

624.13  
0-64

263

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

---

Кафедра оснований и фундаментов

Учебный зал № 4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
И ОПИСАНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ  
И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД**

**Методические указания  
к лабораторным работам**

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

263

Кафедра оснований и фундаментов

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института

624.13  
0-62

ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
И ОПИСАНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ  
И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Методические указания  
к лабораторным работам  
по дисциплине  
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

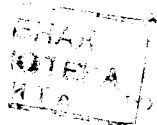
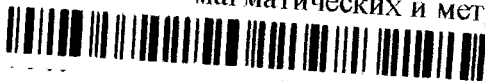
для студентов строительных специальностей

М.У.

№ 263  
01-50116

Чз.4

Определение и описание  
магматических и мет



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания предназначены для студентов строительных специальностей МИИТа, изучающих курс инженерной геологии. Указания служат основным учебным аудиторным пособием при выполнении лабораторных работ по изучению и описанию магматических и метаморфических пород.

В указаниях для каждого типа пород дается общая характеристика условий образования и формирования основных структурно-текстурных особенностей. Таблицы-определители, составленные по основным диагностическим признакам пород, и описание отдельных представителей служат для непосредственного определения студентами названия изучаемого образца породы. В отличие от существующих пособий для лабораторных работ по инженерной геологии, в данных указаниях приводится характеристика инженерно-строительных свойств магматических и метаморфических пород и указывается область их применения в строительной практике.

## МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

### Условия образования

Магматические горные породы образуются при остывании магмы, излившейся из недр земли в толщу вышележащих слоев или на поверхность.

Горные породы, образующиеся при глубинной раскристаллизации магмы, называются интрузивными. Магмы, изливающиеся на поверхность земли, дают начало эффузивным горным породам.

Магма образуется на больших глубинах в земной коре или в верхней мантии земли и представляет собой сложный силикатный расплав, насыщенный водяными парами и газами.

При внедрении магмы в земную кору часть газообразных веществ улетучивается. Особенно интенсивно этот процесс происходит при излиянии магмы на поверхность земли при резком снижении температуры и давления. В зависимости от состава магма может быть вязкой малоподвижной или жидкой легко подвижной, что определяет форму магматических тел, образуемых при излиянии магмы.

Магма, внедряясь в земную кору, образует разнообразные по форме магматические тела — интрузии. Наиболее крупные интрузивные массивы магматических горных пород неправильных очертаний называются батолитами. Интрузивные тела плоско-выпуклой формы в виде гриба носят название дакколитов. Похожие на них лополиты имеют чащеобразную форму и обычно заполняют бассейнообразные понижения. Проникая по трещинам, магма образует интрузивные тела типа жил, которые различаются по мощности, направлению и взаимоотношению с вмещающими породами.

Изливаясь на поверхность земли, магма растекается по поверхности, образуя различные по форме эффузивные покровы и потоки. Покровы — плоские эффузивные тела, имеющие широкое площадное распространение и относительно малую мощность. Потоки образуются в случаях неровного рельефа и представляют собой удлиненные в плане тела не-

большой мощности. В случае излияния на поверхность очень вязких, обогащенных кремнеземом лав, образуются купола вулканов.

Свойства магматических пород зависят от состава магмы и скорости ее остывания.

### Химический и минералогический состав

Магма, из которой образуются все магматические породы, имеет сложный химический состав. Основную часть магмы составляет силикатный расплав. Содержание  $\text{SiO}_2$  может колебаться от 35 до 80%. В зависимости от содержания  $\text{SiO}_2$  выделяют 4 типа магм: кислая ( $\text{SiO}_2 > 65\%$ ), средняя ( $\text{SiO}_2$  от 65 до 52%), основная ( $\text{SiO}_2$  от 52 до 45%) и ультраосновная ( $\text{SiO}_2 < 45\%$ ). Сложный химический состав исходной магмы определяет полиминеральный состав магматических горных пород. В состав магматических пород входит более десяти основных породообразующих минералов, главными из которых являются: кварц, полевые шпаты, нефелин, мусковит, биотит, авгит, роговая обманка, магнетит, оливин и большое количество аксессуарных минералов, содержание которых в породе не превышает 2—3%.

### Структура

Структура — совокупность особенностей строения горной породы. Структура определяется степенью кристаллизации магмы, абсолютной и относительной величиной кристаллов минералов, их формой и относительным содержанием кристаллов различной крупности.

По степени кристаллизации различают три главных типа структур:

1. Полнокристаллическая структура, когда магма полностью раскристаллизована, все минералы в породе представлены хорошо ограненными кристаллами, а вулканическое стекло полностью отсутствует.

2. Неполнокристаллическая структура, когда наряду с кристаллами минералов в породе содержится некоторое количество вулканического стекла. Наиболее распространенной среди неполнокристаллических структур является структура порфировая. В порфировой структуре основная масса представляет собой вулканическое стекло, в которое вкраплены крупные хорошо ограненные кристаллы минералов. При

незначительном количестве кристаллических вкраплеников структура носит название витрофировой. Иногда основная масса породы, в которой находятся крупные кристаллы, может быть тоже раскристаллизована и состоять из очень мелких, слабо заметных невооруженным глазом кристалликов различных минералов.

3. Стекловатая структура, когда вся масса породы представлена вулканическим стеклом. Стекловатая структура является переходной от аморфной к кристаллической, поскольку при быстром остывании в вулканическом стекле образуется небольшое количество кристаллических образований.

По абсолютной величине кристаллов, слагающих породу, выделяют структуры:

1) крупнокристаллическая — с размером кристаллов более 5 мм;

2) среднекристаллическая — с размерами кристаллов от 5 до 1 мм;

3) мелкокристаллическая — с размерами кристаллов менее 1 мм;

4) скрытокристаллическая, когда кристаллы различимы только под микроскопом.

По относительному содержанию кристаллов различной крупности выделяют структуры:

1) равномернокристаллическая, когда размеры кристаллов различных минералов более или менее одинаковы;

2) неравномернокристаллическая, когда кристаллы различных минералов резко отличаются по размерам.

## Текстура

Текстура — совокупность особенностей сложения горной породы. Текстура определяется общим обликом породы, расположением и распределением отдельных структурных элементов в породе, степенью компактности породы, способом выполнения пространства массой горной породы и формой отдельности, возникающей при охлаждении расплава или под влиянием внешних воздействий во время и после кристаллизации.

По расположению в породе отдельных структурных элементов (кристаллов) выделяют текстуры:

1) беспорядочная — с беспорядочным расположением составных частей горной породы без всякой ориентировки в отношении какого-либо направления, плоскости или центра;

2) однородная — с равномерным распределением минеральных компонентов, при котором порода в любом участке имеет одинаковый состав и строение;

3) слоистая — с ориентировкой структурных элементов в одном направлении, в результате чего образуются слои, различные по составу, расположению частиц и другим особенностям.

По степени компактности породы, или по способу заполнения пространства массой горной породы выделяют текстуры:

1) плотная, когда все пространство, занимаемое породой, заполнено минеральной массой, и поры в породе не различаются ни макроскопически, ни с помощью лупы;

2) пористая, которая характеризуется наличием в породе пор различного размера. В пределах пористой текстуры выделяют макропористую текстуру, когда поры хорошо заметны невооруженным глазом, и микропористую текстуру, когда поры заметны только в лупу или под микроскопом;

3) шлаковая, которая характеризуется наличием очень крупных пор и напоминает шлаки доменных печей.

### Классификация магматических пород

Магматические горные породы в зависимости от условий их образования делятся на интрузивные (глубинные) и эффузивные (излившиеся). Все интрузивные магматические породы образуются при медленном остывании и раскристаллизации магмы на значительной глубине от поверхности земли. Медленное остывание магмы под большим давлением вышележащих толщ пород способствует формированию полнокристаллической структуры и плотной беспорядочной текстуры. Эффузивные горные породы образуются на небольших глубинах или при излиянии магмы на поверхность земли. Быстрое остывание магмы с интенсивным выделением газов и паров воды способствует образованию переохлажденной жидкости, застывающей в виде вулканического стекла, или в виде очень мелких кристаллов, которые видны только под микроскопом. Породы приобретают стекловатую или скрытокристаллическую структуру. Из-за интенсивного выделения водяных паров и газов текстура этих пород часто бывает пористой или даже шлаковой. Иногда кристаллизация магмы происходит в два этапа. Первый этап кристаллизации магмы начинается на небольших глубинах, и на поверхность земли магма поступает

с уже готовыми порфиоровыми выделениями в виде крупных кристаллов. Таким образом формируются порфиоровые структуры. Порфириты обычно имеют плотную беспорядочную текстуру.

Помимо условий образования структурных и текстурных признаков для классификации магматических пород используется их химический состав. Классификация по химическому составу производится по содержанию  $\text{SiO}_2$ .

При этом группы пород соответствуют по процентному содержанию  $\text{SiO}_2$  выделенным выше 4 типам магм: кислые, средние, основные и ультраосновные.

Кислые горные породы отличаются от других пород наличием относительно большого содержания кварца и преобладанием ортоклазов над плагиоклазами. Небольшое содержание темноцветных минералов обуславливает их светлую окраску.

Средние горные породы в большей мере, чем кислые, обогащены темноцветными минералами и имеют серую окраску. В породах группы диорита-андезита светлые минералы представлены исключительно плагиоклазом, а в породах группы сиенита-трахита — ортоклазом.

Основные горные породы от кислых и средних легко отличаются по темному, почти черному цвету, который обусловлен преимущественным содержанием в составе пород темноцветных минералов и отсутствием кварца и калиевых полевых шпатов (ортоклазов).

## ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

### Кислые породы

Гранит представляет собой породу глубинного происхождения. Структура полнокристаллическая, по размеру кристаллов может изменяться от мелкокристаллической до крупнокристаллической. Текстура плотная беспорядочная.

Минералогический состав полиминеральный. Состоит в основном из ортоклаза, плагиоклаза, кварца и темноцветных минералов, главным образом, биотита и роговой обманки. Наличие кварца часто придает граниту жирный блеск. Цвет гранита пестрый, розовый, серый или красный, определяется цветом полевых шпатов и количественным соотношением светлых и черных минералов.



Таблица — определитель магматических пород

Условия образования	Структура	Текстура	Содержание SiO <sub>2</sub> в %			
			кислые 75—65%	средние 65—55%	основные 55—40%	
Интрузивные (глубинные)	Полнокристаллическая	Плотная беспорядочная	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро
			Пегматит			
Эффузивные (излившиеся)	Скрытокристаллическая	Пористая однородная	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт Диабаз
		Плотная однородная				
	Стекловатая	Плотная однородная	Обсидиан			
		Пористая однородная	Пемза			
Минералогический состав			Кварц, ортоклаз, биотит, роговая обманка	Ортоклаз, роговая обманка, биотит, авгит	Плагиоклаз, роговая обманка, биотит, авгит	Лабрадор, авгит, оливин, магнетит
Преобладающие оттенки			Светлые, розовые, шестрые	Светло-серые, розовые, пестрые	Темно-серые, фиолетовые, пестрые	Черные, темно-зеленые

Пегматит представляет собой породу глубинного происхождения. Чаще всего залегает в жилах. Структура полнокристаллическая, крупнокристаллическая. Текстура плотная беспорядочная. Состоит из светлых полевых шпатов и ориентированных вростков кристаллов кварца, имеющих форму узких клиньев или вытянутых капель. Кварцевые вростки образуют на поверхности рисунок, напоминающий иероглифы или древние письмена, поэтому пегматиты часто называют письменным гранитом. Цвет светлый, желтый, кремовый, белый.

Светлые оттенки пегматитов обусловлены отсутствием в минералогическом составе темноокрашенных минералов.

Липарит относится к излившимся породам и образуется при излиянии магмы на поверхность земли. Структура скрытокристаллическая, иногда витрофировая с небольшим количеством мелких кристалликов кварца, полевого шпата и роговой обманки.

Текстура однородная, может быть пористой или плотной. Минералогический состав аналогичен граниту. Цвет светлый, серый, желтый, кремовый, белый.

Кварцевый порфирит представляет собой породу излившуюся или полуглубинную. Структура порфировая. В основной скрытокристаллической или стекловатой массе находятся крупные вкрапления кристаллов кварца и полевого шпата. От липаритов отличается количеством и размером вкрапленников. Текстура плотная беспорядочная. Минералогический состав аналогичен граниту. Цвет светлый, серый, желтый, розовый, кремовый.

Обсидиан представляет собой излившуюся породу, которая образуется из переохлажденной жидкости при быстром охлаждении лавы. Структура стекловатая. Текстура плотная однородная или слоистая, с заметными полосами серого и бурого цвета. Минералогический состав аналогичен составу кислых или средних магматических горных пород. Obsидиан может иметь разную окраску: серую, черную, реже коричневую, бурую или красную. По виду напоминает бутылочное стекло.

Пемза представляет собой излившуюся породу, которая образуется при застывании пенящейся лавы, что способствует образованию высокопористой текстуры. Высокая пористость возникает в результате быстрого высвобождения газов и водяных паров. Поры имеют вытянутую форму с тонкими перегородками. Наиболее крупные поры сосредоточены в верхней части. По текстуре пемзы могут быть однородные или слоис-

тые. Структура стекловатая. По химическому составу колеблются от кислых до основных. Цвет пемзы чаще всего светлый, белый, желтый, кремовый, розовый. Пемза очень легкая порода, которая не тонет в воде.

### Средние породы

Сиенит представляет собой породу глубинного происхождения. Структура полнокристаллическая, мелкокристаллическая или среднекристаллическая. Текстура плотная беспорядочная. От гранитов сиениты отличаются минералогическим составом: значительно меньшим содержанием кремнезема и отсутствием кристаллов кварца. Цвет обычно пестрый, серый или розовый, что зависит от цвета полевых шпатов, входящих в их состав. Отсутствие кристаллов кварца и жирного блеска часто придает сиенитам более светлые оттенки, чем у гранитов.

Трахит относится к излившимся породам и образует я при излиянии магмы на поверхность земли. Структура скрытокристаллическая, иногда витрофировая с небольшим количеством мелких кристалликов полевых шпатов и роговой обманки. Текстура однородная, может быть пористой или плотной. Минералогический состав такой же как у сиенита. Цвет светло-серый.

Ортофир представляет собой породу излившуюся или полуглубинную. Структура порфировая. В основной скрытокристаллической или стекловатой массе хорошо видны четко ограненные крупные кристаллы ортоклазов и редкие более мелкие кристаллы темноцветных минералов. Иногда в небольшом количестве могут встречаться мелкие кристаллы кварца. Текстура плотная, беспорядочная. Цвет серый, коричневый, бурый.

Диорит относится к глубинным породам. Структура полнокристаллическая, чаще со средним и мелким размером кристаллов. Текстура плотная беспорядочная. В минералогическом составе преобладает плагиоклаз и темноцветные минералы: роговая обманка, авгит, биотит. Цвет пестрый, темносерый, с белыми кристаллами плагиоклазов. От гранита отличается более темной окраской и отсутствием кристаллов кварца.

Андезит представляет собой излившуюся породу и образуется при излиянии магмы на поверхность земли и быстрым ее остывании. Структура скрытокристаллическая, иногда

витрофирная с небольшим количеством мелких кристаллов роговой обманки, биотита, плагиоклаза. Андезитовая магма богата растворенными газами. Поэтому текстура андезитов чаще шлаковая, пористая, реже плотная, однородная, но может быть слоистая, так как андезиты обычно залегают в виде лавовых потоков. Цвет темно-серый, бурый, часто с фиолетовым или лиловым оттенком. По минералогическому составу аналогичен диориту.

Андезитовый порфирит относится к излившимся или полуглубинным породам. Структура порфирная. В первую стадию кристаллизации образуются кристаллы плагиоклаза, которые затем оказываются вкрапленными в общую скрытокристаллическую или стекловатую массу. Текстура плотная беспорядочная. Цвет темно-серый, часто с фиолетовым или бурым оттенком. От ортофиров отличается по составу вкрапленников полевых шпатов, плагиоклазы вместо ортоклазов.

### Основные породы

Габбро относится к глубинным породам. Структура полнокристаллическая, с различным размером кристаллов — от крупнокристаллической до мелкокристаллической. Текстура плотная беспорядочная. Габбро состоит главным образом из лабрадора и авгита. В некоторых типах габбро оливин совершенно вытесняет авгит и тогда порода называется оливиновое габбро. В роговообманковом габбро темноцветным минералом является роговая обманка, в магнетитовом — магнетит. Цвет черный, темно-серый, зеленоватый, темно-бурый.

Базальт относится к излившимся породам. Структура скрытокристаллическая или стекловатая. Текстура плотная, пористая, шлаковая, однородная. Базальты отличают по составу смеси, состоящей примерно поровну из лабрадора и авгита со значительной примесью железо-магнезиальных минералов. Цвет темный, черный.

Диабаз — измененная разновидность базальта. Структура мелкокристаллическая или скрытокристаллическая. Текстура плотная однородная. Цвет темный, черный, темно-серый, чаще с зеленоватыми оттенками. По минералогическому составу соответствуют базальтам. От базальта отличаются мелкокристаллической структурой и цветом. Базальты более темные, а диабазы темно-серые с зеленоватым оттенком.

Базальтовый порфирит относится к породам из-

лившимся или полуглубинным. Структура порфиристая. Основная масса породы скрытокристаллическая с вкраплениями кристаллов лабрадора или авгита. Текстура плотная беспорядочная. Цвет черный, темно-серый, иногда с зеленоватыми и бурными оттенками. По минералогическому составу аналогичны базальтам.

### Инженерно-строительные свойства

Магматические горные породы обладают жесткими кристаллизационными связями между минеральными зёрнами, что определяет их большую прочность. Количественно прочность магматических пород оценивается пределом прочности на сжатие и пределом прочности на разрыв. Пределы прочности на сжатие и разрыв зависят от минералогического состава, структуры и текстуры пород. Наибольшей прочностью обладают диабазы и базальты с плотной текстурой. Их максимальная прочность на сжатие может достигать  $4000 \text{ кгс/см}^2$ , а предел прочности на разрыв  $500 \text{ кгс/см}^2$ . Несколько меньшей прочностью обладают порфириты и глубинные (интрузивные) магматические породы, текстура которых всегда плотная и пористость не превышает 3%. Их максимальная прочность на сжатие достигает  $3000 \text{ кгс/см}^2$ , а прочность на разрыв  $400 \text{ кгс/см}^2$ . Предел прочности на сжатие излившихся (эффузивных) магматических пород в зависимости от пористости изменяется в пределах  $200 \text{ кгс/см}^2$  —  $2400 \text{ кгс/см}^2$ , а прочность на разрыв от 80 до  $250 \text{ кгс/см}^2$ .

Численная величина прочности на сжатие магматических пород для целей строительства не играет большой роли, так как она обычно значительно превышает нагрузки, известные в инженерной практике. Значительно большее значение имеет прочность массива магматических пород. Оценка прочности массива должна учитывать степень выветрелости пород, изменение последней с глубиной, степень и характер трещиноватости массива в целом.

Скорость выветривания магматических пород зависит от условий образования и минералогического состава. Интрузивные магматические породы, образующиеся на большой глубине под большим давлением при высокой температуре, попадая на поверхность земли в совершенно иную термодинамическую обстановку, выветриваются значительно быстрее, чем эффузивные магматические горные породы, которые об-

разуются на поверхности земли. Степень устойчивости породообразующих минералов в отношении выветривания определяется их химическим составом. Наиболее устойчивыми являются минералы класса окислов: кварц, халцедон, лимонит. Наименее устойчивыми — минералы классов силикатов и алюмосиликатов. Но и среди минералов двух последних классов различаются минералы более устойчивые к процессам выветривания, например, ортоклаз, микроклин, мусковит, и практически неустойчивые, например, оливин, биотит, основные плагиоклазы.

Различие в минералогическом составе магматических пород определяет скорость их выветривания. Так, все основные горные породы, содержащие в составе оливин, биотит и основные плагиоклазы, выветриваются быстрее и легче, чем кислые породы, в состав которых входит кварц и ортоклазы. К тому же кислые породы имеют более светлые оттенки, чем основные породы, что также замедляет скорость их выветривания.

Помимо минералогического состава на скорость выветривания оказывают влияние структурно-текстурные особенности горных пород. Плотные разности пород выветриваются медленнее пористых, крупнокристаллические и неравномерно-кристаллические быстрее мелкокристаллических и равномерно-кристаллических.

По совокупности всех вышеперечисленных факторов к легко и быстро выветриваемым породам следует отнести габбро, диорит, базальтовый порфирит. Среднюю степень выветриваемости имеют гранит, сиенит и порфириты. Наиболее устойчивы к выветриванию эффузивные магматические породы: липарит, трахит, андезит, базальт и диабаз. В выветрелых разностях магматических пород предел прочности на сжатие может уменьшаться до 10 кгс/см<sup>2</sup> и менее.

Все магматические породы практически не растворяются в воде и не поглощают влагу. Водопроницаемость их зависит от текстуры. Плотные, нетрещиноватые массивы магматических пород могут служить водоупорами. Появление в массиве трещин понижает прочность массива и увеличивает водопроницаемость.

Большая прочность магматических пород, их водостойкость и практическая водонепроницаемость обеспечивает их широкое использование в качестве оснований сооружений. Кроме того, магматические породы хорошо шлифуются, полируются и поэтому используются как строительный и отде-

лочный материал, а также как материал для монументальных сооружений. Дробленые магматические породы широко используются в качестве щебня.

## МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

### Условия образования

Метаморфические горные породы образуются из магматических и осадочных в процессе метаморфизма. Метаморфизм относится к процессам эндогенным и происходит за счет внутренней энергии земли. При метаморфизме породы претерпевают существенные структурные и текстурные изменения за счет высокого давления, высокой температуры и химически активных элементов, выделяющихся в глубоких зонах земной коры из расплавленной магмы. Породы при этом не переходят в расплавленное состояние. Степень метаморфизма определяется величиной давления и температуры. Чем выше температура и больше давление, тем значительнее изменения, происходящие в материнской породе, и выше степень метаморфизма. Обычно выделяют три степени метаморфизма: начальную, среднюю и высокую.

### Текстура

Высокие давления в условиях повышенной температуры вызывают прежде всего изменение текстурных особенностей горных пород. Под действием больших давлений горные породы уплотняются, а кристаллы минералов, слагающие их, поворачиваются наибольшей поверхностью перпендикулярно действующему давлению, что создает характерную для метаморфических пород ориентированную текстуру. Следовательно, все метаморфические породы имеют плотную текстуру. По расположению в породе отдельных структурных элементов наиболее характерными текстурами метаморфических пород являются:

слоистая (гнейсовая), которая характеризуется ориентировкой таблитчатых минералов в одном направлении. При значительной толщине слоев различного минерального состава текстура носит название полосчатой или ленточной. Если слои в процессе метаморфизма смяты в складки, то текстура называется пloyчатой;

сланцеватая, которая характеризуется ориентированным расположением таблитчатых и чешуйчатых минералов. При этом породы приобретают способность при механическом воздействии или выветривании раскалываться по плоскостям на пластинки или плитки;

однородная с неориентированным расположением кристаллов, которая возникает в породах при отсутствии ориентированного одностороннего давления.

## Структура

Структура метаморфических пород возникает в результате вторичной перекристаллизации вещества в твердом состоянии. Все метаморфические породы имеют кристаллическую структуру. При слабой степени метаморфизации породы могут иметь скрытокристаллическую структуру или переходную структуру с отдельными участками кристаллического строения.

По величине кристаллов различают структуры:

крупнокристаллическая с размером кристаллов более 5 мм;

среднекристаллическая с размером кристаллов от 5 до 1 мм;

мелкокристаллическая с размером кристаллов менее 1 мм.

Поскольку рост кристаллов при вторичной перекристаллизации в твердом состоянии затруднен по сравнению с кристаллизацией из магматических расплавов, то в большинстве случаев метаморфические породы бывают равнокристаллическими с неявно выраженной формой отдельных кристаллов.

## Минералогический состав

Метаморфические горные породы могут быть полиминеральными и мономинеральными. Они состоят из минералов устойчивых в условиях высоких температур. К ним относятся большинство минералов магматических пород: кварц, полевые шпаты, мусковит, биотит, роговая обманка, авгит, магнетит, а также один из минералов осадочных пород — кальцит. Кроме того, в условиях метаморфизма образуются минералы, которые характерны только для метаморфических пород. К



таким минералам относятся хлорит, серицит, тальк, серпентин, гранат, графит и др.

### Классификация

Основным диагностическим признаком метаморфических пород является их химический и минералогический состав, формирующийся в различных стадиях метаморфизма. Все химические классификации метаморфических пород очень большие и сложные. Более простой для лабораторного определения метаморфических пород является классификация по текстурным признакам, которая приведена в таблице-определителе.

## ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

### Группа гнейсов

Ортогнейс образуется при метаморфизме кислых и средних магматических горных пород. Структура полнокристаллическая, крупно и среднекристаллическая. По минералогическому составу аналогичен граниту. Состоит из ортоклаза, кварца, роговой обманки, авгита и биотита с примесью аксессуарных минералов. Цвет пестрый розовый. От гранита и сиенита отличается слоистой текстурой.

Плагиоклазовый гнейс образуется при метаморфизме магматических пород. Структура полнокристаллическая, средне и мелкокристаллическая. Текстура плотная, слоистая, иногда ленточная или плейчатая. По минералогическому составу аналогичен магматическим породам. Состоит из плагиоклаза, кварца, роговой обманки авгита и биотита с примесью аксессуарных минералов. Цвет пестрый светлосерый. От гранита и диорита отличается слоистой текстурой.

Парагнейс образуется при высокой степени метаморфизма осадочных пород: глин и песчаников. Структура полнокристаллическая, средне и мелкокристаллическая. Текстура плотная слоистая, иногда ленточная или плейчатая. По минералогическому составу аналогичен плагиоклазовому гнейсу. От последнего отличается большим содержанием темноцветных минералов: биотита, авгита, роговой обманки и меньшим содержанием полевых шпатов. Цвет пестрый темносерый.

Таблица — определитель метаморфических пород

Текстура	Структура	Название породы	Минералогический состав	Цвет и характерные признаки
Слоистая плотная	Полнокристаллическая	Ортогнейс	Ортоклаз, кварц, роговая обманка, биотит, авгит	Пестрый розовый
		Плагноклазовый гнейс	Плагноклаз, кварц, роговая обманка, биотит, авгит	Пестрый светло-серый
		Парагнейс	То же	Темно-серый
Сланцеватая плотная	Полнокристаллическая	Хлоритовый сланец	Хлорит, кварц	Зеленый
		Тальковый сланец	Тальк, кварц	Светло-зеленый, серый, мыльный на ощупь
		Слюдяной сланец	Биотит, мусковит, кварц	Белый, серый, черный с ярким слюдяным блеском
	Скрытокристаллическая	Филлит	Глинистые минералы, серицит, кварц	Серый, черный со слабым слюдяным блеском
Глинистый сланец		Глинистые минералы	Цвет зависит от цвета исходной глины. Матовый блеск по сланцеватости	
Однородная плотная	Мелкокристаллическая	Мрамор	Кальцит	Цвет различный. Бурно вскипает от HCl
	Полнокристаллическая	Кварцит	Кварц	Цвет различный. Не вскипает от HCl, очень прочный

## Группа сланцев

Хлористый сланец образуется в начальной стадии метаморфизма из осадочных и магматических пород. Состоит в основном из хлорита с примесью кристаллов кварца, иногда чешуек талька. Структура кристаллическая. Текстура плотная сланцеватая. Цвет зеленый. Легко царапается ножом.

Тальковый сланец образуется в начальной стадии метаморфизма из основных и ультраосновных магматических пород. Состоит из талька с примесью кристаллов кварца и чешуек хлорита. Структура кристаллическая. Текстура плотная сланцеватая. Порода мягкая, легко царапается ногтем. Из-за мягкости талька сланцеватость текстуры часто выражена слабо. На ощупь порода жирная, мыльная. Цвет светло-зеленый, светло-серый, серебристый.

Глинистый сланец образуется в начальной стадии метаморфизма как первый этап метаморфического изменения глинистых пород: алевролитов и аргиллитов. Состоит в основном из глинистых минералов с примесью кристаллов кварца, чешуек серицита и хлорита. Структура тонкозернистая с отдельными участками кристаллического строения, или скрытокристаллическая. Текстура плотная сланцеватая. Цвет различный, зависящий от цвета исходной глинистой породы. От аргиллитов отличается более отчетливо выраженной сланцеватостью. Глинистые сланцы легко раскалываются по горизонтальным плоскостям на плитки с матовой поверхностью.

Филлит образуется в начальной стадии метаморфизма как последующий этап изменения глинистых сланцев. Увеличение давления и температуры приводит к полной перекристаллизации глинистого вещества и появлению обильных чешуек хлорита и серицита. Структура кристаллическая. Текстура плотная сланцеватая. Состоит из тонкочешуйчатых кристаллов глинистых минералов, серицита, хлорита и кварца. Окраска филлита связана с цветом исходных глинистых сланцев и с цветом преобладающих минералов. От глинистых сланцев отличается шелковистым серебристым блеском по плоскостям сланцеватости.

Слюдяной сланец образуется на средней стадии метаморфизма как последующий этап метаморфического изменения глинистых сланцев и филлитов. Состоит из биотита, мусковита, кварца с примесью полевых шпатов и гранатов. Структура кристаллическая, чаще крупно и среднекристал-

лическая. Текстура плотная сланцеватая, иногда плейчатая. Цвет в основном серый, варьирует в широких пределах в зависимости от соотношения светлой и темной слюды.

### **Группа пород с однородной текстурой**

Мрамор образуется в процессе метаморфизма из осадочных карбонатных пород. Структура кристаллическая, мелко и среднекристаллическая. Текстура плотная однородная. По минералогическому составу мономинерален, состоит в основном из кальцита, поэтому бурно реагирует с HCl. В качестве примеси могут встречаться доломит, магнезит, кварц, графит, хлорит. Цвет у чистого скульптурного мрамора белый. Однако мрамор в зависимости от примесей может быть различного цвета: от серого до черного, зеленоватого, розового, красного, желтого, кремового и т. д. Широко распространены породы, обладающие пестрой пятнистой окраской, обусловленной проникновением красящих растворов по многочисленным трещинам и внутренним пустотам.

Кварцит образуется при средней и высокой степени метаморфизма кремнистых и песчаных пород. Структура кристаллическая, средне и мелкокристаллическая с плохо выраженной формой кристаллов кварца. Текстура плотная однородная. Часто сохраняется реликтовая слоистая и косо-слоистая текстура. По минералогическому составу мономинерален. Состоит в основном из кварца. В качестве примесей могут встречаться хлорит, гематит, лимонит, гранат, полевошпат. Цвет светло-серый, серый, коричневый, красновато-коричневый. От песчаника отличается более высокой прочностью и характером излома.

### **Инженерно-строительные свойства**

Метаморфические горные породы обладают жесткими кристаллизационными связями между минеральными зернами, что определяет их большую прочность на сжатие и разрыв. Наиболее прочными среди метаморфических пород являются породы с однородной текстурой: мрамор и кварцит. Предел прочности их на сжатие изменяется от 1000 кгс/см<sup>2</sup> до 5000 кгс/см<sup>2</sup>. Эти породы наиболее устойчивы и в отношении выветривания.

Слоистые и, особенно, сланцеватые породы обладают ясно выраженной анизотропностью механических свойств. В

среднем прочность гнейсов на сжатие перпендикулярно слоистости изменяется от 1500 кгс/см<sup>2</sup> до 3000 кгс/см<sup>2</sup>. Возникающие в процессе метаморфизма трещины в гнейсах обычно бывают заполнены различными слоями, поэтому их прочность незначительно уменьшается по направлению слоистости. Гнейсы легко и быстро выветриваются. Наибольшей стойкостью против выветривания обладают кварцевые гнейсы. При увеличении содержания полевых шпатов и биотита уменьшается способность гнейсов сопротивляться выветриванию.

Наименее прочными и сильно анизотропными в отношении механических свойств являются сланцы. Предел прочности их на сжатие перпендикулярно слоистости изменяется в очень широких пределах от 2000 кгс/см<sup>2</sup> до 100 кгс/см<sup>2</sup>. Среди сланцев наибольшей прочностью 1000 кгс/см<sup>2</sup>—2000 кгс/см<sup>2</sup> обладают слюдяные сланцы. Прочность хлоритовых и тальковых сланцев редко достигает 1000 кгс/см<sup>2</sup> и чаще лежит в пределах 200—600 кгс/см<sup>2</sup>. Наименее прочными среди сланцев являются филлиты и глинистые сланцы, предел прочности на сжатие которых менее 200 кгс/см<sup>2</sup>. В направлении по сланцеватости прочность на сжатие всех сланцев очень незначительна. Все сланцы очень неустойчивы в отношении выветривания и образуют на склонах рыхлые осыпи, состоящие из мелкой щебенки.

Наиболее широкое применение в строительстве имеют мрамор и кварцит из-за их большой прочности и устойчивости против выветривания. Интенсивное выветривание сланцев ограничивает использование их в качестве оснований сооружений, несмотря на их значительную прочность.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	2
Магматические горные породы . . . . .	3
Условия образования . . . . .	3
Химический и минералогический состав . . . . .	4
Структура . . . . .	4
Текстура . . . . .	5
Классификация магматических пород . . . . .	6
Описание отдельных представителей магматических горных пород . . . . .	7
Кислые породы . . . . .	7
Средние породы . . . . .	10
Основные породы . . . . .	11
Инженерно-строительные свойства . . . . .	12
Метаморфические горные породы . . . . .	14
Условия образования . . . . .	14
Текстура . . . . .	14
Структура . . . . .	15
Минералогический состав . . . . .	15
Классификация . . . . .	16
Описание отдельных представителей метаморфических горных пород . . . . .	16
Группа гнейсов . . . . .	16
Группа сланцев . . . . .	18
Группа пород с однородной текстурой . . . . .	19
Инженерно-строительные свойства . . . . .	19

**Жакерия Евгеньевна Рогаткина**

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Методические указания к лабораторным работам

Редактор **М. Д. Нетребина**

Техн. редактор **Н. Н. Васильева**

Корректор **Г. М. Пастушкова**

---

Сдано в набор 19.06.85 г. Подписано в печать 14.10.86 г.  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 1,25. Зак. 1044. Тир. 1000. Бесплатно.  
Редакционно-издательский отдел МИИТа

---

Типография МИИТа, Москва, ул. Образцова, 15.