



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Инженерная геология, основания и фундаменты»

Практикум
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Геология»
(минералогия и петрография)



Автор
Гридневский А.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов дневной формы обучения, направлений подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»; профиль – «Метрология, стандартизация и сертификация»; 08.03.01 «Строительство», профили: «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Механизация и автоматизация строительства», «Механическое оборудование и технологические комплексы предприятий строительных материалов, изделий и конструкций».

Методические указания знакомят студентов с составом, строением и свойствами наиболее распространенных в земной коре и востребованных в строительстве минеральных образований.

Описание минералов дается по классам, а горных пород – в соответствии с их генезисом. Для лабораторных занятий используются коллекции минералов и горных пород, кристаллы и их макеты.

Автор

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент кафедры «ИГОФ»
Гридневский А.В.



Оглавление

1. МИНЕРАЛЫ	4
1.1. Внешний облик минералов.....	4
1.2. Окраска минералов.....	5
1.3. Твердость минералов.....	5
1.4. Спайность минералов.....	6
1.5. Другие свойства минералов.....	6
1.6 Особенности строения силикатов.....	6
2. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ	13
3. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	17

1. МИНЕРАЛЫ

Минерал – это неорганическое природное химическое соединение кристаллической структуры, образовавшееся на Земле в ходе геологических и геохимических процессов.

При этом понятие “геологические процессы” охватывает все явления, связанные с формированием и существованием на Земле горных пород, а “геохимические процессы” – явления взаимодействия и существования химических элементов в ходе геологических процессов.

Состав минералов однороден и его можно представить химической формулой. Минералы характеризуются разнообразием свойств, что объясняется различными условиями их образования и кристаллохимическими свойствами. Ниже приводятся наиболее важные признаки минералов.

1.1. Внешний облик минералов

Морфология минералов определяется их внутренним строением. Большинство минералов имеет форму кристаллов. Для каждого минерала характерна определенная форма, что служит главным признаком. Среди минералов встречаются следующие формы:

- изометрические, т.е. равновеликие во всех направлениях (минералы, пирит, кальцит);
- вытянутые в одном направлении – призматические (кварц);
- шестоватые (роговая обманка), волокнистые (асбест);
- плоские формы – листоватые (тальк), чешуйчатые (графит); пластинчатые (слюда).

Кристаллы одних и тех же минералов, срастаясь друг с другом, образуют **двойники**, например гипс, плагиоклазы. В ряде случаев возникают при взаимном прорастании двух кристаллов (флюорит, пирит).

Минералы могут встречаться в виде сросшихся скоплений кристаллов (**агрегаты минералов**). Так, например, кристаллы гипса срастаются в виде “розы”, глинистые минералы образуют землистые скопления, кристаллы кварца формируют друзы – агрегаты на едином основании.

1.2. Окраска минералов

Цвет минералов зависит от их химического состава. Многие минералы имеют постоянную окраску: малахит-зеленый, пирит – желтый, киноварь – красный. Другие минералы обретают разные цвета за счет примесей. Так, кварц в чистом виде бесцветный и прозрачный (горный хрусталь), из-за примесей же становится дымчатым, желтым, фиолетовым, зеленым, красным. Некоторые минералы имеют разную окраску в порошке и в кристалле (гематит темно-серый в куске, вишнево-бурый в порошке, пирит – соломенно-желтый в куске, зеленовато-черный в порошке). Такую особенность минералов называют «цвет черты» определяют нанесением черты на поверхность фарфора.

1.3. Твердость минералов

Твердость минералов – способность сопротивляться внешнему механическому воздействию: резанию, истиранию и вдавливанию. Она определяется специальными приборами: склерометром, микропенетрометром.

Относительная твердость минералов оценивается, также, сравнением с твердостью эталонных минералов путем царапания острым краем одного минерала по гладкой поверхности другого. Выражается она в баллах шкалы, предложенной Фридрихом Моосом в 1824 году:

1 – тальк, $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$;	6 – ортоклаз, $K[Al_3, Si_3 O_8]$;
2 – гипс, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$;	7 – кварц, SiO_2 ;
3 – кальцит, $CaCO_3$;	8 – топаз, $Al_2(F, OH)_2[SiO_4]$;
4 – флюорит, CaF_2	9 – корунд, Al_2O_3 ;
5 – апатит, $Ca_5(F, Cl)[PO_4]_3$;	10 – алмаз, C.

Пример. Если определяемый минерал имеет твердость одинаковую с кварцем, то она выражается в 7 баллах по шкале Мооса.

1.4. Спайность минералов

Спайность – это способность некоторых минералов раскалываться по плоскостям кристаллической решетки. Она является важным диагностическим признаком. По степени совершенства спайность подразделяется на пять видов: весьма совершенная (слюды), совершенная (кальцит), средняя (флюорит), несовершенная (апатит). При отсутствии спайности, например в кварце, минерал раскалывается в неопределенных направлениях. В таких случаях характерным признаком минерала может являться морфология поверхности излома: раковистая (обсидиан), занозистая (актинолит), зернистая (магнетит).

1.5. Другие свойства минералов

Минералы обладают рядом специфических свойств – магнитность (минералы магнетит – Fe_3O_4 , ильменит FeTiO_3), растворимость в воде (сильвин – KCl , гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), кислотам (доломит – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, кальцит – CaCO_3), вкусом (галит – NaCl – соленый), поляризация света, двойное лучепреломление (кальцит).

1.6 Особенности строения силикатов

Минералы класса силикатов слагают 90% массы земной коры. Строение силикатов обусловлено формированием групп $[\text{SiO}_4]^{4-}$, в которых ион Si^{4+} окружен четырьмя ионами O^{2-} , расположенными в углах тетраэдра, называемого кремнекислородным. Фигура тетраэдра является основной структурной единицей всех силикатов. Группа $[\text{SiO}_4]^{4-}$ может находиться в кристаллической решетке изолированно, или объединяться через ковалентные связи кислорода в кольца по 2, 3, 4 и 6 тетраэдров, ленты, плоскости и трехмерные каркасы (табл.1). Если в кристаллической решетке ионы кремния замещаются алюминием $\text{Si}^{4+} \rightarrow \text{Al}^{3+}$, то возникший избыточный отрицательный заряд компенсируется ионами K^+ , Na^+ , Ca^{2+} .

Примеры: ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, анортит $\text{Ca}[\text{AlSi}_2\text{O}_8]$. Примером структуры с одним тетраэдром является оливин – $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$; кольцо из шести тетраэдров имеет берилл – $\text{Al}_2[\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$ (Рис.1). Бесконечное повторение группы тетраэдров $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ в цепочке можно наблюдать у авгита: $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Al}, \text{Si})_2\text{O}_6]$. Две связанные

цепочки образуют ленты, в которых неограниченно повторяется группа $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$, например у асбеста $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

К слоистым силикатам относятся слюды, глинистые минералы. В их структуре группа $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$ бесконечно повторяется в плоскости, например каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ или биотит $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$.

У силикатов с непрерывными трёхмерными каркасами все атомы кислорода общие. Такой каркас нейтрален. Радикал $[\text{SiO}_2]^0$. Именно такой каркас отвечает структуре кварца. На этом основании его относят не к окислам, а к силикатам. К каркасным силикатам относятся полевые шпаты. В группировку их каркаса входят четыре тетраэдра. Таким образом, в ортоклазе на четыре катиона (три кремния и один алюминий), приходится восемь атомов кислорода – $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$.

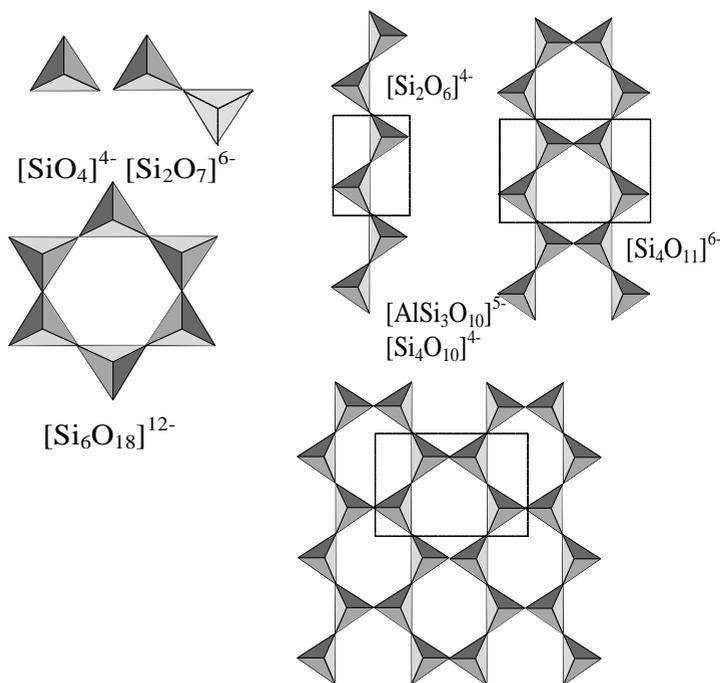


Рис.1 Структуры силикатов



В процессе выполнения работы студенты должны диагностировать минералы по коллекции и описаниям. В таблице 2 дается краткая характеристика минералов по классам и приведено описание наиболее характерных физических свойств, которые чаще всего используются при диагностике минералов.

Структурные формулы силикатов

Минералы	Структурные формулы	Состав групп	Возможные сочетания кремне-кислородных тетраэдров
Авгит	$(Ca,Na)(Mg,Fe,Al) [(Al,Si)_2O_6]$	цепочка	$Si_2O_6 \rightarrow SiO_3 \rightarrow (Al,Si)_2O_6$
Роговая обманка Асбест	$(Ca,Mg)_2(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_4O_{11}] (OH)_2$ $Mg_6[Si_4O_{11}] (OH)_6 \cdot nH_2O$	Лента	$i_4O_{11} \rightarrow (Si,Al)_4O_{11}$
Мусковит Биотит Тальк Каолинит Монтмориллонит	$KAl_2 [Si_3AlO_{10}] (OH)_2$ $K(Mg,Fe)_3 [Si_3AlO_{10}] (OH)_2$ $Mg_3[Si_4O_{10}] (OH)_2$ $Al_4 [Si_4O_{10}] (OH)_8$ $(Al,Mg)_2 [Si_4O_{10}] (OH)_2 \cdot nH_2O$	слой	$Si_4O_{10} \rightarrow Si_2O_5 \rightarrow Si_3AlO_{10}$
Ортоклаз Лабрадор (полевой шпат)	$K[AlSi_3O_8]$ $nCa[Al_2Si_2O_8](100-n)Na[AlSi_3O_8]$	каркас	$Si_4O_8 \rightarrow SiO_2 \rightarrow (Al,Si_3)O_8$

Физические свойства минералов

Таблица 2

Название, химическая формула	Тверд.	Спайность, излом	Цвет, цвет черты	Блеск	Плотность	Сингония, форма кристаллов	Диагностические признаки	Практическое применение
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Галоиды (галогениды)

Галит, NaCl	2	Совершенная	Бесцветный белый и др. цвета	Стекланный	2,1-2,6	Кубическая. Форма куба	легко растворяется в воде	Пища, сырье для хим. производства
Флюорит, CaF₂ (плавиковый шпат)	4	Совершенная в 4-х направл.	Бесцветн., зеленый, сиреневый, и др.	Стекланный	3,0-3,2	Кубическая. Форма куба, октаэдра	При слабом нагревании светится в темноте	Металлургия (флюс); хим. сырье ; оптика

Геология (минералогия и петрография)

Оксиды

Кварц, SiO₂	7	Отсутствует, излом раковин- стый, неровный	Бесцвет- ный, розо- вый, дым- чатый, белый и др.	На изло- ме стек- лянный жирный	2,5- 2,9	Гексаго- нальные призмы, увенчанные пирамидами	Разновидно- сти: горный хрусталь, аметист	Оптика, радио- техника, произ- водство стекла и др.
Опал, SiO₂* nH₂O	6	Отсутствует, излом раковин- стый	Белый, желтый, синий и др.	Восковой тусклый	2,7- 2,9	Скрытокри- сталличе- ский	Аморфный, образует натечные формы	Огнеупорные материалы. Керамика
Гематит Fe₂O₃	5-6	Излом раковин- стый	Серовато- черный, черта вишневая	Тусклый с сине- ватым отливом	4,9- 5,3	Тригональ- ная. Кри- сталлы таб- литчатые	Сплошные массы, натеч- ные формы	Важная железн- ная руда
Лимонит, Fe₂O₃* nH₂O	2-4	Спайности нет, излом земли- стый	От желто- го до бу- рого; чер- та охри- стая	Тусклый, полуме- талличе- ский	3,6- 4,0	Кубики, пентагон – додекаэдри	Скрыто- кристал- лический, ржаво-бурый цвет	Железная руда, пигмент для красок



Карбонаты

Кальцит, CaCO₃ (Известково-ый шпат)	3	Совершенная в трех направлениях	Белый, серый, голубой, желтый. Черта белая	Стеклянный, перламутровый	2,7	Тригональная. Форма ромбоэдра. Друзы.	Раскалывается на косые параллелепипеды, вскипает в кислоте	В строительной промышленности, в металлургии
Доломит, CaMg (CO₃)₂	3-4	Совершенная в трех направлениях	Белый, желтый, серый. Черта белая	Стеклянный	2,8-2,9	Тригональная. Форма ромбоэдра	В порошке ет от действия ной кислоты	Металлургия; огнеупорн. материал; производство цемента

2. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Большинство минералов имеют кристаллическое строение, их атомы располагаются в узлах кристаллических решеток. Формы кристаллов изучает наука кристаллография.

На лабораторных занятиях студенты знакомятся с основными положениями о строении кристаллов и их симметрии.

1. Ограничение кристаллов. Существует три элемента ограничения: грани, ребра и вершины.

Кристаллическая симметрия – правильная повторяемость элементов ограничения и других свойств кристаллов по определенным направлениям.

2. Элементы симметрии кристаллов: оси, плоскости, центр. В кристаллах (макетах) необходимо найти эти элементы.

Ось симметрии – линия при вращении вокруг которой правильно повторяются одинаковые элементы ограничения и проявляются одинаковые свойства кристаллов.

Порядок оси симметрии – количество совмещений кристалла с первоначальным положением при повороте на 360° . Оси бывают второго – L2, третьего – L3, четвертого – L4 и L6 – шестого порядков/

Плоскость симметрии – плоскость, по обе стороны от которой располагаются одинаковые элементы ограничения и проявляются одинаковые свойства кристаллов.

Центр симметрии – точка внутри кристалла, характеризующаяся тем, что любая, проведенная через нее прямая, встречает по обе стороны одинаковые точки. Центр симметрии присутствует в кристаллах, у которых грани попарно параллельны или обратно параллельны.

По 2-3 макетам кристаллов студенты определяют оси симметрии, их порядок, количество (оси бывают второго – L2, третьего – L3, четвертого – L4 и шестого порядков), затем диагностируют плоскости симметрии (P) и их количество, и наконец, определяется наличие центра симметрии (C). Он в кристаллах бывает один или отсутствует.

Элементы симметрии кристаллов необходимо записать в определенном порядке. Количество осей перечисляется от высшего порядка к низшему, затем указывается количество плоско-

стей симметрии и наличие центра симметрии, например, куб – 3L44L36L29PC, гексагональная призма L66L27PC.

3. Формы кристаллов бывают простыми и комбинированными. Простыми формами обладают кристаллы с тождественно одинаковыми гранями. Существует 47 простых форм. Комбинированные формы сочетают несколько простых форм.

Простые формы кристаллов бывают открытыми и закрытыми.

Открытые простые формы самостоятельно не замыкают пространство.

Примеры: моноэдр, диэдр, пинакоид, призмы: тригональные, тетрагональные, гексагональные, пирамиды: тригональные, тетрагональные, гексагональные;

Закрытые простые формы самостоятельно замыкают пространство, то есть полностью его ограничивают.

Примеры: куб, тетраэдр, октаэдр, ромбододекаэдр, пентагондододекаэдр.

Комбинированные (сложные) формы кристаллов представляют собой сочетание простых форм, например призма является комбинацией двух форм: пинакоида и открытой призмы; пирамида – открытой пирамиды и моноэдра.

Наименование кристаллов. Кристаллы получают свое наименование по следующим правилам:

- 1) геометрическое наименование – куб, призма, пирамида;
- 2) наименование на основе формы поперечного сечения кристалла и его

геометрической фигуры, например: тригональная призма или пирамида, тригональная дипирамида, тетрагональная дипирамида и т. д.

- 3) по форме и числу одинаковых граней в кристалл, например: кристалл имеет двенадцать ромбических граней – ромбододекаэдр, двенадцать пятиугольных граней – пентагондододекаэдр.

Классификация кристаллов

Геометрически возможно лишь ограниченное число всевозможных размещений атомов в кристаллах. Такие размещения

описываются 32 кристаллическими классами. Классификация кристаллов основана на элементах симметрии. В зависимости от сочетаний элементов симметрии все кристаллы объединяются в семь групп или сингоний: кубическую, гексагональную, тетрагональную, тригональную, ромбическую, моноклинную и триклинную. Сингонии делятся по сложности сочетаний элементов симметрии на три категории – низшую, среднюю, и высшую (таблица 2).

Студенты должны исследовать кристаллы или их макеты и определить для каждого образца кристалла элементы симметрии, написать кристаллографическую формулу и определить сингонию.

Таблица 2
Сравнительная характеристика сингоний

Количество элементов симметрии	Категория						
	высшая	средняя			низшая		
	Сингония						
	Кубическая	гексагональная	тетрагональная	тригональная	ромбическая	моноклиная	триклинная
Минимум элементов симметрии, необходимый и достаточный для отнесения кристалла к данной сингонии	Более одной оси высшего наименования	Только одна ось высшего наименования			Ни одной оси высшего наименования		
					Обязательно присутствуют		
		L ₆	L ₄	L ₃	Более одной L ₂ или более одной P	L ₂ или P	Нет элементов симметрии
Максимум элементов симметрии, возможный в каждой сингонии	3L ₄ 4L ₃ 6L ₂ 9PC	L ₆ 6L ₂ 7PC	L ₄ 4L ₂ 5PC	L ₃ 3L ₂ 3PC	3L ₂ 3PC	L ₂ PC	C

Оси высшего наименования – L₃, L₄, L₆

3. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горные породы – это природные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре, устойчивые по составу, строению и залегающие в виде самостоятельных тел. Состав, строение и условия залегания горных пород в земной коре определяются условиями их происхождения – генезисом. Геологическая классификация горных пород основана на генетическом принципе, т.е. на условиях их формирования в земной коре (табл.3).

Инженерно-геологическая классификация грунтов

I класс – природные скальные грунты

Таблица 3

Классы грунтов	Группы	<i>Подгруппы грунтов</i>	
1	2	3	
<i>Скальные</i> (с жесткими структурными связями: кристаллизационными и цементационными)	Скальные, полу-скальные	Магматические	Интрузивные, эффузивные
		<i>Метаморфические</i>	
		<i>Осадочные</i>	Силикатные, карбонатные, кремнистые, сульфатные, галоидные

Продолжение таблицы 3

II класс – природные дисперсные грунты			
1	2	3	
<i>Дисперсные</i> (с механическими, водно-коллоидными связями)	Связные	Осадочные	Минеральные, органоминеральные, органические
	Несвязные	Осадочные	Минеральные (силикатные, карбонатные, полиминеральные)

III класс – природные мерзлые грунты			
<i>Мерзлые</i> (с криогенными структурами).	Скальные Полускальные ----- Связные ----- Ледяные	Промерзшие	Интрузивные, эффузивные, Метаморфические, осадочные
			Эффузивные, осадочные
			Осадочные



Продолжение таблицы 3

IV класс – техногенные грунты (скальные, дисперсные и мерзлые)

1	2	3
<i>Скальные</i>	Скальные, полускальные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями)
<i>Дисперсные</i>	Связные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями)
	Несвязные	Природные перемещенные образования (намывные, насыпные)
		Антропогенные образования (насыпные, намывные)



Окончание таблицы 3

1	2	3
Мерзлые	Связные, несвязные, ледяные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями).
		Природные перемещенные образования (намывные, насыпные)
		Антропогенные образования (намывные, намороженные), измененные тепловым или химико-физическим воздействием

При визуальной диагностике горных пород следует определить структуру, цвет, а также минеральный состав горной породы. при диагностике минералов следует обращать внимание на их твердость, цвет, спайность (таблица 4) .

Структуры горных пород

Зернистая структура. Минералы представлены зернами, хорошо различимыми без увеличения. По крупности зерен выделяют структуры крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые и тонкозернистые. По однородности размеров зерен различают структуры равномернозернистые (гранит) и неравномернозернистые (порфировидный гранит).

Примеры некоторых структур:

<u>Порфировая.</u>	На однородном фоне выделяются зерна отдельных минералов (порфирит).
<u>Обломочная.</u>	Обломки различной величины, формы и цвета сцементированы в сплошную массу (крупнообломочная – конгломерат, мелкообломочная – песчаник).
<u>Плотная, скрыто-кристаллическая.</u>	Зерна неразличимы глазом (опал, халцедон)
<u>Землистая</u>	Породы внешним видом напоминают рыхлую почву, легко растираются между пальцами (глина, мел).
<u>Пористая.</u>	Ясно видны поры. Породы легкие (пемза).
<u>Зернисто-сланцеватая.</u>	Чередуются полосы зернистого и сланцеватого сложения (гнейс).

Сланцеватая.

Способность горных пород при ударе раскалываться на плитки (глинистый, слюдяной сланцы).

Несцементированные обломки.

Обломки разной величины и формы находятся в несцементированном виде (галечник, гравий песок).

Минералы горных пород условно разделяют по твердости на три группы: Низкая твердость (<3), средняя твердость (3-4), высокая твердость (>5-6).

Минеральный состав. Каждая группа пород включает обязательный набор минералов. Например, гранит состоит из кварца, полевых шпатов, слюд (второстепенные минералы – роговая обманка).

Окраска горной породы. Указывает косвенно на состав минералов.

Примеры темной окраски – серая, темно-серая, зеленовато-серая, темно-зеленая, черная. Примеры светлой окраски – белая, светло-серая, желтоватая, розовая.

Плотность. Легкие горные породы – пемза. Горные породы средней плотности – гранит, липарит. Тяжелые породы – габбро, базальт.



Таблица 4

Магматические горные породы*1. Глубинные (интрузивные) горные породы*

№ п/п	Породы	Основные минералы	Диагностические признаки	Применение в строительстве
1	2	3	4	5
11	Гранит	Кварц, полевые шпаты, небольшое количество слюды и темноцветных минералов.	Цвет светло-серый, розовый, желтоватый, темно-красный. Преобладает полевой шпат, содержание кварца 25-30%, <i>Структура</i> зернистая, полнокристаллическая, малая плотность (2,6-2,7 т/м ³), большая твердость.	Облицовочный и строительный камень, щебень, прикладное искусство

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
2 32 2	Диорит	Полевые шпаты: плагиоклаз (~50%), ортоклаз и микроклин (~25%); темноцветные минералы (~25%): авгит, биотит, роговая обманка.	Цвет серый, темно-серый, зеленовато-серый; светлее, чем габбро. Полевой шпат обычно сероватый. Кварц отсутствует. Полнокристаллическая <i>структура</i> : среднезернистая и мелкозернистая, небольшая плотность (2,7-2,9 т/м ³)	Такое же, как и гранита
33	Габбро	Плагиоклаз (лабрадор ~ 60%), темно- цветные минералы : оливин, пироксен, реже роговая обманка.	Окраска темно-зеленая, черная. Структура полнокристаллическая, крупно- и среднезернистая, кварц отсутствует, синеватый отлив лабрадора на плоскостях спайности, большая плотность (2,8-3,3 т/м ³)	Облицовочный материал, мощение мостовых

2. Излившиеся (эффузивные) горные породы

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	
44 4	Обсидиан	Вулканическое стекло кислого, среднего и основного состава	Цвет черный, сургучный, темно-серый, стеклянный блеск. <i>Структура</i> стекловатая, плотная, раковистый излом, плотность 2,2-2,4 т/м ³	Добавки в цементы, производство стекла, перлита, поделочный камень
55	Липарит (риолит)	Вулканическое стекло, полевые шпаты, кварц	Окраска светло-серая, оттенки – желтый, красноватый. Срыто-кристаллический с мелкими зерна кварца, полевых шпатов; плотность 2,1-2,6 т/м ³	Строительный камень, щебень, изготовление стекла
66	Порфирит	Аморфная масса, крупные вкрапления зерен полевого шпата	Цвет темно-зеленый, темно-серый. <i>Структура</i> порфировая. Зерна полевых шпатов изометричные, тусклые, светло-серые, желтоватые, зеленоватые. Средняя плотность (2,7-2,9 т/м ³)	Строительный камень, щебень, кислотоупорный материал

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
77	Базальт	Аморфная масса, плагиоклаз (лабрадор- 60%), оливин, пироксен, редко роговая обманка.	Окраска черная, темно-серая. <i>Структура</i> плотная, тонкозернистая неровный излом, темная окраска, большая плотность (2,7-3,2 т/м ³)	Строительный камень, каменное литье, кислотоупорный материал.

Вулканоогенно-осадочные (пирокластические) горные породы

88	Вулканический туф	Сцементированные обломки вулканического пепла, лапиллей и застывшей лавы.	Окраска от кремовой до кирпично-красной и темно-серой. <i>Структура</i> обломочно-пористая. Низкая прочность, плотность (1,4-2,5 т/м ³).	Облицовка, хороший теплоизолятор, материал для красок, добавок к цементам и подделок
----	-------------------	---	--	--

Осадочные горные породы

3. Обломочные рыхлые горные породы

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
99	Галечник / Щебень	Несцементированные обломки горных пород размером 10–200 мм (окатанные – галечник, угловатые – щебень)	Окраска разнообразна и зависит от состава обломков, чаще всего серая. Характерны большие размеры несцементированных обломков	Материал для дорожных насыпей, производство строительных материалов
110	<u>Гравий</u> (окатанные обломки) <u>Дресва</u> (угловатые обломки)	Несцементированные Обломки горных пород и минералов размером 2–10 мм.	Окраска разнообразная и зависит от состава обломков, Большая водопроницаемость, сыпучесть несцементированных обломков.	Строительный материал, устройство дренажей

Продолжение таблицы 4

	<u>2</u>	3	4	5
111	Песок	Обломки кварца, полевых шпатов, реже глауконита, кальцита, слюды, магнетита. Размер обломков 2-0,05 мм.	Окраска непостоянная и зависит от состава обломков. Сыпучесть и малые размеры окатанных зерен.	Изготовление бетона, Строительство дорог, дренажей, стекольное производство.
112	Глина	Глинистые минералы: монтмориллонит, каолинит, гидрослюда; полевые шпаты, кварц, карбонаты. Содержание частиц <0,005 мм превышает 30%.	Окраска серая с оттенками зеленого, желтого, бурого. Землистое <i>строение</i> . Водонепроницаема. От царапания ногтем остается блестящий след. Жирная на ощупь и пластичная при увлажнении. Диагностируется по гранулометрическому составу.	Устройство насыпей, гидроизоляции. Производство керамики, керамзита, вяжущих материалов.

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
113	Суглинок	Состав – см. состав глины. Содержание частиц <0,005мм – 10–30%	Цвет серый с оттенками желтого, бурого. Землистое <i>строение</i> . Низкая водопроницаемость. При растирании пальцами ощущаются песчинки, пластичный при увлажнении. Диагностируется по грансоставу.	Устройство дорожных насыпей. Производство кирпича
614	Супесь	Состав – см. состав глины. Содержание частиц <0,005 мм – 3–10%	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> землистая, слабосвязанная. При увлажнении легко рассыпается. Растирается пальцами в тонкий порошок. Неводостойкая. Диагностируется по гранулометрическому составу.	Устройство дорожных насыпей. Производство кирпича

4. Обломочные цементированные горные породы

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
115	Конгломерат	Цементированные <u>окатанные</u> обломки горных пород и минералов. (Цемент: опал, халцедон, карбонаты, гипс, окислы железа, глинистые минералы).	Цвет зависит от состава цемента и обломков. <i>Структура</i> крупнообломочная. Плотность 1,9-2,5 т/м ³ .	Строительный, облицовочный камень, щебень
116	Брекчия	Цементированные <u>угловатые</u> обломки горных пород и минералов. Цемент – см. состав конгломерата	Цвет зависит от состава цемента и обломков. <i>Структура</i> крупнообломочная. Плотность 1,9-2,5 т/м ³ . Превышает по прочности конгломерат	Облицовочный камень, щебень

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
117	Песчаник	Цементированные <u>окатанные</u> обломки (0,05-2,0 мм) кварца, полевых шпатов, темно-цветных минералов .	Цвет зависит от цемента и обломков. <i>Структура</i> мелкообломочная, однородная, пористая; грубый на ощупь, видны песчаные частицы.	Мощение улиц, облицовка, щебень, стеновой камень; производство стекла.
118	Алевролит	Скрепленные природным цементом пылеватые частицы кварца, полевых шпатов, карбонатов и в меньше степени других минералов.	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> плотная или тонкозернистая, однородная, иногда слоистая, пористая; шершавый на ощупь, царапает стекло.	Иногда используется для отсыпки насыпей дорог
119	Аргиллит	Глинистые минералы, в меньшей степени кварц, полевые, шпаты, карбонаты и другие минералы. Цемент- см. состав конгломерата	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> плотная, однородная, иногда слоистая; в воде не размокает, прочнее глины, скользит по стеклу.	Иногда используется для отсыпки насыпей дорог

5. Хемогенные горные породы

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
20	Известняк	Кальцит	Цвет: от белого до черного. <i>Структура</i> однородная, скрыто-кристаллическая, тонкозернистая, пористая. Активно реагирует с кислотой, не царапает стекло. Плотность 2,0-2,6 т/м ³	Стеновой и облицовочный камень, щебень, производство извести, вяжущих
221 2	Мергель	Глинистые минералы, кальцит (около 50%), реже доломит.	Цвет от светло- до тёмно-серого, бурый. <i>Структура</i> однородная, тонкозернистая; после реакции с кислотой остается глинистая пленка.	Производство цемента
3	Гипс	Преимущественно гипс	Цвет чаще белый, серый, реже розовый. <i>Структура</i> скрыто-кристаллическая, иногда волокнистая; слабо растворим в воде; царапается ногтем.	Сырье для производства алебастра, гипсолита, цемента, штукатурки

б. Органогенные горные породы

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
1	Известняк-ракушечник	Кальцит.	Цвет белый, серый, желтый, желто-бурый. <i>Структура</i> органогенная, пористая. Активно реагирует с кислотами. Мягче стекла. Практически не растворим в воде.	Стеновой камень, щебень, производство извести, вяжущих
2	Мел	Кальцит, примеси.	Цвет белый. <i>Структура</i> землистая, скрытокристаллическая, микропористая. Размокает в воде, вскипает под действием кислоты.	Строительный материал, производство извести

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
3	Диатомит	Скрепленные рыхлым цементом панцири (<i>опал</i>) диатомовых водорослей	Цвет светло-серый, кремовый. Структура земляная, однородная. Крошится руками, шероховатый, царапает стекло, размокает в воде, прилипает к языку, инертен к кислотам. Плотность <u>диатомита</u> 0,4-0,9 т/м ³ , <u>трепела</u> 0,5-1,3 т/м ³ .	Огнеупорные изделия, фильтры, керамика, кирпич, звукоизоляция, теплоизоляция.
	Трепел	Цементированные круглые зерна <i>опала</i> с примесью микрофауны		
4	Опока	Цементированные частицы опала с примесью глинистых минералов и остатков микрофауны	Цвет серовато-белый, кремовый, до черного. Структура земляная, однородная, плотная. При ударе образует раковистый излом. Плотность 1,2-1,5 т/м ³	Огнеупорные изделия, фильтры, керамика, кирпич, звукоизоляция, теплоизоляция.

7. Метаморфические горные породы зернистые (массивные)

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
1	Кварцит	Кварц, примеси.	Окраска разная, чаще серая. Структура мелко-зернистая. Блестящая поверхность в изломе. Высокая прочность. Тверже мрамора, не реагирует с кислотами.	Строительный и облицовочный камень, щебень, изготовление огнеупорных кирпичей.
2	Мрамор	Кальцит с небольшой примесью доломита	Цвет разный, часто белый, Структура зернисто-кристаллическ. Вскипает в кислоте, низкая твердость (3,0). Плотность 2,5-2,9 т/м ³	Декоративный камень, заполнитель цветных бетонов; стекольная промышленность

Метаморфические горные породы.
Сланцеватые

Продолжение таблицы 4

	2	3	4	5
3	Гнейс	Кварц, полевые шпаты, слюда, иногда роговая обманка.	Окраска и состав как у гранита. Структуры зернистые, сланцеватые, очковые, плейчатые. Высокая прочность. Плотность 2,5-2,9т/м ³ .	Строительный камень, щебень
4	Сланец глинистый	Глинистые минералы, кварц, полевые шпаты, слюда,	Темно-серый, реже зеленоватый, бурый. Блеск тусклый. Структура сланцеватая. Легко колетса на плитки; не размокает в воде. Плотность 2,1-2,4 т/м ³	Дорожное строительство, устройство насыпей, изготовление керамзита, кровли.

Окончание таблицы 4

	2	3	4	5
5	Филлит	Слюда(серицит), хлорит, реже кварц, полевые шпаты	Окраска темно-серая, зеленоватая, бурая, черная (аспидный сланец). <i>Структура</i> тонко-сланцеватая. Блеск шелковистый. Прочнее глинист. сланца.	Изготовление кровли
6	Сланец слюдяной (кристаллический)	Слюда, кварц, немного темно-цветных минералов	Окраска, серая, черная. Блеск яркий из-за слюды. Структура сланцеватая. Легко расщепляется.	Дорожное строительство, иногда в виде щебня
7	Сланец хлоритовый	хлорит, тальк, кальцит	Окраска темно-зеленая. Структура сланцеватая. Жирный на ощупь, легко царапается	Изготовление теплоаккумулирующих материалов.