

Д. М. Корулин

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ  
главнейших минералов  
и горных пород

28653

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА“

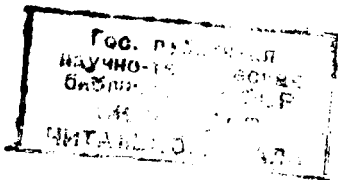
**Д. М. Корулин**

**ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ  
главнейших минералов  
и горных пород**

**Изд. 2-е**

**Пособие  
для студентов географических факультетов  
университетов и педагогических институтов**

**Издательство „Вышэйшая школа“  
Минск 1971**



552  
К66  
УДК 550.85

71-28653

51  
8960

**К66** Корулин Д. М.  
Определитель главнейших минералов и горных пород. Мн., «Вышэйш. школа», 1971.

64 стр. с илл.

В определителе рассмотрены наиболее часто встречающиеся в природе минералы и горные породы, дана их характеристика, описаны наиболее простые приемы макроскопических исследований, применимые в полевых условиях.

2-9-1  
-71

552

## Предисловие

Верхняя оболочка нашей планеты — земная кора — сложена горными породами различного происхождения. Все они состоят из одного или нескольких минералов. Последние представляют собой естественные химические соединения, образовавшиеся в результате разнообразных физико-химических процессов в недрах Земли или на ее поверхности.

В настоящее время известно около 3000 минералов, но лишь немногие из них встречаются часто и входят в состав наиболее распространенных горных пород. Эти минералы получили название породобразующих. Некоторые минералы являются главной составной частью руд различных полезных ископаемых и называются рудобразующими.

Для распознавания минералов существуют многочисленные методы исследований, большин-

ство которых основано на установлении внутреннего строения и химического состава и требует специальных знаний и сложной аппаратуры. Однако в геологии широко используются и простые способы определения минералов. В их основе лежит макроскопическое исследование важнейших физических свойств этих минералов. Большинство рудо- и породообразующих минералов, изучение которых предусмотрено учебной программой, обладают достаточно отчетливо выраженными внешними признаками и могут быть определены макроскопическим методом.

Будущие специалисты-географы должны уметь распознавать эту сравнительно небольшую группу минералов и горных пород. Настоящее пособие поможет овладеть определенными навыками в этом деле.

В определителе представлены распространенные в природе минералы и горные породы. При описании макроскопических исследований использованы наиболее простые приемы, применяемые в полевых условиях.

## Минералы

### Физические свойства

Для каждого минерала характерны вполне определенные физические свойства, которые обуславливают его внешние признаки. Чем больше таких физических свойств, являющихся диагностическими показателями, выявлено для исследуемого образца, тем резче он отличается от других и тем вернее его можно определить.

Чаще всего минералы встречаются в виде сплошных зернистых агрегатов или землистых масс, нередко — в виде отдельных зерен и реже — в форме правильных одиночных кристаллов. Среди горных пород можно встретить и целые семей-

ства сросшихся кристаллов в виде друз, жеод, конкреций и других форм.

В основе макроскопического определения минералов лежат характерные внешние показатели и свойства: твердость, блеск, спайность.

**Твердость** — способность поверхности минерала противостоять царапанию ее другим минералом или твердым предметом. Для ее определения пользуются десятиступенчатой шкалой твердости (Мооса), в которую включены следующие минералы, принятые за эталоны твердости:

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

Самый мягкий минерал в шкале Мооса — тальк. Твердость его равна 1. Каждый следующий минерал обладает более высокой твердостью и поэтому оставляет царапину на предыдущем. Так, например, флюорит царапает кальцит, а на гипсе и тальке оставляет глубокую черту. Апатит и все остальные минералы флюоритом не

царапаются. Самый твердый минерал — алмаз, обладающий твердостью 10.

Для определения твердости испытуемого образца минерала царапают его поверхность одним из эталонных минералов. Допустим, черта на нем остается от апатита, следовательно, твердость нашего образца меньше 5. Следующий эталонный минерал — флюорит — с меньшей твердостью оставляет неясную черту на исследуемом образце и сам поддается слабому царапанию. Это означает, что оба минерала (флюорит и неизвестный) обладают одинаковой твердостью, равной 4.

При отсутствии шкалы Мооса твердость испытуемого минерала может определяться кончиком перочинного ножа (твердость 5,5) и осколком стекла (твердость 5). Более мягкие минералы чертятся бронзовой монетой (твердость 3,5—4). Мягкие минералы испытываются ногтем, твердость которого принята равной 2,5. Минералы с твердостью 6 ножом (булавкой стальной) не чертятся, а минералы с твердостью 7 и выше оставляют черту на ноже.



**Блеск.**— характер поверхности минерала, отражающей падающий на нее свет. По этому важнейшему признаку все минералы делятся на две группы: с металлическим и с неметаллическим блеском.

Минералы с металлическим блеском непрозрачны и на фарфоровой пластинке оставляют черную или темноокрашенную черту. К ним относятся почти все рудообразующие минералы.

Более обширна группа минералов с неметаллическим блеском. Это породообразующие минералы. Среди них чаще встречаются минералы, обладающие стеклянным блеском. Более сильным и редко встречающимся является алмазный блеск. Некоторые минералы отличаются жирным и шелковистым блеском. Нередки минералы с тусклым (землистым) и перламутровым блеском. Многие из этих минералов в той или иной мере прозрачны. Все они на фарфоровой пластинке оставляют светлоокрашенную или бесцветную черту.

**Спайность**— свойство минералов раскалываться или расщепляться в определенных направлениях с образованием блестящих ровных

поверхностей. В зависимости от того, насколько хорошо и легко возникают такие плоскости, различают несколько ступеней спайности.

Весьма совершенная, при которой минералы легко расщепляются пальцами на отдельные тонкие прозрачные листочки (слюды). При совершенной спайности для получения ровных параллельных плоскостей требуется легкий удар молотком (галит, кальцит, галенит). Некоторые минералы (полевые шпаты) при ударе образуют ровные и неровные (излом) поверхности. Это минералы со средней спайностью. Значительная часть минералов при ударе раскалывается в произвольных направлениях, образуя осколки с поверхностью излома. Плоскости спайности в них или отсутствуют (кварц), или обнаруживаются с трудом (апатит). Эти минералы обладают несовершенной спайностью.

При макроскопической диагностике рекомендуется учитывать и некоторые другие внешние показатели минералов, имеющие иногда решающее значение. Так, например, ярко выраженный зеленый цвет характерен только для малахита,

вишнево-красный — для киновари. Для отдельных минералов характерным внешним признаком является их окраска не в монолите, а в порошке. Так, например, магнетит и гематит часто имеют одинаковый, почти черный цвет. Однако цвет оставаемой на фарфоровой пластинке черты у магнетита черный, а у гематита красноватый. При отсутствии магнитной стрелки их нередко можно отличить только по этому признаку. Для карбонатных минералов (кальцит, доломит) характерна реакция с разбавленной соляной кислотой. По этому свойству они, во многом внешне похожие на другие минералы, легко выделяются среди последних. Все галоидные минералы (галит, сильвин) обладают определенными вкусовыми качествами. Самородная сера при нагревании легко загорается и издает резкий запах сернистого газа. Характерный запах (печки) имеют глинистые минералы. Некоторые минералы, жирные на ощупь, легко пачкают пальцы рук (тальк, графит).

## Определение минералов

Определение неизвестного минерала следует начинать с тщательного анализа его физических свойств по внешним признакам. При этом используются лупа, перочинный ножик, фарфоровая пластинка, шкала Мооса, разбавленная соляная кислота и другие простейшие средства.

После установления твердости и блеска исследуемого образца в табл. I находят минерал, описание которого ближе всего к выявленным признакам определяемого минерала. Окончательно он определяется по всем остальным доступным для исследования физическим свойствам (карбонатность, вкус, магнитность) и внешним показателям (окраска, черта, прозрачность).

В табл. I приведено краткое описание наиболее распространенных породо- и рудообразующих минералов. Размещение их в таблице подчинено главнейшим физическим свойствам минералов — твердости и блеску. По твердости все минералы разбиты на три группы: мягкие, средней твердости, твердые. В каждой из этих групп выделены минералы с металлическим и неметаллическим блеском.

Определение минерала с помощью табл. I производится в следующем порядке. Вначале устанавливается его твердость. В первом приближении это лучше делать кончиком перочинного ножа или сколом стекла. Допустим, ножом образец не царапается, а кварц на его поверхности оставляет отчетливую черту. Следовательно, твердость минерала — между 5 и 7. Эталонным минералом шкалы Мооса (при ее наличии) устанавливаем, что она равна 6. Окраска минерала серая, а блеск напоминает блеск поверхности стекла.

По этим признакам наш минерал нужно искать в группе твердых с неметаллическим блеском. С твердостью 6 находим несколько минералов. Но по другим признакам — цвету, спайности, форме кристаллов — он соответствует описанию, приведенному для минералов группы плагиоклазов. Значит, исследуемый образец — плагиоклаз.

**Мягкие минералы**

(чертятся ногтем, царапаются медной монетой)

**Металлический блеск**

- Графит** Твердость 1. Цвет серый до черного. Спайность совершенная. Пачкает руки и пишет на бумаге. Жирный на ощупь. Чаше встречается в виде плотных чешуйчатых масс.
- Пирролюзит** Твердость 2—2,5. Цвет темно-серый до черного. Черта черная. Пачкает руки. Встречается в плотных и землистых массах, реже образует натечные формы и конкреции. Руда на марганец ( $MnO_2$ ).

**Неметаллический блеск**

- Каолинит** Твердость 1. Цвет чаще белый. На ощупь жирный. Издаёт запах

глины. С водой дает пластичную массу. Встречается обычно в плотных и землистых массах. Главный минерал белой глины (каолина). Сырье для фарфоро-фаянсового производства.

Гальк

Твердость 1. Цвет зеленоватый, желтоватый. Блеск перламутровый. Жирный на ощупь. Спайность весьма совершенная. Листовые и чешуйчатые агрегаты. Применяется в бумажной и керамической промышленности. Минерал метаморфических пород.

Сера самородная

Твердость 1—2. Цвет желтый. Блеск жирный. Излом раковистый. Хрупка. Загорается на огне, издавая резкий запах. Кристаллические и землистые массы. Сырье для химической промышленности.

Галит

Твердость 2. Цвет чаще белый, бесцветный, но бывает и другой.

Блеск стеклянный. Вкус соленый. Кристаллы кубического облика, чаще кристаллические агрегаты. Спайность весьма совершенная. Важное сырье для химической промышленности, пищевой продукт ( $\text{NaCl}$ ).

Хлорит

Твердость 2—2,5. Цвет зеленый. Блеск перламутровый. Спайность, как у слюд, весьма совершенная, но листочки не упругие. Обычно встречается в виде листовых и чешуйчатых масс. Минерал метаморфических пород.

Сильвин

Твердость 2. Цвет чаще белый, синеватый, реже другой. Блеск стеклянный. Образует кристаллические агрегаты. Обычно с галитом. Спайность совершенная. Вкус горько-соленый. Применяется для получения минеральных удобрений (руда калия) и в химической промышленности ( $\text{KCl}$ ).

Гипс

Твердость 2. Цвет белый, серый,



- реже розовый. Блеск стеклянный или перламутровый. Спайность совершенная. Длинностолбчатая разновидность—селенит. Плотные зернистые агрегаты, иногда таблитчатые кристаллы. Применяется в строительном деле ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- Киноварь Твердость 2—2,5. Цвет малиново-красный. Блеск алмазный. Тяжелый (уд. вес 8—8,2). Зернистые и землистые массы, кристаллы редки. Руда на ртуть ( $\text{HgS}$ ).
- Карналлит Твердость 1—2,5. Цвет красный, реже бесцветный. Вкус горький. Спайности нет. Излом неровный. Применяется для получения магнезия и минеральных удобрений ( $\text{KCl} \times \text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ).

## Средние по твердости минералы

(чертятся ножом и стеклом)

### Металлический блеск

- Галенит Твердость 3. Цвет свинцово-серый. Черта почти черная. Спайность совершенная. Тяжелый (уд. вес 7,5). Кристаллы кубического облика. Руда на свинец (PbS).
- Халькопирит Твердость 3,5—4 (меньше, чем у пирита). Цвет латунно-желтый. Черта зеленовато-черная. Сплошные кристаллические агрегаты, реже кристаллы. Спайность несовершенная. Руда на медь (CuFeS<sub>2</sub>).

### Неметаллический блеск

- Сфалерит Твердость 3,5—4. Цвет бурый, темно-бурый. Черта от желтой до бурой. Блеск алмазный и полуметаллический. Кристаллы с совер-

3 Д. М. Корулин

Гос. публичная  
научно-техническая  
библиотека СССР  
ОЖИВЛЕНА

Биотит	<p>шенной спайностью. Обычно зернистые агрегаты. Руда на цинк (ZnS). Твердость 2,5—3. Цвет черно-бурый. Блеск стеклянный или перламутровый. Расщепляется на тонкие гибкие листочки. Спайность весьма совершенная. В тонких листочках прозрачен. Черная слюда. Породообразующий минерал.</p>
Мусковит	<p>Твердость 2,5—3. Цвет серебристый, желтоватый, прозрачный. Расщепляется на тонкие упругие листочки. Обычно в чешуйчатых агрегатах. От биотита отличается цветом. Породообразующий минерал. Крупные кристаллы применяются в электропромышленности.</p>
Кальцит	<p>Твердость 3. Цвет чаще белый, бесцветный, реже другой. Нередко прозрачен. Спайность совершенная в трех направлениях. Черта белая. Бурно «вскипает» от HCl. Встречается в кристаллах и зернистых агрегатах. Сплошные массы обра-</p>

зуют известняки и мрамор, широко используемые в строительном деле ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Боксит**

Твердость 1—3. Цвет красно-бурый, желтоватый. Блеск матовый. Обычно землистые массы, нередко сходные с грубыми глинами. Разламывается руками, тощий на ощупь. Главная руда на алюминий ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

**Барит**

Твердость 2,5—3,5. Цвет белый, желтоватый, красноватый. Блеск стеклянный, спайность совершенная. Черта белая. Тяжелый (уд. вес 4,3—4,6). Кристаллического облика. Применяется для получения бария.

**Ангидрит**

Твердость 3—3,5. Цвет белый, голубоватый, иногда бесцветный. Блеск стеклянный. Спайность совершенная. Обычно плотные мелкозернистые массы, реже кристаллы. Применяется в строительном деле ( $\text{CaSO}_4$ ).

Сидерит	Твердость 3,5—4,5. Цвет желтовато-серый. Черта белая и желтоватая. Спайность совершенная. От капли HCl остается желтое пятно. Зернистые массы, реже натечные формы. Руда на железо ( $\text{FeCO}_3$ ).
Доломит	Твердость 3,5—4. Цвет серый, буроватый. Блеск стеклянный, черта белая. «Вскипает» от HCl только в порошке, чем резко отличается от сходного с ним кальцита. Сплошные зернистые агрегаты, изредка кристаллы с совершенной спайностью. Используется в строительном деле, химической и металлургической промышленности ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ).
Магнезит	Твердость 3,5—4,5. Цвет белый, сероватый. Блеск стеклянный. Черта белая. Образует зернисто-кристаллические массы. Сырье для получения магнезия ( $\text{MgCO}_3$ ).
Фосфорит	Твердость 2—5. Цвет серый, буроватый до черного. Блеск матовый.

## **Апатит**

Черта беловатая. Излом неровный. При трении издает запах жженой кости. Конкреции, желваки, зернистые массы. Сырье для минеральных удобрений ( $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ ).

**Твердость 5.** Цвет зеленоватый, желтый, реже другой. Блеск стеклянный и жирный. Излом неровный. Зернистые агрегаты, реже кристаллы с несовершенной спайностью. Важное сырье для получения фосфора ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})$ ).

**Твердые минералы**  
(чертятся кварцем)

## **Металлический блеск**

### **Пирит**

Твердость 6,5. Цвет соломенно-желтый. Черта зеленовато-черная. Похож на халькопирит, но более твердый. Зернистые агрегаты и реже кристаллы кубического облика со штриховкой на гранях. Ис-

Магнетит	пользуется для получения серной кислоты ( $\text{FeS}_2$ ). Твердость 6. Цвет черный. Черта черная. Сплошные зернисто-кристаллические массы, иногда кристаллы-октаэдры. Сильно магнитен. Руда на железо ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).
Гематит	Твердость 5,5—6. Цвет железочерный. Черта вишнево-красная. Мелкозернистые и землистые массы, реже таблитчатые кристаллы. Не магнитен. Руда на железо (менее качественная) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

#### Неметаллический блеск

Лимонит	Твердость 3—4,5. Цвет ржаво-желтый и бурый. Блеск матовый. Черта буроватая. Землистые массы, иногда натечные формы, нередко оолиты. Руда на железо. Продукт выветривания железосодержащих минералов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).
Кварц	Твердость 7. Цвет чаще белый, серый, бесцветный, реже другой. Из-

лом раковистый. Сплошные кристаллические массы и отдельные кристаллы-шестигранники. Важный породообразующий минерал. Широко используется в стекольной промышленности ( $\text{SiO}_2$ ). Разновидности: прозрачный — хрусталь, фиолетовый — аметист, дымчатый — дымчатый кварц, черный — морион.

**Плагиоклазы** Твердость 6. Цвет серый, зеленоватый, темно-серый. Блеск стеклянный. Спайность совершенная в двух направлениях, нередко с тонкой штриховкой (важный признак). Зернистые и плотные массы, реже кристаллы. Важные породообразующие минералы.

**Ортоклаз** Твердость 6. Цвет красноватый. Блеск стеклянный. Черта бесцветная. Кристаллические агрегаты и кристаллы с совершенной спайностью в двух направлениях.



Породообразующий минерал  
( $K(AlSi_3O_8)$ ).

Нефелин

Твердость 5,5—6. Цвет грязно-желтый, зеленоватый, бесцветный. Блеск на гранях стеклянный. Излом неровный. Сплошные зернистые массы, реже — кристаллы. Внешне похож на кварц (отличается меньшей твердостью и типичным жирным блеском на изломе). Породообразующий минерал. Используется для получения алюминия ( $Na(AlSiO_4)$ ).

Роговая обманка

Твердость 6. Цвет темно-зеленый до черного. Блеск стеклянный. Черта зеленоватая. Землистые агрегаты и удлиненные столбчатые и призматические кристаллы с совершенной спайностью в двух направлениях под углом  $124^\circ$ . Важный породообразующий минерал.

Авгит

Твердость 6. Цвет черный, темно-зеленый. Блеск стеклянный. Чер-

- та серо-зеленая. Зерна, реже кристаллы в виде коротких призм и столбиков со спайностью, близкой к прямому углу (в отличие от роговой обманки). Важный породообразующий минерал.
- Гранаты Твердость 7—7,5. Темно-красный (альмандин), зеленый (гроссуляр). Блеск стеклянный. Излом неровный. Кристаллы кубического облика. Минералы метаморфических пород.
- Оливин Цвет оливково-зеленый, иногда черный. Блеск стеклянный. Излом неровный. Зернистые агрегаты. Главный породообразующий минерал ультраосновных магматических пород.

## Горные породы

### Общие сведения

Горные породы могут состоять из зерен и кристаллов одного или нескольких минералов. В первом случае они называются мономинеральными (мрамор и др.), во втором — полиминеральными (гранит, габбро).

Минеральный состав породы определяется главными породообразующими минералами. Так, например, в граните такими минералами являются полевой шпат, кварц, роговая обманка. Все остальные (слюда, авгит, магнетит) относятся к второстепенным и никакого влияния на свойства породы не оказывают.

По условиям образования все горные породы подразделяются на три большие группы: магматические, осадочные, метаморфические.

При всем разнообразии пород для каждой из этих генетических групп характерны свои осо-

бенности строения, определяющие степень раскристаллизованности, величину и форму минералов (структура), взаимное расположение минералов и плотность, с которой они заполняют породу (текстура). Так, магматическим породам, формирующимся в глубинных недрах земной коры в процессе длительной кристаллизационной дифференциации магматического очага, свойственны полнокристаллическая структура и массивная текстура. Горные породы этой же группы, образующиеся при излиянии магмы на поверхность Земли, имеют скрытокристаллическое и порфировое строение. Текстура этих пород пористая, миндалевидная, ноздреватая. Осадочные горные породы, накапливающиеся в разнообразных водных бассейнах, отличаются слоистым сложением. Метаморфические породы обычно имеют зернисто-кристаллическое или плотное строение. Их текстура чаще сланцеватая и гнейсовая. Таким образом, определение структурно-текстурных особенностей породы позволяет с большой достоверностью относить ее по условиям образования к той или иной классификационной группе.

При распознавании горных пород в полевых

Условиях исследуются и другие внешние признаки: минеральный состав, окраска, твердость, способность «вскипать» от разбавленной соляной кислоты и т. д. Только учет всего комплекса характерных показателей, наблюдаемых в образце, позволяет определить название горной породы.

### Методика определения

В основу «Определителя» положено макроскопическое исследование структуры и текстуры горных пород. Эти направляющие внешние признаки в большинстве случаев довольно отчетливо наблюдаются в образце. Полностью раскристаллизованные породы (видны все минералы) легко отличаются от скрытокристаллических (наблюдаются под лупой) и порфировых (крупные минералы в мелкозернистой массе). Породы обломочного состава резко выделяются среди зернисто-кристаллических пород. Слоистые и сланцеватые породы нельзя спутать с породами массивного, пористого или миндале-каменного сложения.

Омещение исследуемого образца по структурным признакам к одной из трех генетических групп

существенно суживает выборочный круг горных пород и позволяет перейти к конкретному анализу других внешних признаков, характерных для этой группы.

Для каждой группы пород магматического, осадочного и метаморфического происхождения составлены определительная таблица, пояснительный текст и приведены некоторые другие необходимые данные.

### **Магматические (изверженные) породы**

Для интрузивных (глубинных) пород характерна полнокристаллическая структура (рис. 1) и массивная текстура. В таких породах невооруженным глазом наблюдаются все породообразующие минералы. Их вкрапления могут быть различными по форме и размерам. Поэтому выделяются равномерно- и разнотернистые структуры.

Жильные породы, образующиеся на небольших глубинах, отличаются порфириновидным строением (рис. 2). Здесь среди общей раскристаллизо-

ванной массы отчетливо выступают вкрапления крупных зерен или кристаллов минералов.

В эффузивных (излившихся) породах при скрытокристаллическом (микролитовом)

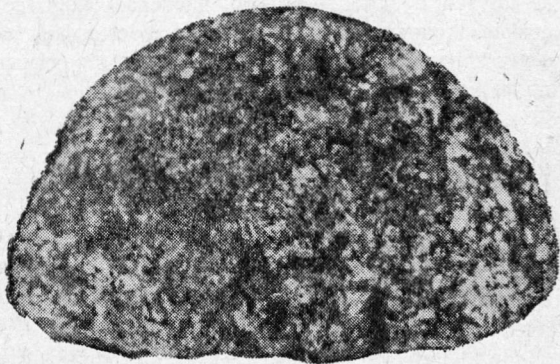


Рис. 1. Полнокристаллическая структура (гранит).

строении минералы обычно видны под лупой, реже их можно увидеть невооруженным глазом. Иногда вся порода представлена сплошной стекловатой массой (обсидиан).

Среди эффузивов широко распространены породы с порфировой структурой (рис. 3). В этих породах в общей слабо раскристаллизованной мас-

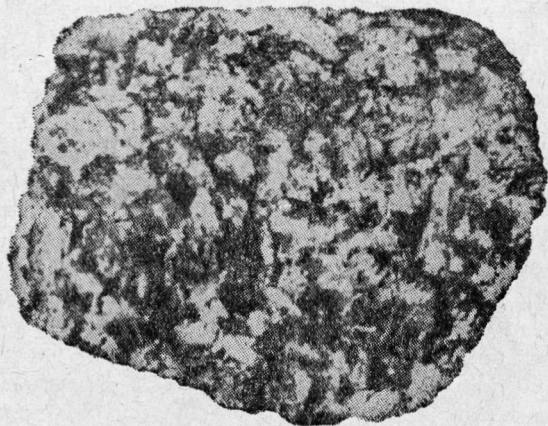


Рис. 2. Порфировидная структура (гранит-порфир).

се беспорядочно рассеяны порфировые выделения в виде довольно крупных минералов различной формы.



В табл. 2 по горизонтали в соответствии с названными структурными признаками размещены все главнейшие магматические породы: в 1-й подгруппе — полнокристаллические с подразделением

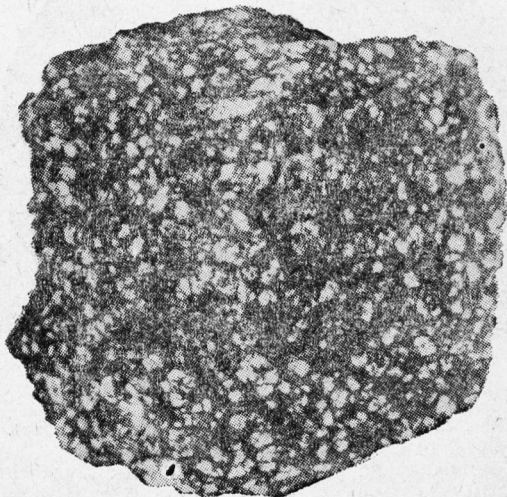


Рис. 3. Порфировая структура (порфирит).

на глубинные и жильные, во 2-й — неполнокристаллические породы с порфировым и микролитовым строением.

При исследовании минерального состава очень важно выявить количественное соотношение между светлоокрашенными и темноокрашенными минералами. От такого соотношения зависит окраска породы, которая имеет весьма существенное диагностическое значение. Особо показателен цвет для эффузивных пород, в которых чаще всего минеральный состав макроскопически установить нельзя.

Для использования в полной мере этого важного внешнего признака в табл. 2 все породы размещены в зависимости от их общей окраски — по степени возрастания интенсивности цвета. В подгруппах «светлая» и «серая», состоящих в большинстве своем из светлоокрашенных минералов, в качестве индикатора выступает кварц, хорошо различимый в породе по стеклянному блеску и раковистому излому.

Светлоокрашенные (кислого состава) магматические породы сложены из красноватого (мясо-красного) ортоклаза или светло-серого кислого

### Магматические

Строение породы	Окраска породы по количеству	
	светлая (темноцветные до 25%)	
	с кварцем	без кварца

#### Полнокристаллические

Равномерно- и разнозернистое	Гранит (орто- клаз, реже пла- гиоклаз, рого- вая обманка, слю- слюды)	Сиснит (орто- клаз, роговая обманка, слю- ды)
---------------------------------	---	--

Порфиroidное	Гранит-порфир	Сиснит-порфир
--------------	---------------	---------------

#### Неполнокристалли

Порфировое	Липарит, кварцевый порфир	Трахит
------------	---------------------------------	--------

Микролитовое

Таблица 2

### горные породы

#### темноцветных минералов

серая (темноцветные до 3%)		темно-серая (темноцветные до 35%)	темно-зеле- ная и чер- ная
с кварцем	без кварца		

#### (глубинные и жильные)

Диорит кварцевый (плагиоклаз, роговая об- манка, слю- ды, авгит)	Диорит (плагио- клаз, рого- вая обман- ка, авгит, слюды)	Габбро (пла- гиоклаз тем- ный, авгит, роговая об- манка, оли- вин)	Дунит (оливин) Перидотит (оли- вин, ро- говая об- манка) Пироксе- нит (ав- гит, оли- вин)
---	---	---	---

— — Габбро-  
порфирит

#### ческие (излившиеся)

—	Андезит	Базальтовый порфирит, диабаз Базальт
---	---------	---

плаггиоклаза и бесцветного кварца. Содержание темноцветных минералов (роговая обманка и биотит) в них обычно не превышает 20—25%.

В породах серого цвета (средней кислотности) содержание роговой обманки и биотита увеличивается, появляется некоторое количество авгита и общая масса темноцветных минералов достигает 30—35% и больше. Соответственно резко уменьшается количество кварца и ортоклаза. Кварц часто отсутствует.

В темно-серых породах (основного состава) авгит и роговая обманка с некоторым количеством оливина занимают уже до 50—60% состава породы. Полевой шпат представлен только основными плаггиоклазами и нередко почти черным лабрадором. Кварц отсутствует.

Темно-зеленые и черные породы (ультраосновные) сложены преимущественно бутыльно-зеленым оливином с некоторым количеством черного авгита. Полевой шпат в этих породах отсутствует.

Такая отчетливо выраженная закономерность в распространении минералов в полнокристаллических (интрузивных) породах облегчает их распознавание.

В породах светлого и серого цвета главными минералами будут светлоокрашенные ортоклаз, кислый плагиоклаз, кварц и некоторое количество мусковита. Из темноцветных — роговая обманка, биотит и авгит. В породах темно-серого цвета (основные) из числа светлоокрашенных минералов остается только основной плагиоклаз. Среди темноцветных минералов первое место занимает авгит, затем роговая обманка и оливин.

При определении темноокрашенных минералов не всегда удастся отличить авгит от роговой обманки. В этих случаях внимательно рассматривают форму минералов. Авгит в породе обычно рассеян в виде коротких призматических кристаллов, для роговой обманки характерна длинностолбчатая форма.

В тех случаях, когда минеральный состав неполнокристаллических (эффузивных) пород установить не представляется возможным, при отнесении их к той или иной группе по кислотности руководствуются окраской.

Таким образом, на основании полной совокупности структурно-текстурных признаков исследуемого образца породы и ее минерального со-

става, который в большинстве случаев довольно легко устанавливается по окраске отдельных минералов, определяется название магматической породы.

*Примеры определения. 1. В образце отчетливо наблюдается несколько минералов. Их вкрапления по величине и форме однообразно рассеяны в породе. Все это указывает на полнокристаллическое строение породы. Общая окраска светлая. Темноцветные минералы занимают не более 20%. По удлиненным таблитчатым кристаллам легко узнается темно-зеленая роговая обманка. Встречаются мелкие чешуйки черной слюдки (биотит). В породе широко распространен ортоклаз, окрашенный в мясо-красный цвет и обладающий хорошо выраженной спайностью в двух направлениях почти под прямым углом. Четко выделяются прозрачные зерна кварца, напоминающие битое стекло и тонкие блестки мусковита. В лупу, кроме слюдок, можно видеть мельчайшие зерна рудных материалов.*

*Рассматривая табл. 2, находим, что подобными признаками обладает горная порода гранит. Это*

позволяет определяемый образец считать гранитом.

2. Перед нами образец светлоокрашенной породы. Общая масса выражена неясно. В лупу наблюдаются небольшие вкрапления минерала серого цвета и микропористость. К какой генетической группе отнести породу? Вопрос решает испытание на твердость. Ножом не царапается. Среди осадочных пород такие непримечательные по внешним признакам породы встречаются, но твердость их небольшая (3—4). Наш образец — из группы эффузивных магматических пород. Благодаря светлой окраске он по табл. 2 может быть отнесен к эффузивному аналогу гранита — липариту.

## Осадочные породы

Породы осадочного происхождения формируются из продуктов разрушения разнообразных горных пород, накапливающихся в различных физико-географических условиях на поверхности Земли. По способу образования они подразделя-

ются на три основные группы: обломочные, химические, органические.

Важнейшей особенностью большинства осадочных пород является их слоистость и содержание остатков животных и растений в виде окаменелостей.

При определении осадочных пород, так же как и изверженных, главное внимание уделяется их строению, т. е. форме и размерам составных частей и расположению их в породе. По этому внешнему признаку выявляется генетическая группа, к которой принадлежит исследуемый образец.

Важное значение придается и вещественному составу. Среди породообразующих минералов в осадочных породах преобладают кальцит, доломит, глинистые минералы, гипс и некоторые другие. Нахождение их в породе (за исключением кальцита) является неоспоримым свидетельством ее осадочного происхождения. Все эти минералы характеризуются небольшой твердостью и легко царапаются ножом. Первые два из них реагируют «вскипанием» на соляную кислоту. Поэтому при первом внешнем осмотре мономи-



неральных пород, окрашенных в светлые тона, следует испытать их на твердость и на способность «вскипания».

Осадочные горные породы на земной поверхности распространены очень широко и занимают примерно  $\frac{2}{3}$  ее площади. На равнинных пространствах они сплошь перекрывают ее поверхность, поэтому для любого естественного испытателя важно уметь распознать в поле эти породы.

**Породы обломочного происхождения.** Сложны обломками разнообразных горных пород, подвергшихся на поверхности земной коры физико-механическому разрушению под воздействием различных экзогенных процессов.

Величина обломков — продуктов разрушения — может колебаться в самых широких пределах. По этому признаку обломочные породы подразделяются на грубообломочные, песчаные, пылеватые и глинистые.

Грубообломочные породы состоят из обломков различного состава и размеров (от 1—2 мм до 1—2 м в диаметре). Среди этой обширной группы выделяют породы с угловатыми

(неокатанными) и округлыми (окатанными) обломками. Подавляющее большинство обломков находится в раздельнообломочном (рыхлом) состоянии. Степень окатанности обломков показывает длительность их переноса водными потоками. Угловатость форм обломков свидетельствует о нахождении их в районе образования.

Обломки размерами свыше 100 мм в поперечнике называют глыбами (угловатые) и валунами (окатанные), от 10 до 100 мм — щебнем (угловатые) и галькой (округлые), от 1—2 мм до 10 мм — соответственно дресвой и гравием.

Грубообломочные породы встречаются не только в виде отдельных обломков, но и в цементированном состоянии. В качестве цемента, соединяющего различные обломки в единую прочную породу, чаще выступает известковое и кремнистое вяжущее вещество. Из цементированных окатанных обломков образуется горная порода конгломерат, а из угловатых обломков — брекчия.

При определении рыхлых грубообломочных пород нужно выявлять, из чего состоят обломки

и каковы их размеры, какие по составу и величине преобладают среди них, насколько выражена окатанность обломков. При определении сцементированных пород, кроме этого, устанавливают состав цементирующего вещества: глинистый (землистый запах), известняковый («вскипает»), кремнистый (не режется ножом).

Песчаные породы состоят из обломков различных минералов размерами от 0,1 до 1—2 мм. Обычно среди них преобладают зерна кварца и полевых шпатов. В некотором количестве присутствуют глинистые минералы, слюдки, глауконит и др.

В рыхлом состоянии такие минералы образуют пески, которые могут состоять из одного кварца (стекольные) или иметь преобладание полевых шпатов (гравуажки). Чаще в природе встречаются пески смешанного состава. Они называются аркозовыми. Главные составные части таких песков — кварц и полевые шпаты со слюдками. При содержании в песках минерала глауконита они называются глауконитовыми. Эти пески окрашены в зеленоватый цвет.

Сцементированные пески называются пес-

чаниками. Они могут быть самыми различными, поэтому при их описании отмечается минеральный состав, степень зернистости (от тонко- до грубозернистых), плотность и пористость, а также состав вяжущего вещества.

Пылеватые (алевроитовые) породы сложены частицами размером 0,01—0,1 мм. Среди них наиболее широко распространены лёсс и лёссовидные суглинки. Макроскопически лёсс имеет землистое строение. Под лупой можно рассмотреть очень мелкие зерна кварца и полевого шпата. В его состав входят также глинистые частицы и др. Лёсс обычно окрашен в желтоватый цвет, пальцами легко растирается в пылеватую массу, имеет землистый запах, легко режется ножом. Лёссовидные суглинки содержат значительное количество глинистых частиц, поэтому с водой они образуют пластичную массу и при отмучивании в воде почти не дают песчаного осадка.

Цементированные пылеватые породы превращаются в алевролиты.

Глинистые породы образуются не только в процессе физического разрушения, но

и в результате химического разложения горных пород, поэтому они занимают промежуточное положение между обломочными и химическими осадочными породами. Глинистые породы формируются из частиц размерами меньше 0,01 мм. Высококачественные разновидности этих пород содержат около 30% глинистых частиц размером менее 0,001 мм.

Глинистые породы очень разнообразны. В сухом виде они имеют землистое строение, если подышать на них, то они издают характерный «печной запах», легко царапаются ногтем и липнут к влажному пальцу. При смешивании с водой быстро разбухают и становятся пластичными, принимая любую придаваемую им форму.

Среди глинистых минералов наиболее важное значение имеют каолинит и монтмориллонит. Глины, состоящие из каолинита, называются каолином. Это высококачественная огнеупорная глина чаще белого цвета, жирная на ощупь, с водой легко превращается в пластичную массу.

Глины, содержащие некоторое количество песчаных частиц, «тощие» (сухие) на ощупь.

Они имеют красновато-бурую окраску, обладают высокой пластичностью и после обжига дают черепок от красного до темно-бурого цвета.

Глины со значительным количеством песка называются суглинками. При растирании их между пальцами отчетливо ощущаются песчинки и даже более крупные частицы.

Определение обломочных пород производится по табл. 3.

Примеры определения. 1. Перед нами слабо цементированная порода желтоватого цвета. Она легко растирается пальцами в пылеватую мучнистую массу. Это означает, что размер ча-

стиц породы не превышает 0,01 мм. Под лупой можно видеть тонкозернистый кварц и полевые шпаты. Все наблюдаемые внешние признаки свидетельствуют о том, что исследуемый образец представляет собой мелкообломочную породу осадочного происхождения. В табл. 3 в подгруппе пылеватых пород находим алевроит, типичным представителем которого является лёсс.

2. Исследуемый образец имеет землистый вид, окрашен в бурый цвет. При растирании пальцами четко ощущаются песчинки. С водой образует вязкую массу, которая при сдавливании растрескивается по краям. Перед нами глинистая по-

### Обломочные

Грубообломочные			
рыхлые		цементированные	
угловатые	округлые	угловатые	округлые
Глыбы	Валуны	Брекчия	Конгломерат
Щебень	Галька		Гравелит
Дресва	Гравий		

### породы

Песчаные		Пылеватые		Глинистые
рыхлые	цементированные	рыхлые	цементированные	
Пески	Песчанники	Алевроиты	Алевролиты	Глины
				Суглинки
				Супеси

Таблица 3

рода невысокого качества. Такие разновидности правильно отнести к суглинкам.

3. Определяется сероватая плотная сцементированная порода. Поверхность ее шероховатая, ножом не царапается. Минеральный состав невооруженным глазом неразличим. Под лупой хорошо видны мелкие обломки кварцевых зерен и полевой шпат. При воздействии соляной кислотой слегка «вскипает». Все это позволяет предположить, что перед нами тонкозернистый песчаник с известковым цементом.

Породы химического и органического происхождения. Химические осадочные породы образуются в результате химических процессов, наиболее активно развивающихся в водных бассейнах. Органогенные (органические) осадочные породы формируются под воздействием жизнедеятельности животных и растений и в результате накопления отмирающих организмов. Нередко химические процессы протекают одновременно с органическими. При этом образуются смешанные химическо-органические осадочные породы.

Для осадочных пород химического и органического происхождения характерны зернистые,

плотные, землистые структуры. По этому признаку многие из них схожи с магматическими зернисто-кристаллическими породами, но в отличие от последних они сложены из минералов небольшой твердости и поэтому легко царапаются стеклом или ножом. Кроме того, химические и органические породы в подавляющем большинстве окрашены в светлые тона с преобладанием серого и белого цвета.

По вещественному составу среди них выделяют карбонатные, сернокислые, галондные, кремнистые и некоторые другие породы.

При макроскопическом определении пород наряду со структурными признаками используются такие отчетливо выраженные внешние показатели, как способность вступать в реакцию с разбавленной соляной кислотой, твердость, соленость и др.

#### Т а б л и ц а 4

##### **Карбонатные породы**

(Зернистые и плотные. Вступают в реакцию с соляной кислотой)

Известняк      Бурно «вскипает» от капли раз-



бавленной HCl. Зернисто-кристаллический. Цвет различный, чаще светло-серый. Легко царапается кончиком ножа. При шарообразных минералах кальцита (оолитах) — оолитовый известняк. При пористом (ячеистом) строении — известняковый туф. В органогенных известняках нередко видны раковины морских животных. При форме этих окаменелостей, схожих с зернами ржи, — фузулиновый известняк; при форме раковин, напоминающих монету, — нумулитовый известняк; при решетчатом, трубчатом и другом строении — коралловый известняк; при крупных раковинах и большом их количестве — известняк-ракушечник. Все известняки широко используются в строительном деле.

Доломит

«Вскипает» от капли соляной кис-

лоты только в порошке. Цвет белый, серый, реже другой. Зернисто-кристаллический. Нередко очень плотный, с микролитовым строением. Внешне схож с плотным известняком. Состоит из минерала доломита. Происхождение химическое. Используется в строительном деле и в качестве флюса в металлургии.

#### **Мергель**

«Вскипает» от соляной кислоты, оставляя на поверхности грязное (глинистое) пятно. Издает запах глины. Поверхность неровная (землистая). Окраска различная, чаще белая, серая, желтоватая. Состоит из кальцита и глинистых минералов (примерно наполовину). Используется в цементной промышленности.

#### **Магнезит**

«Вскипает» в порошке от нагретой соляной кислоты. Зернисто-кристаллический или плотный. Цвет преимущественно белый, серый.

Внешне напоминает мрамор. Состоит из минерала магнезита. Происхождение химическое. Используется для получения магнезия.

### **Сернокислые породы**

(Зернистые. Твердость низкая)

<b>Гипс</b>	Зернисто-кристаллический. Легко чертится ногтем. Цвет чаще белый, реже серый, розоватый. Состоит из минерала гипса. Происхождение химическое. Применяется в строительном деле.
<b>Ангидрит</b>	Зернисто-кристаллический. Легко чертится ножом (стеклом). Цвет белый, серый, голубоватый. Напоминает мрамор, в отличие от него не вступает в реакцию с соляной кислотой. Состоит из минерала ангидрита. Происхождение химическое. Применяется в строительном деле.

## Галоидные породы

(Зернистые. Соленые на вкус)

**Каменная соль** Зернисто-кристаллическая или плотная. Соленая на вкус. Цвет различный, преобладает белый и бесцветный. Состоит из минерала галита. Происхождение химическое. Применяется в пищевой и химической промышленности.

**Калийная соль** Зернисто-кристаллическая. Горько-соленая на вкус. Состоит из минералов сильвина и карналлита. Происхождение химическое. Применяется в качестве минеральных удобрений и в химической промышленности.

## Кремнистые породы

**Диатомит, трепел** Легкий и мягкий. Пальцами растирается в тонкий порошок. Цвет белый и желтоватый. По внешне-

му виду напоминает пещий мел, в отличие от него не «вскипает» от соляной кислоты. Состоит из микроскелетов и диатомовых водорослей. Трепел внешне не отличается от диатомита. Состоит из тончайших зерен опала. В отличие от трепела диатомит только химического происхождения.

Опока Твердая и легкая. По внешнему виду напоминает диатомит. При ударе распадается на угловатые обломки.

Примеры определения. 1. Образец породы однообразного серого цвета. Мелкозернистый. Минералы плохо различаются. По наблюдаемым внешним признакам ни к метаморфическим, ни к магматическим породам не относится. Испытываем на твердость: ножом чертится. Перед нами тонкокристаллическая порода осадочного происхождения. От капли соляной кислоты в реакцию не вступает. Истираем ее ножом и пробуем в порошок—«вскипает». Определение: доломит.

2. Отчетливая зернисто-кристаллическая порода. Цвет серый с голубоватым оттенком. Сложена одним минералом с хорошо выраженной спайностью. Ногтем не чертится, кончик перочинного ножа оставляет хорошо заметный след. От капли соляной кислоты не «вскипает» (значит, не мрамор). Все признаки указывают на химическое происхождение породы. В табл. 4 в подгруппе сернокислых пород находим описание минерала, отвечающего данным внешним показателям. Определение: ангидрит.

3. Зернисто-кристаллическая порода белого цвета с отчетливо выраженным стеклянным блеском. В лупу хорошо наблюдаются грани минерала кубического облика. Довольно легко царапается ногтем. Порода осадочная, химического происхождения. Испытывать на реакцию с соляной кислотой минерал с такой твердостью нет надобности, ибо карбонаты ногтем не царапаются. По кубической форме минерала его нельзя спутать и с сернокислыми породами. На вкус соленый, значит, галоидная порода. Определение: каменная соль.

## Метаморфические породы

К метаморфическим горным породам относится довольно обширная группа пород, утративших в различной мере свое первоначальное строение и минеральный состав. Они состоят из магматических и осадочных пород, подвергшихся преобразованию в недрах земной коры под воздействием высокой температуры и давления. Сложные изменения могут также возникать и в случаях проникновения в толщу существующих горных пород минерализованных горячих растворов и газов.

В зависимости от интенсивности этих внешних факторов развивается различная степень метаморфизации.

Для большинства метаморфических пород характерны сланцеватая (рис. 4) и полосчатая (рис. 5) текстуры. В первом случае минералы имеют удлиненную форму и вытянуты в плоскости сланцеватости (все сланцы). При полосчатом, или гнейсовом, сложении в породе отчетливо наблюдается чередование полос с различным минеральным составом (гнейсы, кри-

сталлические сланцы). Некоторые минералы, в том числе тальк, гранат, встречаются только в метаморфических породах.

Все названные внешние признаки метаморфических пород резко отличают их от пород маг-

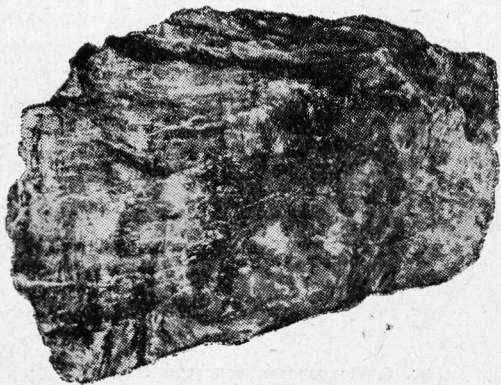


Рис. 4. Сланцеватая текстура (тальковый сланец).

матического и осадочного происхождения. Наблюдая в образце хорошо выраженные минералы и слоистое их расположение, можно считать по-



роду метаморфической и дальнейшее определение ее производить, используя табл. 5. Присутствие в породе метаморфических минералов также является бесспорным свидетельством ее метаморфического происхождения.

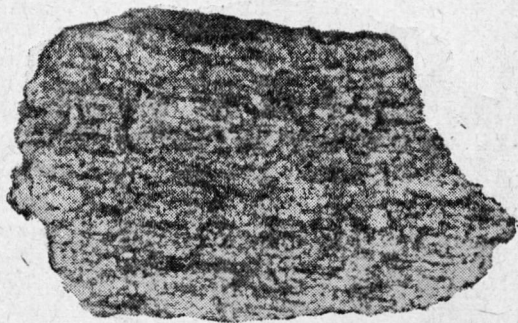


Рис. 5. Полосчатая текстура (гнейс).

*Примеры определения. 1. Полнокристаллическая порода. В образце невооруженным глазом хорошо видны несколько минералов. По красноватому цвету и стеклянному блеску можно*

Таблица 5

## Метаморфические породы

Текстура породы	Главные минералы	Важнейшие внешние признаки	Название породы
1	2	3	4
Полосчатая	Кварц. Полевой шпат. Роговая обманка. Слюды	Цвет серый, иногда мясо-красный. По минеральному составу похожа на гранит. Отличается полосчатым сложением. Нередко содержится гранат.	Гнейс
Зернисто-кристаллическая	Кальцит	Цвет белый, серый, реже другой. Бурно «вскипает» от соляной кислоты. От известняков отличается хорошей раскристаллизованностью.	Мрамор
„	Кварц	Цвет белый, серый, розовый, желтоватый. Структура мелкозернистая, нередко плотная. Оставляет царапину на стекле (ноже).	Кварцит

1	2	3	4
Сланцеватая	Глинистые частицы с чешуйками слюдок, мелкие зерна кварца	Цвет темно-серый до черного, структура плотная с отчетливо выраженным сланцеватым сложением. Нередко раскалывается на плитки с матовой поверхностью. Издаёт слабый запах глины.	Глинистый сланец
„	Тальк	Цвет чаще всего светлый, зеленоватый, но бывает и другой. Жирный на ощупь. Легко чертится ногтем.	Тальковый сланец
„	Хлорит	Цвет темно-зеленый. Обычно мелкочешуйчатые кристаллы. При прочерчивании ногтем оставляет слабую царапину.	Хлоритовый сланец
„	Роговая обманка, полевой шпат	Цвет темно-зеленый, иногда черный. В отдельных случаях массивного сложения. Роговая обманка обычно в игольчато-призматических кристаллах.	Амфиболит

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Тонко-сланцеватая	Глинистые частицы с чешуйками слюдок	Цвет темно-серый и почти черный. Строение мелко- и тонкозернистое. Похожи на глинистые сланцы. Отличаются от них шелковистым блеском на поверхностях сланцеватости. Результат дальнейшей метаморфизации глинистых пород. Окраска светлая, иногда полосчатая. Состоит из мелкочешуйчатых слюдок с преобладанием черной или белой. Иногда поровну. Продукт дальнейшей метаморфизации филлитов.	Филлит
"	Слюдки, кварц	Окраска светлая, иногда полосчатая. Состоит из мелкочешуйчатых слюдок с преобладанием черной или белой. Иногда поровну. Продукт дальнейшей метаморфизации филлитов.	Слюдяной сланец (мусковитовый, биотитовый, двуслюдяной)
Сланцеватая	Слюдки, кварц, хлорит, роговая обманка, полевой шпат	Зернисто-кристаллическое строение. Окраска различная. При ударе распадаются на плитки и пластинки с гладкой поверхностью.	

узнать ортоклаз. Кроме него, бесцветный минерал, напоминающий осколки битого стекла,— кварц — и продолговатые темно-зеленые пластинки, схожие с роговой обманкой. Заметен блеск слюдок. Таким минеральным составом обладает только гранит. Однако наблюдаемые минералы не образуют однородную массу. В породе небольшие слои светлоокрашенных минералов чередуются со слоями, в которых преобладают темноцветные минералы. Перед нами явно выраженная полосчатая текстура, характерная для осадочных пород. Такое сочетание внешних признаков магматических и осадочных пород — надежный показатель пород метаморфического происхождения. В табл. 5 по описанию, схожему с нашим, находим метаморфическую породу гнейс.

2. Порода темно-зеленоватого цвета, тонкослоистая, сложенная минералом листового и чешуйчатого облика. Внешне напоминает черную слюду (биотит). Чешуйки очень хрупкие, от породы не отделяются. Минерал при сильном нажиме чертится ногтем. Все признаки указывают на метаморфическое происхождение породы. По

*табл. 5 устанавливаем, что внешним данным нашего образца соответствует хлоритовый сланец.*

## Л и т е р а т у р а

Богданов А. А., Жуков М. М., Милановский Е. В., Павлинов В. Н. Пособие к лабораторным занятиям по курсу общей геологии. М., 1954.

Лебедева Н. Б. Пособие к практическим занятиям по общей геологии. М., 1962.

Малахов А. А., Трифонов В. П. и др. Практикум по геологии. М., 1966.

Музафоров В. Г. Определитель минералов и горных пород. М., 1954.

## Содержание

Предисловие . . . . .	3
<b>Часть I</b>	
Минералы . . . . .	5
Физические свойства . . . . .	5
Определение минералов . . . . .	11
<b>Часть II</b>	
Горные породы . . . . .	26
Общие сведения . . . . .	26
Методика определения . . . . .	28
Магматические (изверженные) породы . . . . .	29
Осадочные породы . . . . .	39
Метаморфические породы . . . . .	56
Литература . . . . .	63

*Корулин Дмитрий Михайлович*

### ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГЛАВНЕЙШИХ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

Редактор *А. Шалковская*, Худож. редактор *Г. Малышев*,  
Техн. редактор *М. Кислякова*, Корректор *В. Беланович*.

АТ 04046. Сдано в набор 25/1 1971 г. Подписано в печать  
6/V 1971 г. Бумага 84×108/64 типогр. № 2 Печ. л. 1(1,68).  
Уч.-изд. л. 1. Изд. № 70—152. Тираж 1500 экз. Цена 3.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного  
комитета Совета Министров БССР по печати, Редакция  
Литературы по естественным наукам, Минск, ул. Кирова,  
24. Типография Издательства Белорусского университета.  
Минск, ул. Кирова, 24.

5 K.

52028

51  

---

8960