

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждено на заседании кафедры
строительных материалов
«13» ноября 2007 г.

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:
«ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»***

Ростов-на-Дону
2008

Методические указания к лабораторной работе на тему «Природные каменные материалы». – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2008. – 14 с.

Приводятся классификация горных пород, основные свойства породообразующих минералов и горных пород, номенклатура природных каменных материалов и область их применения в строительстве.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения всех специальностей при изучении дисциплин: «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Строительные материалы», «Введение в специальность».

Составитель: канд. техн. наук, доц.
А.В. Каклюгин

Рецензент: канд. техн. наук, доц.
Е.И. Лысенко

Редактор Т.М. Климчук
Темплан 2008 г., поз. 150

Подписано в печать 03.07.08 Формат 60/84 1/16.

Бумага писчая Ризограф. Уч. – изд. л. 1,0

Тираж 100 экз. Заказ 749.

Редакционно-издательский центр
Ростовского государственного строительного университета
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сырьевой основой для получения различных по виду, форме и назначению *природных каменных материалов* являются плотные или рыхлые горные породы. 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 в промышленности строительных материалов для изготовления *керамики, стекла, теплоизоляционных изделий* и в др. целях.

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.

Под *структурой* горной породы понимают совокупность особенностей ее строения: степень кристалличности, форму и размер зерен. Среди зернистых структур различают: *крупнозернистые* (размер зерен > 5 мм), *среднезернистые* (размер зерен 2-5 мм) и *мелкозернистые* (размер зерен < 2 мм). По сочетанию кристаллов различных размеров породы подразделяются на *равномернозернистые* и *неравномернозернистые* структуры, примером которых.

Текстура отображает особенности внешнего вида горной породы: слоистость, сланцеватость, пористость, массивность, расцветку (декоративность).

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. В свою очередь разнообразие физических свойств минералов непосредственно зависит от характера строения их *кристаллической решетки*.

Из 10000 известных в настоящее время минералов в образовании горных пород принимают участие лишь около 50, получивших в связи с этим название *породообразующих*. Совокупность их свойств является характерной и определяющей для данной горной породы. Горная порода может состоять из одного (*мономинеральная*) или нескольких минералов (*полиминеральная*).

2. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

На важнейшие технические характеристики горных пород прямое влияние оказывают ряд характерных свойств, присущих породообразующим минералам - 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 десятибалльной шкале, предложенной немецким минералогом Ф. Моосом (табл. 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 выше его, минералом.

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.

Поскольку шкала Мооса относительная, то с ее помощью можно установить, лишь какой минерал тверже. Что же касается абсолютных значений твердости, т.е. насколько увеличивается в количественном выражении твердость от ступени к ступени, по шкале Мооса определить нельзя.

При определении твердости по Моосу необходимо использовать образцы с острыми краями и царапать на ровных (не затронутых выветриванием) поверхностях.

Поскольку горные породы сложены из разнородных составных частей, использование шкалы Мооса для определения их твердости в общем случае невозможно.

Более точную оценку твердости получают, используя специальные склерометрические приборы, где твердость минерала оценивается глубиной отпе-

чатка, который оставляет алмазная коническая игла или пирамидка, вдавливаемая под определенной нагрузкой в поверхность испытуемого образца.

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 раскалывается 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*.

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.

Изучение минерального состава горных пород и установление вида исследуемых минералов требует использования специального оборудования, необходимой теоретической подготовки и практических навыков в области петрографии. Поэтому методикой проведения данной лабораторной работы предусматривается знакомство с коллекцией основных пороодообразующих минералов, а их структурные особенности и свойства устанавливаются индивидуально – анализом данных соответствующих специальных литературных источников.

Завершающим этапом этой работы является заполнение табл. 2, характеризующей важнейшие свойства основных пороодообразующих минералов.

Таблица 2

Характеристика важнейших породообразующих минералов

Наименование минерала			Химический состав	Оптические свойства			Спайность	Твердость по шкале Мооса	Истинная плотность, кг/м ³	В каких горных породах встречается
				цвет	блеск	прозрачность				
Минералы магматических горных пород	Кварц									
	Полевые шпаты (ортоклаз)									
	Слюды:	биотит								
		мусковит								
	Темноокрашенные минералы (роговая обманка)									
Минералы осадочных горных пород	Кварц									
	Опал									
	Глинистые:	каолинит								
		монтмориллонит								
	Кальцит									
	Магнезит									
	Доломит									
	Гипс									
	Ангидрит									

3. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

Основными показателями качества природных каменных материалов 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. Приведенная классификация впервые была предложена М.В. Ломоносовым и разработана академиком Ф.Ю. Левинсоном-Лессингом и А.П. Карпинским.

Магматические горные породы образовались при охлаждении отвердевании магмы, представляющей собой силикатный расплав. В зависимости от содержания кремнезема SiO_2 (в свободном и химически связанном состоянии) магматические породы подразделяют на кислые ($>65\% \text{SiO}_2$), средние ($65\text{--}52\% \text{SiO}_2$) и основные ($<52\% \text{SiO}_2$).

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, 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 (гипабиссальные) породы возникали, если магма затвердевала 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 (эффузивные) 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 *пористую стекловатую* структуру и характеризуются небольшой плотностью, малой прочностью и теплопроводностью, а в тонкоизмельченном виде – высокой химической активностью к цементам и извести.

Осадочные горные породы образуются на поверхности земли в результате естественного процесса разрушения первичных и др. 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 предопределяет 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, получаются в результате отложения отмирающего растительного мира и мелких животных организмов водных бассейнов.

Метаморфические горные породы образуются в результате последующих изменений состава и строения первичных и вторичных 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.

Структурные и текстурные особенности горных пород предопределяют их специфическое внутреннее строение и совокупность признаков, определяемых взаимным расположением и распределением составных частей породы в занимаемом ею объеме.

При оценке различных видов горных пород в лаборатории предполагается после ознакомления с коллекцией горных пород и соответствующими литературными (справочными) источниками заполнить таблицы 3, 4 и 5, характеризующие важнейшие технические свойства магматических, осадочных и метаморфических пород, используемых в качестве различных строительных материалов и изделий, а также в производстве искусственных материалов (вяжущих, керамических и др.).

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 ($\text{SiO}_2 - 65 \dots 76 \%$)				
Сиенит	Бескварцевый порфир, трахит	Средние ($\text{SiO}_2 - 52 \dots 65 \%$)				
Диорит	Андезит, порфирит					
Габбро, лабрадорит	Диабаз, базальт	Основные ($\text{SiO}_2 - < 52 \%$)				

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			
	Кремнистые	Доломит			
		Диатомит			
		Трепел			
		Опока			

Таблица 5

Важнейшие виды метаморфических горных пород и их строительные свойства

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

4. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Основными показателями качества природных каменных материалов являются предел прочности при сжатии (марка материала), средняя плотность, морозостойкость и коэффициент размягчения. Кроме того, в специальных случаях определяют истираемость, износостойкость, сопротивление удару и другие показатели.

Природные каменные материалы и изделия классифицируют по следующим признакам:

- по *прочности на сжатие* (МПа) на марки: для тяжелых – от 10 до 100, для легких – от 0,4 до 20;
- по *средней плотности*: тяжелые ($\rho_{cp} > 1800 \text{ кг/м}^3$) и легкие ($\rho_{cp} \leq 1800 \text{ кг/м}^3$);
- по *морозостойкости*: на марки: Мрз 15-500 (тяжелые) и Мрз 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.).

Бутовый камень – куски камня размером 150-500 мм по наибольшему измерению, используемые для устройства плотин, подпорных стенок, фундаментов и стен неотопливаемых 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 прочных 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, 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 применяют 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, коэффициент размягчения не менее 0,8, морозостойкость Мрз 150-Мрз 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; брусчатка – 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, морозостойкость не ниже Мрз 15, коэффициентом размягчения не менее 0,6. Основные размеры стеновых камней 390×190×188, 490×240×188, ×390×190×288 мм. Каждый такой камень 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 хорошими эстетическими (декоративными) свойствами. Поверхность облицовочных плит может иметь различную фактуру: грубооколотую, тесанную, пиленную, шлифованную, полированную и др.

Природные камни, используемые для *наружной облицовки* должны обладать высокой атмосферостойкостью, поэтому их изготавливают в основном из плотных горных пород с коэффициентом размягчения не менее 0,8. Долговечность природных каменных материалов в условиях *внутренней облицовки* практически неограниченна.

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.

Предварительно ознакомившись с минеральным составом, структурой, текстурой, условиями образования различных горных пород и используя справочные данные, лабораторно-практическая работа по природным каменным материалам завершается заполнением табл. 6, в которой отмечаются возможные и целесообразные области использования соответствующих горных пород в строительной практике.

Применение природных каменных материалов в строительстве

[illegible]

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Основы геологии, минералогии и петрографии. – М.: Высшая школа, 1999.
2. Байер В.Е. Строительные материалы: Учебник. – М.: Архитектура – С, 2004.
3. Баландин Р.К. Энциклопедия драгоценных камней и минералов. – М.: Вече, 2000.
4. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. – М.: Стройиздат, 1986.
5. Домокеев А.Г. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 1989.
6. 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.
7. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия: Учеб. – М.: Высшая школа, 2001.
8. Попов Л.Н. Лабораторные испытания строительных материалов и изделий. – М.: Высшая школа, 1984.
9. Строительные материалы: Справочник / А.С. Болдырев, П.П. Золотов, А.Н. Люсов и др.; Под редакцией А.С. Болдырева, П.П. Золотова. – М.: Стройиздат, 1989.
10. Строительные материалы: Учебник / Под общей редакцией В.Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ, 2003.
11. Строительные материалы: учебно-справочное пособие под редакцией Г.В. Несветаева. – Ростов н/Д.: Изд-во Феникс, 2005.
12. Стройиндустрия и промышленность строительных материалов: Энциклопедия / Гл. ред. К.В. Михайлов – М.: Стройиздат, 1996.