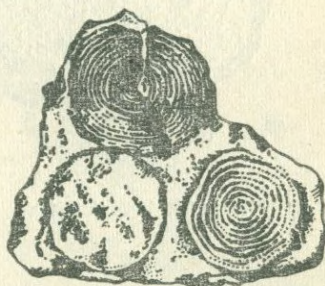


Рис. 19. *Nummulites*

Schwagerina. Раковина известковая, шарообразная или раздуто-веретенообразной формы. По размеру соответствует зерну проса. На поверхности раковины резко выражены продольные перегородочные бороздки (рис. 18).

Раковина монетоподобная

Nummulites. Раковина известковая, плоская, округлая, монетовидная, мелкая или средних размеров (3—

10 см). Внутри раковина разделена множеством перегородок на камеры (рис. 19).

Раковина чашеподобная, коническая (прямая или слабо согнутая)

Ventriculites. Скелет кремневый, имеет форму широкого кубка с отогнутым складчатым верхним краем. Внутренняя полость большая, глубокая. Стенки покры-

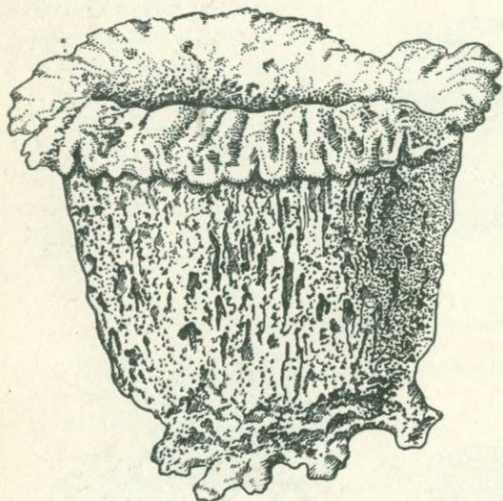


Рис. 20. *Ventriculites*

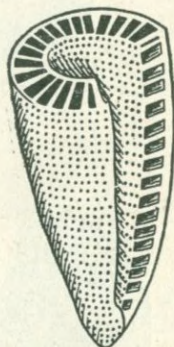


Рис. 21. *Archaeocyathus*

ты порами, расположенными вертикальными рядами. От нижней части отходят корневые выросты (рис 20).

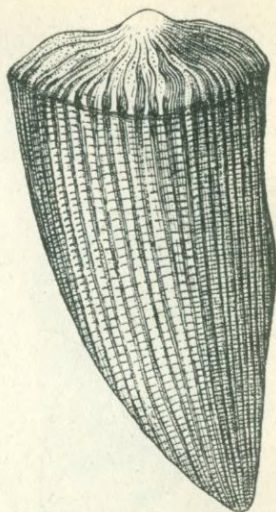
Archaeocyathus. Раковина известковая, бокаловидная, кубковидная, двустенная. Размеры от нескольких миллиметров до 40 см в высоту. Пространство между стенками разделено вертикальными и горизонтальными перегородками. На наружной поверхности неправильные поперечные пережимы и многочисленные поры (рис. 21).

Археоциатус похож на вентрикулитеса. В отличие от последнего скелет археоциатуса известковый, массивный (без игл), состоит из двух конусов, вложенных

один в другой, между стенками располагаются вертикальные и горизонтальные перегородки.

Hippurites. Раковина известковая, неравносторонняя, конусовидная (нижняя правая створка коническая, массивная, толстая, верхняя левая створка уплощенная, крышечковидная), средних или крупных размеров (до 1 м). Поверхность правой створки продольно морщинистая. На левой створке многочисленные поры. Раковина внешне напоминает четырехлучевой одиночный коралл (рис. 22).

Рис. 22. *Hippurites*



Раковина башмачковидная

Calceola. Известковый одиночный коралл в виде остроносой туфельки с приподнятым носком. Нижняя сторона плоская, верхняя — дуговидно-изогнутая. Кры-

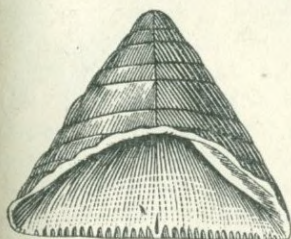


Рис. 23. *Calceola*

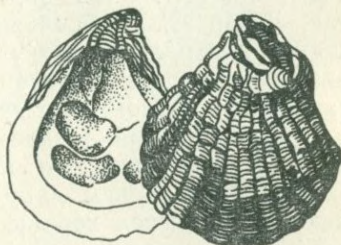


Рис. 24. *Ostrea*

шечка толстая, имеет округленно-треугольную форму (рис. 23).

Раковина двустворчатая

Створка несимметричная
Вытянута в длину

Ostrea. Раковина известковая, средних и крупных размеров, толстостенная, изменчивых неправильных

очертаний (чаще округленно-пятиугольная), вытянутая в заднем направлении, неравносторчатая: левая створка выпуклая, правая — плоская или вогнутая. Зубы отсутствуют. На поверхности раковины радиальная складчатость и концентрический толстый пластинчатый слой (рис. 24).



Рис. 25. *Gryphaea*

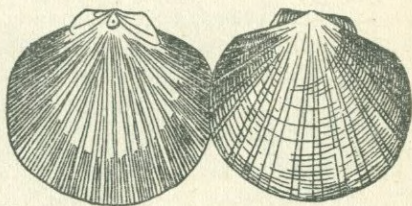


Рис. 26. *Pecten*

Gryphaea. Раковина известковая, средних и крупных размеров, вытянутая в длину, узкая, неравносторчатая. Левая створка сильно выпуклая с клювовидно загнутой центральной макушкой, покрытая грубыми линиями нарастания; правая створка плоская или вогнутая. Грифея напоминает загнутый клюв грифа (рис. 25).

Pecten. Раковина известковая, тонкостенная, равносторчатая, крупных и средних размеров, округлая, вытянутая в заднем направлении. По обе стороны от макушки имеются хорошо выраженные ушки. Створки неравные: правая — выпуклая, левая — плоская или вогнутая. Замок выражен слабо. На наружной поверхности раковины грубые радиальные ребра и складки.

Вытянутая в ширину

Mastra. Раковина известковая, средних или крупных размеров, толстостенная, овально-треугольная, вытянутая в боковом направлении, равносторчатая с макушками. От макушек к задне-нижнему углу проходит киль, на котором грубые линии нарастания образуют гребень. Створки килеватые. Поверхность гладкая или имеются тонкие концентрические линии нараста-

ния. На правой створке два центральных и два боковых зуба; на левой створке — один центральный зуб и два боковых. Синус неглубокий (рис. 27).

Cardium. Раковина известковая, маленьких и средних размеров, толстостенная, овальная (округленно-треугольная, округленно-четыреугольная) с макушками. Раковина сбоку имеет сердцевидную форму. Макушки повернуты вперед. На поверхности раковины грубые радиальные ребра с широкими промежутками. На ребрах грубые шипы. В межреберных промежутках едва заметные радиальные полосы. Края створок снаружи и изнутри широко зазубрены. Замок состоит из двух центральных и двух боковых зубов (рис. 28).



Рис. 27. *Mactra*

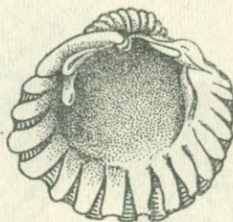


Рис. 28. *Cardium*

Створка симметричная
Раковина маленькая

Lingula. Раковина хитиново-фосфатная (большей частью коричневого цвета), небольших размеров, тонкая, почти равносторчатая, удлинненно-овальной формы. Створки слабо выпуклые с невыступающими макушками. На наружной поверхности заметны концентрические линии нарастания (рис. 29).

По размерам и по внешним особенностям раковины лингулу можно спутать с оболусом. Отличие — створки у оболуса толстые, у лингулы — тонкие.

Obolus. Раковина хитиново-фосфатная (большей частью темно-коричневого или черного цвета), небольших размеров, толстая, почти равносторонняя, округ-

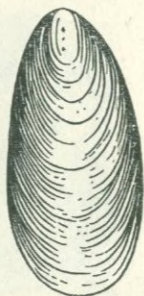


Рис. 29. *Lingula*

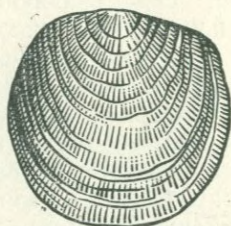


Рис. 30. *Obolus*



Рис. 31. *Orthis*

лой или овальной формы, несколько вытянутая в при-
макушечной части. Имеется аррея. Створки слабо вы-
пуклые. На наружной поверхности тонкие радиальные
и концентрические линии (рис. 30).

Orthis. Раковина известковая, небольших размеров,
толстая, округлой формы, неравностворчатая: брюш-
ная створка более выпуклая, с более выступающей ма-
кушкой. Смычный край прямой. Замочный край короче
наибольшей ширины раковины. На наружной поверх-
ности грубые радиальные ребра. Края створок склад-
чатые изнутри (рис. 31).

Ортис похож на оболюс. Отличие — у ортиса на наружной поверхности грубые радиальные ребра, у оболюса — тонкие концентрические линии.

Раковина средняя

Одинаковой длины и ширины

Rhynchonella. Раковина известковая, средних размеров, неравностворчатая, с маленькой клювовидной макушкой. Синус и седло резко выражены. Со стороны макушки раковина имеет треугольную форму. На по-



Рис. 32. *Rhynchonella*

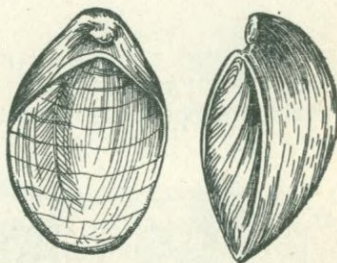


Рис. 33. *Terebratula*

верхности раковины тонкие ребра. На макушке круглое отверстие для ножки. Арея нет (рис. 32).

Вытянутая в длину

Terebratula. Раковина известковая, средняя, удлинненно-овальная, двояковыпуклая с сильно загнутой макушкой брюшной створки. На макушке круглое отверстие для ножки. Арея выражена слабо. Наружная поверхность гладкая или имеются слабо выраженные концентрические линии нарастания (рис. 33).

Вытянутая в ширину

Spirifer. Раковина известковая, средних размеров, округлотреугольной или овальной формы, вытянутая в ширину. Обе створки выпуклые. Имеется небольшая

клювообразная макушка. Синус и седло выражены не-резко. На наружной поверхности радиально ветвящие-ся ребра. Смычный край прямой. Хорошо выражена ареея (рис. 34).

Cyrtospirifer. Раковина известковая, средних разме-ров. Длина и ширина примерно одинаковы. Обе створ-

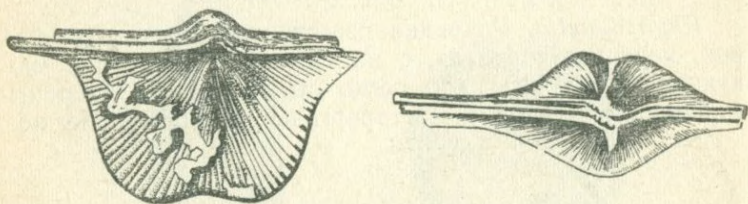


Рис. 34. *Spirifer*

ки выпуклые с острыми или тупыми ушками. Имеется небольшая клювообразно загнутая макушка. Ребра ветвятся в пределах синуса и седла. Поверхность рако-



Рис. 35. *Cyrtospirifer*

вины ребристая. Смычный край прямой. Есть ареея (рис. 35).

Циртоспирифер можно спутать со спирифером. От-личие — у циртоспирифера есть ушки и ребра ветвят-ся только в пределах синуса и седла.

Раковина большая

Вытянутая в длину

Pentamerus. Раковина известковая, крупная округ-ленно-треугольной или овальной формы, суженная близ макушек. Лобный край округлый. Створки сильно

вздутые с выступающей сильно загнутой макушкой на брюшной створке. Наружная поверхность гладкая или слабо радиально-ребристая. На внутренней стороне брюшной створки имеется срединная перегородка, протягивающаяся от заднего края к переднему, не доходя до последнего. Вдоль этой перегородки створки легко раскалываются на части (рис. 36).

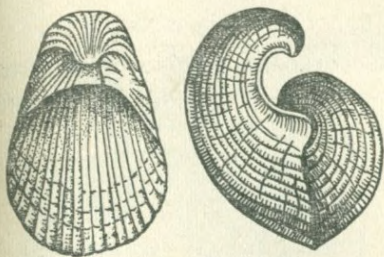


Рис. 36. *Pentamerus*

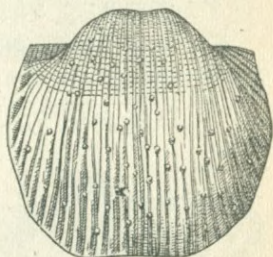


Рис. 37. *Productus*

Productus. Раковина известковая, крупная, вытянутая в длину, неравностворчатая: брюшная створка сильно выпуклая, спинная — плоская или вогнутая (коленчатая). Синус неясно выражен. На брюшной створке загнута макушка, на ушках и на замочном крае иглы. На наружной поверхности радиальные ребра и concentрические морщины (рис. 37).

Вытянутая в ширину

Dictyoclostus. Раковина известковая, крупная, вытянутая в ширину, неравностворчатая: брюшная створка выпуклая, спинная — плоская или вогнутая. На брюшной створке крупная, сильно загнутая макушка. Иглы на всей поверхности брюшной створки. На наружной поверхности радиальные ребра и concentрические морщины (рис. 38).

Диктиоклостус похож на продуктус. Отличие — раковина у диктиоклостуса вытянута в ширину, у продуктуса — в длину; иглы у диктиоклостуса имеются на всей поверхности брюшной створки, у продуктуса — только у замочного края и на ушках; сетчатым рисунком поверхности у диктиоклостуса.

Gigantoproductus. Раковина известковая, очень крупных размеров (на что указывает название), сильно вытянута в ширину, резко неравностворчатая: брюшная створка выпуклая (полушаровидной формы), спинная — плоская или вогнутая. Хорошо развиты ушки. Наружная поверхность радиально-складчатая с радиальными ребрами, расположенными между ними. На брюшной створке редкие иглы. Арея отсутствует.

Раковина завита в плоскую спираль

Spirorbis. Маленькая известковая трубка, свернутая в улитковидную спираль с поперечно-морщинистой по-

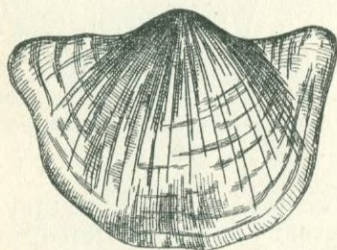


Рис. 38. *Dictyoclostus*

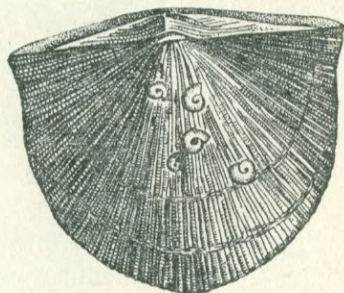


Рис. 39. *Spirorbis*, приросшие к раковине брахиоподы

верхностью, прикрепленная нижней стороной к посторонним предметам (рис. 39).

Euomphalus. Раковина известковая, завитая почти в одной плоскости (в виде низкого конуса). Обороты уплощенные. Пупок очень широкий. Устье округленно-многоугольное с небольшой щелью. На поверхности раковины штрихи и морщины нарастания (рис. 40).

Bellerophon. Раковина известковая, шарообразная, боченкообразная, спирально-свернутая. Последний оборот закрывает предыдущие. Пупок узкий или отсутствует. Устье широкое, округлое, с узким глубоким вырезом (рис. 41).

Nautilus. Раковина известковая, завитая в одной плоскости, вздутая, гладкая или слабо морщинистая. Поперечное сечение оборота от полуовального до почти

трапецевидного. Сифон расположен недалеко от центра. Перегородочная линия с широким седлом на брюшной стороне, широкой боковой лопастью, небольшим седлом у пупочного края (рис. 42).

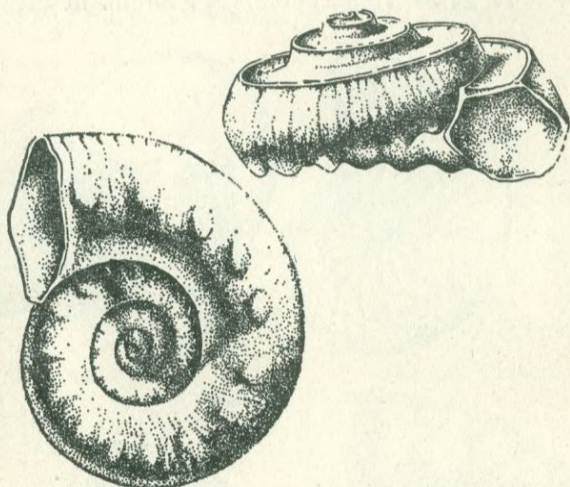


Рис. 40. *Euomphalus*

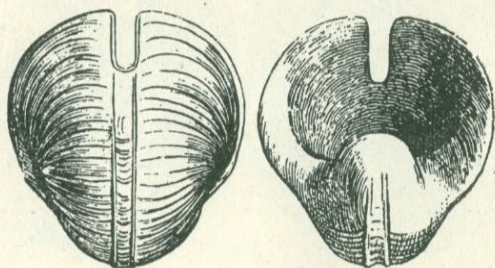


Рис. 41. *Bellerophon*

Timanites. Раковина известковая, объемлющая (обороты перекрывают друг друга), плоская, дисковидная, с узким поперечным сечением, с острым наружным краем, с узким пупком. Наружная поверхность гладкая с очень тонкими линиями нарастания. Перегородочная линия гониатитовая: состоит из широких округлых седел и острых лопастей (рис. 43).

Medlicottia. Раковина известковая, объемлющая (обороты перекрывают друг друга), плоская, дисковидная, с узким пупком. Сечение узкое. Характерны два наружных бугорчатых кия и глубокая срединная борозда между ними. Перегородочная линия цератитовая:

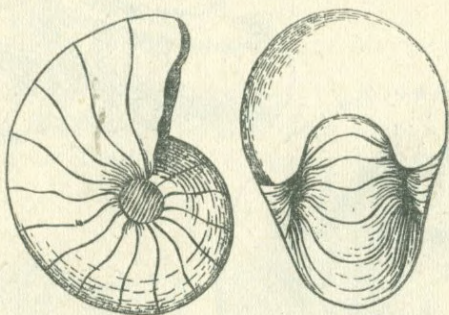


Рис. 42. *Nautilus*

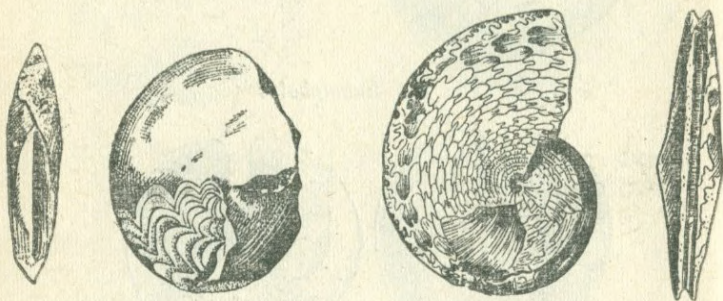


Рис. 43. *Timanites*

Рис. 44. *Medlicottia*

седла высокие, округлые, лопасти — двураздельные, трехраздельные. На крупных оборотах тонкие ребра, несколько вытянуты назад (рис. 44).

Clutenia. Раковина известковая, необъемлющая. Пупок широкий, обороты снаружи округлены. Ширина и высота оборота примерно равные. Поперечное сечение оборотов почти круглое. На наружной поверхности раковины тонкие струйки роста или она гладкая. Сифон приближен к внутренней стороне оборота. Пере-

городочная линия гониатитовая: седла широкие плоские, прямоугольные, лопасти — глубокие, узкие (рис. 45).

Virgatites. Раковина известковая, среднеобъемлющая. Обороты с наружной стороны округлены. Попе-



Рис. 45. *Clymenia*

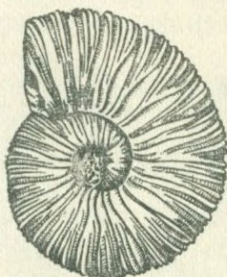


Рис. 46. *Virgatites*



Рис. 47. *Phylloceras*

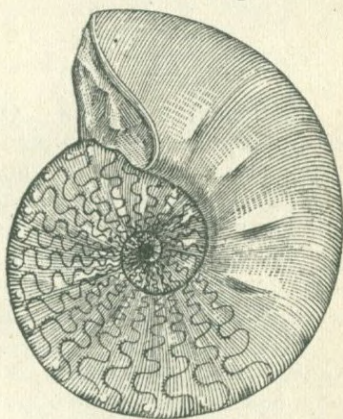


Рис. 48. *Ceratites*

речное сечение высокое, овальное. Пупок узкий. На наружной поверхности раковины ребра, ветвящиеся в виде пучка: от передней наиболее длинной ветви отделяются все более и более короткие (вергатитовое ветвление). Перегородочная линия аммонитовая (рис. 46).

Phylloceras. Раковина известковая, сильно объемлющая. Обороты перекрывают друг друга. Пупок очень

узкий. Поперечное сечение удлиненно-эллипсоидальное. Высота оборота примерно в два раза больше ширины. На наружной поверхности тонкие (струйчатые) радиальные ребрышки. Перегородочная линия аммонитовая: седла и лопасти узорчатые, растениеподобные (рис. 47).

Ceratites. Раковина известковая, средних размеров, слабо объемлющая с широкой округлой или уплощен-

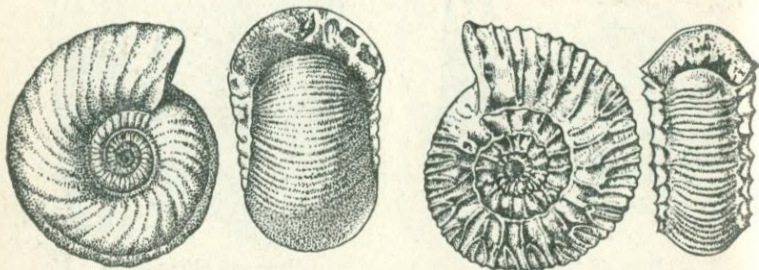


Рис. 49. *Cadoceras*

Рис. 50. *Simbirskites*

ной наружной стороной. Обороты утолщаются к наружной стороне. Поперечное сечение округленно-четырехугольное с широкой и полого выпуклой наружной стороной. Пупок от узкого до широкого. На наружной поверхности редкие грубые валикообразные поперечные ребра. На боковой стороне раковины они образуют выступы (рога). Перегородочная линия цератитовая: седла не рассечены, а лопасти рассечены в нижних частях (рис. 48).

Cadoceras. Раковина известковая, объемлющая, сильно вздутая, боченкообразная. Пупок узкий, глубокий (воронковидный), ступенчатый. Последние обороты имеют низкое расширенное поперечное сечение. На наружной поверхности многочисленные тонкие ребра, переходящие в продольные утолщения у пупкового перегиба. Перегородочная линия аммонитовая (рис. 49).

Simbirskites. Раковина известковая, крупных размеров. Наружная сторона раковины округленная. Поперечное сечение округленное. Высота оборота меньше ширины или почти равна последней. Пупок узкий, глубокий. На наружной поверхности ребра. Главные ребра разветвляются на середине боковой стороны на

три или большее количество ветвей. В месте ветвления находится бугорок. Перегородочная линия аммонитовая (рис. 50).

Crioceratites. Раковина известковая, спирально-завитая в одной плоскости с неприкасающимися оборотами. Обороты высокие овальной формы с закругленными сторонами. На наружной поверхности главные гребневидные ребра с бугорками; между ними расположены второстепенные ребра. Перегородочная линия аммонитовая (рис. 51).

Раковина цилиндрическая, сигаровидная

Orthoceras. Раковина известковая, средних размеров или крупная (до 2 м), прямая, слабо коническая или цилиндрическая. Поперечное сечение круглое. На поверхности раковины продольные и поперечные струйки. Перегородочная линия прямая или слабо изогнутая. Сифонная трубка узкая, расположена посредине раковины или близко от центра. Сифонные дудки короткие.



Рис. 51. *Crioceratites*

Ортоцерас похож на эндоцерас. Единственное отличие — сифонная трубка у ортоцераса расположена посредине раковины, у эндоцераса — ближе к стенке.

Endoceras. Раковина известковая, средних или крупных размеров (до 2 м), прямая, слабо коническая. Поперечное сечение круглое или овальное. Сифонная трубка широкая, расположена ближе к стенке раковины. Сифонные дудки в виде воронок, вставленных друг в друга. Перегородочная линия прямая. На поверхности раковины поперечные кольца и поперечные струйки (рис. 52).

Cylindroteuhis. Ростр известковый, длинный узкоконический или почти цилиндрический, карандашевидный быстро сужающийся к заднему концу, с заостренным концом (как ружейная пуля). На брюшной стороне имеется борозда. Поперечное сечение больше в ширину, чем в высоту (рис. 53).

Цилиндротеутиса можно спутать с гиболитесом и с белемнителлой. Отличие — раковина у цилиндротеутиса цилиндрическая, у гиболитеса — сигаровидная, у белемнителлы — тоже цилиндрическая, но на конце имеет шип.

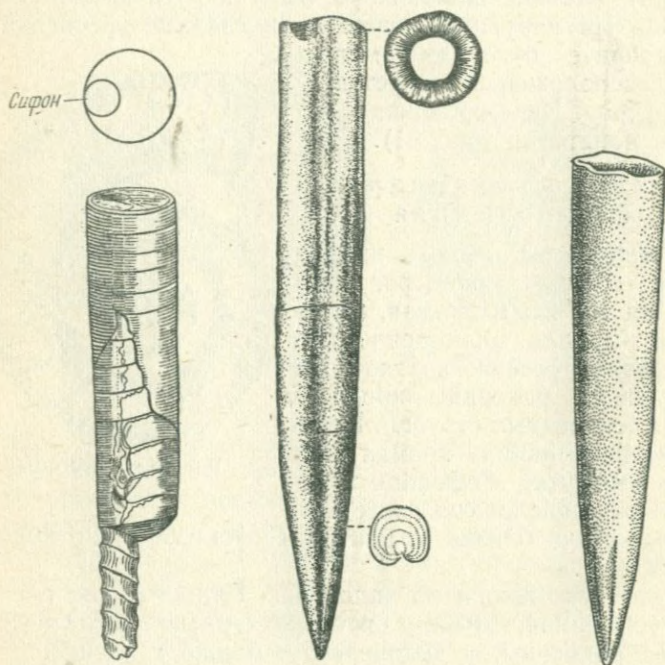


Рис. 52. *Endoceras*

Рис. 53. *Cylindroteuthis*

Рис. 54. *Pachyteuthis*

Pachyteuthis. Ростр известковый крупный толстый конической формы, постепенно сужающийся к удлинённому острию. Поперечное сечение округленно-трапециевидное, больше в высоту, чем в ширину. Брюшная сторона уплощенная, у заднего ее конца имеется короткая широкая борозда. Ательвеола коническая, глубокая, занимает $\frac{1}{3}$ длины роста (рис. 54).

Belemnitella. Ростр известковый крупный цилиндрический с тупым задним концом, заканчивающийся шипом. Поперечное сечение круглое. От переднего конца протя-

гивается брюшная щель. На поперечном расколе видны радиально расположенные кальцитовые иглы (рис. 55).

Hibolites. Ростр известковый прямой сигаровидный (расширен в задней половине и сужен на переднем конце). Имеется узкая продольная бороздка (рис. 56).

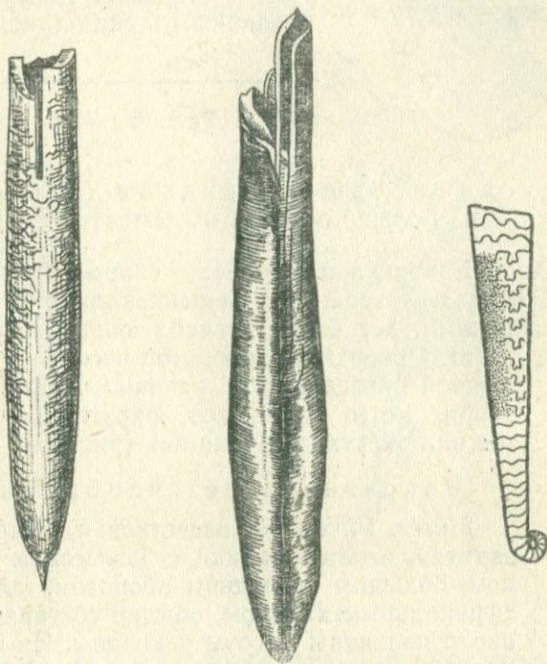


Рис. 55. *Belemnitella*

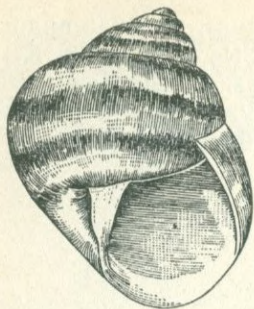
Рис. 56. *Hibolites*

Рис. 57. *Baculites*

Baculites. Раковина известковая, длинная, прямая, цилиндрическая или в виде сплюснутой с двух сторон трубки, закрученная в начальной части в плоскую спираль. Сечение овальное. Поверхность гладкая или с поперечными волнистыми линиями. Перегородочная линия аммонитовая (рис. 57).

Раковина улиткообразная (состоит из небольшого числа оборотов)

Helix. Раковина известковая, тонкая, спирально-завитая, коническая, низкая. Ширина и высота раковины



почти равны. Завиток составляет около $\frac{1}{3}$ общей высоты раковины. Обороты выпуклые. Последний оборот большой и вздутый. Устье овальное, округлое, широкое. Поверхность раковины гладкая (рис. 58).

Рис. 58. *Helix*

Раковина башенковидная (состоит из большого числа оборотов)

Turritella. Раковина известковая, спирально-завитая, высокая, острая, стройная, башенковидная со швом между завитками, все более углубляющимся по мере роста. Поверхность оборотов вогнутая. На наружной поверхности раковины спиральные ребра. Устье маленькое, округленно-угловатое или округлое. Пупка нет (рис. 59).



Рис. 59.
Turritella

Раковина веретенообразная

Murex. Раковина известковая, спирально-завитая, веретеновидная с невысоким завитком, большим последним оборотом, длинным сифональным каналом, обычно составляющим около половины высоты раковины. На поверхности раковины грубые, гребневидные осевые валики, спиральные ребра и длинные шипы. Устье узкоовальное: внутренняя губа широко отогнута, наружная — мелкоскладчатая (рис. 60).

Ракоподобные формы

Конечностей не видно

Хвостовой отдел небольшой или не выражен

Olenus. Панцирь хитиновый, маленький или средних размеров. Головной щит большой округленно-четыреугольной формы, вытяну-

тый в ширину с почти прямым передним краем, заканчивающийся короткими шиповидными остроконечиями. Щечные шипы длинные, широко расставленные. Глабелла широкая (несколько суживается вперед), цилиндрической формы, не доходит до краевой каймы, разделена на части двумя парами поперечных косо рас-

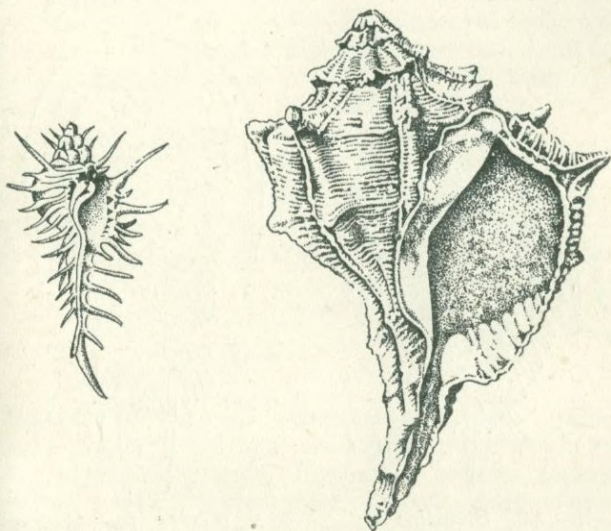


Рис. 60. *Murex*

положенных коротких бороздок. Лицевые швы задне-щечного типа. Глаза небольшие, занимают срединное положение, соединены с глабеллой тонкими валиками.

Туловищный отдел состоит из 12—15 сегментов, вытянутых в шипики, загнутые на краях. Осевая часть туловищного отдела уже боковых. Хвостовой отдел вдвое уже головного, имеет треугольную форму. Осевая часть хвостового отдела сегментирована (рис. 61).

Olenellus. Панцирь хитиноидный, крупных размеров (15—20 см). Головной щит большой, полукруглой формы с короткими щечными

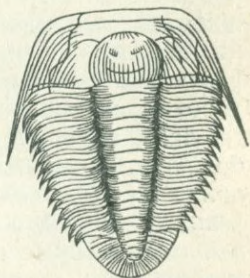


Рис. 61. *Olenus*

остроконечиями. Глабелла выпуклая, цилиндрической формы, рассеченная, почти доходит до краевой каймы, имеет три-четыре поперечные борозды (передний сегмент больше остальных). Передняя часть глабеллы шаровидной формы. Лицевые швы отсутствуют. Глаза большие, полулунной формы, приближены к глабелле. Туловищный отдел длинный, состоит из 15—16 сегментов. Осевая

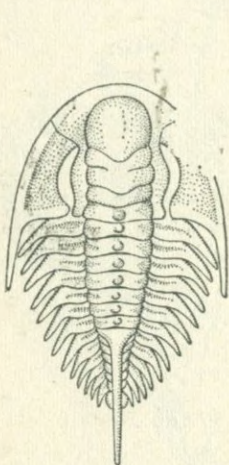


Рис. 62. *Olenellus*

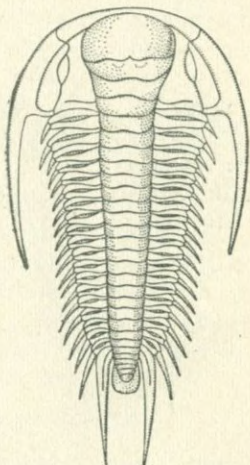


Рис. 63. *Paradoxides*

часть его постепенно сужается и заканчивается длинным шипом. Осевая часть туловищного отдела уже боковых. Хвостовой отдел маленький, слабо развит (рис. 62).

Paradoxides. Панцирь хитиноидный, крупных размеров (25—30 см). Головной щит большой и широкий с широкой выпуклой краевой каймой и длинными щечными остроконечиями. Глабелла широкая, выпуклая, разделена на четыре-пять лопастей, расширяется впереди, доходит до краевой каймы. Лицевые швы заднещечного типа, с расходящимися передними ветвями. Глаза большие, линзовидные, занимают почти срединное положение, не доходят до глабеллы. Туловищный отдел узкий, длинный, состоит из 17—23 члеников, вытянутых в шипы, которые отогнуты назад. Последний сегмент туловищного отдела заканчивается двумя длинными параллельными шипами. Осевая и боковые части у ту-

ловищного отдела примерно одинаковой ширины. Хвостовой щит маленький, округленно-четыреугольной формы (лопаточковидный) с сегментированной осевой частью, не достигающей до заднего края щита (рис. 63).

Головной и хвостовой отделы одинаковых размеров

Agnostus. Панцирь хитиноидно-известковый, маленький (до 1 см). Головной и хвостовой отделы одинаковых размеров, полукруглой формы, имеют краевые валики. Нет лицевых швов и глаз. Глабелла цилиндрической формы, поперечной бороздкой разделена на две части. В туловищном отделе два сегмента. В хвостовом отделе имеется цилиндрической формы возвышение, разделенное бороздами на три части (рис. 64).



Рис. 64. *Agnostus*

Asaphus. Панцирь хитиноидный, средних размеров. Головной и хвостовой отделы почти одинаковых размеров, полукруглой формы. Глабелла неясно выражена, в передней части грушевидной формы, слабовыпуклая, гладкая. Крупные глаза, расположенные на стебельках или бугорках, приближены к глабелле. Лицевые швы заднещечного типа. Туловищный отдел состоит из 8 сегментов. Осевая и боковые части туловищного отдела примерно одинаковой ширины. Хвостовой отдел гладкий. Осевая часть хвостового отдела имеет коническую форму и сегментирована (рис. 65).

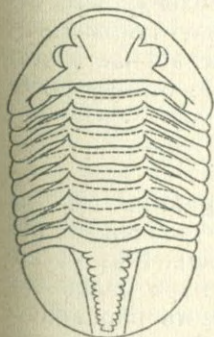


Рис. 65. *Asaphus*

Illaelenus. Панцирь хитиноидный, средних размеров. Головной и хвостовой отделы одинаковых размеров и формы (полукруглой), почти гладкие, щечные углы закруглены. Глабелла короткая, гладкая, обычно не отграничена впереди. Глаза длинные и низкие, полулунной формы, приближены к боковым краям головного щита. Лицевые швы заднещечного типа; передние

ветви параллельны. Туловищный отдел состоит из 10 сегментов. Осевая и боковые части туловищного отдела имеют равную ширину. Осевая часть хвостового отдела короткая, имеет форму равностороннего треугольника, не сегментирована (рис. 66).

Phacops. Панцирь хитиноидный, крупный. Головной щит полукруглой формы. Глабелла большая, сильно



Рис. 66. *Illaenus*

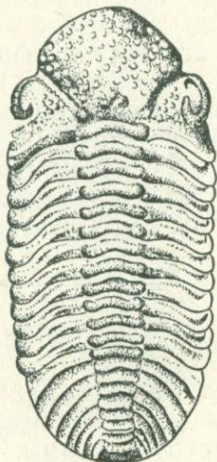


Рис. 67. *Phacops*

расширенная впереди с многочисленными мелкими бугорками, нависает над передним краем головного щита. Глаза большие, расположены по краям головного щита. Лицевые швы переднещечного типа. Туловищный отдел состоит из 11 сегментов. Осевая часть туловищного отдела несколько уже боковых. Окончания туловищных сегментов расширены и закруглены. Осевая часть чет-ко выражена, длинная. Отходящие от нее боковые ребра отгибаются назад (рис. 67).

Конечности видны

Pterygotus. Панцирь хитиноидный, крупный (иногда до 1—2 м). Головогрудь округленно-трапециевидной формы с двумя парами глаз: пара больших глаз расположена на переднем конце головогруды, пара маленьких глаз—в средней части головогруды. Шесть пар конечностей. Наиболее длинная первая пара; она заканчивается зубчатыми клешнями. Шестая пара конечностей

крупнее ходильных ног. Брюшной отдел сегментирован. Панцирь заканчивается широкой плоской лопатовидной пластиной с шиповидным гребнем в средней части (рис. 68).

Eurypterus. Панцирь хитиноидный, крупных размеров (20—30 см). Головогрудь округленно-четыреугольной



Рис. 68. *Pterygotus*



Рис. 69. *Eurypterus*

формы. Две пары глаз: одна пара больших почковидных глаз расположена на некотором расстоянии от боковых краев (отличие от птериготуса), вторая пара маленьких глазок, приближенных к срединной линии, находится между боковыми глазами. С нижней стороны головогруды можно видеть шесть пар конечностей: первая пара очень короткая (отличие от птериготуса); размеры следующих четырех пар ходильных конечностей постепенно увеличиваются. Наиболее крупная шестая пара конечностей. С верхней стороны головогруды видны только пять пар конечностей. Брюшной отдел сегментирован. Последний сегмент заканчивается двумя боковыми выступами. Задний отдел представлен длинным узким кинжаловидным шипом (рис. 69).

Животное внешне напоминает растение

Cupressocrinites. Скелет известковый, состоит из чашечки, стебля и пяти массивных неветвящихся соприкасающихся рук. Чашечка низкая, полушаровидная внизу и плоская сверху. Руки постепенно суживаются снизу вверх. Похож на крону кипариса (рис. 70).

Cromyocrinus. Скелет известковый, состоит из чашечки, стебля и рук. Чашечка полукруглой формы вни-



Рис. 70. *Cupressocrinites*

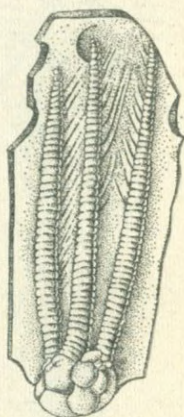


Рис. 71. *Cromyocrinus*

зу. Руки неветвящиеся, состоят из одного ряда члеников. В нижней своей части руки соприкасаются, кверху постепенно расходятся (рис. 71).

Панцирь шарообразный

Echinosphaerites. Панцирь известковый, шаровидный, крупных размеров, состоит из многочисленных беспорядочно расположенных многоугольных мелких табличек. На поверхности панциря имеется слабо развитый выступ (остаток стебля). Почти на противоположной стороне — ротовое отверстие, помещающееся на хоботковидном возвышении (рис. 72).

Archaeocidaris. Панцирь известковый, шаровидный, состоящий из лучисто-расходящихся рядами пластинок, черепитчато налегающих друг на друга. На некоторых пластинках бугорки, к которым прикреплялись иглы (рис. 73).

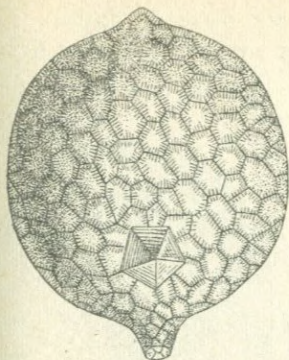


Рис. 72. *Echinospaerites*

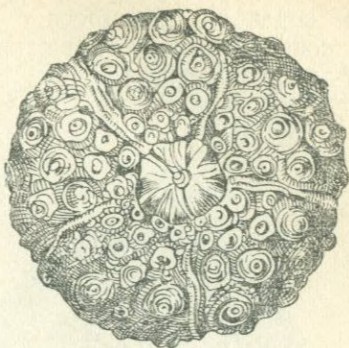


Рис. 73. *Archaeocidaris*

Панцирь сердцевидный

Micraster. Панцирь известковый, сердцевидный, состоящий из множества пластинок. На верхней части панциря имеются углубления, напоминающие цветок, со-

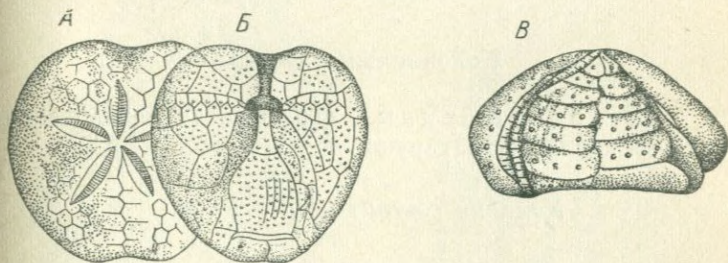


Рис. 74. *Micraster*

А — вид сверху; Б — вид снизу; В — вид сбоку

стоящий из пяти лепестков. На поверхности панциря имеются мелкие бугорки, к которым прикреплялись иглы (рис. 74).

Панцирь куполовидный

Echinocorys. Панцирь известковый, неправильно-конический с плоской нижней стороной, полуяйцевидной формы, состоящий из двух рядов пластинок, несущих по

две поры, чередующиеся с двумя рядами других пластинок. На поверхности панциря многочисленные бугорки для игл (рис. 75).

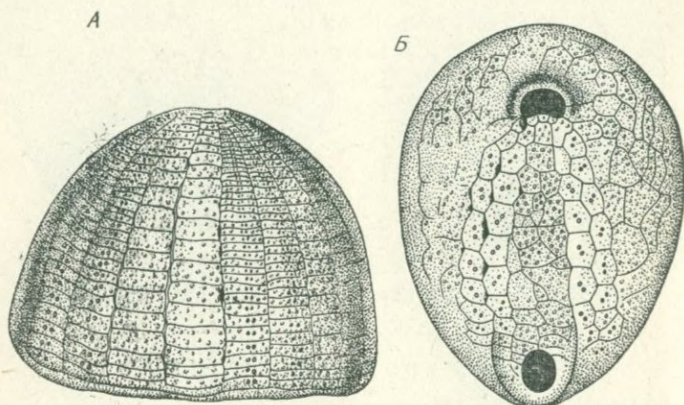


Рис. 75. *Echinocorys*
А — вид сбоку; Б — вид снизу

Колониальные формы

Светлоокрашенные формы (с разбавленной соляной кислотой реагируют)

Колония состоит из кораллитов

Кораллиты тонкие

Halysites. Колония известковая, состоит из трубочек эллиптического сечения. Кораллиты срастаются в однорядные цепочки, образуют цепочкообразные ряды (рис. 76).

Favosites. Колония известковая. Кораллиты призматические, многоугольные, плотно прилегают друг к другу, в поперечном сечении напоминают пчелиные соты (рис. 77).

Chaetetes. Колония известковая. Кораллиты очень тонкие, волосовидные, капиллярные, плотно прилегающие друг к другу (рис. 78).

Syringopora. Колония известковая. Кораллиты трубчатые, цилиндрические, изогнутые, круглого сечения, изолированы друг от друга и соединяются между собой с помощью поперечных тонких соединительных трубочек (рис. 79).

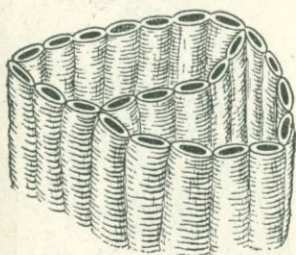


Рис. 76. *Halysites*

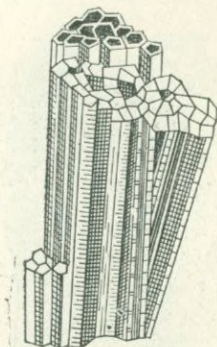


Рис. 77. *Favosites*



Рис. 78. *Chaetetes*

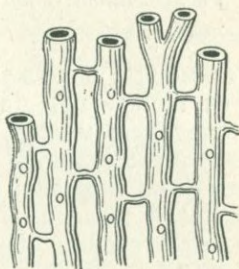


Рис. 79. *Syringopora*

Кораллиты толстые

Lithostrotion. Колония известковая, состоящая из плотно примыкающих друг к другу многоугольных кораллитов, часто неправильно изогнутых. Ясно вырисовывается столбик чечевицеобразного сечения. Септы доходят до стенок (рис. 80).

Lonsdaleia. Колония известковая с отчетливо выра-
женными стенками между кораллитами. Кораллиты
крупные многоугольной формы в разрезе. Септы не до-
ходят до стенок кораллитов; вместо них на периферии
появляется пузырчатая ткань (листочки). Перегородки
в этой зоне отсутствуют. Возвышающийся столбик об-

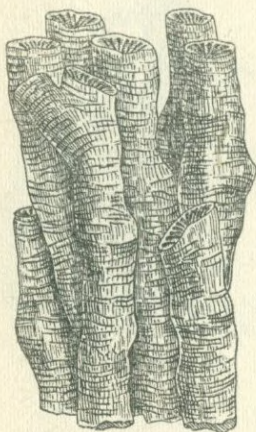


Рис. 80. *Lithostrotion*

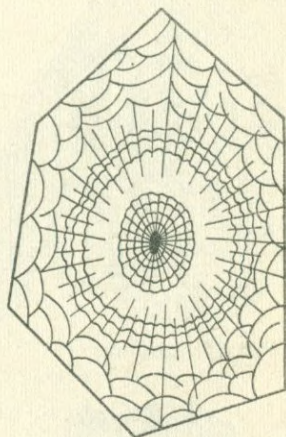


Рис. 81. *Lonsdaleia* (поперечный
разрез)

разует мощно выраженную осевую колонну. Столбик
имеет в поперечном разрезе вид паутины (рис. 81).

Лонсдалею можно спутать с литостроционом. Отли-
чие—у литостроциона септы доходят до стенок, у лон-
сдалей — не доходят; в краевой части они заменяются
пузырчатой тканью. Лонсдалея отличается от литостро-
циона отсутствием перегородок в периферической части
и толстым, сложным столбиком.

Колония в виде ветвящихся трубочек

Stomatopora. Колония известковая, кустистая, дихо-
томически ветвящаяся. Ячейки изолированные, цилин-
дрические, расположены в один ряд, устья круглые
(рис. 82).

Колония сетчатой формы

Fenestella. Колония известковая, сетчатая, состоящая
из почти прямых параллельных прутьев и узких пере-

кладин между ними (в результате образуются ряды овальных отверстий). Ячейки находятся только на одной стороне прутьев, располагаются в два ряда, разделяясь низким срединным килем, несущим один-два ряда бугорков. Ячейки в основании расширены. Устья мелкие, округлые (рис. 83).

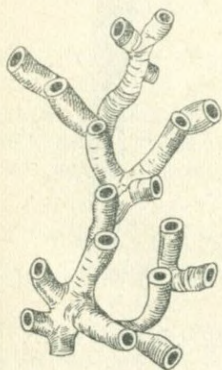


Рис. 82. *Stomatopora*

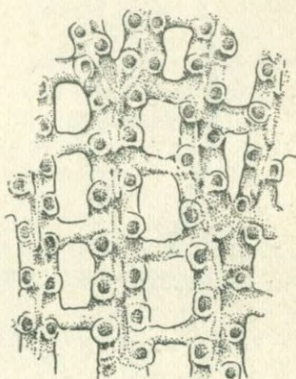
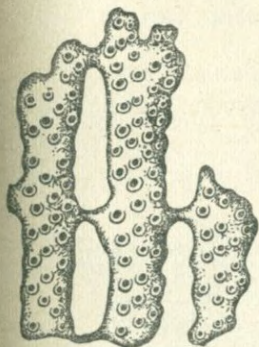


Рис. 83. *Fenestella*



Polypora напоминает фенестеллу. Отличие — на прутьях располагается не два, а несколько рядов ячеек, киль отсутствует, между устьями ячеек развиваются продольные валики с бугорками (рис. 84).

Рис. 84. *Polypora*

Темноокрашенные формы (с разбавленной соляной кислотой не реагируют)

Веточки прямые или слабо искривленные

Monograptus. Колония хитиноидная (черного цвета), состоит из одной прямой или слабо изогнутой ветви.

Вдоль ветви расположен один ряд ячеек, плотно прилегающих или налегающих друг на друга (рис. 85).

Diplograptus. Колония хитиноидная. На прямой ветви расположены с обеих сторон два ряда соприкасающихся ячеек (рис. 86).



Рис. 85. *Monograptus*



Рис. 86. *Diplograptus*

Веточки в виде развернутой спирали

Rastrites. Колония хитиноидная, состоит из одной дугообразно изогнутой ветви. Ячейки расположены в один ряд на внешней стороне ветви, изолированы друг от друга. Ячейки на концах крючкообразно изогнуты (рис. 87).

Колония корзиноподобная

Dictyonema. Колония хитиноидная, уплощенной корзинообразной формы. Радиально расходящиеся главные ветви соединены тонкими поперечными ветвями, обра-



Рис. 87. *Rastrites*

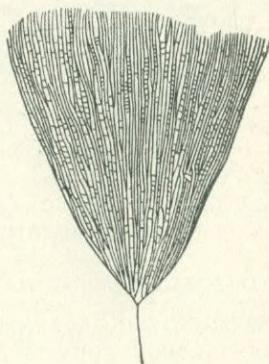


Рис. 88. *Dictyonema*

зующими сетку из более или менее прямоугольных петель. В нижней части имеется острие, которым колония прикреплялась к посторонним предметам (рис. 88).

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Палеонтология — наука, изучающая органический мир геологического прошлого и закономерности его исторического развития. Она подразделяется на палеозоологию, рассматривающую животный мир, и палеоботанику, изучающую растительный мир.

ФОРМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

Органические остатки, находимые в толщах осадочных пород, имеют различную форму сохранности. Организмы, обитавшие в водной среде, сохраняются лучше, на суше — хуже. Большая часть ископаемых встречается в морских отложениях.

Можно выделить следующие основные формы сохранения органических остатков.

1. Полная сохранность. Обычно мягкие и нежные части организмов почти никогда не сохраняются. В ископаемом состоянии чаще всего сохраняется твердый скелет: кости, зубы позвоночных, раковины и скорлупки беспозвоночных. При исключительно благоприятных условиях естественного захоронения трупы животных могут сохраниться почти в неизменном виде. Полностью сохраняются в многолетней мерзлоте трупы мамонтов, носорогов, лошадей, в янтаре — насекомые, в асфальте и озокерите (горный воск) — птицы и насекомые. Очень редко сохраняются растения (чаще в обугленном или минерализованном виде). Примером такой сохранности может служить замерзший труп мамонта, найденный на р. Березовке, притоке р. Колымы (Восточная Сибирь). Труп мамонта сохранился в толще многолетней (вечной) мерзлоты.

2. Псевдоморфозы или ложные формы — наиболее часто наблюдаемая форма сохранения. При

этом органическое вещество разлагается, вытесняется, и замещается минеральными соединениями: кремнеземом, кальцитом, пиритом, лимонитом и т. п. При этом сохраняется анатомическое строение дерева и раковины. Псевдоморфозы могут быть по древесине (окаменелое дерево) и раковине животных.

3. Ядро. Различают внутреннее и наружное ядра.

Внутренняя полость погребенной раковины со временем может заполниться илом и другими минеральными образованиями. Сама раковина в дальнейшем может раствориться. Останется внутренний слепок раковины — внутреннее ядро. Внутреннее ядро передает внутреннюю форму раковины.

Если минеральное вещество заполняет всю полость, образовавшуюся после растворения раковины, получается наружный отлив — наружное ядро. Наружное ядро передает наружную форму раковины.

4. Отпечатки скелетов позвоночных, мягких частей, растений, раковин, следов ползания и хождения животных. Лучше всего отпечатки сохраняются в глинистых породах, реже в песчаниках и известняках.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИСКОПАЕМЫХ

Ископаемые служат основой для изучения биологической истории Земли, помогают восстановить хронологию событий в истории Земли, используются для реконструкции физико-географических условий прошлого (очертания суши и морей, распределения возвышенностей и глубоководных впадин, характера седиментационных процессов, климата и т. п.), для изучения дрейфа континентов, скорости погружения отдельных участков земной коры, развития бассейнов осадконакопления, используются для изучения деформации горных пород, реконструкции диагенетических обстановок — окаменелости часто служат ключом для восстановления процессов диагенеза.

ИСКОПАЕМЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

ТИП *PROTOZOA* — ПРОСТЕЙШИЕ

Простейшие — примитивно устроенные одноклеточные организмы, большей частью микроскопических раз-

меров. Более крупные из них достигают нескольких миллиметров или сантиметров.

Тело простейшего обычно представляет собой комочек протоплазмы с ядром внутри. Наиболее типичным представителем простейших является амёба. Наряду с этим есть простейшие, имеющие твердую наружную оболочку — скорлупку или раковину. Скелет органический и минеральный.

Простейшие обитают в морях, океанах, солоноватых и пресноводных озерах, в реках, болотах, лужах, во влажной почве, в подземных водах. Простейшие — планктонные и бентосные организмы.

Некоторые простейшие совмещают в себе особенности растительных и животных организмов, что указывает на единство происхождения растительного и животного мира.

Существуют простейшие с архея и до настоящего времени; они — самые древние на Земле организмы.

В ископаемом состоянии лучше сохраняются представители, относящиеся к классу саркодовых, обладающих минеральной оболочкой или раковиной. Они имеют наибольшее геологическое значение.

КЛАСС SARCODINA (САРКОДИНА) — САРКОДОВЫЕ

Саркодовые — обитатели морей и пресных вод, относятся главным образом к ползающему и прикрепленному бентосу и частично к планктону.

Для обеспечения функций движения, захвата пищи, газообмена и выделения у них имеются временные выросты протоплазмы — ложноножки, или псевдоподии.

Наибольшее геологическое значение имеют подклассы фораминифер и радиолярий.

ОТРЯД FORAMINIFERA (ФОРАМИНИФЕРА) — ФОРАМИНИФЕРЫ € — НЫНЕ

Фораминиферы — в большинстве микроскопические морские организмы, относящиеся к бентосу или планктону. В небольшом количестве фораминиферы обитают в солоноватоводных и пресных водоемах. Раковина хитиновая (у ранних однокамерных), известковая (у многокамерных спиральных) или состоит из мелких песчи-

нок, сцементированных хитином или известью (у примитивных). На поверхности раковины многочисленные микроскопические поры.

Фораминиферы бывают однокамерные и многокамерные (большинство). Камеры расположены по прямой в один или несколько рядов или по спирали, разделены перегородками. На поверхности раковины имеются ребра, полосы, бугорки, иглы, шипы.

Фораминиферы известны с кембрия, живут и сейчас.

Породообразующее и стратиграфическое значение фораминиферы имеют для каменноугольного и пермского периодов — среди отложений этого возраста встречаются мощные пласты фузулиновых или швагериновых известняков. В отложениях мелового возраста многочисленны глобигерины (писчий мел). Нуммулитовые известняки типичны для мела и палеогена. Большую роль в образовании современных морских осадков играют планктонные фораминиферы: принимают участие в образовании глобигеринового ила.

ОТРЯД FUSULINIDA (ФУЗУЛИНИДА) — ФУЗУЛИНИДЫ. С—Р

Фузулиниды — сравнительно крупные донные фораминиферы. Стенка известковая, пористая. Раковина многокамерная веретеновидная, шаровидная.

Род *Fusulina* (фузулина). С₂—С₃

Раковина известковая, пористая, многокамерная, веретенообразная. По размеру и форме соответствует зерну ячменя. На поверхности раковины продольные перегородочные борозды.

Подвижный бентос. Обитает в неритовой зоне моря.

Скопления раковин фузулин в прошлые геологические периоды образовали толщи фузулиновых известняков.

Род *Schwagerina* (швагерина). Р₁

Раковина известковая, многокамерная, шарообразная или раздуто веретенообразная. По размеру и форме соответствует зерну проса. На поверхности раковинки резко выраженные продольные перегородочные бороздки.

Подвижный бентос и планктон. Обитает в придонной части моря и в верхних слоях воды.

Скопления ракушек швагерин в прошлые геологические периоды образовали толщи швагериновых известняков.

ОТРЯД ROTALIIDА (РОТАЛИИДА) РОТАЛИИДЫ. J — НЫНЕ, ОСОБЕННО K И P

Раковина шаровидная, спирально-коническая с многочисленными камерами. Стенка известковая, тонкопористая.

Роталииды — мелкие пелагические планктонные и бентосные (подвижные и прикрепленные) фораминиферы. Отряд получил широкое развитие в кайнозое.

Род *Globigerina* (глобигерина).

J — ныне, особенно K₂

Раковинка известковая, микроскопических размеров, многокамерная, состоящая из нескольких спирально расположенных шарообразных камер (рис. 89), пористая с многочисленными тонкими длинными иглами, обеспечивающими хорошую плавучесть организму (в ископаемом состоянии не сохраняются).

Планктон. Обитает в верхних слоях открытого моря (пелагиаль). Распространена в теплых морях. Скопления ракушек глобигерин образуют глобигериновый ил. Глобигериновые илы встречаются на глубинах от 3000 до 5000 м.



Рис. 89. *Globigerina* (увеличено)

ОТРЯД NUMMULITIDA (НУММУЛИТИДА) — НУММУЛИТИДЫ. K₂ — НЫНЕ

Нуммулитиды — крупные донные фораминиферы (до 10 см), имеющие дисковидные, монетоподобные известковые раковины. Раковина разделена на камеры.

Род *Nummulites* (нуммулитес). K₂ — P

Раковина известковая, монетовидная, плоская, пористая. Внутри раковина разделена множеством перегородо-

док на камеры. Нуммулиты являются гигантами среди простейших (в диаметре 3—10 см).

Подвижный бентос.

Имеет не только стратиграфическое, но и породообразующее значение: слагает толщи нуммулитовых известняков. Египетские пирамиды построены из нуммулитового известняка.

ПОДКЛАСС RADIOLARIA (РАДИОЛЯРИЯ) — РАДИОЛЯРИИ, ЛУЧЕВИКИ. С — НЫНЕ

Радиолярии — микроскопические одноклеточные планктонные морские организмы. Для большинства характерен решетчатый, ажурный скелет, состоящий обыч-

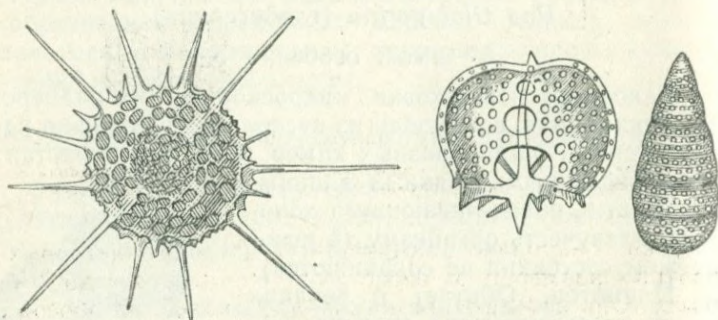


Рис. 90. Раковинки радиолярий

но из кремнезема, реже целестина (рис. 90). Форма скелетов шлемовидная, колоколообразная, шарообразная, дискообразная. Для радиолярий характерны многочисленные тонкие иглы и шипы (отсюда и название — лучевики). Обитают преимущественно в теплых водах.

Радиолярии известны с кембрийского периода. Наиболее широкое распространение получили в кайнозое. В настоящее время они на больших глубинах образуют радиоляриевый ил. Принимали участие в образовании осадочных пород (трепел, опока, яшма).

ТИП PORIFERA — ПОРИФЕРЫ

КЛАСС SPONGIA (СПОНГИЯ) — ГУБКИ. С — НЫНЕ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННО S и K

Пориферы — многоклеточные животные с неясно выраженными тканями; клетки у них выполняют различные функции. Наибольшее геологическое значение имеют губки.

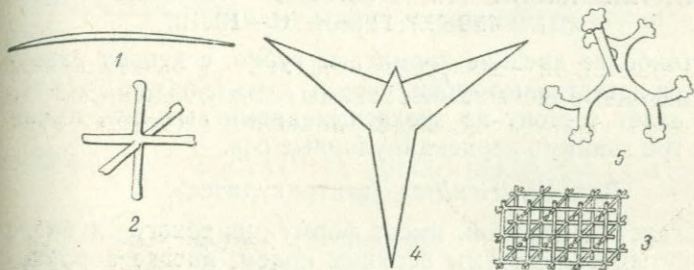


Рис. 91. Спикеры губок

1 — одноосная; 2 — трехосная; 3 — пространственная решетка, построенная из трехосных спикер; 4 — четырехосная; 5 — с корневидными выростами

Губки — наиболее примитивные из многоклеточных животных размером от нескольких миллиметров до 2 м и более. Они не имеют ни постоянных тканей, ни обособленных органов. Между наружными покровными клетками и внутренними — жгутиковыми находится студенистое вещество. Бывают одиночные и колониальные. Скелет кремневый, известковый и роговой, состоящий из микроскопических игл, или спикер. Внешне они похожи на гриб, бокал, чашу, мешок или напоминают дерево. Внутренняя полость открыта в верхней части. Стенки пронизаны многочисленными каналами, через которые вместе с водой поступает во внутреннюю полость пища (микроорганизмы). Жгутики играют роль насоса.

Губки живут преимущественно в морях, реже в пресноводных бассейнах. Относятся к прикрепленному бентосу. Обитают в основном в неритовой зоне моря, но встречаются и на больших глубинах (до 6000 м). Живут в холодных и теплых морях.

Губки классифицируются по форме игл. Они делятся на одноосные — иглы прямые или в виде согнутой палоч-

ки, трехосные — иглы в виде трех, взаимно перекрещивающихся под прямым углом палочек и четырехосные — имеющие четыре оси, выходящие из одной точки. Три из них лежат в одной плоскости, а четвертая — перпендикулярна к ним (рис. 91). Геологическое значение имеют известковые и кремневые трехосные и четырехосные губки. Губки имеют не только стратиграфическое, но и породообразующее значение.

ОТРЯД TRIAXONIDA (ТРИАКСОНИДА) — ТРЕХОСНЫЕ (ШЕСТИЛУЧЕВЫЕ) ГУБКИ. € — НЫНЕ

Наиболее древние кремневые губки, с девона развиваются известковые губки.

Скелет состоит из трехосных кремневых игл, имеющих три взаимно перпендикулярные оси.

Род *Ventriculites* (вентрикулитес). К

Скелет кремневый, имеет форму широкого кубка с отогнутым складчатым верхним краем; иногда воронкообразной формы. Внутренняя полость большая, глубокая. Стенки складчатые, покрыты порами, расположенными вертикальными рядами. Спикеры трехосные. От нижней части отходят корневые выросты.

ТИП ARCHAEOCYATHA — АРХЕОЦИАТЫ

Археоциаты — одиночные и колониальные животные. Размеры — от нескольких миллиметров до 40 см в высоту и от 3—4 мм до 25 см в диаметре. Скелет известковый, кубковидной (у большинства одиночных форм), дисковидной или пластинчатой формы. Кубковый скелет состоит из двух конических бокалов, вставленных друг в друга. Между ними имеются перегородки, днища, стерженьки и др. Стенки пронизаны порами. Бывают археоциаты и одностенные. В отличие от губок скелет археоциат монолитный, а не состоит из отдельных игл.

Археоциаты относятся к прикрепленному бентосу. Были и свободнолежащие на грунте. Обитали они в мелководной зоне теплых морей.

Археоциаты появились, по-видимому, еще в протерозое, расцвета достигли в раннем кембрии, в среднем кембрии вымерли. Приняли участие в образовании толщ археоциатовых известняков.

Археоциаты делятся на два класса: правильные (Regulares) и неправильные (Irregulares).

У правильных археоциат в пространстве между двумя стенками развиты радиальные стерженьки или вертикальные перегородки, днища или перегородки и днища. У неправильных археоциат имеются в этом пространстве различно ориентированные стерженьки, искривленные пластины, выполняющие функцию перегородок, выпуклые пористые днища, пузырчатая ткань; стерженьки и пузырчатая ткань могут заполнять иногда всю внутреннюю полость.

КЛАСС IRREGULARES (ИРРЕГУЛЯРЕС) — НЕПРАВИЛЬНЫЕ АРХЕОЦИАТЫ.

ОТРЯД ARCHAEOCYATHIDA (АРХЕОЦИАТИДА) — АРХЕОЦИАТИДЫ. ϵ_1

Кубок широкий двустенный.

Род *Archaeocyathus* (археоциатус). ϵ_1

Кубок известковый, узкоконической или цилиндрической формы, двустенный. Пространство между стенками разделено вертикальными и горизонтальными искривленными пористыми перегородками. На наружной поверхности неправильные поперечные пережимы и многочисленные поры.

Одиночный и колониальный.

ТИП COELENTERATA — КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

Кишечнополостные — самые низкоорганизованные многоклеточные одиночные или колониальные животные. У многих скелет известковый; у некоторых органический. Тело кишечнополостных представляет собой мешочек, внутри которого находится пищеварительная полость с ротовым отверстием вверху. Ротовое отверстие окружено щупальцами (служат для схватывания добычи и проталкивания во внутреннюю полость). У них есть нервные клетки, органы чувств, мускульная система. Нет дыхательной, кровеносной и выделительной систем.

Кишечнополостные обитают главным образом в морях, реже в пресноводных бассейнах. Они или прикрепляются ко дну (полипы), или свободно плавают (медузы). Полипы обычно образуют колонии.

К кишечнополостным относятся коралловые полипы, актинии, гидры, медузы.

Кишечнополостные появились в конце протерозоя, живут и сейчас. В ископаемом виде чаще встречаются представители коралловых полипов.

КЛАСС ANTHOZOA (АНТОЗОА) — КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ

Коралловые полипы — наиболее высокоорганизованные кишечнополостные.

Коралловые полипы — колониальные или одиночные животные. Скелет у них известковый, состоит из чашечек или трубочек (кораллитов) с радиальными (вертикальными) перегородками (септы) и поперечными перегородками (днища). У некоторых имеются известковые пластинки, образующие пузырчатую ткань.

Колониальные кораллы живут в мелководной зоне теплых морей и строят коралловые рифы, но некоторые из них живут и в холодных водах. Одиночные кораллы обитают на различных глубинах, нередко до 1500—2000 м и более.

Класс коралловых полипов делится на подклассы: трубчатые кораллы, четырехлучевые кораллы, шестилучевые кораллы и восьмилучевые кораллы. Наибольшее геологическое значение имеют трубчатые и четырехлучевые кораллы. Они приняли участие в образовании коралловых известняков. Трубчатые и четырехлучевые кораллы жили в палеозое, шести- и восьмилучевые кораллы живут с триаса до настоящего времени. От четырехлучевых кораллов произошли шестилучевые кораллы.

ПОДКЛАСС TABULATA (ТАБУЛЯТА) — ТРУБЧАТЫЕ КОРАЛЛЫ. Є_3 —Р, ОСОБЕННО S—С

Трубчатые кораллы широкое распространение получили в ордовике, силуре и девоне. В карбоне и перми их остается мало, в конце палеозоя они полностью вымирают.

Трубчатые кораллы — колониальные морские животные. Колония известковая, состоит из трубочек — кораллитов (отсюда их название). У них имеются днища или табулы — горизонтальные или наклонные или воронковидные скелетные образования, пересекающие внутрен-

ную полость кораллита и слабо выраженные вертикальные перегородки (септы).

Трубчатые кораллы жили в палеозое, расцвета достигли в силуре и девоне, в конце палеозоя в основном вымерли и лишь единичные представители перешли в мезозой.

ОТРЯД HALYSITIDA (ГАЛИЗИТИДА) — ЦЕПОЧЕЧНЫЕ. O_2-S

Полипняк кустистый, кораллиты цилиндрической формы, эллиптического сечения, соединенные в цепочки.

Род *Halysites* (гализитес). S_1

Колония известковая, эллиптические в поперечном сечении (сплюснутые с боков) кораллиты срастаются в однородные цепочки. Днища хорошо выражены. Радиальные перегородки отсутствуют или представлены вертикальными рядами мелких бугорков.

ОТРЯД FAVOSITIDA (ФАВОЗИТИДА) — СОТОВЫЕ. O_3-P

Полипняк состоит из кораллитов многоугольного сечения. Днища горизонтальные, воронкообразные.

Род *Favosites* (фавозитес). $S-P$

Колония известковая. Кораллиты длинные, многоугольные, призматические, плотно прилегающие друг к другу, в поперечном сечении напоминают пчелиные соты. На стенках кораллитов — поры. Днища хорошо выражены. Радиальные перегородки отсутствуют или в виде зачатков.

ОТРЯД SYRINGOPORIDA (СИРИНГОПОРИДА) — ТРУБЧАТЫЕ. O_2-P_1

Полипняк состоит из несоприкасающихся кораллитов круглого сечения. Кораллиты сообщаются соединительными трубками или располагаются беспорядочно. Днища воронкообразные, горизонтальные.

Род *Syringopora* (сирингопора). O_3-P_1 , преимущественно C

Колония известковая, кораллиты трубчатые, цилиндрические, изогнутые, изолированные, круглого сечения.

Кораллиты соединены тонкими поперечными трубочками. Днища воронкообразные, септы слабо развиты.

Группа *Chaetetida* (хететида) — волосовидные.
 O_2-N , особенно C

Эта группа условно относится к классу коралловых полипов. Систематическое положение не ясно. Ближе всего они стоят к гидроидным. Морские колониальные организмы. Вели прикрепленный образ жизни. Полипник состоит из тонких плотно прилегающих друг к другу трубочек многоугольного или округлого сечения. Хорошо развиты днища. Септы отсутствуют.

Род *Chaetetes* (хететес). D_2-C , особенно C

Колония известковая, состоит из длинных тонких волосовидных, капиллярных кораллитов, плотно прилегающих друг к другу. Днища хорошо выражены, вертикальных перегородок нет.

ПОДКЛАСС *TETRACORALLA* (ТЕТРАКОРАЛЛА) — ЧЕТЫРЕХ-ЛУЧЕВЫЕ КОРАЛЛЫ. O_2-T_1

Четырехлучевые кораллы — одиночные и колониальные морские животные с известковым скелетом.

На наружной поверхности одиночных кораллов обычно имеются продольные морщины роста — валики, так называемые *rugae*. В связи с этим четырехлучевые кораллы известны еще под названием *Rugosa* (ругоза). Внутри кораллита имеются вертикальные и горизонтальные перегородки, пузырчатая ткань и центральный известковый столбик.

У четырехлучевых и шестилучевых кораллов имеется шесть перегородок первого порядка, которые образуют шесть камер. Перегородки второго порядка у четырехлучевых кораллов возникают лишь в четырех камерах, а у шестилучевых — в шести камерах (отсюда и их название). Расположение известковых перегородок у четырехлучевых кораллов радиально-несимметричное, у шестилучевых кораллов — радиально-симметричное.

Внешне одиночные четырехлучевые кораллы имеют роговидно-изогнутые, конические, цилиндрические, блюдцеобразные и другие формы, колонии имеют массивную, кустистую, стелящуюся и другие формы.

В палеозое широкое распространение получили четырехлучевые кораллы, которые в конце палеозоя вымирают, на смену им приходят шести- и восьмилучевые кораллы, развивавшиеся с мезозоя до наших дней.

Четырехлучевые кораллы делятся на однозонные, двухзонные и трехзонные.

У однозонных кораллов внутренний скелет состоит только из днищ, у двухзонных — кроме днищ и септ есть периферическая зона пузырчатой ткани, у трехзонных — кроме днищ, септ и пузырчатой ткани есть центральный столбик.

В начале среднего ордовика возникли однозонные, в начале силура — двухзонные, в начале карбона — трехзонные кораллы. Тетракораллы произошли от табулят.

Четырехлучевые кораллы широкое распространение получили в ордовике, силуре и особенно в девоне; начиная с каменноугольного периода количественно сокращаются и в начале триасового периода вымирают.

ОДИНОЧНЫЕ ДВУХЗОННЫЕ КОРАЛЛЫ. O_3-P

Род *Bothrophyllum* (ботрофиллум). C_2-C_3

Одиночный коралл конической формы, согнутый в виде рога. Скелет известковый. Поверхность морщинистая. Известковый столбик отсутствует. Добавочные септы не доходят до центра кораллита.

КРЫШЕЧНЫЕ КОРАЛЛЫ

Род *Calceola* (калцеола). D_1-D_2

Известковый одиночный коралл, по форме напоминает носок туфельки (треугольной формы). Нижняя сторона плоская, верхняя — дуговидно-изогнутая. Вероятно плоской стороной лежала на дне. Устья кораллита закрываются толстой крышечкой округленно-треугольной формы.

КОЛОНИАЛЬНЫЕ ТРЕХЗОННЫЕ КОРАЛЛЫ. $S-P$

Род *Lithostrotion* (литостроцион). S

Колония известковая, состоящая из плотно примыкающих многоугольных кораллитов, часто неправильно изогнутых. В центре кораллита ясно вырисовывается

грифельвидный или пластинчатый (сжатый с боков) столбик. Септы доходят до стенок.

Род *Lonsdaleia* (лонсдаля). $C_1—C_2$

Колония известковая с отчетливо выраженными стенками между кораллитами. Кораллиты крупные, многоугольной формы. Септы не доходят до стенок кораллитов; вместо них на периферии появляется пузырчатая ткань (листочки). Перегородки в этой зоне отсутствуют. Возвышающийся столбик образует мощно выраженную осевую колонну. Толстый столбик имеет в поперечном разрезе вид паутины.

НАДТИП VERMES — ЧЕРВИ

Черви обитают в морях, пресноводных бассейнах и на суше.

Черви в большинстве случаев не имеют твердого скелета и поэтому в ископаемом состоянии редко сохраняются. Чаще встречаются отпечатки тела червей. По отпечаткам тела червей, следам ползания и ходам определяют нижнюю и верхнюю поверхность слоев, первичное состояние осадка, быстроту его затвердевания, уплотнение и т. д. Известны с протерозоя до настоящего времени.

Черви делятся на несколько типов: плоские черви, круглые черви, кольчатые черви. Стратиграфическое значение имеет тип кольчатых червей.

Черви — одна из наиболее древних групп многоклеточных организмов, живут они с конца протерозоя до настоящего времени.

ТИП ANNELIDA — КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Кольчатые черви — наиболее высокоорганизованная группа червей.

Кольчатые черви в основном живут в морях, есть они на суше и в пресноводных бассейнах. Некоторые из них выделяют твердую известковую оболочку — трубку, прирастающую к водорослям, раковинам других животных, друг к другу и т. д. Такие известковые трубочки характерны для серпул и спирорбисов.

Ископаемые представители кольчатых червей в основном относятся к классу полихет.

КЛАСС ПОЛУСНАЕТА (ПОЛИХЕТА) — МНОГОЩЕТИНКОВЫЕ

Полихеты обитают в морях, реже в пресноводных бассейнах. Одни ползают, другие ведут прикрепленный образ жизни, третьи зарываются в ил, четвертые плавают в воде.

Некоторые прикрепленные полихеты выделяют вокруг себя известковую трубку цилиндрической, конусовидной формы, прямую, изогнутую или свернутую в спираль.

ПОДКЛАСС *SEDENTARIA* (СЕДЕНТАРИЯ) — СИДЯЧИЕ. Є — НЫНЕ

Представители этого подкласса живут в известковых трубочках, прикрепляясь к твердым предметам, скелетам, раковинам животных, а также среди коралловых рифов.

Род *Spirorhis* (спирорбис).

О — ныне, преимущественно PZ

Маленькая известковая трубка, свернутая в улитковидную спираль с поперечно-морщинистой наружной поверхностью, прикрепленная нижней стороной к посторонним предметам.

Прикрепленный бентос. Обитает в морских и пресноводных бассейнах.

ТИП *ARTHROPODA* — ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Членистоногие — наиболее широко распространенный тип беспозвоночных животных. Обитают они в самых разнообразных условиях: в морях, пресных водоемах, на суше, в почве, в воздухе.

Тело животного разделено на членики или сегменты и покрыто твердым хитиноидным панцирем, периодически сбрасываемым в процессе роста. Благодаря наружному хитинизированному покрову остатки трилобитов сохранились до нашего времени. Членистое строение имеют также и конечности. К панцирю снизу прикреплены органы и мускулатура. У членистоногих хорошо развиты кровеносная, нервная и пищеварительные системы, органы дыхания и чувств.

Членистоногие, вероятно, произошли от кольчатых червей. Они известны с конца протерозоя. Членистоногие

живут и в настоящее время: раки, насекомые, пауки, многоножки. Из ископаемых членистоногих наибольшее геологическое значение имеют трилобиты.

ПОДТИП TRILOBITOMORPHA (ТРИЛОБИТОМОРФА) — ТРИЛОБИТООБРАЗНЫЕ

Трилобитообразные — морские палеозойские членистоногие с трехраздельным спинным хитинным панцирем. Трилобитообразные известны с конца протерозоя.

КЛАСС TRILOBITA — ТРИЛОБИТЫ. ϵ — P_1

Наиболее примитивной вымершей группой членистоногих являются трилобиты.

Трилобиты — морские животные. Тело у них покрыто сверху хитиноидным обызвествленным панцирем, состоящим из трех частей: головного, туловищного и хвостового отделов (рис. 92). Две борозды, проходящие в продольном направлении, делят панцирь на осевую и две боковые части.

В головном щите выделяется осевая выпуклая часть — глабелла и две боковые щеки. Глабелла бывает гладкая или имеет поперечные борозды. Форма глабеллы расширяющаяся впереди, яйцевидная, трапецидальная и др. Лицевые швы, по которым головной щит распадается во время линьки на отдельные части, делят щеки на подвижные, расположенные с внешней стороны, и неподвижные, лежащие между лицевым швом и глабеллой. На подвижных щеках у лицевых швов расположены глаза. У некоторых трилобитов глаза отсутствуют. Туловищный отдел состоит из подвижно сочлененных сегментов. Трилобиты по внешнему виду напоминают мокриц (только больших размеров). Размеры трилобитов от нескольких миллиметров до 75 см (обычно от 2 до 10 см).

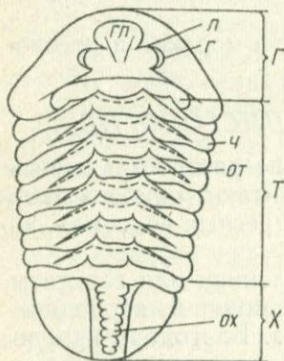


Рис. 92. Строение панциря трилобита

Г — головной отдел: гп — глабелла, л — лицевой шов, г — глаза; Т — туловищный отдел: от — осевая часть туловища, ч — членики; Х — хвостовой отдел: ох — осевая часть хвостового отдела

Трилобиты относятся к подвижному бентосу; среди них были и планктонные формы.

У ранних примитивных трилобитов глабелла членистая, слабо развит хвостовой отдел, туловище многочленистое, нет лицевых швов и они не обладали способностью свертываться. У более поздних глабелла становится гладкой, появляются лицевые швы, увеличивается в размерах хвостовой отдел и трилобиты приобретают способность свертываться. Сворачивание — необходимая мера защиты от появившихся хищных животных (наутилоиды, ракоскорпионы, рыбы).

Трилобиты появились в начале кембрия, достигли расцвета в кембрии и ордовике, в силуре их становится меньше и в начале перми они полностью вымирают. Для раннего палеозоя (кембрий, ордовик, силур) они имеют руководящее значение.

Трилобиты делятся на малочленистые и многочленистые.

ПОДКЛАСС МИОМЕРА (МИОМЕРА) — МАЛОЧЛЕНИСТЫЕ. Є—О

В подкласс миомера входят мелкие трилобиты (до 20 мм). Головной и хвостовой отделы у них одинаковых размеров и похожи друг на друга. Туловищный отдел состоит всего из 2—3 члеников. Глаз у них обычно нет; лишь у некоторых особей имеются глаза.

ОТРЯД AGNOSTIDA (АГНОСТИДА) — АГНОСТИДЫ. Є—О

К этому отряду относятся мелкие трилобиты с двумя туловищными сегментами. Головной и хвостовой отделы почти равны. Глаз нет.

Род *Agnostus* (агностус). Є₃

Панцирь хитиноидно-известковый, мелких размеров (до 1 см). Головной и хвостовой отделы одинаковых размеров, полукруглой формы, имеют краевые валики. Щеки имеют подковообразную форму. Лицевые швы и глаза отсутствуют. Глабелла цилиндрической формы, поперечной бороздкой разделена на две части. Туловищный отдел короткий, состоит из двух сегментов. В хвостовом щите имеется цилиндрической формы возвышение, разделенное бороздами на три части. Агностус обладал способ-

ностью свертываться. Обитал на небольших глубинах на илистых грунтах в зоне постоянного взмучивания. Вел планктонный образ жизни.

ПОДКЛАСС POLYMERА (ПОЛИМЕРА) — МНОГОЧЛЕНИСТЫЕ
Є — Р

В подкласс полимера входят трилобиты, имеющие большие размеры, чем малочленистые. Туловищный отдел у них состоит из пяти и более члеников.

ОТРЯД OLENELLIDA (ОЛЕНЕЛЛИДА) — ОЛЕНЕЛЛИДЫ. Є₁

Оленеллиды — наиболее примитивные многочленистые трилобиты с длинным телом, крупным головным щитом, с крупными глазами; на глабелле имеются борозды. Лицевого шва нет. Хвостовая часть заканчивается крупным шипом.

Род *Olenellus* (оленеллус). Є₁

Панцирь удлинённый, уплощённый, хитиноидный, крупных размеров (15—20 см). Головной щит крупный, полукруглый с короткими щечными остроконечиями. Глабелла выпуклая, цилиндрической формы, расчленённая, почти доходит до краевой каймы, имеет три-четыре поперечные борозды (передний сегмент больше остальных). Передняя часть глабеллы шаровидной формы. Лицевые швы отсутствуют. Глаза большие, полулунной формы, почти примыкают к глабелле. Туловищный отдел многочленистый, состоит из 12—28 сегментов, постепенно сужающийся, заканчивается длинным шипом. Осева́я часть туловищного отдела уже боковых. Края щек (щечные углы) и концы боковых частей члеников туловищного отдела вытянуты в шипы. Хвостовой отдел маленький, слабо развит.

ОТРЯД REDLICHIIDA (РЕДЛИХИИДА) — РЕДЛИХИИДЫ.
Є₁—Є₂

От отряда оленеллид отличается крупными глазами, наличием лицевого шва заднешечного типа. Четко выделяется глабелла. Хвостовой отдел маленький.

Род *Paradoxides* (парадоксидес). Є₂

Панцирь хитиноидный, больших размеров (25—30 см). Головной щит большой и широкий с широкой вы-

пуклой краевой каймой, с длинными щечными остроконечиями. Глабелла расширяется кпереди, она выпуклая с двумя поперечными бороздками у основания, доходит до краевой каймы. Лицевые швы заднешечного типа, их передние ветви расходящиеся. Глаза большие линзовидные, расположены посередине головного щита, не доходят до глабеллы. Туловищный отдел узкий, многочленистый (состоит из 12—25 члеников, вытянутых в шипы, отогнутые назад; шипы последнего членика длинные). Осевая и боковые части туловищного отдела имеют почти одинаковую ширину. Хвостовой отдел маленький, округленно-четыреугольной формы (лопаточковидный), без шипов, с сегментированной осевой частью, не достигающей до заднего края щита.

ОТРЯД РТУСНОПАРИИДА ПТИХОПАРИИДА) — ПТИХОПАРИИДЫ. €—О

Глаза от средних до маленьких. Лицевые швы заднешечного, реже переднешечного типа. Глабелла разной формы. Хорошо выражен хвостовой отдел.

Род *Olenus* (оленус). €з

Панцирь хитиной, маленький или средних размеров. Головной щит большой, округленно-четыреугольной формы, вытянутый в ширину с почти прямым передним краем, заканчивающийся короткими шиповидными остроконечиями. Щечные шипы длинные, широко расставленные. Глабелла широкая, цилиндрической формы, не доходит до краевой каймы, разделена на части двумя парами поперечных косо расположенных коротких бороздок. Лицевые швы заднешечного типа. Глаза маленькие, занимают срединное положение, соединены с глабеллой тонкими валиками. Туловище состоит из 12—15 члеников, вытянутых в шипики, загнутые на краях. Осевая часть туловищного отдела уже боковых. Хвостовой щит маленький, треугольной формы, вдвое уже головного. Осевая часть хвостового отдела сегментирована.

ОТРЯД АСАРИИДА (АЗАФИДА) — АЗАФИДЫ. €з—О

Туловище состоит из 6—9 сегментов. Головной и хвостовой отделы почти одинаковых размеров. Глабелла почти гладкая, неясно очерченная. Глаза на стебельках

или полулунной формы, довольно крупные. Лицевые швы заднещечного типа. Свертывающиеся формы. Расцвет в раннем и среднем ордовике.

Род *Asaphus* (азафус). $O_1—O_2$

Панцирь хитиноидный, средних размеров. Головной и хвостовой щиты почти равны, полукруглой формы. Глабелла неясно выражена, в передней части грушевидной формы, слабо выпуклая, гладкая. Глаза крупные, расположены на стебельках или бугорках, приближены к глабелле. Лицевые швы заднещечного типа. Туловище короткое, состоит из 8 сегментов. Осевая и боковые части туловищного отдела примерно одинаковой ширины. Хвостовой отдел гладкий; членистость сохраняется в его осевой части. Осевая часть хвостового щита имеет коническую форму. Азафусы могли свертываться, подгибая хвостовой щит под головной.

ОТРЯД JLLAENIDA (ИЛЛЕНИДА) — ИЛЛЕНИДЫ. $O—P$

Головной и хвостовой отделы почти равны. Туловище состоит из 6—10 сегментов. Глаза полулунной формы. Лицевые швы заднещечного типа. Глабелла выражена слабо.

Род *Illaenus* (илленус). O

Панцирь хитиноидный, средних размеров. Головной и хвостовой отделы одинаковых размеров и формы (полукруглой), почти гладкие. Свертывающийся трилобит. Щечные углы закруглены. Глабелла гладкая, короткая, не отграничена впереди (неясно выражена). Глаза длинные и низкие, полулунной формы, приближены к боковым краям головного щита. Лицевые швы заднещечного типа. Передние ветви параллельны. Туловищный отдел состоит из 10 члеников. Осевая и боковые части туловищного отдела имеют равную ширину. Осевая часть хвостового отдела короткая, имеет форму равностороннего треугольника, не сегментирована.

ОТРЯД RHACORIDA (ФАКОПИДА) — ФАКОПИДЫ. $O—D$

Мелкие и средних размеров. Туловище состоит из 8—19 сегментов. Глабелла крупная, расширяющаяся к

передней части головного щита. Лицевые швы переднещечные, заднещечные. Хвостовой отдел средних размеров с срединными или краевыми шипами.

Род *Phacops* (факопс). S—D

Панцирь хитиноидный, крупный. Головной и хвостовой отделы одинаковой величины. Головной щит полукруглой формы. Глабелла большая, сильно расширенная впереди с многочисленными мелкими бугорками, нависает над передним краем головного щита. Глаза большие, расположены по краям головного щита. Лицевые швы переднещечного типа. Туловищный отдел состоит из 11 сегментов. Осевая часть туловищного отдела несколько уже боковых. Окончания туловищных сегментов расширены и закруглены. Хвостовой отдел примерно равной величины с головным. Осевая часть четко выражена, длинная. Отходящие от нее боковые ребра отгибаются назад. Факопсы — свертывающиеся формы трилобитов. По-видимому, вели планктонный образ жизни.

В раннем кембрии жили оленеллиды, редлихииды, птихопарии. На границе раннего и среднего кембрия вымирают оленеллиды, в конце среднего кембрия появляются азафиды, в среднем кембрии увеличивается количество агностид и редлихиид, на границе среднего и позднего кембрия редлихииды вымирают, в позднем кембрии достигают расцвета агностиды и птихопарии.

ПОДТИП CHELICERATA (ХЕЛИЦЕРАТА) — КЛЕШНЕУСОВЫЕ

Клешнеусовые — преимущественно наземные членистоногие (скорпионы, пауки, клещи); небольшая часть живет в водной среде (мечехвосты).

В раннем палеозое населяли моря (дышали жабрами), с девона перешли на сушу (дышат легкими или трахеями) и лишь немногочисленные водные представители сохранились до нашего времени. Тело отчетливо разделено на голову и брюшко. Усики отсутствуют. Хелицеровые произошли от трилобитов. Водные хелицеровые известны с кембрийского, а наземные — с девонского времени.

КЛАСС MEROSTOMATA (МЕРОСТОМАТА) — МЕРОСТОМОВЫЕ. О — НЫНЕ

Меростомовые — древнейшие водные хелицеровые. Дышат они жабрами.

Передний отдел эвриптид, в котором находятся конечности, называется головогрудью. Головогрудь напоминает головной щит трилобитов. В отличие от трилобитов нет глабеллы и лицевых швов. Передняя пара конечностей не развита. Этим эвриптиды существенно отлича-

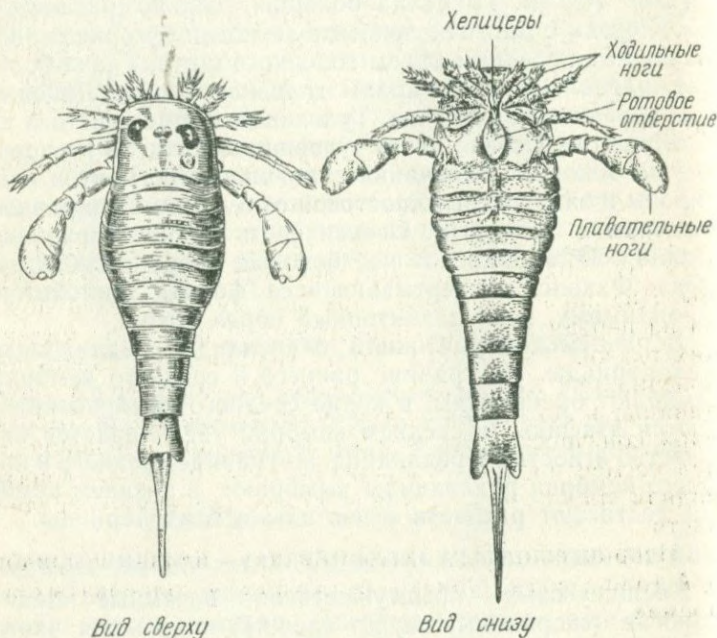


Рис. 93. Схема строения *Eurypterus*

ются от ракообразных. Первая пара конечностей (хелицеры) приспособлены для размельчения пищи. Наличие хелицеров у эвриптид — хорошее отличие от трилобитов (рис. 93). Этим определяется и название подтипа.

Род *Eurypterus* (эвриптерус). S_2-D_1

Панцирь хитиноидный, крупных размеров (20—30 см). Головогрудь округленно-четырехугольной формы. Две пары глаз: одна пара больших почковидных глаз расположена на некотором расстоянии от боковых кра-

ев, вторая пара маленьких глазок, приближенных к средней линии, находится между боковыми глазами. Имеется шесть пар конечностей. Первая пара (хелицеры) — короткие, расположена по бокам ротового отверстия (видна только с нижней стороны головогруды). Размеры следующих четырех пар ходильных конечностей постепенно увеличиваются. Наиболее крупная — шестая пара конечностей. С верхней стороны головогруды видны только пять пар конечностей. Брюшной отдел сегментирован. В конце сегмента имеется два боковых выступа. Хвостовая часть заканчивается длинным кинжаловидным шипом.

Бентос. Обитал в пресных и солоноватых водоемах.

Род *Pterygotus* (птериготус). S—D

Панцирь хитиноидный, крупных размеров (иногда до 1—2 м). Головогрудь округленно-трапециевидной формы. Две пары глаз: одна пара больших глаз расположена на переднем конце головогруды, вторая пара маленьких глазок — в средней части головогруды. Шесть пар конечностей. Хелицеры, в отличие от эвриптеруса, более длинные и заканчиваются зубчатыми клешнями. Шестая пара конечностей крупнее ходильных ног. Брюшной отдел сегментирован. В конце панциря широкая лопатовидная пластинка с шиповидным гребнем в средней части.

Неприкрепленный бентос. Активно плавал в придонной толще воды. Обитал в пресных и солоноватых водоемах.

ТИП MOLLUSCA — МЯГКОТЕЛЫЕ

Моллюски — высокоорганизованные беспозвоночные животные, занимающие второе место по величине (после членистоногих). У них развиты кровеносная (с сердцем) и нервная системы, пищеварительные органы и органы чувств. Раковина хитиноидная или известковая.

Большинство моллюсков — обитатели моря, но некоторые живут в пресных водах и на суше. Ведут придонный и пассивно-плавающий (нектонный и планктонный) образ жизни.

Моллюски широко распространены и в связи с этим имеют большое геологическое значение. Наибольшее число руководящих форм дают моллюски. Моллюски из-

вестны с кембрия до нашего времени, но особенно богато они представлены в мезозое и кайнозое.

Большой стратиграфический интерес представляют брюхоногие и головоногие моллюски.

Двустворчатые моллюски известны с палеозоя, но руководящее значение имеют для мезозоя и особенно для кайнозоя. Брюхоногие моллюски также жили еще в палеозое (дали характерные руководящие формы для него). Не теряют они руководящего значения и в мезозое, но расцвета достигли в кайнозое. Головоногие моллюски дали руководящие формы для палеозоя и мезозоя.

Двустворчатые и брюхоногие моллюски имеют и породообразующее значение для мезозоя и кайнозоя. Ископаемые моллюски помогают восстанавливать физико-географические условия прошлого.

КЛАСС GASTROPODA (ГАСТРОПОДА) — БРЮХОНОГИЕ. € — НЫНЕ

Мягкое тело животного расположено внутри раковины, состоит из головы, туловища и выдвигающегося наружу мускулистого органа («ноги»), содействующего передвижению, закапыванию, прикреплению и плаванию. На голове имеется ротовое отверстие, глаза, щупальцы, в туловище — органы пищеварения, кровеносная и нервная системы.

Брюхоногие — самый многочисленный класс из типа мягкотелых. Обитают они в морских, солоноватых и пресных водах, а также на суше. Водные представители относятся к ползающему бентосу, некоторые к прикрепленному бентосу, некоторые зарываются в грунт. Есть и плавающие гастроподы.

Брюхоногие имеют обычно улиткообразную, башенкообразную и колпачковидную раковину. У некоторых палеозойских форм раковина спирально свернута в одной плоскости. От макушки — начальной стадии роста — по спирали располагаются обороты раковины. Самый большой из них — последний. Отверстие последнего оборота называется устьем. По форме устье бывает округлым, угловатым, овальным, щелевидным. В большинстве случаев устье в нижней части вытягивается в трубковидный выступ — сифон. На поверхности раковины имеются ребра, бугорки, шипы, реже она гладкая.

По остаткам брюхоногих судят о глубине бассейна (они наиболее широко распространены в мелководной части моря), солёности воды, характере грунта, направлении течений и т. д.

Гастроподы известны с кембрия, широкое распространение получают в мезозое, особенно в кайнозое и дают руководящие формы для этих эр. С кембрия известны переднежаберные, с карбона — заднежаберные и легочные.

По строению органов дыхания они делятся на переднежаберные, заднежаберные и легочные.

ПОДКЛАСС *PROSOBRANCHIA* (ПРОЗОБРАНХИЯ) — ПЕРЕДНЕЖАБЕРНЫЕ. € — НЫНЕ

Переднежаберные — самый многочисленный класс брюхоногих моллюсков. Они имеют одну или две жаберы впереди сердца (отсюда название). У заднежаберных одна жабра, расположена позади сердца. В основном это бентосные морские животные, некоторые живут в пресноводных бассейнах или на суше. Раковина улитковидная, реже колпачковидная или спирально-плоская.

Переднежаберные делятся на три отряда: археогастроподы, мезогастроподы и неогастроподы.

Археогастроподы известны с кембрия. В карбоне от них произошли мезогастроподы, которые достигли расцвета в наше время. В меловой период от мезогастропод произошли неогастроподы. Археогастроподы в карбоне дали подклассы заднежаберных и легочных гастропод.

ОТРЯД *ARCHAEOGASTROPODA* (АРХЕОГАСТРОПОДА) — АРХЕОГАСТРОПОДЫ. € — НЫНЕ

Археогастроподы — наиболее примитивные гастроподы. В основном ведут малоподвижный образ жизни. Самые древние имеют колпачковидную раковину, позже она становится спирально-плоскостной, у большинства башенковидная.

Род *Bellerophon* (беллерофон). S—T,
преимущественно C

Раковина известковая, двусторонне-симметричная, спирально-плоская боченкообразная или шарообразная. Последний оборот закрывает предыдущие. Пупок узкий

или отсутствует. Устье округлое, широкое с узким, глубоким вырезом.

Бентос.

Род *Euomphalus* (эуомфалюс). S—P₁,
преимущественно С

Раковина известковая, двусторонне-симметричная, завитая почти в одной плоскости (в виде низкого конуса). Обороты уплощенные. Пупок очень широкий. Устье округленно-многоугольное с небольшой щелью. На поверхности раковины четко выраженные штрихи и морщины нарастания.

ОТРЯД MESOGASTROPODA (МЕЗОГАСТРОПОДА) — МЕЗОГАСТРОПОДЫ. О — НЫНЕ

Мезогастроподы — ползающие, прикрепленные, зарывающиеся, сверлящие раковину двустворок или пелагические животные. Раковина башенковидная, спирально-плоскостная, колпачковидная.

Род *Turritella* (туррителла). К — ныне

Раковина известковая, спирально-завитая, высокая, острая, стройная, башенковидная со швом между завитками, все более углубляющимся по мере роста. Поверхность оборотов вогнутая. Устье маленькое, округленно-угловатое или округлое. Пупка нет. На наружной поверхности раковины спиральные ребра.

ОТРЯД NEOGASTROPODA (НЕОГАСТРОПОДА) — НЕОГАСТРОПОДЫ. К₂ — НЫНЕ

Неогастроподы — высшие гастроподы. Раковина башенковидная, веретенообразная.

Род *Murex* (мурекс). Р — ныне

Раковина известковая, спирально-завитая, веретенообразная с невысоким завитком, большим последним оборотом, длинным сифональным каналом, обычно составляющим около половины высоты раковины. На поверхности раковины грубые гребневидные осевые валики, спиральные ребра, длинные шипы. Устье узкооваль-

ное: внутренняя губа широко отогнута, наружная — мелкоскладчатая.

Живет в теплых морях с нормальной соленостью.

ПОДКЛАСС PULMONATA (ПУЛЬМОНАТА) — ЛЕГОЧНЫЕ.

С — НЫНЕ, БОЛЕЕ РАЗНООБРАЗНЫ НАЧИНАЯ С K_2

У легочных брюхоногих жабры заменены легкими. Наземные и пресноводные формы. Раковина разнообразной формы.

Род *Helix* (геликс) — Улитка, K_2 — ныне

Раковина известковая, тонкая, спирально-завитая, низкая, конической или почти шаровидной формы. Завиток составляет около $\frac{1}{3}$ общей высоты раковины. Обороты выпуклые. Ширина и высота раковины почти равны. Последний оборот большой и вздутый. Устье овальное, округлое, широкое. Поверхность раковины гладкая, нередко окрашена в коричневые полосы.

Ведет наземный образ жизни.

**КЛАСС BIVALVIA (БИВАЛЬВИЯ) — ДВУСТВОРЧАТЫЕ, ИЛИ
PELECYRODA (ПЕЛЕЦИПОДА) — ТОПОРОНОГИЕ, ИЛИ
LAMELLIBRANCHIA (ЛАМЕЛЛИБРАНХИА) —
ПЛАСТИНЧАТОЖАБЕРНЫЕ. C_2 — НЫНЕ**

Мягкое тело, покрытое мантией, находится внутри двустворчатой раковины (отсюда название). Топороногими их называли потому, что «нога» имеет сплюснутую топоровидную форму. Название пластинчатожаберные указывает на наличие хорошо развитых пластинчатых жабер. Внутри мантии расположены туловище с органами пищеварения, размножения, чувств, кровеносная и нервная системы.

Раковина имеет округлую, овальную или сильно вытянутую форму. Размеры от 2—3 см до 1,5 м. Масса достигает 200 г (тридакна).

Створки, соединенные связкой, имеют одинаковую величину (как правило, плоскость симметрии проходит по линии их смыкания). Двустворчатые моллюски, ведущие прикрепленный или лежачий образ жизни, имеют неравностворчатые раковины. Большей частью створки несимметричны. Начальная часть роста раковины называется макушкой. Край створки, где расположена ма-

кушка, называется спинным, или верхним, противоположный — брюшным, или нижним краем. Различают правую и левую створки (если смотреть на раковину, расположенную макушкой кверху, со стороны заднего края, створка справа будет правой, слева — левой). У большинства на верхнем крае обеих створок есть замочный аппарат, служащий для плотного сочленения

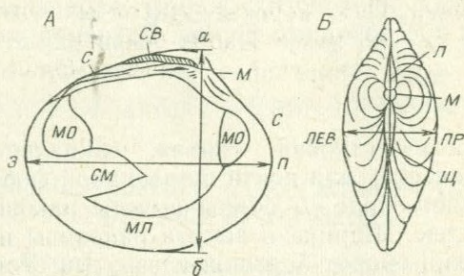


Рис. 94. Схема строения раковины двустворчатого моллюска

А — левая створка изнутри; Б — вид на обе створки со спины; м — макушка; с — спинной край; п — передний край; з — задний край; б — брюшной (нижний) край; мо — мускульный отпечаток; мл — мантийная линия; см — синус мантийной линии; л — луночка; щ — щиток; св — связка; лев — левая створка; пр — правая створка; а — б — высота раковины; з — л — длина раковины

створок. На внутренней стороне створки, ближе к нижнему краю, обычно протягивается тонкая черта — мантийная линия (вдоль которой прикрепляется к раковине мантия). У некоторых форм в мантийной линии наблюдается выемка, получившая название мантийного синуса, или мантийной бухты (рис. 94).

На наружной поверхности раковины имеются радиальные ребра, концентрические линии нарастания, улучшающие прочность раковины. Органом передвижения и зарывания в грунт служит «нога» — мускульный вырост, отходящий от тела (у сверлящих нога служит присоской, у прирастающих форм она отсутствует). Есть представители, прикрепляющиеся к грунту клейким шелковистым веществом — биссусом. Многие зарываются в грунт. Есть и нектонные формы.

В большинстве случаев пластинчатожаберные — обитатели мелководной зоны моря. Живут они также в лагунах и озерах. Пластинчатожаберные моллюски известны со среднего кембрия, но полное развитие получили

в мезозое и расцвета достигли в кайнозое. Классифицируют пелециподы по строению жаберного аппарата.

НАДОТРЯД *PROTOBRANCHIA* (ПРОТОБРАНХИЯ) — ПРОТОБРАНХИИ

Протобранхии — наиболее примитивные двустворчатые моллюски. У них жабры выполняют только функцию газообмена. Они морские животные; относятся к подвижному или малоподвижному бентосу.

Протобранхии появились в конце кембрия — начале ордовика.

НАДОТРЯД *AUTOBRANCHIA* (АУТОБРАНХИЯ) — АУТОБРАНХИИ

К этому надотряду относится основная масса двустворок. У них жаберный аппарат выполняет не только функцию газообмена, но и отбор мелких пищевых частиц и доставку их к ротовому отверстию.

Аутобранхии появились в среднем кембрии.

ОТРЯД *PECTINIDA* (ПЕКТИНИДА) — ПЕКТИНИДЫ. О — НЫНЕ

Особенно широко распространены с мезозоя.

Род *Pecten* (пектен) — морской гребешок.

J — ныне, руководящее значение для K_2 , P и N

Раковина известковая, тонкостенная, равносторонняя, равностворчатая, более или менее плоская, округлая, вытянутая в заднем направлении, крупных или средних размеров с хорошо выраженными ушками треугольной формы. Створки неравные: правая — выпуклая, левая — плоская или вогнутая. Замок выражен слабо. На наружной поверхности раковины грубые радиальные ребра и складки, реже поверхность гладкая.

Неприкрепленный бентос. Способен в случае опасности передвигаться скачками, закрывая и открывая створки. Живет в теплых морях с нормальной и пониженной соленостью.

ОТРЯД *VENERIDA* (ВЕНЕРИДА) — ВЕНЕРИДЫ

Венериды — один из наиболее крупных отрядов аутобранхий.

Род *Cardium* (кардиум) — сердцевинка

N — ныне, наиболее типичен для KZ

Раковина известковая, толстостенная, средних размеров или маленькая, овальная или округленно-треугольная, округленно-четырёхугольная с макушками. Раковина сбоку имеет сердцевидную форму. Макушки повернуты вперед. На поверхности отчетливо выраженная радиальная скульптура. На ребрах грубые шипы. Нижние края створок широко зазубрены снаружи и изнутри. Замок состоит из двух центральных и двух боковых зубов.

Бентос. Живет в теплых морях нормальной или пониженной солености.

Род *Macra* (мактра) — квашонка.

P — ныне, особенно N

Раковина известковая, средних или крупных размеров, толстостенная, овально-треугольная, вытянутая в боковом направлении, равносторчатая с макушками. Характерен килевидный перегиб, идущий от макушки к заднему концу нижнего края раковины. На правой створке два центральных и два боковых зуба; на левой створке — один центральный зуб и два боковых. Синус неглубокий. Поверхность раковины гладкая или слабо концентрически скульптурированная.

Бентос. Обитает в морских и солоноватых бассейнах.

ОТРЯД HIPPURITIDA (ГИППУРИТИДА) — ГИППУРИТИДЫ.

S₂—K

В начале поздней юры возникли рудисты.

Род *Hippurites* (гиппуритес). K₂

Раковина известковая, конусовидная, неравносторчатая с конической нижней (правой) и крышечковидной верхней (левой) створками, средних или крупных размеров (до 1,5 м). Поверхность правой створки продольно складчатая (морщинистая). На левой створке имеются многочисленные поры. Раковина внешне напоминает четырехлучевой одиночный коралл.

Прикрепленный бентос. Обитал в теплых морях.

ОТРЯД CYRTODONTIDA (ЦИРТОДОНТИДА) — ЦИРТОДОНТИДЫ

Род *Ostrea* (острея) — устрица.

К — ныне, руководящее значение для К, Р и N

Раковина известковая, массивная, крупных и средних размеров, разнообразной формы (чаще округленно-прямоугольная), вытянутая в заднем направлении. Левая, прикрепленная ко дну створка, выпуклая, правая — плоская или вогнутая. На поверхности левой створки толстый пластинчатый слой; правая створка — гладкая. Зубы отсутствуют. На поверхности раковины радиальная складчатость и концентрический толстый пластинчатый слой.

Бентос. Обитает в мелководной полосе моря на каменистом или песчаном дне. Образует скопления (устричные банки). Некоторые современные устрицы съедобны.

Род *Gryphaea* (грифея). J—K

Раковина известковая, средних и крупных размеров, неравностворчатая, вытянутая в длину, узкая. Левая створка сильно выпуклая с клювовидно загнутой центральной макушкой, покрытая грубыми линиями нарастания; правая створка — плоская или вогнутая.

Неприкрепленный бентос

КЛАСС CERNALORODA (ЦЕФАЛОПОДА) — ГОЛОВОНОГИЕ.
Є — НЫНЕ

Головоногими этот класс называли потому, что в головной части тела имеются щупальца, выполняющие отчасти функции органов передвижения. Головоногие моллюски — наиболее высокоорганизованные животные среди беспозвоночных. Это — морские животные. Относятся к нектону и бентосу. У них хорошо развитая обособленная голова, рот, совершенно устроенные глаза и высокоразвитые пищеварительная, кровеносная, нервная системы, органы чувств. Щупальца служат для захвата пищи и обороны. Дыхание жаберное.

Основным органом передвижения большинства головоногих является воронка, при ритмических сокращениях которой из жаберной полости с силой выталкивается

струя воды и животное движется по принципу ракетного снаряда. Размеры головоногих колеблются от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Некоторые вымершие представители достигают 2 м в длину.

Раковина у головоногих моллюсков имеет прямую, согнутую или свернутую в спираль форму. Внутри она разделена перегородками на камеры. Жилой является передняя камера, остальные — заполнены газом. Через полые камеры проходит мягкий тяж — сифон.

Широкое распространение получили в позднем палеозое, особенно в мезозое; живут и сейчас.

ПОДКЛАСС *NAUTILOIDEA* (НАУТИЛОИДЕЯ) — НАУТИЛОИДЕИ. € — НЫНЕ

Наутилоидеи — наиболее древние (в основном раннепалеозойские — кембрий — силур) примитивные головоногие моллюски. Раковина разделена перегородками на камеры. Перегородки, соединяясь с внутренней стенкой раковины, образуют перегородочную (лопастную) линию.

Изгибы перегородочной линии, направленной в сторону жилой камеры, называются седлами, в противоположную — лопастями.

Рисунок перегородочной линии имеет важное значение при классификации наружнораковинных. У наутилоидей самая простая перегородочная линия — прямая или слабо изогнутая. Жилой является последняя камера; остальные камеры — воздушные. Посредине перегородок проходит известковая трубка — сифонная дудка. Через нее проходит эластичный вырост тела — сифон.

Наутилоидеи вели придонный образ жизни.

Наиболее древние представители наутилоидей жили в кембрии. Расцвета они достигли в ордовике и силуре. С девона заметно количественно уменьшаются, особенно в конце палеозоя. С мезозоя сохраняется лишь один отряд наутилид, до наших дней дожил один представитель — *Nautilus*.

ОТРЯД *NAUTILIDA* (НАУТИЛИДА) — НАУТИЛИДЫ. D — НЫНЕ

Наутилиды появились в начале девона. Наиболее многочисленны палеозойские и триасовые представители.

Род *Nautilus* (наутилус) — кораблик. P₃ — ныне

Раковина известковая, завитая в одной плоскости, вздутая, гладкая или очень слабо морщинистая. Поперечное сечение оборота от полуовального до почти трапецевидного. Сифон расположен недалеко от центра. Перегородочная линия с широким седлом на брюшной стороне, широкой боковой лопастью, небольшим седлом у пупочного края.

ПОДКЛАСС *ENDOCERATOIDEA* (ЭНДОЦЕРАТОИДЕЯ) — ЭНДОЦЕРАТИТЫ. О

Раковина у эндоцератитов прямая, очень крупных размеров (до 3—4,5 м), сифон широкий ($\frac{1}{3}$ ширины раковины), занимает краевое положение. Эндоцератиты относятся к бентосу.

ОТРЯД *ENDOCERATIDA* (ЭНДОЦЕРАТИДА) — ЭНДОЦЕРАТИДЫ. О

Род *Endoceras* (эндоцерас). О

Раковина известковая, прямая, слабо коническая, гладкая или кольчатая, круглая или овальная в поперечном сечении, средних или крупных размеров (до 9,5 м). Перегородочная линия прямая. Сифон толстый, расположен ближе к стенке раковины. Сифонные дудки длинные, в виде воронок, вставленных друг в друга. На поверхности раковины поперечные кольца и поперечные струйки.

ПОДКЛАСС *ORTHOCERATOIDEA* (ОРТОЦЕРАТОИДЕЯ) — ОРТОЦЕРАТИТЫ

Поверхность раковины гладкая с линиями нарастания или скульптурированная. Перегородочная линия прямая, наклонная или слабо изогнутая.

Ортоцератиты появились в ранний ордовик, развивались до карбона.

ОТРЯД *ORTHOCERATIDA* (ОРТОЦЕРАТИДА) — ОРТОЦЕРАТИДЫ. О—Т

Отряд ортоцератид — наиболее древние наутилоидеи. Их представители имеют прямую или слегка согнутую

раковину (до 1,5 м). Сифон узкий, почти центральный. Перегородочная линия простая.

Род *Orthoceras* (ортоцерас). O_2

Раковина известковая, прямая, коническая или цилиндрическая (слегка сужающаяся в сторону начальной камеры), с круглым поперечным сечением с продольными и поперечными струйками на поверхности, средних или крупных размеров (до 2 м). Перегородочная линия прямая или слабо изогнутая. Сифон узкий, расположен в середине раковины или близко от центра. Сифонные дудки короткие. Жилая камера большая.

ПОДКЛАСС *AMMONOIDEA* (АММОНОИДЕЯ) — АММОНИТЫ.
D—K

Раковина у аммоноидей известковая, тонкостенная, в основном спирально-свернутая в одной плоскости. Раковина аммоноидей закрывалась известковой пластинкой, называемой аптихом.

Аптихи используются для измерения палеотемператур. Диаметр раковины от нескольких миллиметров до 3 м.

Спирально-свернутые в одной плоскости раковины бывают необъемлющие (эволютные), если все обороты видны сбоку, и объемлющие (инволютные), когда последующие обороты закрывают предыдущие. У полуобъемлющих (полуинволютных) обороты лишь частично перекрываются. Наряду с этим встречаются раковины с неприкасающимися оборотами (раскрученные), выпрямленные (трубчатые) и есть раковины, сначала свернутые в спираль, а затем выпрямленные. Обычно раковины небольших размеров (несколько сантиметров), но встречаются среди них и гиганты (несколько метров).

Раковина разделена перегородками на камеры. Сифон у аммоноидей приближен к наружному краю оборотов (за исключением рода *Clymenia*, у которой он расположен ближе к внутреннему краю оборотов).

У аммоноидей рисунок перегородочной линии более сложный по сравнению с рисунком перегородочных линий наutilusоидей. Для палеозойских аммонитов типична гониатитовая перегородочная линия, для мезозойских — цератитовая и аммонитовая.

Наутилоидная перегородочная линия — прямая или слабо изогнутая, нерасчлененная. Гониятитовая перегородочная линия состоит из округлых или приостренных изгибов седел, обращенных в сторону жилой камеры, и лопастей (поэтому перегородочную линию еще называют лопастной), направленных в противоположную сторону, не осложненных вторичными складками. Она наиболее типична для древних (палеозойских) аммонитов — гониятитов. Цератитовая перегородочная линия состоит из округлых седел и мелко зазубренных лопастей. Особенно характерна эта линия для триасового рода *Ceratites*, от которого и произошло название. Аммонитовая перегородочная линия состоит из сильно расчлененных и зазубренных седел и лопастей. Такая перегородочная линия характерна для новых (мезозойских) аммонитов.

Усложнение перегородочной линии увеличивало прочность раковины. Для активно плавающих животных это имеет немаловажное значение.

У древних аммонитов поверхность раковины гладкая, у более поздних — скульптурированная (поперечные ребра, продольный киль, шипы, бугорки). Аммоноидеи хорошо плавали. Они относятся к нектону.

Аммоноидеи появились в девоне, расцвета достигли в мезозое, в конце мезозойской эры вымерли. В конце раннетриасовой эпохи вымерли аммоноидеи с гониятитовой перегородочной линией, в конце среднетриасовой эпохи — аммониты с цератитовой линией. В перми появились аммоноидеи с аммонитовой перегородочной линией и особенно широкое развитие получили в юре и мелу. Гониятиты получили развитие в среднем и позднем палеозое, цератиты — в перми и триасе, аммониты развиваются начиная с триаса, особенно в юре, в конце мела они вымирают.

ОТРЯД AGONIATIDA (АГОНИАТИДА) — АГОНИАТИТЫ. D—T

У представителей этого отряда раковина плоскоспиральная, перегородочная линия гониятитовая.

Род *Timanites* (тиманитес). D₃

Раковина известковая, дисковидная, линзовидная, плоская, объемлющая с узким поперечным сечением с острым наружным краем. Обороты перекрывают друг

друга. Пупок узкий. Наружная поверхность гладкая с тонкими линиями нарастания. Перегородочная линия гониатитовая: состоит из широких округленных седел и заостренных лопастей.

Род *Medlicottia* (медликоттия). Р

Раковина известковая, объемлющая, плоская, дисковидная. Обороты перекрывают друг друга. Пупок узкий. Сечение узкое. Сбоку видны два гладких кия и образуемая между ними глубокая срединная борозда. Перегородочная линия цератитовая: седла высокие, округлые, лопасти — двураздельные, трехраздельные. На крупных оборотах тонкие ребра, несколько вытянутые назад.

ОТРЯД CLYMENIIDA (КЛИМЕНИИДА) — КЛИМЕНИИ. D₃

Род *Clymenia* (климения). D₃

Раковина известковая, необъемлющая. Пупок широкий. Обороты снаружи округлены. Ширина и высота оборота примерно равные. Поперечное сечение оборотов почти круглое. На гладкой наружной поверхности имеются тонкие струйки роста. Сифон приближен к внутренней стороне оборота. Перегородочная линия гониатитовая: седла широкие плоские прямоугольные, лопасти — глубокие, узкие.

ОТРЯД CERATIDA (ЦЕРАТИДА) — ЦЕРАТИТЫ. Р—Т

Раковина плоскоспиральная от дисковидной до округленно-четыреугольной формы. Перегородочная линия цератитовая.

Род *Ceratites* (цератитес). Т₂

Раковина плоскоспиральная от дисковидной до округленно-четыреугольной формы; объемлющая, с широкой округлой или уплощенной наружной стороной. Обороты утолщаются к наружной стороне раковины. Поперечное сечение округленно-четыреугольное с широкой и полого выпуклой наружной стороной. Пупок от узкого до широкого. На наружной поверхности редкие округлые, грубые, радиальные ребра. На боковой стороне раковины они образуют выступы (рога). Перегородочная линия цератитовая: седла округлые, не рассечены, а лопасти узкие, рассечены в нижних частях (зубчатые).

ОТРЯД PHYLLOCERATIDA (ФИЛЛОЦЕРАТИДА) — ФИЛЛОЦЕРАТИДЫ. Т—К

Филлоцератиды произошли от цератитов.

Род *Phylloceras* (филлоцерас), J

Раковина известковая, сильно объемлющая. Обороты перекрывают друг друга. Пупок очень узкий. Поперечное сечение удлинненно-эллипсоидальное. Высота оборота примерно в два раза больше ширины. На наружной поверхности тонкие (струйчатые) радиальные ребрышки. Перегородочная линия аммонитовая: седла и лопасти узорчатые, растениеподобные.

ОТРЯД LYTOCERATIDA (ЛИТОЦЕРАТИДА) — ЛИТОЦЕРАТИДЫ. J—K

Род *Baculites* (бакулитес). K₂

Раковина известковая, прямая, длинная, цилиндрическая или в виде сплюснутой с двух сторон трубки, имеющая в начальной части два оборота, закрученных в плоскую спираль. Сечение овальное. Жилая камера большая. Поверхность раковины гладкая или тонко косо ребристая. Перегородочная линия аммонитовая.

ОТРЯД AMMONITIDA (АММОНИТИДА) — АММОНИТИДЫ. J—K

Раковина плоскоспиральная. Перегородочная линия аммонитовая.

Аммонитиды произошли от литоцератид в начале юры. Расцвет приходится на юру и мел. В конце мела вымерли.

Род *Cadoceras* (кадоцерас). J₃

Раковина известковая, объемлющая, сильно вздутая, боченкообразная. Пупок узкий, глубокий (воронковидный), ступенчатый. Последние обороты имеют низкое расширенное поперечное сечение. На наружной поверхности раковины многочисленные тонкие ребра, переходящие в продольные утолщения у пупкового перегиба. Перегородочная линия аммонитовая.

Род *Virgatites* (виргатитес). J₃

Раковина известковая, среднеобъемлющая, обороты высокие с наружной стороны округленные. Пупок узкий.

Поперечное сечение раковины высокое, овальное. На наружной поверхности ветвящиеся ребра: к длинной ветви присоединяются все более и более короткие (виргатитовое ветвление). Перегородочная линия аммонитовая.

Род *Simbirskites* (симбирскитес). K₁J

Раковина известковая, крупных размеров. Наружная сторона раковины округленная. Поперечное сечение округленное. Высота оборота меньше ширины или почти равна последней. Пупок узкий, глубокий. Высота оборота меньше ширины или почти ей равна. На наружной поверхности ребра. Главные ребра разветвляются на середине боковой стороны на три или большее количество ветвей. В месте ветвления находится бугорок. Перегородочная линия аммонитовая.

ПОДКЛАСС COLEOIDEA (КОЛЕОИДЕЯ) — ДВУЖАБЕРНЫЕ, ДИБРАНХИАТЫ. С — НЫНЕ, ОСОБЕННО J и K

К этому подклассу относятся все, за исключением наутилуса, ныне живущие головоногие (кальмары, каракатицы, осьминоги и др.) и вымершие белемниты. Они имеют две жабры (отсюда название — двужаберные, дибранхиата). Хорошо развиты органы чувств, глаза. Большинство имеет чернильный мешок. В отличие от предыдущих классов (наружнораковинных) колеоидеи имеют внутреннюю раковину.

Живут они в морях, в основном подвижные хищные организмы.

Внутреннераковинные живут с карбона до настоящего времени. Особенно большое значение имеют для мезозоя. В конце мела количественно сильно сокращаются.

Геологическое значение имеют белемниты.

ОТРЯД BELEMNITIDA (БЕЛЕМНИТИДА) — БЕЛЕМНИТЫ. С — Р₂

Белемниты — далекие предки современных каракатиц и кальмаров. Скелет белемнита состоит из двух частей: фрагмокона и ростра (рис. 95).

Фрагмокон — удлинённый полый конус из рогового вещества, разделённый перегородками на камеры. Последняя камера (у основания конуса) жилая. Через все перегородки проходит сифон.

Передняя часть фрагмокона заканчивается удлиненной широкой тонкой пластинкой — проостракумом, расположенным над фрагмоконом в его спинной части. Фрагмокон и проостракум в ископаемом состоянии встречаются чрезвычайно редко, так как они очень хрупки. В ископаемом виде обычно сохраняется ростр (в просторечии — чертов палец).

Ростр имеет цилиндрическую, сигаровидную или коническую форму, состоит из игольчатых кристаллов кальцита, направленных от центра к периферии. Кроме того, можно заметить концентрические кольца, подобные годовым кольцам древесины (по ним определяют сезонные температуры). В верхней его части находится коническая полость — альвеола, в которой помещалась задняя часть фрагмокона. Длина альвеолы составляет треть или половину длины ростра. Длина ростра 10—20 см, иногда до 0,5 м.

Белемниты — хищники, обитали на разных глубинах. Они появляются в карбоне, особенно характерны для мезозоя. Расцвета достигли в юре и мелу. Единичные формы перешли в палеоген.

Род *Cylindroteuthis* (цилиндротейтис).

Ростр известковый, длинный, узкоконический или почти цилиндрический, карандашевидный, быстро сужающийся к заднему концу, с заостренным концом (как ружейная пуля). На брюшной стороне имеется борозда. Поперечное сечение скорее широкое, чем высокое. На поперечном разрезе видны лучеобразно расходящиеся иглы кальцита.

Нектон.

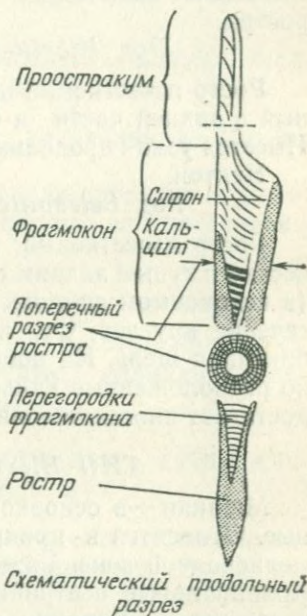


Рис. 95. Строение скелета белемнита

Род *Pachyteuthis* (пахитеутис). J₃

Ростр известковый, толстый, короткий, конической формы, постепенно сужающийся к удлинённому острию. Поперечное сечение округленно-трапециевидное, более высокое, чем широкое. Брюшная створка уплощенная, у заднего ее конца имеется короткая широкая борозда. Альвеола коническая, глубокая, занимает $\frac{1}{3}$ длины ростра.

Род *Hibolites* (гиболитес). J₂—K₁

Ростр известковый прямой, сигаровидный (расширенный в задней части и суженный на переднем конце). Имеется узкая продольная бороздка.

Нектон.

Род *Belemnitella* (белемнителла). K₂

Ростр известковый, крупный, удлинённый, цилиндрический с тупым задним концом, заканчивающимся шипом (в ископаемом виде не всегда сохраняется). Поперечное сечение круглое. От переднего конца протягивается брюшная щель. На поперечном расколе видны радиально расположенные кальцитовые иглы. Глубина альвеолы достигает иногда половины длины ростра.

ТИП BRYOZOA — МШАНКИ

Мшанки — в основном морские колониальные животные. Относятся к прикрепленному бентосу. Обитают в мелководной зоне. Размеры небольшие (не более 1 мм). Колониальные постройки — хитиноидные (роговые) или известковые. Колонии кустистые, ветвистые, сетчатые, пластинчатые и др., состоят из множеств цилиндрических ячеек.

Колонии мшанок похожи на мох, водоросли, или корки на камнях, раковинах. Они образуют тонкую сетку или встречаются в виде гроздевидных, полушаровидных масс.

Тело особи мшанки мешковидно, сверху с ротовым отверстием, вокруг которого располагается венчик из щупальцев. Внутренняя организация мшанок сложнее, чем у кишечнополостных.

В ископаемом состоянии мшанки образуют известковые рифы. По ископаемым мшанкам судят об особенностях водных бассейнов минувших эпох.

Мшанки известны с ордовика до нашего времени. Они были рифообразователями в карбоне, перми и неогене. В мезозое многие палеозойские мшанки вымерли, на смену им пришли новые мшанки.

КЛАСС STENOLOEMATA (СТЕНОЛЕМАТА) — СТЕНОЛЕМАТЫ

Стенолематы известны с конца кембрия и доныне.

ОТРЯД CYCLOSTOMATA (ЦИКЛОСТОМАТА) — ЦИКЛОСТОМАТЫ, КРУГЛОРОТЫЕ. О — НЫНЕ

Колонии кустистые, ветвистые, пластинчатые. Ячейки трубчатые круглого сечения.

Циклостоматы появились в начале ордовика и дожили до нашего времени. Особенно широко распространены в юре и мелу.

Род *Stomatopora* (стоматопора). J — ныне

Колония известковая, кустистая, дихотомически разветвленная. Ячейки изолированные, цилиндрические, расположены в один ряд, устья круглые.

ОТРЯД CRYPTOSTOMATA (КРИПТОСТОМАТА) — КРИПТОСТОМАТЫ, СКРЫТОРОТЫЕ. О—Т

Колонии сетчатые, реже пластинчатые, ветвистые. Ячейки широкие грушевидные. На наружных стенках капилляры.

Род *Fenestella* (фенестелла).

О—Т, преимущественно D—C

Колония известковая, сетчатая, воронко- или веерообразной формы, состоящая из почти параллельных тонких прутьев и узких, соединяющих их перекладин (в результате образуются ряды овальных отверстий). Ячейки или отверстия находятся только на одной стороне прутьев, располагаются в два ряда, разделяясь низким срединным килем, несущим один-два ряда бугорков. Ячейки в основании расширены. Устья мелкие, округлые.

Род *Polypora* (полипора). О—Т₁,

преимущественно D—C

Полипора по внешнему виду и строению напоминает фенестеллу. Отличается тем, что на веточках расположено более двух рядов ячеек. Киль отсутствует, между устьями ячеек развиваются продольные валики с бугорками.

ТИП BRACHIOPODA — ПЛЕЧЕНОГИЕ

Брахиоподы — одиночные морские животные. Относятся к прикрепленному бентосу. Прикреплялись посредством стебелька, или ножки (рис. 96). У некоторых примитивных форм ножка отсутствует. Они прирастают брюшной створкой к какому-либо предмету или дну.

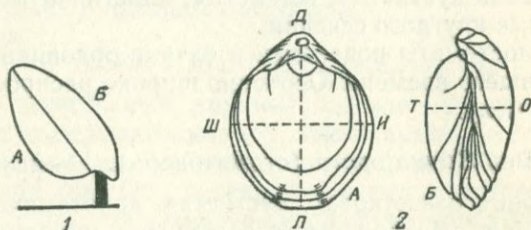


Рис. 96. Брахиоподы

1 — внешний вид плеченогого, прикрепленного с помощью ножки (А — спинная створка, Б — брюшная створка); 2 — раковина брахиоподы (А — вид со стороны спинной створки, Б — вид сбоку, Дл — длина, Ши — ширина, Тол — толщина)

Мягкое тело находится внутри двустворчатой раковины. Устроено оно довольно сложно. У брахиопод есть кровеносная и нервная системы и различные внутренние органы.

Размеры брахиопод от 0,1 до 30 см (в основном 3—5 см).

Раковина рогово-известковая или известковая. Очертание раковины округлое, овальное, треугольное, квадратное, пятиугольное и др. Створки большей частью неодинаковы: брюшная более выпуклая и больших размеров, спинная — слабо выпуклая, плоская или вогнутая и меньших размеров. По этому признаку различают двояковыпуклые, плоско-вогнутые, вогнуто-выпуклые раковины. Каждая створка симметричная. На нижней части створок имеются приостренные выступы (на брюшной более высокая, на спинной — менее высокая) — макушки.

Под макушкой брюшной створки или на макушке находится круглое (форамен) или треугольное (дельтирий) отверстие. Край, у которого расположены макушки, называется задним, или замочным, противоположный — передним (это связано с расположением внутренних органов и положением ротового отверстия). У большинства плеченогих на брюшной створке проходит углубление (синус), на спинной стороне — возвышение (седло), идущие от макушки к переднему краю. Длина раковины измеряется от переднего конца до заднего (между замочным и передним краями). Ширина — расстояние между боковыми крыльями. Толщина — от поверхности одной створки до поверхности другой (расстояние между брюшной и спинной створками). Замочный край раковины бывает или изогнутым или прямым. У нижнего края створки у некоторых представителей имеется узкая поперечная площадка — арея. На поверхности раковины обычно наблюдаются радиальные ребра и концентрические линии нарастания; иногда она может быть гладкой. Встречаются брахиоподы, на раковине которых имеются шипы, бугорки, иглы.

Внутри раковины в передней части по обе стороны от ротового отверстия расположены кожистые бахромчатые выросты тела — «руки». Они выполняют функции захвата пищи и дыхания. Эластичные руки имеют известковые ручные поддержки в виде двух согнутых отростков или петель, или спиралей (так называемый ручной аппарат). Развитие ручных поддержек шло в направлении от известковых крючков к известковым петлям и спирально свернутым лентам. У некоторых плеченогих ручных поддержек нет.

Для плотного сочленения створок служит так называемый замочный аппарат, состоящий из двух выступов в виде зубов на брюшной створке и двух ямок на спинной створке. У ранних, более примитивных брахиопод, замочный аппарат отсутствует.

Брахиоподы известны с кембрия. Особенно широкое распространение получили в палеозое, меньшее значение имеют для мезозоя и кайнозоя. Для раннего палеозоя характерны беззамковые брахиоподы. Замковые брахиоподы появились в кембрии, но расцвет их начинается с ордовика и особенно возрастает их роль в позднем палеозое (продукты, спирифериды, ринхонеллиды). В

конце палеозоя количественно сильно сокращаются. Руководящее значение для мезозоя имеют теребратулиды. В кайнозойе плеченогие теряют руководящее значение. Единичные представители сохранились до нашего времени (лингула и др.).

Современные представители обитают преимущественно на больших глубинах, но в прошлом, особенно в палеозое, они жили в мелководной части моря.

Брахииподы имеют большое пороодообразующее значение для палеозоя. В отложениях девона и карбона они образуют большие скопления брахиоподовых известняков.

Брахииподы делятся на два класса: беззамковые и замковые.

КЛАСС INARTICULATA (ИНАРТИКУЛЯТА) — БЕЗЗАМКОВЫЕ. € — НЫНЕ

К беззамковым относятся самые древние, наиболее примитивные брахиоподы. Раковина у них рогово-известковая или известковая. Для них характерно отсутствие замочного аппарата, ручных поддержек и отверстия для выхода ножки. Створки смещались относительно друг друга и ножка проходила между ними. Это лишало возможности плотно сочленять створки и грозило опасностью: внутрь раковины могли попасть посторонние предметы и это было небезопасным в смысле защиты от врагов.

Наибольший геологический интерес представляет отряд лингулид.

ОТРЯД LINGULIDA (ЛИНГУЛИДА) — ЛИНГУЛИДЫ. € — НЫНЕ

Представители, относящиеся к этому отряду, имеют хитиновую или известковую раковину с гладкой поверхностью или с концентрическими линиями нарастания и плохо заметными радиальными струйками.

Лингулиды появились в раннем кембрии, достигли расцвета в ордовике, сохранились до нашего времени.

Род *Lingula* (лингула). S — ныне

Раковина хитиново-известковая, небольших размеров, почти равносторчатая, тонкая, удлинненно-овальная,

языковидная. Створки слабо выпуклые с невыступающими заостренными макушками. На наружной поверхности заметны концентрические линии нарастания. Ножка выходит между створками.

Живет в неритовой зоне моря, характерна для литоральной зоны. Зарывается в песчаный и илистый грунт, поэтому имеет тонкостенную раковину.

ОТРЯД OVOLELLIDA (ОБОЛЕЛЛИДА) — ОБОЛЕЛЛИДЫ

Оболеллиды — раннепалеозойские беззамковые брахиоподы. Раковина двустворчатая, известковая. У некоторых особей нет отверстия для выхода ножки (ножка выходит между створками), а у некоторых есть. На поверхности раковины имеются линии нарастания и радиальные струйки.

Род *Obolus* (оболюс). ϵ_2 — O_1

Раковина хитиново-известковая, небольших размеров, толстая, округлая или овальная, несколько вытянутая в примакущечной части, почти равностворчатая. Имеется арея. Посередине ареи находится желобок для ножки. Створки слабо выпуклые. На наружной поверхности тонкие радиальные и концентрические линии.

Прикрепленный бентос.

КЛАСС ARTICULATA (АРТИКУЛЯТА) — АРТИКУЛЯТЫ, ЗАМКОВЫЕ. ϵ — НЫНЕ

Замковые брахиоподы — более совершенные. Раковина у них известковая. Состоит из двух неравных створок. В каждой створке имеется макушка. Есть замочный аппарат, отверстие для выхода ножки. Среди них различают представителей без ручного аппарата и с ручным аппаратом. Широкое распространение получили в палеозойскую эру.

Замковые брахиоподы делятся на несколько отрядов.

ОТРЯД ORTHIDA (ОРТИДА) — ОРТИДЫ. ϵ — Р

Ортиды — наиболее древние артикуляты. Они известны с раннего кембрия. Расцвет отряда приходится на ордовик. С силура их количество уменьшается, в конце перми они вымирают.

Род *Orthis* (ортис). O₁

Раковина известковая, небольших размеров, толстая, округлой формы с прямым смычным краем (отсюда название). Имеются арёя и дельтирий. Замочный край короче наибольшей ширины раковины. Створки неравные, слабо выпуклые. Брюшная створка более выпуклая с более выступающей макушкой. Края створок складчатые изнутри. Нет ручных поддержек. На наружной поверхности раковины грубые радиальные ребра.

Прикрепленный бентос.

ОТРЯД PENTAMERIDA (ПЕНТАМЕРИДА) — ПЕНТАМЕРИДЫ G—D

Раковина двояковыпуклая с хорошо развитыми седлом и синусом, гладкая или ребристая. Арёя развита слабо.

Пентамериды появились в среднем кембрии, разнообразия достигли в ордовике, расцвета достигли в силуре и раннем девоне. В начале позднего девона вымирают.

Род *Pentamerus* (пентамерус). S

Раковина известковая, крупных размеров, округленно-треугольной или овальной формы, суженная близ макушек. Лобный край округлый. Створки неравные, сильно вздутые с выступающей сильно загнутой макушкой на брюшной створке. Макушка брюшной створки выступает над спинной створкой. Под макушкой дельтирий. Арёи и синуса нет. Ручных поддержек нет. Замок имеет хорошо развитые пластинки. Наружная поверхность гладкая или слабо радиально-ребристая.

Бентос.

ОТРЯД PRODUCTIDA (ПРОДУКТИДА) — ПРОДУКТИДЫ. D₁—P, ОСОБЕННО C—P

Представители, относящиеся к этому отряду, имеют сильно выпуклую брюшную створку. Среди них встречаются особи с очень крупной раковиной. Поверхность раковины морщинистая, имеются ребра, иглы (служили для предохранения от погружения в ил). У них хорошо видны мускульные отпечатки, ручных поддержек нет, арёя, как правило, отсутствует, а также развиты ушки.

Род *Productus* (продуктус).

С, преимущественно С₁

Раковина известковая, крупная, вытянутая в длину, неравностворчатая: брюшная створка сильно выпуклая, особенно сильно в примакушечной части, спинная — плоская или вогнутая. На наружной поверхности раковины радиальные ребра, концентрические морщины. Иглы только у замочного края и на ушках (в ископаемом виде они редко сохраняются: на их присутствие указывают бугорки на поверхности створки). С помощью игл прикреплялся к твердому субстрату. Ареи, ручных подержек и ножки нет.

Бентос.

Род *Dictyoclostus* (диктиоклоустус). С—Р

Раковина известковая, крупная, вытянутая в ширину, неравностворчатая: брюшная створка выпуклая, спинная — плоская или вогнутая. На брюшной створке крупная, сильно загнутая макушка. Иглы на всей поверхности брюшной створки. Радиальные ребра и концентрические морщины создают сетчатый рисунок на поверхности раковины.

Род *Gigantoproductus* (гигантопродуктус). С₁

Раковина известковая, очень крупная (на что обращает внимание название), сильно вытянутая в ширину, резко неравностворчатая: брюшная выпуклая (полушаровидной формы), спинная — плоская или вогнутая. Хорошо развиты ушки. Наружная поверхность радиально-складчатая с радиальными ребрами, расположенными между ними. На брюшной створке редкие иглы. Арея отсутствует.

Неприкрепленный бентос.

ОТРЯД RHYNCHONELLIDA (РИНХОНЕЛЛИДА) — РИНХОНЕЛЛИДЫ. О₂ — НЫНЕ

Раковина двояковыпуклая, ребристая с хорошо развитым синусом и седлом. Арея узкая.

Ринхонеллиды известны со среднего ордовика, достигли разнообразия в позднем палеозое. В мезозое их становится меньше, в кайнозое еще меньше. Живут и сейчас.

Род *Rhynchonella* (ринхонелла). J₃—K₁

Раковина известковая, средних размеров, неравностворчатая с маленькой заостренной загнутой (клювообразной) макушкой, с глубоким синусом и резко выступающим седлом. Со стороны макушки форма раковины треугольная. Под макушкой круглое отверстие для ножки. Арея нет. Имеется ручной аппарат. На поверхности раковины тонкие ребра.

Прикрепленный бентос.

ОТРЯД SPIRIFERIDA (СПИРИФЕРИДА) — СПИРИФЕРИДЫ.
O₃—J₁, ОСОБЕННО D—P

Раковина двояковыпуклая, плоско-выпуклая. Поверхность раковины большей частью ребристая, развиты арея, синус, седло, замочный аппарат. Ручные поддержки в виде спиральных конусов.

Известны со среднего ордовика до ранней юры.

Род *Spirifer* (спирифер). C₁

Раковина известковая, средних размеров, округло-треугольной или овальной формы, вытянутая в ширину. Имеется небольшая клювообразная макушка. Створки выпуклые, синус и седло выражены слабо. На поверхности раковины радиальные, ветвящиеся ребра. Смычный край прямой. Хорошо выражена арея. Есть ручной аппарат.

Прикрепленный бентос.

Род *Cyrtospirifer* (циртоспирифер). D₃—C₁

Раковина известковая, средних размеров. Длина и ширина примерно одинаковы. Обе створки выпуклые с острыми или тупыми ушками. Имеется небольшая клювообразно загнутая макушка. Ребра ветвятся только в пределах синуса и седла. Поверхность раковины ребристая.

Бентос.

ОТРЯД TEREBRATULIDA (ТЕРЕБРАТУЛИДА) — ТЕРЕБРАТУЛИДЫ. D — НЫНЕ, ОСОБЕННО MZ и KZ

У теребратулид двояковыпуклая раковина с синусом и седлом, без ареи, с отверстием для ножки. Поверхность

ее гладкая или струйчатая. Ручные поддержки имеют форму петли. Макушка брюшной створки нависает над спинной.

Теребратулиды появились в раннем девоне и живут до наших дней. Максимум достигли в мезозое.

Род *Terebratula* (теребратула) — полугаев нос. P_2-N

Раковина известковая, средняя, удлинненно-овальная, двояковыпуклая с сильно загнутой макушкой брюшной створки. Под макушкой круглое отверстие для выхода ножки. Арея выражена слабо. Наружная поверхность гладкая или имеются слабо выраженные концентрические линии роста.

Бентос.

Первые ортиды появились в раннем кембрии и достигают расцвета в ордовике. Пентамериды появляются в конце среднего кембрия. Средний ордовик — время появления спириферид и ринхонеллид. Спирифериды господствуют в девоне. В конце девона вымирают пентамериды, очень мало остается ортид. В начале девона появляются продуктиды и теребратулиды. Продуктиды господствуют в карбоне и перми. К концу палеозоя вымирают ортиды, почти все продуктиды, мало остается спириферид, теребратулид, ринхонеллид. С триаса господствуют теребратулиды и ринхонеллиды. Последние спирифериды исчезли в начале юры. С начала кайнозоя становится меньше теребратулид и ринхонеллид. Дожили они до наших дней.

ТИП ECHINODERMATA — ИГЛОКОЖИЕ

Иглокожие — морские одиночные бентонные животные. Есть среди них свободноподвижные и прикрепленные.

Панцирь известковый состоит из тонких известковых пластинок, или табличек. Тело иглокожих имеет вид шара, бутона, звезды, чашечки со стеблем и «руками».

Большинство иглокожих имеет радиальную (пятилучевую) симметрию тела, реже двустороннюю симметрию. На поверхности тела у многих имеются бугорки, иглы (отсюда и название типа).

Иглокожие обладают кровеносной, нервной и пищеварительной системами, органами чувств и т. п. Для них характерно наличие воднососудистой или амбулякральной системы органов. Назначение этой системы — содействовать передвижению и дыханию (у прикрепленных форм для захвата пищи, осязания и дыхания). Функции дыхания осуществляют также особые кожные жабры. Иглокожие известны с конца протерозоя до нашего времени. Морские пузыри типичны для раннего палеозоя. Морские лилии получили широкое распространение в палеозое. Морские ежи появились в ордовик, широкое развитие получили в мезозое, достигли расцвета в кайнозое.

Иглокожие делятся на прикрепленные или стебельчатые и свободноподвижные или неприкрепленные.

ПОДТИП CRINOZOA (КРИНОЗОА) — КРИНОЗОИ

Внутренние органы заключены в известковую чашечку, имеющую чашевидную, грушевидную или шаровидную форму. Для сбора пищи служат «руки». Ток воды в ротовую полость создается колебанием шупалец. Рот расположен на верхней стороне.

Ведут прикрепленный образ жизни. Особенно характерны для палеозоя.

Подтип кринозои объединяет классы цистоидей и морских лилий. Сейчас живут только морские лилии, цистоиды жили в палеозое.

КЛАСС CUSTOIDEA (ЦИСТОИДЕЯ) — МОРСКИЕ ПУЗЫРИ.

O—D₂

Морские пузыри получили название в связи с тем, что тело животного покрыто шаровидным, яйцевидным или грушевидным панцирем, состоящим из известковых пластинок. Пластинки пронизаны порами и каналами.

Морские пузыри — наиболее примитивные вымершие иглокожие (жили они только в раннем палеозое). Время расцвета цистоидей — ордовик. Прикреплялись они ко дну вытянутой нижней частью тела, а более поздние представители — при помощи стебля, некоторые свободно лежали на дне.

ОТРЯД RHOMBIFERA (РОМБИФЕРА) — РОМБОПОРОВЫЕ. O—S

Род *Echinosphaerites* (эхиносферитес). O₂—O₃

Панцирь известковый, шарообразный, крупных размеров, состоит из многочисленных беспорядочно расположенных многоугольных мелких пластинок. На поверхности панциря имеется слабо развитый выступ (остаток стебля). Почти на противоположной стороне — ротовое отверстие, помещающееся на хоботовидном возвышении.

КЛАСС CRINOIDEA (КРИНОИДЕЯ) — МОРСКИЕ ЛИЛИИ.

O — НЫНЕ

Криноидеи — наиболее крупный класс кринозоев. Название класса связано с внешним сходством с лилиями.

Скелет морских лилий, состоящий из известковых члеников и пластинок, делится на три части: корень, с помощью которого они прикрепляются к субстрату, стебель, состоящий из цилиндрических или призматических члеников, и крона, состоящая из чашечки, крышки и рук (рис. 97). Мягкое тело расположено в чашечке, которая имеет бокаловидную, шаровидную или кубовидную форму. Чашечка образована двумя, тремя рядами известковых пластинок по пяти в каждом ряду. Чашечка имеет известковую крышечку. Руки состоят из известковых члеников, сильно ветвятся. Стебель покрыт многочисленными призматическими или цилиндрическими члениками. Длина стебля в некоторых случаях достигает 20 м. В нижней части он, разветвляясь, образует корневые отростки. Морские лилии, ведущие неприкрепленный образ жизни, лишены стебля и корня. Некоторые морские лилии ведут плавающий образ жизни.

Морские лилии в прошлом обитали в мелководной зоне моря, в настоящее время встречаются на больших глубинах.

Морские лилии известны с ордовика, широкое распространение получили в палеозое и мезозое, живут и сейчас. В палеозое жили древние морские лилии, которые в основном в конце палеозоя вымерли. С мезозоя живут новые морские лилии.

В ископаемом состоянии нередко образуют скопления криноидных известняков.

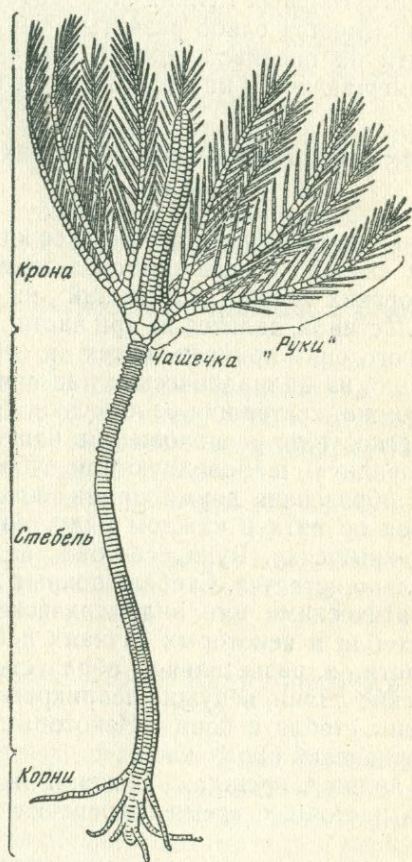


Рис. 97. Общий вид морской лилии

ПОДКЛАСС *INADUNATA* (ИНАДУНАТА) — ИНАДУНАТЫ. О—Т
ОТРЯД *CLADIDA* (КЛАДИДА) — КЛАДИДЫ. О₂—Т

Род *Cupressocrinites* (купрессокринитес). D₂

Скелет известковый состоит из чашечки, стебля и пяти массивных неветвящихся соприкасающихся рук. Чашечка низкая, полушаровидная внизу и плоская вверх. Руки постепенно суживаются снизу вверх. Похож на крону кипариса. Стебель толстый и состоит из многочисленных члеников.

Прикрепленный бентос.

Род *Cromyocrinus* (кромиокринус). С

Скелет известковый, состоит из чашечки, стебля и рук. Чашечка полукруглой формы внизу. Руки неветвящиеся, состоят из одного ряда члеников. В нижней своей части руки соприкасаются,верху постепенно расходятся.

Прикрепленный бентос.

ПОДТИП *ECHINOZOA* (ЭХИНОЗОА) — ЭХИНОЗОИ

Эхинозои — шаровидные или дисковидные подвижные иглокожие без «рук».

Неприкрепленные иглокожие ведут подвижный образ жизни. Первые неприкрепленные иглокожие появились в начале кембрия, широкое распространение они получили в мезозое и кайнозое.

К свободноподвижным относятся морские ежи и морские звезды. Наибольшее геологическое значение имеют морские ежи.

КЛАСС *ECHINOIDEA* (ЭХИНОИДЕЯ) — МОРСКИЕ ЕЖИ

Морские ежи имеют известковый панцирь, покрытый кожей, шаровидной, сердцевидной или дисковидной формы, состоящий из известковых пластинок, на поверхности которых расположены подвижные иглы. Пластинки располагаются меридиональными рядами, которые образуют пять амбулякральных полос или полей и пять межамбулякральных полос или полей.

Морские ежи живут на различных глубинах (от прибрежной зоны до больших глубин).

ПОДКЛАСС PERISCHINOIDEA (ПЕРИШОЭХИНОИДЕЯ) —
ПЕРИШОЭХИНОИДЕИ

Подкласс объединяет всех палеозойских морских ежей и ныне живущий отряд Cidaroida.

Панцирь состоит из 2—20 рядов амбулякральных табличек и 1—14 рядов интерамбулякральных рядов.

Они известны с ордовика до нашего времени.

ОТРЯД CIDAROIDA (ЦИДАРОИДА) — ЦИДАРОИДЫ. D — НЫНЕ

Цидарониды или копыеносные ежи. Панцирь шаровидный, уплощенный сверху и снизу. Амбулякральные поля узкие, состоят из двух табличек с одной парой пор каждая. Интерамбулякральные поля широкие, состоят из двух, четырех и восьми рядов табличек. Панцирь у палеозойских форм состоит из налегающих друг на друга табличек и обычно после смерти распадается. С триаса у цидаронид появляется прочный панцирь.

Известны с силура.

Род *Archaeocidaris* (археоцидарис). C₁

Панцирь известковый, шаровидный, состоящий из лучисто расходящихся рядами пластинок, черепитчато налегающих друг на друга. Амбулякральные поля состоят из двух рядов узких, вытянутых в широтном направлении пластинок, межамбулякральные — из четырех рядов пластинок с бугорками для прикрепления игл. Панцирь состоит из 30 меридиональных рядов пластинок.

Подвижный бентос.

ПОДКЛАСС EUECHINOIDEA (ЭУЭХИНОИДЕЯ) — НАСТОЯЩИЕ
ЕЖИ

Панцирь жесткий, состоит из пяти меридиональных чередующихся амбулякральных и интерамбулякральных полей. Каждое поле состоит из двух рядов табличек (отличие от перишоэхиноидей).

Подкласс подразделяется на правильных (*Regularia*) и неправильных (*Irregularia*) ежей.

Правильные ежи имеют пятилучевую симметрию тела. У мезозойских и кайнозойских представителей этого подкласса число рядов пластинок — 20, у палеозойских больше или меньше 20.

Панцирь неправильных ежей имеет двустороннюю симметрию, состоит из 20 меридиональных рядов пластинок (по два ряда в амбулякральных полях и по два в межамбулякральных полях).

Правильные ежи появились в ордовике, широкое распространение получили в палеозое. Неправильные ежи развиваются с триаса, живут в современных морях.

ОТРЯД SPATANGOIDA (СПАТАНГОИДА) — СЕРДЦЕВИДНЫЕ ЕЖИ. J — НЫНЕ

Панцирь сердцевидной формы с бороздкой впереди для амбулякрального поля.

Зарывающиеся ежи (передвигаются в осадке или сидят неподвижно).

Спатагониды известны с ранней юры, много их в юре и мелу. Расцвета достигли в средний палеоген. Дожили до нашего времени.

Род *Micraster* (микрастер). K₂

Панцирь известковый, сердцевидный, состоящий из множества пластинок. На верхней части панциря имеются углубления, напоминающие цветок, состоящий из пяти лепестков. На поверхности панциря имеются мелкие бугорки, к которым прикреплялись иглы.

Неприкрепленный бентос.

ТИП HEMICHORDATA — ПОЛУХОРДОВЫЕ

Полухордовые занимают промежуточное положение между беспозвоночными (бесхордовыми) и позвоночными (хордовыми) — высшим типом животных (отсюда и название типа). Полухордовые имеют спинной нервный тяж и парные жаберные щели и в этом отношении близки к хордовым, но в отличие от хордовых у них нет хорды — настоящей спинной струны.

Полухордовые — одиночные или колониальные морские животные. Вели планктонный и бентосный образ жизни. Полухордовые жили в палеозое.

К полухордовым относится класс граптолитов.

КЛАСС GRAPTOLITHINA (ГРАПТОЛИТИНА) — ГРАПТОЛИТЫ.

Є₂—С₁

Граптолиты — колониальные морские животные. Относятся к планктону, псевдопланктону (прикреплялись к плавающим организмам, особенно водорослям), редко к прикрепленному бентосу. Размеры граптолитов невелики — всего несколько сантиметров.

Скелет у граптолитов роговой. Колония состоит из полых веточек, прикрепляющихся к общей пластинке, которая поддерживалась во взвешенном состоянии при помощи воздухоносного пузыря — поплавок. Вдоль ветви в один, два, редко четыре ряда располагались цилиндрические ячейки, в которых помещались особи колонии. Колонии граптолитов внешне напоминают веточки или нити.

Граптолиты обитали в мелководной части моря, вели планктонный образ жизни или прикреплялись к плавающим в воде организмам или предметам. Некоторые граптолиты вели прикрепленный донный образ жизни.

Граптолиты жили только в палеозое. Особенно широкое распространение получили в ордовике и силуре. Появились они в конце среднего кембрия и вымерли в конце раннекаменноугольной эпохи.

Большей частью они встречаются в темноокрашенных глинистых сланцах (граптолитовые сланцы).

ПОДКЛАСС STEREOSTOLONATA (СТЕРЕОСТОЛОНАТА) — КУСТИСТЫЕ ГРАПТОЛИТЫ

Стереостолонаты — псевдопланктонные и бентосные прикрепленные граптолиты. Колония кустистая, древовидная, сетчатая.

Стереостолонаты появились в средний кембрий, особенно широкое распространение получили в ордовике и силуре и вымерли в начале карбона.

ОТРЯД DENDRIDA (ДЕНДРИДА) — ДЕНДРИДЫ. Є₁—С₃

Дендриды — наиболее широко распространенный и важный отряд подкласса стереостолонат. Колония древовидная, кустообразная, сетчатая.

Вели прикрепленный образ жизни.

Род *Dictyonema* (диктионема). E_3-C

Колония хитиноидная, уплощенной конусообразной, корзинообразной, воронкообразной формы, состоящая из многочисленных дихотомически расходящихся прямых, почти параллельных веточек. Ветви соединяются перемычками (колония приобретает сетчатый облик). В нижней части имеется острое, которым колония прикреплялась к посторонним предметам.

Прикрепленный бентос, псевдопланктон.

ПОДКЛАСС GRAPTOLIDEA (ГРАПТОЛОИДЕЯ) — СОБСТВЕННО ГРАПТОЛИТЫ. $O-D_1$

Сюда относятся планктонные и псевдопланктонные граптолиты. Колония состоит из одной или нескольких ветвей. Каждая ветвь несет один, два, реже четыре ряда одинаковых ячеек.

Граптолоидеи подразделяются на два отряда: безосные и осеносные. Мы рассмотрим осеносные граптолиты.

ОТРЯД АХОНОРНОРА (АКСОНОФОРА) — ОСЕНОСНЫЕ. O_2-D_1

Ячейки соединяются полой трубкой, вдоль которой проходит опорная ось (у безосных граптолитов ее нет). Колония состоит из одной или нескольких прямых или изогнутых ветвей, несущих один или два ряда ячеек. Иногда ветвь свернута в плоскую или конусовидную спираль. В основном жили в ордовике и силуре.

Род *Diplograptus* (диплограптус).

$O-S_1$, преимущественно O

Колония хитиноидная. На прямой ветви два ряда соприкасающихся ячеек.

Планктон.

Род *Monograptus* (монограптус). $S-D_1$

Колония хитиноидная. На прямой или слабо изогнутой ветви расположен один ряд ячеек, плотно прилегающих или налегающих друг на друга.

Планктон, псевдопланктон.

Род *Rastrites* (растритес). S_1

Колония хитиноидная, состоящая из одной дугообразно изогнутой ветви. Ячейки изолированы друг от друга, расположены в один ряд вдоль внешнего края ветви. Ячейки на концах крючкообразно изогнуты.

Авантюрин (искряк) 112
 Авгит 23, 24, 26, 27, 145
 Агат (халцедон) 28, 115
 Адуляр (ледяной шпат) 136
 Азурит (медная лазурь) 20, 23, 102
 Акантит 74
 Аквамарин (берилл) 28, 142
 Алмаз 28, 62
 Альбит 138
 Амазонит (амазонский камень) 26, 137
 Аметист (кварц) 27, 112
 Ангидрит 22, 103
 Андезин 138
 Анортит 138
 Антигорит 155
 Антимонит (сурьмяный блеск) 16, 71
 Апатит 22, 108
 Аргентит 16, 74
 Асбест (горный лен) 22
 Аурипигмент 20, 84

Базальтическая роговая обманка 147
 Базальтический авгит 146
 Балласт 63
 Берилл 28, 142
 Биотит (черная слюда) 19, 21, 151
 Битовнит 138
 Боккерит 158
 Боксит 20, 132
 Борт 63
 Бриллиант 63
 Бумажный шпат 95
 Бурая стеклянная голова 131
 Бурый железняк (лимонит) 18, 22, 25, 27, 130

Волканит 67
 Вольфрамит 17, 18, 23, 25, 27, 85
 Воробьевит 142
 Восточный аметист 117

Галенит (свинцовый блеск) 16, 72
 Галит (каменная, поваренная соль) 18, 21, 87
 Галлуазит 157
 Геданит 158
 Гелиодор 142
 Гелиотроп 114
 Гематит (красный железняк) 18, 23, 25, 27, 123
 Гиалит 129
 Гиперстен 146
 Гипс (марьино стекло) 19, 104
 Глауберова соль (мирабилит) 19, 21, 106
 Глессит 158
 Горный лен (асбест) 22, 155
 Горный хрусталь (кварц) 24, 112
 Горшечный камень 152
 Графит 16, 20, 60
 Гумучионит 81

Деревянистый касситерит 128
 Доломит 22, 97

Железистая платина 59
 Железная охра 20, 124, 131
 — роза 124
 — слюдка 124
 — сметана 124

Железный блеск 124
— колчедан 17, 77
— шпат 22, 100
Железо-никелевый колчедан 17, 79
Желтая охра 131
Жемчуг 95
Жильбертит 149
Жириков (стеатит) 19, 152

Зеленый кварц 112
Змеевик (серпентин) 22, 154
Золото 16, 56

Известковый шпат (кальцит) 22, 94
Изумруд (берилл) 28, 142
Исландский шпат (кальцит) 95
Ильменит (титанистый железняк) 17, 125

Калиевая селитра 19, 92
Кальцит (известковый шпат) 22, 94
Каменная соль (галит) 18, 21, 87
Каменный мозг 157
Каолин 156
Каолинит 157
Карбонадо 63
Карналлит (калийная соль) 18, 21, 90
Карнаол оникс 115
Карнеол 114
Карнеолоникс 115
Касситерит (оловянный камень) 17, 18, 25, 27, 127
Кахалонг 129
Кварц 24, 28, 111
Кеммерерит 154
Киноварь 20, 23, 82
Клейофан 81
Корунд 28, 116
Кочубейт 154
Красная охра 124
— — стеклянная голова 124

Красный железняк (гематит) 18, 23, 25, 27, 123
Кремень (халцедон) 115
Купроаурит 57

Лабрадор (полевой шпат) 27, 138
Лейкосапфир 117
Лепидомелан 151
Лимонит (бурый железняк) 18, 22, 25, 27, 130
Литографский камень 95
Лунный камень 136

Магнезит (магнезиальный шпат) 22, 98
Магнетит (магнитный железняк) 17, 18, 27, 118
Малахит 20, 23, 101
Марматит 81
Мартит 124
Масляный камень (нефелин) 25, 140
Медистое золото 57
Медная зелень (малахит) 20, 102
Медная лазурь (азурит) 23, 102
Медная синь (азурит) 20, 103
Медный колчедан (халькопирит) 17, 75
Метаксит 156
Микроклин (полевой шпат) 24, 25, 137
Мирабилит (глауберова соль) 19, 21, 106
Мизлин 157
Молибденит (молибденовый блеск) 16, 69
Молочно-белый кварц 112
Морион (кварц) 28, 112
Мороксит 108
Моховой халцедон 114
Мраморный оникс 95
Мусковит (белая слюда) 19, 21, 148
Мыльный камень (тальк) 19

Наждак 28, 117
Натриевая селитра (чилийская селитра) 19, 92
Нефелин (масляный камень) 25, 139

Огненный опал 129
Оливин 26, 144
Олигоклаз 138
Оловянный камень (касситерит) 17, 18, 25, 27, 127
Оникс 115
Опал 24, 26, 129
Ориент-аметист 117
Ориент-изумруд 117
Ориент-топаз 117
Ортоклаз (полевой шпат) 24, 25, 136
Офит 155

Пентландит 17, 79
Перидот (оливин) 144
Перл 95
Печённая руда 82
— цинковая обманка 81
Пикролит 156
Пирит (серный, железный колчедан) 17, 77
Пирролизит 20, 122
Плагиоклаз 138
Плазма 114
Платина 16
Поваренная соль (галит) 18, 21, 87
Полевой шпат 24, 25, 27, 135
Полианит 122
Празем 112

Раухтопаз (кварц) 28, 112
Реальгар 20, 83
Роговая обманка 23, 24, 26, 27, 147
Розовый кварц 112
Рубин (корунд) 28, 117

Санидин 136
Сапфир (корунд) 28, 117
Сапфирин 114
Сардер 114
Сардоникс 115
Свинцовый блеск (галенит) 16, 72
Свинчак 73
Селенистая сера 67
Селенит (гипс) 106
Селитра 19
Сера 18, 21, 66
Сердолик 114
Серебряная чернь 74
Серебряный блеск 16, 74
Серицит 148
Серный колчедан (пирит) 17, 77
Серпентин (змеевик) 22, 154
Сидерит (железный шпат) 22, 100
Сильвин (калийная соль) 19, 21, 89
Сильвинит 89
Скорлуповатая цинковая обманка 81
Слюда 148
Солнечный камень 136
Стантиненит 158
Стеатит (жировик) 19, 152
Стибнит 71
Сукцинит 158
Сурьмяный блеск (антимонит) 16, 71
Сфалерит (цинковая обманка) 23, 80
Сферосидерит 100

Талнахит 75
Тальк (мыльный камень) 19, 152
Твердый каолин 157
Титанистый железняк (ильменит) 17, 125
Титано-магнетит 119
Топаз 28, 141

Удвояющий шпат 95
Уралит 147

Ферроплатина 59
Флогопит (бурая слюда) 19,
21, 150
Фосфорит 24, 27, 109
Фуксит 149

Халцедон 24, 25, 26, 28 114
Халькопирит (медный колче-
дан) 17, 75
Хлорит 21, 153
Хризолит 144
Хризопраз 114
Хризотил-асбест 155
Хромистый железняк (хромит)
18, 27, 121
Хромит 18, 27, 121
Хромовый хлорит 154

Церматтит 156
Цинковая обманка (сфалерит)
23, 80
Цитрин 112

Чилийская селитра 19, 92

Шунгит 60

Электрум 57
Элеолит 140

Янтарь 18, 21, 158

Алеврит 200
 Алевролит 198
 Альбитофир 185
 Андезит 167, 187
 Антрацит 169, 215
 Аргиллит 169, 206

Базальт 166, 190
 Бентонит 205
 Бескварцевый порфир 167
 Биотитовый сланец 220
 Битуминозный известняк 169
 Богхед 214
 Брекчия 168, 201
 Бурый уголь 168, 213

Валун 172, 199
 Валунная глина 199
 Валунный конгломерат 198
 — песок 199
 — суглинок 217
 Вулканический туф 170, 195
 Вулканическое стекло (обси-
 диан) 168, 194

Габбро 165, 189
 Гагат 214
 Галечник (галька) 172, 200
 Гейзерит (кремнистый туф)
 170, 207
 Глауконитовый песчаник 168,
 202
 Глинистый сланец 171, 221
 Глина 169, 205
 Глыба 172, 198
 Глыбовая брекчия 198
 Гнейс 170, 219
 Гнилой камень 181
 Горная мука 210
 Горючий газ 211

Горючий сланец 171, 221
 Гравелит 198
 Гравий 172, 200
 Гранит 164, 181
 Гумолит 214
 Гумусовый уголь 214

Двуслюдяной сланец 220
 Диабаз 166, 191
 Диатомит 169, 209
 Диорит 165, 186
 Долерит 190
 Дресва 172, 200
 Дресвелит 198
 Дунит 166, 192

Естественный шифер 221

Железистый кварцит 171

Земля диатомовая 210

Известковый сланец 171
 Известковый туф 170, 206
 Известняк 169, 208
 Известняк-ракушечник 171,
 208
 Инфузорная земля 210

Каменный уголь 168, 214
 Кварцевый порфир 167, 183
 Кварцит 166, 223
 Каннельский уголь 214
 Кизельгур 210

Кимберлит 176
Конгломерат 168, 202
Коралловый известняк 172, 208
Кремнистый туф (гейзерит)
170, 207
Кровельный сланец 221

Лабрадорит 189
Лёс 170, 202
Лёссовидный суглинок 217
Лигнит 214
Липарит 167, 182

Магнетитовый сланец 170
Мариуполит 186
Мел 169, 208
Мергель (рухляк) 169, 217
Миаскит 186
Мрамор 166, 222
Мусковитовый сланец 220

Нефелиновый сиенит 164, 186
Нефть 210
Нуммулитовый известняк 172,
208

Обсидиан (вулканическое стек-
ло) 168, 194
Оолитовый известняк 168
Ортогнейс 219
Ортофир 167, 185

Парагнейс 219
Пегматит 164, 193
Пемза 170, 193
Перидотит 166, 191
Песок 172, 200
Песчаник 166, 168, 202
Пехштейн 194
Пироксенит 166, 192
Полировальный сланец 210
Порфир 167, 185
Порфирит 167, 188
Пуццолан 195

Ракушняк 208
Рапакиви 181
Риолит (липарит) 167, 182
Рифовый известняк 208
Рухляк (мергель) 169, 217

Сапропелевый уголь 214
Сапропелит 214
Сиенит 164, 184
Слюдяной сланец 171, 220
Смоляной камень 194
Суглинок 170, 217
Сукиновальная глина 205
Супесь 217

Тальковый сланец 171, 220
Торф 171, 212
Травертин 206
Трапп 190
Трасс 195
Трахит 167, 184
Трепел 169, 209
Туффит 195

Уголь 213

Филлит 171, 220
Фузулиновый известняк 171,
208

Хибинит 186
Хлоритовый сланец 171, 220

Щебень 172, 200

Яшма 168, 196

Agnostus 251, 277
Archaeocidaris 254, 314
Archaeocyathus 232, 269
Asaphus 251, 280

Baculites 247, 297
Belemnitella 246, 300
Bellerophon 240, 285
Bothrophyllum 273

Caloceras 244, 297
Calceola 233, 273
Cardium 235, 290
Ceratites 244, 296
Chaetetes 256, 272
Clymenia 242, 296
Crioceratites 245
Cromyocrinus 254, 313
Cupressocrinites 254, 313
Cylindroteuthis 245, 299
Cyrtospirifer 238, 308

Dictyoclostus 239, 307
Dictyonema 260, 317
Diplograptus 260, 317

Echinocorys 255
Echinospaerites 254, 311
Endoceras 245, 293
Euomphalus 240, 286
Eurypterus 253, 282

Favosites 256, 271
Fenestella 258, 301
Fusulina 230, 264

Gigantoproductus 240, 307
Globigerina 265
Gryphaea 234, 291

Halysites 256, 271
Helix 247, 287
Hibolites 247, 300
Hippurites 233, 290

Illaenus 251, 280
Lingula 235, 304
Lithostrotion 257, 273
Lonsdaleia 258, 274

Mactra 234, 290
Medlicottia 242, 296
Micraster 255, 315
Monograptus 259, 317
Murex 248, 286

Nautilus 240, 292
Nummulites 231, 265

Obolus 236, 305
Olenellus 249, 278
Olenus 248, 279
Orthis 236, 306
Orthoceras 245, 294
Ostrea 233, 291

Pachyteuthis 246, 300
Paradoxides 250, 278
Pecten 234, 289
Pentamerus 238, 306

Phacops 252, 281
Phylloceras 243, 297
Polypora 259, 301
Productus 239, 307
Pterygotus 252, 283

Rastrites 260, 317
Rhynchonella 237, 308

Schwagerina 231, 264
Simbirskites 244, 298

Spirifer 237, 308
Spirorbis 240, 275
Stomatopora 258, 301
Syringopora 257, 271

Terebratula 237, 309
Timanites 241, 295
Turritella 248, 286

Ventriculites 232, 268
Virgatites 243, 297

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ

| | |
|--|-----|
| Как определять минералы | 3 |
| Ключ к определителю минералов | 14 |
| Определитель минералов | 16 |
| Описательная часть | 29 |
| Кристаллография | 29 |
| Тела кристаллические и аморфные | 29 |
| Внутреннее строение кристаллов | 31 |
| Элементы геометрической кристаллографии | 32 |
| Формы кристаллов : | 33 |
| Простые формы, комбинации. Двойники | 38 |
| Образование кристаллов | 38 |
| Псевдоморфозы | 40 |
| Полиморфизм | 40 |
| Изоморфизм | 41 |
| Минералогия | 42 |
| Образование минералов | 43 |
| Классификация минералов | 53 |
| Самородные элементы | 56 |
| Сульфиды | 69 |
| Вольфраматы | 85 |
| Галогениды | 86 |
| Нитраты | 92 |
| Карбонаты | 93 |
| Сульфаты | 103 |
| Фосфаты | 107 |
| Окислы и гидроокислы | 111 |
| Силикаты и алюмосиликаты | 134 |
| Углеводородные (органические) соединения | 158 |

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

| | |
|---|-----|
| Как определять горные породы | 161 |
| Ключ к определителю горных пород | 163 |
| Определитель горных пород | 164 |
| Описательная часть | 172 |
| Петрография | 172 |
| Общее понятие о горных породах | 173 |
| Магматические породы | 173 |
| Классификация магматических пород | 173 |
| Строение магматических пород | 179 |
| Описание магматических пород | 181 |
| Осадочные породы | 196 |
| Обломочные (кластические) горные породы | 197 |

| | |
|---|-----|
| Глинистые породы | 204 |
| Хемогенные породы | 206 |
| Органогенные (биогенные) породы | 208 |
| Смешанные породы | 217 |
| Метаморфические породы | 218 |
| Строение метаморфических пород | 218 |
| Описание метаморфических пород | 219 |

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

| | |
|---|-----|
| Как определять окаменелости | 225 |
| Ключ к определителю окаменелостей | 229 |
| Определитель окаменелостей | 230 |
| Описательная часть | 261 |
| Палеонтология | 261 |
| Формы сохранения ископаемых органических остатков | 261 |
| Практическое значение ископаемых | 262 |
| Ископаемые беспозвоночные | 262 |
| Тип Protozoa — простейшие | 262 |
| Тип Porifera — пориферы | 267 |
| Тип Archaeocyatha — археоциаты | 268 |
| Тип Coelenterata — кишечнополостные | 269 |
| Надтип Vermes — черви | 274 |
| Тип Arthropoda — членистоногие | 275 |
| Тип Mollusca — мягкотелые | 283 |
| Тип Bryozoa — мшанки | 300 |
| Тип Brachiopoda — плеченогие | 302 |
| Тип Echinodermata — иглокожие | 309 |
| Тип Hemichordata — полухордовые | 315 |
| Указатель минералов | 318 |
| Указатель горных пород | 322 |
| Указатель беспозвоночных | 324 |

Валей Галеевич Музафаров
ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД
И ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ
СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор издательства *Е. К. Семилеткова*
Переплет художника *Н. Ф. Зыкова*
Художественный редактор *В. В. Шутько*
Технические редакторы *В. Л. Прозоровская, Л. Г. Лаврентьева*
Корректор *Т. Ю. Шульц*

Сдано в набор 08.02.79. Подписано в печать 22.06.79. Т-11634. Формат 84×108^{1/16}.
Бумага № 2. Гарнитура литер. Печать высокая. Печ. л. 10,25. Усл. п. л.
17,22. Уч.-изд. л. 16,55. Тираж 66 000 экз. Заказ № 887/7169-1. Цена 95 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Владимирская типография «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

95 коп.

2905

НЕДРА