



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительные материалы»

Практикум

к лабораторной работе по учебным дисциплинам
«Строительные материалы»,
«Материаловедение», «Архитектурно-
реставрационное материаловедение»,
«Архитектурное материаловедение»

«Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве»

Авторы
Каклюгин А.В.,
Трищенко И.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания содержат классификацию горных пород, основные свойства порообразующих минералов и горных пород, номенклатуру природных каменных материалов и область их применения в строительстве. Включают задания для самостоятельной работы студентов и формы таблиц, предназначенных для заполнения в процессе ее выполнения.

Предназначены для обучающихся по очной и заочной форме по всем направлениям подготовки при изучении дисциплин «Строительные материалы», «Материаловедение», «Архитектурно-реставрационное материаловедение», «Архитектурное материаловедение».

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «СМ» Каклюгин А.В.,
к.т.н., доцент кафедры «СМ» Трищенко И.В.





Оглавление

1 Общие сведения	4
2 Изучение свойств породообразующих минералов	5
3 Магматические горные породы	9
4 Осадочные горные породы	11
5 Метаморфические горные породы	12
6 Применение природных каменных материалов в строительстве	13
7 Задания для самостоятельной работы	15
8 Контрольные вопросы	19
Библиографический список	20

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Горными породами называют значительные по объему скопления минералов в земной коре, образовавшиеся под влиянием одинаковых условий и имеющие специфическое внутреннее строение, определяемое структурными и текстурными особенностями.

Минералы представляют собой кристаллические вещества, образующиеся в результате физико-химических процессов, происходящих в земной коре, и обладающие определенным химическим составом, однородным строением и характерными физическими свойствами

Горная порода может состоять из одного (*мономинеральная*) или нескольких минералов (*полиминеральная*).

Горные породы являются сырьевой основой для получения различных по виду, форме и назначению *природных каменных материалов*. В этих целях их подвергают механической обработке (раскалывают, распиливают, шлифуют, полируют, дробят, просеивают и т. п.) и получают камни для кладки стен и фундаментов, облицовочные плиты, архитектурно-декоративные детали, заполнители для бетонов и растворов. В результате обжига некоторых горных пород получают минеральные вяжущие вещества, выполняющие функцию цементирующего компонента в *искусственных конгломератах*. Горные породы также используют для изготовления *строительной керамики, стекла, теплоизоляционных изделий* и в др. целях.

Основными показателями качества горных пород являются их структурные, текстурные и механические характеристики (плотность, пористость, прочность при сжатии, твердость), определяющие долговечность соответствующих видов изделий, выбор инструментов и машин для их добычи и обработки. В отдельных случаях дополнительными механическими показателями исходного минерального сырья служат истираемость, износостойкость, сопротивление удару и др.

Относительно большое разнообразие горных пород удобно и логично изучать, если их классифицировать в зависимости от условий образования (*генезиса*) на три большие группы: *магматические (первичные), осадочные (вторичные) и метаморфические (видоизмененные)*. Это обусловлено тем, что условия образования определяют строение и свойства горных пород.



2 ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОРОДОБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

На важнейшие технические характеристики горных пород прямое влияние оказывают ряд характерных свойств, присущих породообразующим минералам – прочность, твердость, спайность, излом, блеск, окраска, плотность. Эти свойства зависят от строения и прочности связей в кристаллической решетке соответствующего минерала.

Твердость – свойство, характеризующее поверхностную энергию минерала, т.е. сопротивляемость этой поверхности царапанию другим, более твердым, камнем или предметом. Твердость породообразующих минералов, обычно оценивается по десяти-балльной шкале, предложенной немецким минералогом Ф. Моосом (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала твердости Мооса

Показатель твердости	Минерал	Характеристика твердости
1	Тальк	Легко чертится ногтем
2	Гипс	Ноготь оставляет черту
3	Кальцит	Легко чертится стальным ножом
4	Плавиновый шпат (флюорит)	Чертится стальным ножом под небольшим давлением
5	Апатит	Чертится стальным ножом при сильном нажиме, стекло не чертит
6	Ортоклаз (полевой шпат)	Слегка царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
7	Кварц	Стальной нож черты на этих минералах не оставляет, минералы легко режут стекло
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

Каждый из десяти специально подобранных минералов, занимающий определенное место в шкале твердости Мооса, царапает все минералы с меньшим значением твердости, но в то же время сам царапается более твердым, стоящим в шкале выше его, минералом.

Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве

Путем сравнения с этой шкалой может быть установлена твердость любого минерала. Минералы с твердостью 1, 2 относятся к мягким, от 3 до 6 – средней твердости, выше 6 – к твердым.

Показатель твердости имеет большое практическое значение, так как косвенно характеризует механические свойства природного камня и его долговечность.

Спайность – способность минералов раскалываться по определенным направлениям – плоскостям спайности – является важным диагностическим признаком минералов. Вместе с твердостью спайность характеризует механические свойства природных каменных материалов.

Спайность связана с внутренним строением минералов и не зависит от их внешней формы. Различают пять степеней спайности:

1. *Весьма совершенная* – минерал легко расщепляется ногтями на тончайшие листочки (слюда, гипс, графит);
2. *Совершенная* – под действием легких ударов минерал раскалывается на частицы правильной ограненной формы (кальцит, каменная соль);
3. *Средняя* – при ударах образуются обломки минералов, на которых видны плоскости спайности (роговая обманка, флюорит);
4. *Несовершенная* – плоскости спайности почти не видно (апатит);
5. *Весьма несовершенная* – все образующиеся при ударах обломки неправильной формы (корунд, кварц).

Излом – диагностический признак минералов, обладающих либо плохой спайностью, либо лишенных ее. Оценивается характером поверхности обломков, образующихся при разрушении минерала ударом.

Различают изломы *раковистый, занозистый, волокнистый, ровный, неровный, ступенчатый и землистый*. В частности раковистый излом типичен для всех разновидностей кварца и других стекловидных пород (обсидиан).

Блеск – диагностический признак, характеризующий декоративные особенности минералов. В зависимости от величины показателя преломления светового луча, проходящего через кристаллическую решетку минерала и характера его отражающей поверхности блески подразделяются на *стеклянный, металлический, перламутровый, жирный, шелковистый, матовый*.



Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве

Цвет (окраска) – признак, определяющий степень декоративности минерала, и у полиминеральных горных пород является основным при использовании их в качестве облицовочных материалов.

Плотность (истинная) зависит от химического состава и структуры минералов. Она может колебаться в широких пределах, предопределяя степень трудности добычи и механической обработки горных пород.

Характеристика важнейших породообразующих минералов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика важнейших породообразующих минералов

Наименование минерала		Химический состав	Оптические свойства			Спайность	Излом	Твердость по шкале Мооса	Истинная плотность, кг/м ³	
			Цвет	Блеск	Прозрачность					
Минералы магматических пород	Кварц	SiO_2 (кристаллический)	Бесцветн. (горн. хруст.), дымчатый (раухтоплаз), желтый (цитрин), фиолетовый (аметист), черный (морион)	Стекланный, жирный, матовый	Прозрачный, просвечивающийся, непрозрачный	Весьма несовершенная	Раковистый	7,0	2630-2660	
	Полевые шпаты (ортоклаз)		$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	Белый, серый, от розового до темно-красного и желтоватого	Стекланный	Прозрачный, мутный, непрозрачный	Совершенная в двух направлениях	Ступенчатый	5,5-6,5	2550-2760
	Слюды:	биотит	Водные алюмосиликаты сложного и разнообразного состава	Черный, черно-зеленый	Стекланный	Непрозрачный	Весьма совершенная	Ровный	2,0-3,0	2760-3200
		мусковит		Белый, желтоватый, серый	Стекланный	Прозрачный			1,5-2,5	
	Темноокрашенные минералы (роговая обманка)		железomagнезиальные силикаты	От зеленого до черного	Стекланный, жирный	Непрозрачный	Несовершенная	Раковистый, занозистый	5,5-7,5	3000-3600
Минералы осадочных пород	Опал		$SiO_2 \cdot nH_2O$ (аморфный)	Бесцветный, молочно-белый	Восковой, перламутр.	Непрозрачный	Совершенная	Раковистый	5,0-6,0	1900-2500
	Глинистые:	каолинит	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	Белый, бурый, голубой	Перламутровый, жирный	Непрозрачный	Совершенная	Землистый	1,0-2,5	2580-2600
		монтмориллонит								
	Кальцит		$CaCO_3$	Белый, желтый, серый	Стекланный	Прозрачный, непрозрачн.	Совершенная	Раковистый	3,0	2600-2700
	Магнезит		$MgCO_3$	Белый, желтый, бурый	Стекланный	Непрозрачн.	Совершенная	Раковистый	3,5-4,5	2900-3100
	Доломит		$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	Белый, бурый, серый	Стекланный	Непрозрачн.	Совершенная	Раковистый	3,0-4,0	2800-2900
	Гипс		$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	бесцветный, белый	Стекланный	Прозрачный, непрозрачный	Совершенная	Раковистый	2,0	2200-2400
	Ангидрит		$CaSO_4$	белый, серый, розовый, голубой					3,0-3,5	2900-3100

3 МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Магматические горные породы образовались при охлаждении и отвердевании магмы, представляющей собой силикатный расплав. В зависимости от содержания кремнезема SiO_2 (в свободном и химически связанном состоянии) магматические породы подразделяют на кислые (более 65 % SiO_2), средние (65-52 % SiO_2) и основные (до 52 % SiO_2).

Вследствие различия в химическом составе магм и различных условий и сред, в которых происходило их остывание и затвердевание, образовывались магматические породы разного строения и свойств – глубинные и излившиеся (плотные и пористые).

Глубинные (интрузивные) породы образовались в глубине земной коры в результате медленного и равномерного остывания магмы под большим давлением. Эти условия благоприятствовали образованию в данных породах минералов с полнокристаллической структурой, прочно сросшихся между собой без всякого цементирующего вещества (*гранитное строение*). Характерным для этих пород является массивность залегания, высокая плотность, а следовательно но, большая прочность при сжатии, малое водопоглощение, значительная морозостойкость и высокая теплопроводность.

Каждой глубинной горной породе соответствует излившаяся, называемая аналогом, получившаяся из той же магмы, вследствие чего химический и минералогический состав их одинаков.

Плотные излившиеся (эффузивные) породы возникали, если магма затвердела вблизи от поверхности земной коры, в условиях более быстрого охлаждения и неравномерного сброса давления.

Такие породы характеризуются неоднородной *скрытокристаллической* или *порфировой* структурой, когда в аморфную или мелкокристаллическую массу включены крупные кристаллические соединения – «*вкрапленники*», образовавшиеся в магме еще в глубинных слоях во время ее поднятия к поверхности земли. Обычно свойства плотных излившихся и глубинных пород близки, но вследствие неоднородного строения первые менее устойчивы к выветриванию и слабее сопротивляются истиранию.

Пористые излившиеся (вулканические) породы образовались при извержении вулканов, когда магма под большим давлением выбрасывалась в атмосферу в виде лавы и очень быстро остывала. Породы вулканического происхождения, как правило, имеют *пори-*

Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве

стую стекловатую структуру и характеризуются небольшой плотностью, малой прочностью и теплопроводностью, а в тонкоизмельченном виде – высокой химической активностью к цементам и извести.

4 ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Осадочные горные породы образуются на поверхности земли в результате естественного процесса разрушения магматических горных пород. Разрушение пород осуществляется по схеме: физическое и химическое выветривание, механический и химический перенос, отложение и накопление продуктов разрушения, уплотнение и цементация рыхлого осадка с преобразованием его в породу.

Форма залегания этой группы пород в виде пластов определяет их характерные текстурные признаки – слоистость, пористость и наличие окаменелостей. По условиям образования осадочные породы подразделяются на механические отложения (обломочные), химические и органогенные.

Механические отложения (рыхлые и цементированные) образовались в результате разрушения других пород под воздействием процесса *выветривания* (действие воды, ветра, колебаний температуры, замораживания и оттаивания и др. атмосферных факторов).

Химические отложения образовались в результате выпадения в осадок веществ, перешедших в состав водных растворов в процессе разрушения горных пород.

Органогенные (биохимические) отложения формируются в результате отложения отмирающего растительного мира и мелких животных организмов водных бассейнов.



5 МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Метаморфические горные породы образуются в результате последующих изменений состава и строения магматических и осадочных горных пород в результате действия высоких температур и давлений, а также сдвиговых деформаций. Такие условия возникают, когда исходные породы в результате горообразовательных процессов перемещаются с поверхности вглубь земной коры. В результате происходит перекристаллизация минералов, глубоко изменяется строение, т.е. образуются совершенно новые породы, более плотные и в большинстве случаев с ярко выраженной кристаллической структурой.

6 ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Природные каменные материалы и изделия классифицируют по следующим основным показателям качества:

– по *прочности на сжатие* (МПа) на *марки*: для тяжелых – от 10 до 100, для легких – от 0,4 до 20;

– по *средней плотности* на *тяжелые* ($\rho_{ср} > 1800 \text{ кг/м}^3$) и *легкие* ($\rho_{ср} \leq 1800 \text{ кг/м}^3$);

– по *морозостойкости* на *марки*: F 15-500 (тяжелые) и F 10-25 (легкие);

– по *водостойкости* на *группы* с коэффициентом размягчения не ниже 0,6; 0,75; 0,9 и 1;

– по *степени обработки*: на грубообработанные (бутовый камень, щебень, гравий, песок) и профилированные (пиленные штучные камни для несущих и ограждающих конструкциях зданий; камни, плиты и профильные изделия для наружной и внутренней облицовки зданий и сооружений, полов; дорожного строительства и т.п.).

Кроме того, в специальных случаях определяют истираемость, износостойкость, сопротивление удару и другие показатели.

Бутовый камень – куски камня размером 150-1500 мм по наибольшему измерению, используемые для устройства плотин, подпорных стенок, фундаментов и стен неотапливаемых зданий. Различают рваный бут (куски неправильной формы), добываемый путем взрывных работ, и постельный бут или плитняк (плиты неправильной формы), получаемый выломкой из пластов слоистой породы.

Щебень – куски камня размером 5-150 мм, получаемые дроблением плотных и пористых горных пород.

Гравий – окатанные крупные зерна размером 5-150 мм, получаемые из рыхлых залегающих рассевом на ситах соответствующего размера.

Песок – зерна размером менее 5 мм, получаемые как и гравий из рыхлых залегающих просеиванием; иногда песок получают путем дробления.

Основное направление использования щебня, гравия и песка в строительстве – в качестве заполнителей для бетонов.

Камни (блоки) представляют собой штучные изделия,

Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве

имеющие форму прямоугольного параллелепипеда, получаемые выпиливанием из массива горных пород с помощью камнерезных машин с последующей обработкой лицевой поверхности и кромок.

Камни для фундаментов используются в подземной части здания, воспринимающей значительные нагрузки от веса стен, перекрытий и др. частей здания. *Камни гидротехнические* применяются для сооружения плотин, причалов, молов, пирсов, шлюзов, т.е. в зоне переменного уровня воды, когда материал может подвергаться многократному замораживанию и оттаиванию в насыщенном водой состоянии.

В зависимости от климатических и др. условий эксплуатации камни, применяемые для изготовления фундаментов и гидротехнических конструкций, должны иметь водопоглощение не более 1 %, прочность при сжатии не ниже 80-100 МПа, морозостойкость F 150-F 500.

Дорожные каменные материалы изготавливают из горных пород, имеющих кроме свойств перечисленных выше значительную стойкость к ударным и истирающим воздействиям. К дорожным материалам относят: бортовые камни, служащие для отделения проезжей части от тротуара; брусчатку – колотые или тесаные камни, имеющие форму бруска, слегка суживающегося к низу; тротуарные плиты, имеющие форму прямоугольной или квадратной плиты с ровной лицевой поверхностью.

Стеновые камни применяют для кладки наружных и внутренних стен. Для их производства используют пористые горные породы, характеризующиеся невысокой теплопроводностью, плотностью не более 2100 кг/м³, прочностью при сжатии 2,5-40 МПа, морозостойкостью не ниже F15. Основные размеры камней 390×190×188, 490×240×188, 390×190×288 мм. Каждое изделие заменяет в кладке 8-12 кирпичей, а стены не требуют наружной штукатурки и облицовки.

Камни, плиты и профильные изделия для облицовки зданий и сооружений производят из горных пород с высокими эстетическими (декоративными) свойствами. Поверхность облицовочных плит может иметь различную фактуру: грубоколотую, тесаную, пиленную, шлифованную, полированную и др.

Природные камни, используемые для *наружной облицовки* должны обладать высокой атмосферостойкостью, поэтому их изготавливают в основном из плотных горных пород. Долговечность природных каменных материалов в условиях *внутренней облицовки* практически неограниченна.

Природные каменные материалы: условия образования, химический и минералогический состав, свойства, рациональные области применения в строительстве

Для *жаростойкой облицовки* применяют изделия из горных пород, которые не разлагаются и не растрескиваются при повышенной температуре вследствие различного теплового расширения составляющих их минералов и полиморфного превращения кварца.

Для футеровки разнообразных аппаратов и установок, подвергающихся действию кислот, а также производства заполнителей для кислотоупорных бетонов и наполнителей для кислотоупорных цементов применяют плотные кислые магматические горные породы. Щелочную среду хорошо выдерживают карбонатные осадочные горные породы.

7 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Используя литературные (справочные) источники, следует заполнить таблицы 3-5, отражающие важнейшие свойства магматических, осадочных и метаморфических горных пород.

Ознакомившись с минеральным составом, структурой, текстурой, условиями образования различных горных пород и используя справочные данные следует заполнить таблицу 6, в которой отмечаются возможные и целесообразные области использования соответствующих горных пород в строительной практике.

Таблица 3 – Важнейшие виды магматических горных пород и их строительные свойства

Породы		Характеристика по содержанию SiO_2 , %	Минералогический состав	Цвет (окраска)	Средняя плотность, $кг/м^3$	Предел прочности при сжатии, МПа
глубинные	плотные излившиеся					
Гранит	Кварцевый порфир, липарит	Кислые (SiO_2 65-76 %)				
Сиенит	Бескварцевый порфир, трахит	Средние (SiO_2 52-65 %)				
Диорит	Андезит, порфирит					
Габбро, лабрадорит	Диабаз, базальт	Основные (SiO_2 <52 %)				

Примечание – Подразделение глубинных и плотных излившихся магматических горных пород на кислые, средние и основные имеет практическое значение: с уменьшением содержания SiO_2 , т.е. по мере перехода от гранитов к габбро или порфиров к диабазам, возрастает средняя плотность, прочность, ударная вязкость, понижается температура плавления горных пород, а их цвет становится темнее.

Таблица 4 – Важнейшие виды осадочных горных пород и их строительные свойства

Тип осадков	Вид	Наименование горной породы	Минералогический состав	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа
Механические	Обломочные	Песок			
		Горный щебень (гравий)			
		Глина			
	Цементированные	Песчаник кремнистый			
		Брекчия			
		Конгломерат			
Химические	Сульфаты	Гипсовый камень			
		Ангидрит			
Органогенные	Карбонаты	Известняк плотный			
		Известняк-ракушечник			
		Магнезит			
		Доломит			
	Кремнистые	Диатомит			
		Трепел			
		Опока			

Таблица 5 – Важнейшие виды метаморфических горных пород и их строительные свойства

Вид	Наименование горной породы	Образовалась в результате видоизменения	Минералогический состав	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа
Метаморфические магматические	Гнейс				
Метаморфические осадочные	Мрамор				
	Глинистый сланец				
	Кварцит				

8 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Воспроизведите классификацию горных пород по условиям их образования (по генетическому признаку).

2 Назовите главнейшие глубинные магматические горные породы, укажите их плотность, предел прочности на сжатие, минералогический состав и области применения в строительстве.

3 Перечислите и охарактеризуйте породообразующие минералы кислых магматических горных пород (гранитов, кварцевых порфиров, липаритов).

4 Назовите минералы, придающие природному камню прочность при ударном воздействии нагрузки.

5 Перечислите главнейшие плотные излившиеся магматические горные породы, охарактеризуйте их основные свойства, минералогический состав и области применения в строительстве.

6 Охарактеризуйте пористые излившиеся магматические горные породы, приведите области их применения в строительстве.

7 Назовите горные породы, используемые для производства заполнителей в тяжелых и легких бетонах.

8 Охарактеризуйте технические свойства горных пород осадочного происхождения, применяемых в строительстве.

9 Назовите горные породы, применяемые для производства минеральных вяжущих веществ.

10 Перечислите природные каменные материалы, применяемые для облицовки внутренних и внешних частей зданий и производства стеновых камней.

11 Перечислите горные породы, состоящие в основном из карбонатов и сульфатов кальция и магния. Основные свойства и области применения в строительстве этих горных пород.

12 Расскажите как образовались глины в природе, каковы их основные минеральные компоненты, основные направления использования в современном строительстве.

13 Приведите области применения в строительстве гранита, диабазы, базальта, кварцита, известняка, мела. Влияние высоких температур на эти породы.

14 Назовите группу горных пород по условиям образования к которой относятся гравий, сиенит, кварцит, доломит, базальт, песок, известняк, мрамор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ананьев В.П., Потапов А.Д.* Инженерная геология. – М.: Высшая школа, 2009.
2. *Горчаков Г.И., Баженов Ю.М.* Строительные материалы. – М.: Стройиздат, 1986.
3. *Домокеев А.Г.* Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1989.
4. *Каклюгин А.В., Трищенко И.В.* Лабораторный практикум по учебным дисциплинам «Строительные материалы» и «Дорожное материаловедение и технология дорожно-строительных материалов». Часть 1. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. 109 с.
5. *Лысенко Е.И., Котлярова Л.В., Ткаченко Г.А., Трищенко И.В., Юндин А.Н.* Современные отделочные и облицовочные материалы: Учебно-справочное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2003.
6. *Попов К.Н., Каддо М.Б.* Строительные материалы и изделия: учебник. – М.: Высшая школа, 2005.
7. *Попов Л.Н., Попов Н.Л.* Строительные материалы и изделия: учеб. пособие. – М.: ОАО «ЦПП», 2008.
8. Строительные материалы: учеб.-справ. пособие / под ред. Г.В. Несветаева. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.