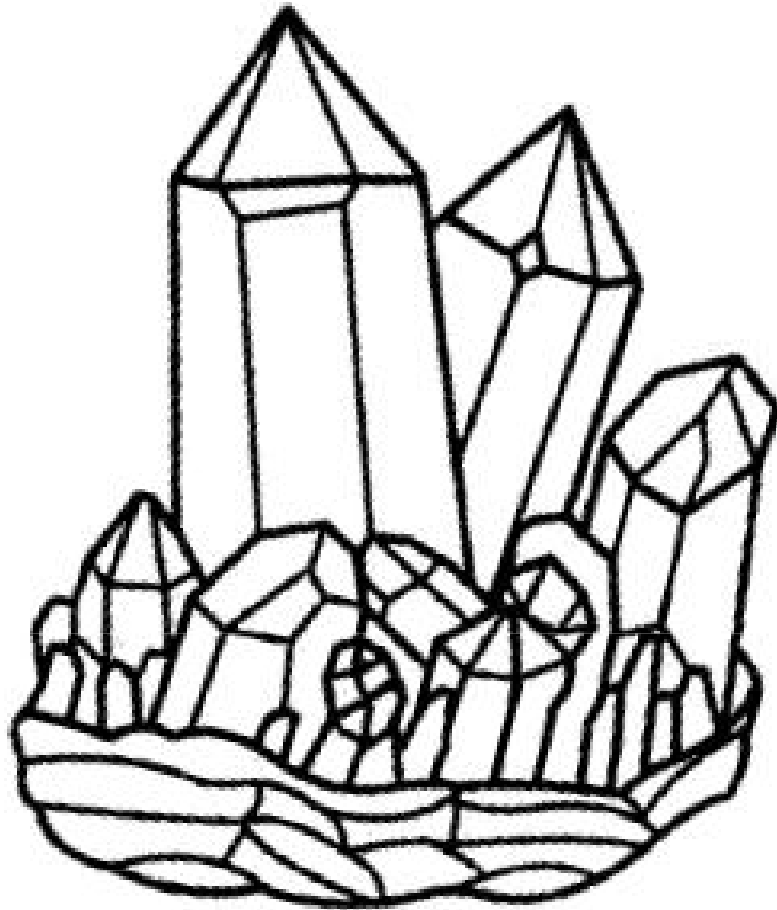


О.В. Тюменцева

МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ



Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ)»

О.В. Тюменцева

МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Учебное пособие

Омск
СибАДИ
2013

УДК 549.1; 553.5
ББК 30.6; 33.1
Т 98

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. В.С.Прокопец
(СибАДИ);
канд. техн. наук О.Г.Бабак
(ОАО «Омский Союздорнии»)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия.

Тюменцева О.В.

Минералы и горные породы: учебное пособие / О.В.Тюменцева. – Омск: СибАДИ, 2013. – 72с.

В учебном пособии изложена методика определения минералов и горных пород по внешним признакам, дано описание основных минералов и горных пород, указано применение их для строительства автомобильных дорог и аэродромов, мостов и тоннелей, промышленных и гражданских сооружений, изготовления строительных изделий и конструкций.

Пособие предназначено для студентов дневной и заочной форм обучения строительных специальностей при изучении ими разделов «Минералы» и «Горные породы». Может быть полезным аспирантам, преподавателям, научным сотрудникам, инженерам.

Табл. 9. Ил. 6. Библиогр.: 17 назв.

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие состоит из двух разделов. В первом разделе изложены условия образования минералов, их физические свойства, классификация минералов по химическому составу, методика визуального определения минералов, значение их в породообразовании и методики применения при изготовлении строительных изделий и конструкций.

Во втором разделе дано подробное описание горных пород различных генетических групп: магматических, осадочных и метаморфических; рассмотрены их структурно-текстурные особенности, минеральный состав; изложены методики определения наименования пород по внешним признакам и применения их в строительстве.

Рассмотрены формы залегания интрузивных, эффузивных и осадочных пород. Даны предложения по учёту характера залегания пород при проектировании инженерных сооружений.

В приложении приведено подразделение скальных пород по пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии в соответствии с ГОСТ 25100-95, дана классификация крупнообломочных пород и песков по гранулометрическому составу. Для связанных пород приведены классификации по показателю текучести, содержанию галечниковых (щебёнистых) или гравелистых (дресвяных) включений, по содержанию песчаных частиц и указана пригодность грунтов для дорожного строительства.

Учебное пособие предназначено для самостоятельного изучения студентами разделов «Минералы» и «Горные породы» без использования дополнительной литературы. Пособие может быть использовано также преподавателями при проведении лабораторных работ по данным темам и инженерами-строителями, строителями-технологами для решения задач, связанных с применением горных пород в строительстве.

1. МИНЕРАЛЫ

1.1. Общие сведения о минералах

Минералы (лат. *minera* – руда) – это природные химические соединения или самородные элементы, образовавшиеся в результате естественных физико-химических процессов в земной коре, на поверхности Земли или прилегающих к ней оболочках.

Наука о составе, строении, свойствах и происхождении минералов называется **минералогией**.

Различают два вида минералов: 1) природного происхождения; 2) искусственные, созданные в результате техногенной деятельности человека (в том числе и целенаправленной). Искусственные минералы в настоящем пособии не рассматриваются.

Известно около 7 000 природных минералов и их разновидностей. Большинство из них встречаются редко. Это акцессорные минералы (акцессории) (лат. *accessorias* – добавочный), входящие в состав горных пород в очень малых количествах (менее 1 %), но часто имеющие важное диагностическое значение. Так, например, пирит (FeS_2) даже в количестве 1 – 2 % резко ухудшает строительные свойства магматических пород и делает их непригодными для использования в качестве облицовочного материала.

Минералы, составляющие основную массу горной породы, называют **породообразующими**. Таких минералов в природе известно немногим более 100. Каждый минерал имеет определенное внутреннее строение, химический состав, присущие только ему внешние признаки, свои характерные оптические и физические свойства.

Всё это обуславливается условиями тех геологических процессов, в которых рождаются минералы. Каждый минерал может существовать в природе лишь в определенных термодинамических условиях. При изменении этих условий минералы видоизменяются или полностью разрушаются.

Большинство минералов имеют кристаллическое строение, которое выражается в их геометрически правильной многогранной форме – кристаллах. Составляющие кристалл элементарные частицы (атомы, ионы или молекулы) располагаются в строго определенном порядке, образуя кристаллическую решетку. Для кристаллов характерна анизотропность, т.е. их физические и оптические свойства разные по различным направлениям.

Значительно реже встречаются минералы с аморфным (стеклообразным) строением вещества. Слагающие их элементы расположены беспорядочно и менее плотно упакованы по сравнению с минералами, имеющими кристаллическую решетку. Аморфные по строению минералы по своим свойствам изотропны, т.е. характеризуются одинаковыми свойствами по всем направлениям. Для них характерна неправильная внешняя форма. Аморфное состояние редко бывает устойчивым и чаще всего со временем стремится перейти в кристаллическое состояние. Например, минерал опал (аморфный кремнезём) со временем переходит в халцедон с кристаллической решеткой.

Наука, занимающаяся изучением кристаллов, т.е. их возникновением, ростом, внешней формой, внутренним строением и физическими свойствами, называется *кристаллографией*.

1.2. Генезис минералов

Различают три основных процесса минералообразования, т.е. три основных типа генезиса: эндогенный, экзогенный и метаморфический.

Эндогенное происхождение имеют минералы, образовавшиеся из магмы в процессе её остывания. Эндогенное происхождение подразделяют на магмагенное, гидротермальное и пневматолитовое.

Магмагенное происхождение имеют минералы, образование которых связано непосредственно с магмой. По мере понижения температуры магмы при подъеме её к поверхности Земли происходят дифференциация расплава, кристаллизация и затверждение (в условиях высоких температур и давления). Таким путем образуются кварц, полевые шпаты (ортоклаз, микроклин, плагиоклазы), слюды (мусковит, биотит), пироксены (авгит, энстатит), амфиболы (роговая обманка, актинолит, тремолит, хризотил-асбест), пирит, халькопирит, магнетит, алмаз и многие другие.

Гидротермальный генезис имеют минералы, образовавшиеся из жидких горячих компонентов, выделяемых магмой. Проникая в трещины, эти горячие растворы оказываются в условиях более низких температур и давления, вследствие чего из них выпадают минералы. Таким путем образуются полиминеральные жилы, содержащие кварц, флюорит, самородные элементы (серебро, золото, ртуть), сульфиды (пирит) и др.

Если минералы образуются из газообразных компонентов, вы-

деляемых магмой, их генезис называют *пневматолитовым*. Таким способом образуются касситерит (оловянный камень), минералы бора и др.

Минералы эндогенного происхождения входят в основном в магматические породы. Это минералы, как правило, плотные, с большой твердостью, стойкие к воде, кислотам и щелочам.

Экзогенный процесс образования минералов свойственен поверхности и самой верхней части земной коры. Минералы здесь образуются как в континентальных, так и в морских условиях, в тесном контакте и взаимодействии между собой земной коры, атмосферы, гидросферы и биосферы. В сложных процессах минералообразования принимают участие кислород, углекислота из воздуха атмосферы, различного состава водные растворы, живые растительные и животные организмы, их остатки и продукты жизнедеятельности, колебания температур, солнечная энергия.

Экзогенный процесс делят на три основных вида минералообразования: 1) разрушение одних и создание других минералов; 2) выпадение из водных растворов; 3) биогенное формирование.

Первый вид – разрушение одних и создание других минералов происходит на поверхности земной коры в результате процесса выветривания. Магматические минералы, как и магматические горные породы, на поверхности Земли в течение миллионов лет, т.е. в пределах геологического времени, распадаются на составные части, и из продуктов их разрушения формируются новые минералы, устойчивые в данных условиях. Характерными для таких условий являются глинистые минералы, а также минералы, относящиеся к оксидам, карбонатам и сульфатам.

Второй вид – выпадение минералов из водных растворов (моря, океаны, озера, реки, подземные воды и вновь созданные водохранилища).

Все природные воды содержат в растворенном виде соли, иногда в очень большом количестве. Так, в воде океанов присутствуют хлориды и сульфаты натрия, калия, магния, кальция (до 35 г/л), в соляных озерах – хлориды и сульфаты магния и частично натрия и калия, в речной воде, в озерах и водохранилищах – в основном углекислые соли.

Выпадение солей из растворов происходит в периоды интенсивного испарения воды, а также при температурных изменениях в водном растворе.

Таким путем формируются минералы: гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$; галит NaCl ; мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ и др.

Третий тип минералообразования – биогенное формирование. Минералы формируются в процессе жизнедеятельности животных и растительных организмов, особенно обильно населяющих мелководные участки морей и других водоемов. Например, морские водоросли и простейшие морские организмы поглощают углекислый кальций и при отмирании оставляют минеральные накопления в виде кальцита CaCO_3 и арагонита. Диатомовые водоросли, морские губки используют для своих скелетов кремнезем. Таким путем образуется минерал опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Железопоглощающие бактерии создают накопления гидроксида железа (минерал лимонит – источник формирования бурых железняков).

Экзогенные минералы входят в состав различных осадочных пород.

Метаморфический генезис минералов связан с перерождением ранее образовавшихся минералов (эндогенных и экзогенных) под воздействием высоких температур, давлений, горячих вод и газов. Возникают новые термодинамические условия, не свойственные условиям существования этих минералов. Минералы в новых условиях начинают видоизменяться: одни разрушаются, другие перекристаллизуются, третьи дают новые минеральные образования. Так возникают метаморфические минералы, в большинстве силикатного состава. Многие из минералов метаморфического генезиса имеют листоватую или чешуйчатую форму (тальк, хлорит и др.). Минералы метаморфического генезиса входят в основном в состав метаморфических горных пород. Процесс замещения одних минералов другими с изменением их химического состава при взаимодействии с газовой средой или магматическими растворами называют *метасоматозом*.

1.3. Химический состав, форма, оптические, физические и особые свойства минералов

Химический состав. Каждый минерал характеризуется определенным химическим составом. Химический состав кристаллических минералов выражается кристаллохимической формулой, которая одновременно показывает количественные соотношения элементов и характер их взаимной связи в пространственной решетке. Примерами таких формул минералов являются: каолинит $\text{Al} [\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, авгит

$(Ca, Na)(Mg, Fe, Al)[(SiAl_2)O_6]$. Химическая формула аморфных минералов отражает только количественное соотношение минералов.

В составе многих минералов экзогенного генезиса содержится вода. Молекулярная вода не участвует в строении пространственной решетки минералов и её удаление лишь обезвоживает минерал. Например, после нагревания гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ остается $CaSO_4$, называемый ангидритом. Химически связанная вода в виде OH входит в пространственную решетку, например, глинистых минералов и её удаление приводит к разрушению минерала.

Форма (габитус) – облик. Минералы обладают различной внешней формой. В природных условиях они чаще всего приобретают неправильные очертания. Хорошо ограненные кристаллы встречаются сравнительно редко. Разнообразные формы кристаллов делят на несколько видов: изометрические формы – одинаково развитые по всем трем направлениям (пирит, галит); вытянутые в одном направлении формы – призматические, столбчатые, игольчатые, лучистые (кварц, асбест, роговая обманка, астрофиллит); вытянутые в двух направлениях формы – таблитчатые, пластинчатые, листоватые, чешуйчатые (слюда, графит). Многие кристаллические минералы имеют сложный неправильный облик, образуя натёчные формы, дендриты и т.д. Натёчные формы минералов имеют вид сосулек, почек или гроздей. Натёки, свисающие сверху в виде сосулек, называются сталактитами, а нарастающие навстречу снизу вверх – сталагмитами. Помимо единичных форм кристаллов встречаются и их скопления: друзы (сростки кристаллов), дендриты (тонкие кристаллы, подобные веткам растений). Тонкие пленки минералов на поверхности горных пород называют налетами.

Размер минералов может быть менее 0,001 мм (глинистые минералы). В отдельных случаях размер кристаллов минералов может достигать нескольких метров (кварц, мусковит).

Оптические свойства минералов. Основными оптическими свойствами минералов являются цвет, цвет черты, прозрачность, блеск.

Цвет минералов является важным диагностическим признаком. Некоторые минералы характеризуются только им присущим цветом: например, малахит всегда имеет зелёный цвет, азурит – синий, киноварь – красный. Минералы могут иметь самую разнообразную окраску, зависящую как от химического состава самого минерала, так и от примесей таких элементов, как железо, никель, кобальт, титан, медь, хром, уран и др. Основной цвет минералов связан с их химическим

составом, другой цвет или цветовые оттенки обуславливаются различными примесями. Например, кварц в чистом виде бесцветен, а за счет примесей может быть фиолетовым, дымчатым, черным, золотистым, зеленым, молочным и т.д.

Цвет черты – это цвет минерала в порошке. Некоторые минералы в порошкообразном состоянии имеют цвет, отличный от цвета в куске. Например, минерал пирит имеет латунно-желтую окраску в крупных зернах, а цвет черты – зеленовато-черный. Минерал кальцит имеет белую черту независимо от окраски этого минерала в куске. Особенно характерным цвет черты является для малопрозрачных и непрозрачных минералов. В отличие от цвета минерала цвет его черты служит более постоянным признаком. Порошок можно получить, проводя куском минерала черту на белой шероховатой фарфоровой пластинке, при условии что твердость его меньше твердости фарфора. Если твердость минерала выше твердости фарфора, то минерал образует на фарфоре царапину.

Прозрачность минералов – способность пропускать через себя свет. Выделяют три группы минералов: *прозрачные* (кварц, мусковит), *полупрозрачные* (гипс, халцедон) и *непрозрачные* (пирит, графит и др.). Многие непрозрачные минералы становятся прозрачными (полупрозрачными) в тонких пленках.

Блеск минералов – способность отражать свет поверхностью своих кристаллов. Блеск не зависит от цвета минералов. Среди минералов выделяют блеск металлический и неметаллический.

Металлический блеск минералов напоминает блеск полированной поверхности металла. Такой блеск имеют самородные металлы, сульфиды, некоторые оксиды. К этой же группе относятся минералы с металлоидным блеском, который напоминает блеск потускневшего металла (магнетит, графит, ильменит).

Минералы с неметаллическим блеском обычно прозрачные или полупрозрачные. Среди них выделяют следующие разновидности блеска: *стеклянный* (кальцит, ортоклаз, горный хрусталь и др.); *жирный* – поверхность минерала как бы отливает жиром, характерен для светлоокрашенных минералов (тальк, сера, нефелин); *перламутровый* – поверхность кристаллов отливает радужным цветом (мусковит, гипс и др.); *шелковистый* – характерен для минералов волокнистого строения (хризотил – асбест, селенит и др.); *алмазный* – очень яркий, искрящийся (алмаз, сфалерит, киноварь и др.); *смолистый* – подобен жирному блеску, но свойственен темноокрашенным минералам (на-

пример, шунгит); *восковой* – некоторые светлоокрашенные минералы с тонкозернистым и тонковолокнистым строением (например, халцедон); *матовый* – обычно минералы в виде землистых скоплений (каолинит, монтмориллонит и др.).

Физические и особые свойства минералов. Физические свойства минералов определяются в основном двумя факторами: природой химических элементов, входящих в их состав, и взаимным расположением этих элементов.

Наиболее характерными физическими свойствами минералов являются твердость, спайность, излом, плотность.

Твёрдость – способность минералов противостоять внешним механическим воздействиям (царапанию, шлифованию, сверлению и т.д.).

Степень твердости минералов связана с химическим составом и строением пространственной решетки. Анизотропные кристаллы в разных направлениях имеют неодинаковую твердость.

Твердость минералов определяют сравнением с твердостью эталонной шкалы Мооса (Фридрих Моос, австрийский минеролог, 1773 – 1839), которая включает 10 минералов в порядке увеличения твердости. По шкале Мооса определяют относительную, т.е. условную, твердость минерала по отношению к другим минералам. Истинная твердость выражается в цифровых величинах (МПа) и определяется специальными приборами.

Определение твердости методом Мооса производится путем царапания. Более твердые эталонные минералы царапают более мягкие. По твердости эталонные минералы подразделяют на четыре группы: *мягкие* (тальк, гипс); *средней твердости* (кальцит, флюорит, апатит); *твердые* (ортоклаз, кварц); *очень твердые* (топаз, корунд, алмаз). Мягкие минералы чертятся ногтем. Минералы средней твердости царапаются ножом, стальной иглой. Твердые минералы оставляют царапину на стекле. Очень твердые минералы режут стекло (табл. 1).

Большинство минералов в соответствии со шкалой Мооса имеют твердость от 2 до 6. Твердость минералов в порошке и кристаллов может быть различной, например, гематит в кристаллах имеет твердость 6, а в виде красной охры всего 1.

На практике твердость можно определять с помощью простейших предметов. Например, карандаш имеет твердость 1; ноготь – 2 – 2,5; бронзовая монета – 3,5 – 4; стекло – 5; стальная игла – 6.

Спайность – способность минералов раскалываться или расщеп-

латься по определенным направлениям с образованием плоскостей раскола. Это свойство обусловлено внутренним строением кристаллов и не зависит от их внешней формы. Спайность в минералах бывает: 1) весьма совершенная (мусковит, биотит); 2) совершенная, в том числе: в трех направлениях (кальцит), в двух направлениях (ортоклаз), в одном направлении (роговая обманка); 3) средняя (флюорит); 4) несовершенная (апатит); 5) весьма несовершенная, т.е. отсутствует (кварц).

Таблица 1

Твердость минералов

Эталонный минерал	Твердость по шкале Мооса	Число истинной твердости, МПа	Визуальный признак твердости	Твердость по группам минералов
Тальк	1	24	Чертится ногтем	Мягкие
Гипс	2	360		
Кальцит	3	1 090	Царапается ножом, стальной иглой	Средней твердости
Флюорит	4	1 890		
Апатит	5	5 360		
Ортоклаз	6	7 967	Царапает стекло	Твердые
Кварц	7	11 200		
Топаз	8	14 270	Режет стекло	Очень твердые
Корунд	9	20 600		
Алмаз	10	100 600		

Излом проявляется в результате разламывания минералов не по спайности. При этом образуются поверхности различной формы – ступенчатые, раковистые, занозистые, шероховатые. Раковистый излом характерен для минералов без спайности (кварц, опал). Занозистый излом наблюдается у минералов волокнистого сложения.

Плотность минералов колеблется в широких пределах – от менее 1 до 23 г/см³. Минералы с высокой плотностью всегда содержат металлы. Большинство минералов имеют плотность от 2 до 10 г/см³, а наиболее распространенные (породообразующие) – от 2,5 до 3,5 г/см³. По плотности минералы подразделяются на три группы: *легкие* – до 2,5 г/см³ (гипс, каменная соль, сера и др.); *средние* – от 2,5 до 4,0 г/см³ (кварц, полевые шпаты, кальцит и др.); *тяжелые* – больше 4,0 г/см³ (рудные минералы).

Особые свойства. Ряд минералов характеризуется особыми, специфическими свойствами. Так, для карбонатов характерна реакция со слабой (10 %-ной) соляной кислотой с выделением углекислого газа в виде пузырьков. Бурно реагирует с соляной кислотой кальцит в куске,

доломит – после измельчения его в порошок, магнезит – после его нагревания. Вскипают с соляной кислотой также многие сульфиды с образованием сероводорода, легко отличимого по характерному запаху.

К особым свойствам также относят растворимость в воде (галит), растворимость в соляной кислоте (гипс), вкус (галит – солёный, сильвин – горький), горючесть (сера), магнитные свойства (магнетит), жирные на ощупь (тальк, графит), радиоактивность и др. Различные радиоактивные химические элементы (^{238}U , ^{232}Th , Ra и др.) содержат 97 природных минералов. Наиболее часто радиоактивные минералы присутствуют в гранитах и глинах. Низкую радиоактивность имеют известняки и песок кварцевый.

1.4. Классификация минералов

Основой классификации минералов являются их внутренняя структура и химический состав. В соответствии с кристаллохимической классификацией все минералы делят на 10 классов (табл. 2).

Таблица 2

Классы минералов и типичные для них минералы

№ п/п	Класс	Минерал
1	Силикаты	Ортоклаз $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
2	Карбонаты	Кальцит CaCO_3
3	Оксиды	Кварц SiO_2
4	Гидроксиды	Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
5	Сульфиды	Пирит FeS_2
6	Сульфаты	Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7	Галоиды	Галит NaCl
8	Фосфаты	Апатит $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl})[\text{PO}_4]_3$
9	Вольфраматы	Вольфрамит (Fe, Mn) WO_4
10	Самородные элементы	Алмаз C

Силикаты – наиболее многочисленный класс, включающий до 800 минералов, являющихся основной составной частью большинства магматических и метаморфических пород. По массе они составляют около 75 % земной коры. В химическом отношении силикаты представляют собой сложные соединения, в состав которых входят Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, O, H и другие элементы. Среди силикатов выделяют группы минералов, характеризующиеся некоторой общностью состава и строения: полевые шпаты, пироксены, амфиболы, слюды, а

также оливин, тальк, хлориты и глинистые минералы. Все эти минералы по своему составу алюмосиликаты и своим происхождением обязаны эндогенному, экзогенному и отчасти метаморфическим процессам минералообразования.

Большинство из них имеют эндогенное происхождение (ортоклаз, плагиоклаз, авгит, оливин и др.). Метаморфический генезис имеют тальк, хлорит. Экзогенное происхождение характерно для глинистых минералов, образовавшихся на поверхности земли в процессе выветривания алюмосиликатных эндогенных минералов. Породообразующее значение из них имеют каолинит, монтмориллонит и гидрослюда. Эти минералы являются главной составной частью многих осадочных пород (глины, суглинки и др.).

Минералы класса силикатов имеют различную внешнюю форму, например, хризотил-асбест по форме волокнистый, а гидрослюда – не видимые простому глазу слюдоподобные пластинки.

Карбонаты. В класс карбонатов входят минералы, представляющие собой соли угольной кислоты. К ним относятся более 80 минералов. Их масса составляет 1,7 % земной коры. Наиболее распространены кальцит, доломит, магнезит. Происхождение в основном экзогенное и связано с водными растворами. В контакте с водой карбонаты снижают свою механическую прочность, хотя и слабо, но растворяются в воде, разрушаются в кислотах.

Оксиды и гидроксиды. Эти два класса объединяют около 200 минералов, на их долю приходится до 17 % всей массы земной коры. К оксидам относится один из самых распространенных минералов – кварц, а также корунд и гематит. Гидроксиды широко распространены в поверхностной части земной коры. Это в основном опал и бурый железняк (лимонит). Основное количество минералов этих двух классов образуется в экзогенном процессе минералообразования. Присутствуют во всех типах горных пород.

Сульфиды – соли сероводородной кислоты. Они насчитывают до 200 представителей, но общее количество их в земной коре незначительно (менее 0,25 %). Несмотря на это, роль сульфидов в народном хозяйстве достаточно велика, эта группа минералов служит для получения многих необходимых элементов: меди, цинка, свинца и др. Для них характерны металлический блеск и малая твердость. В зоне выветривания эти минералы легко разрушаются. Примесь сульфидов к естественным строительным материалам снижает их качество. Большинство минералов этого класса образуется в магматических процес-

сах, особенно в гидротермальных, в ряде случаев – в экзогенных условиях. Содержатся в виде вкраплений во всех типах пород, в том числе осадочных образованиях. Наиболее распространенными минералами являются пирит, халькопирит и галенит.

Сульфаты. К этому классу относятся около 260 минералов, общее содержание их в земной коре не более 0,1 %. В основном это продукты выпадения из водных растворов. Характеризуются малой твердостью, светлой окраской. Сравнительно хорошо растворяются в воде. Отдельные минералы, например гипс, содержат воду. В основном эти минералы являются сульфатами Na, K, Ca, Mg. Наибольшее распространение имеют гипс и ангидрит. При соприкосновении с водой ангидрит переходит в гипс, увеличиваясь в объеме до 33 %. Сульфаты являются типичными минералами осадочных образований.

Галоиды. Галоидные соединения включают около 100 минералов, из которых наибольшее распространение имеют галит, сильвин и флюорит. Происхождение минералов экзогенное (галит, сильвин) и эндогенное (флюорит). По окраске эти минералы светлые, часто прозрачные. Многие из них растворяются в воде.

Фосфаты. К этому классу относят минералы, представляющие собой соли ортофосфорной кислоты. Генезис – преимущественно эндогенный. Наиболее распространенным из них является апатит. Известно около 300 представителей минералов этого класса, содержание их в земной коре около 1 %. Большинство минералов редкие.

Вольфраматы – соли вольфрамовой кислоты. Имеют твердость около 4 – 5, плотность 6,5 – 7,5 г/см³. Происхождение пневматолитовое и гидротермальное. Типичный представитель – минерал вольфрамит.

Самородные элементы составляют менее 0,1 % массы земной коры. К этому классу относятся: золото, платина, серебро, медь, сера, графит, алмаз. Сера и графит применяют в лакокрасочной промышленности, алмаз – при бурении скважин в особо твердых породах, для нарезки швов в бетоне, при сверлении отверстий в строительных конструкциях.

Химический состав, оптические, физические и особые свойства минералов приведены в табл.3.

1.5. Методика визуального определения минералов

Для визуального определения наименования минералов необхо-

димо иметь 10 %-ный раствор соляной кислоты, фарфоровую пластинку, железный гвоздь либо перочинный нож, стальную иглу, лезвие бритвы, а также кусочек оконного стекла.

Сначала минералы необходимо разделить по их блеску, т.е. отделить минералы с металлическим блеском от минералов, имеющих блеск неметаллический (стеклянный, перламутровый, жирный, восковой, матовый). Минералы с металлическим блеском следует отнести к сульфидам и в зависимости от их окраски и цвета черты определить их наименование в соответствии с табл.3 (пирит: цвет латунно-желтый, черта черная; галенит: цвет свинцово-серый, черта серовато-черная; сфалерит: цвет коричневый, черта желтая; киноварь: цвет красный, иногда свинцово-серый, черта красная).

Минералы с неметаллическим блеском разделяют по окраске. Светлоокрашенные минералы отделяют от минералов с темной окраской. К светлоокрашенным относятся бесцветные, белые, светло-серые, светло-зеленые, розовые и желтые минералы. После этого светлые минералы разделяют по твердости. Минералы мягкие и средней твердости отделяют от твердых минералов (с твердостью более 5). Среди мягких и средней твердости светлоокрашенных минералов могут находиться гипс, ангидрит, барит, мирабилит, галит, сильвин, флюорит, кальцит, магнезит, доломит, малахит, азурит, тальк, мусковит, каолинит, монтмориллонит, хризотил-асбест, хлорит, вермикулит, сера. Светлые минералы проверяют на взаимодействие с 10 %-ным раствором соляной кислоты. По этому признаку подразделяют минералы, относящиеся к карбонатам (кальцит, доломит, магнезит). По весьма совершенной спайности различают слюды (мусковит, хлорит), по жирности на ощупь – тальк, по лёгкому растиранию между пальцев – каолинит и монтмориллонит. У оставшихся мягких и средней твердости светлоокрашенных минералов исследуют их физические свойства (твердость, блеск, спайность, цвет черты) и в соответствии с табл. 3 определяют наименование минерала.

Среди светлоокрашенных твердых минералов (не берутся ножом, оставляют царапину на стекле) могут находиться ортоклаз, микроклин, альбит, анортит, нефелин, энстатит, тремолит, актинолит, опал, кварц, лазурит, корунд, оливин. Их подразделяют, пользуясь табл. 3, по характерным для каждого из них свойствам (актинолит – лучистое строение, кварц – жирный в изломе, полевошпатовый в отличие от кварца – по наличию спайности и стеклянному блеску, лазурит – по густой лазорево-синей окраске и т.д.).

К темноокрашенным относятся тёмные малопрозрачные минералы, имеющие черный, темно-зеленый, коричневый, коричнево-бурый и другие цвета. Темноокрашенные минералы также следует разделить по твердости (отделить минералы мягкие и средней твердости, которые легко берутся ножом, не оставляют царапину на стекле, от минералов твердых, которые не берутся ножом и оставляют на стекле царапину). Среди мягких и средней твердости темноокрашенных минералов могут находиться биотит, графит и бурый железняк (лимонит). Эти минералы легко отличить друг от друга по следующим свойствам: биотит легко расщепляется на пластины; графит чертит бумагу, мажет пальцы; бурый железняк (лимонит) имеет желтовато-бурую черту.

Среди темноокрашенных твердых минералов (твердость более 5) могут находиться авгит, роговая обманка и лабрадор. Авгит отличаются от роговой обманки по форме кристаллов (у авгита кристаллы в виде коротких столбиков, у роговой обманки кристаллы преимущественно длиннопризматические, излом занозистый). Лабрадор отличают от авгита и роговой обманки по совершенной спайности в двух направлениях.

Результаты определений оформляют в виде табл. 4.

Таблица 3

Минералы и их физические свойства

Наименование минерала, химическая формула	Физические свойства, генезис, значимость в пороодообразовании, применение в строительстве	Класс
Пирит Fe S ₂	<i>Блеск металлический</i> Форма кристаллов кубическая, реже октаэдрическая с характерной штриховкой на гранях, параллельной рёбрам. Часто образует вкрапленники (кристаллики или округлые зёрна) в разнообразных горных породах. Цвет латунно-жёлтый, черта чёрная. Блеск сильный металлический. Твердость 6 – 6,5. Спайность несовершенная. Излом неровный. Происхождение различное: магматическое, контактно-метасоматическое (в скарнах, грейзенах), гидротермальное, осадочное (в виде конкреций, желваков в глинах), метаморфическое (в кристаллических сланцах). Примесь пирита в строительных материалах	Сульфиды

1	2	3
	не допускается, так как под воздействием воды на него образуется серная кислота, разрушительно действующая на породы, его содержащие	
Галенит PbS	Кристаллы кубические, октаэдрические. Плотные, зернистые агрегаты, часто неправильной формы вкрапленники. Цвет свинцово-серый. Черта серовато-черная. Блеск металлический. Твердость 2,5. Спайность совершенная по трём направлениям. При ударе распадается на мелкие кубики, излом ступенчатый. Происхождение гидротермальное, реже метасоматическое. Используется для приготовления свинцовых белил	То же
Сфалерит ZnS	Кристаллы тетраэдрические. Агрегаты друзы, сплошные, зернистые, реже почковидные. Цвет бурый, коричневый, чёрный, реже жёлтый, красный, зеленоватый, бесцветный. Черта жёлтая, буроватая, коричневая, иногда белая. Блеск алмазный, металлический. Твердость 3 – 4. Спайность совершенная, излом неровный. Происхождение гидротермальное. Используется для изготовления цинковых белил	То же
Киноварь HgS	Кристаллы редки – мелкие толстотаблитчатые, ромбоэдрические. Агрегаты сплошные, порошковатые, примазки и налёты. Цвет красный, иногда свинцово-серый. Черта красная. Блеск алмазный, металлический. Твердость 2 – 2,5. Спайность совершенная. Излом раковистый. Хрупка. Происхождение гидротермальное. Применяется для изготовления красной краски	То же
<i>Блеск неметаллический</i> Минералы преимущественно светлоокрашенные		
а) минералы мягкие и средней твердости (легко берутся ножом, не оставляют царапину на стекле)		
2	2	3
Гипс CaSO ₄ ·2H ₂ O	Кристаллы призматические, пластинчатые, игольчатые. Цвет белый, сероватый, реже	Сульфаты

1	2	3
	желтоватый, красноватый. Черта белая. Спайность у листовых разновидностей весьма совершенная. Излом раковистый. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Твердость 2. Растворяется в соляной кислоте. Образуется в процессе выпадения солей из водных растворов. Входит в состав осадочных пород. Применяется как вяжущее, как добавка к портландцементу для замедления его схватывания, для изготовления архитектурных деталей перегородок, плит, для приготовления различных красок, эмали, глазури	
Ангидрит CaSO_4	Кристаллы призматические, таблитчатые. Чаще встречается в виде плотных зернистых агрегатов. Цвет серый или голубоватый. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Спайность совершенная по трем направлениям. Излом неровный. Твердость 3 – 3,5. Генезис экзогенный. Выпадает из морских растворов в присутствии хлористого натрия и хлористого магния. В порошке растворяется в соляной кислоте. При соприкосновении с водой переходит в гипс, увеличиваясь в объеме до 30 %. Входит в состав осадочных пород. Применяется в производстве вяжущих веществ (ангидритового цемента), а также как поделочный камень	То же
Барит BaSO_4	Кристаллы таблитчатые, реже призматические, столбчатые со штриховкой на гранях. Цвет белый, реже розовый, желтый, бурый. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Твердость 3 – 3,5. Спайность совершенная в одном направлении. Излом неровный. Происхождение гидротермальное, реже осадочное и метаморфическое. Используется как составная часть штукатурки рентгеновских кабинетов, для приготовления липтоновых белил, баритовых цементов для особо тяжелых бетонов	То же
Мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Кристаллы короткостолбчатые, игольчатые. Агрегаты сплошные, зернистые, корки и налё-	То же

1	2	3
	ты. Цвет белый с зеленоватым, желтоватым и синеватым оттенками. Блеск стеклянный. Твердость 1,5 – 2. Спайность совершенная в одном направлении. Очень хрупок. Имеет горько-кислый вкус. Образуется как химический осадок в солёных озерах. Используется в стекольной, бумажной промышленности и для изготовления красок	
Галит NaCl	Кристаллы кубические. Агрегаты друзы, сплошные, зернистые, плотные, столбчатые, плотные кристаллические корки и пластины. Цвет снежно-белый, желтый, реже серый, розовый, голубой, бурый. Черта белая. Блеск стеклянный, жирный. Твердость 2,5. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба. Излом неровный. Легко растворяется в воде. Солёный на вкус. Образуется как водный осадок. Входит в состав осадочных пород	Галоиды
Сильвин KCl	Кристаллы редки (кубические). Агрегаты сплошные зернистые массы. Цвет молочно-белый, желтоватый, розовато-красный, синеватый. Блеск стеклянный, жирный. Твердость 1,5 – 2. Спайность совершенная по кубу. Излом неровный. Легко растворяется в воде, имеет горько-соленый вкус. Образуется как химический осадок в морских и озёрных водоемах. Используется в стекольном и лакокрасочном производствах	То же
Флюорит (плавиковый шпат) CaF ₂	Форма кубическая и октаэдрическая. Агрегаты зернистые, плотные и листоватые, реже шестоватые. Цвет фиолетовый, зеленый, голубой, розоватый, желтый, серый, красный. Окраска нередко различная в разных частях образца. Черта белая, реже темно-фиолетовая, серая. Блеск стеклянный, неровный по интенсивности. Спайность совершенная по граням октаэдра. Излом неровный. Происхождение гидротермальное и пневматолитическое, изредка осадочное. Применяется для получения эмалей и цветных стекол	То же

1	2	3
<p>Апатит Ca₅[PO₄]₃(F,OH₂)</p>	<p>Зелёный, сине-зелёный с серыми пятнами. Черта белая. Твердость 5. Блеск стеклянный. Спайность несовершенная. Излом раковистый. Генезис магматический, осадочный, пневматолитовый, метаморфический. Встречается в большинстве типов горных пород. Используется для приготовления фосфогипсовых вяжущих</p>	<p>Фосфаты</p>
<p>Кальцит (известковый шпат) CaCO₃</p>	<p>Форма кристаллов различная: таблитчатая, пластинчатая, призматическая, ромбоэдрическая. Может быть сплошной зернистый, плотный, натёчный, оолитовый, ноздреватый, землистый, листоватый, полосчатый, радиально-лучистый. Цвет молочно-белый, желтый, серый, розовый, бурый. Черта белая. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Излом раковистый. Твердость 3. Спайность совершенная в трех направлениях по граням ромбоэдра. Бурно вскипает при действии соляной кислоты. Генезис экзогенный. Входит в состав осадочных пород (известняк, мел, известковый туф) и метаморфических пород (мрамор), также встречается в виде скелетных остатков (раковин) вымерших морских животных в пещерах и пустотах, внутри раковин моллюсков (жемчуг). Используется для приготовления вяжущих строительных материалов (известь, цемент)</p>	<p>Карбонаты</p>
<p>Магнезит (магнезиальный шпат) MgCO₃</p>	<p>Кристаллы редки в виде ромбоэдров. Чаще мелкокристаллический плотный до землистого. Цвет белый с желтоватым или сероватым оттенками. Блеск стеклянный. Твердость 4 – 4,5. Спайность совершенная в трех направлениях. В нагретом состоянии вскипает при действии соляной кислоты. Происхождение гидротермальное и метасоматическое. Входит в состав метаморфических пород. Применяется для изготовления высококачественных огнеупорных кирпичей, специальных цементов (цемента Сореля, используемого для стойкой штукатурки)</p>	<p>То же</p>
<p>Доломит CaCO₃·MgCO₃</p>	<p>Кристаллы ромбоэдрические, грани ромбоэдра часто седлообразные. Агрегаты кристаллические и зернистые, часто пористые, почко-</p>	<p>То же</p>

1	2	3
	видные, ячеистые, шаровидные. Цвет белый, серый, бурый, зеленоватый. Блеск стеклянный. Твердость 3,5 – 4. Спайность совершенная по трем направлениям. Хрупок. В порошкообразном состоянии вскипает при действии соляной кислоты. Образуется как водный осадок, реже – гидротермальным путем. Входит в состав осадочных пород. Применяется для получения гидравлической извести, в качестве строительного камня, для производства огнеупорных материалов	
Малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Кристаллы очень редки, призматические. Образуется массы натечной формы радиально-лучистого строения, а также землистые скопления. Цвет от ярко-зеленого до бледно-зелёного. Черта бледно-зеленая. Блеск стеклянный до алмазного, шелковистый, матовый. Твердость 3,5 – 4. Спайность средняя. Излом неровный. Хрупок. Генезис экзогенный. Образуется в зонах окисления медных сульфидных месторождений. Прекрасный поделочный материал и для внутренней облицовки зданий. Землистые разновидности используются для изготовления красок	То же
Азурит (медная лазурь) $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Кристаллы короткостолбчатые или призматические. Агрегаты сплошные, зернистые, радиально-лучистые, землистые, друзы. Цвет тёмно-синий, в землистых массах голубой. Черта голубая. Блеск стеклянный. Твердость 3,5 – 4. Спайность средняя. Излом раковистый. Хрупок. В соляной кислоте растворяется со вскипанием («шипит»). Генезис экзогенный. Образуется в зонах окисления медных сульфидных месторождений. Используется для получения синей краски. Ценный поделочный и облицовочный материал	То же
Тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	Форма таблитчатая, листоватая. Образуется плотные, иногда шаровидные, массы. Цвет бледно-зеленый, белый с желтоватым, буроватым, зеленоватым оттенками, иногда красноватый. Блеск стеклянный с перламутровым отливом. Черта белая. Очень легко ломается,	Силикаты

1	2	3
	<p>мягкий, жирен на ощупь. Твердость 1. Спайность весьма совершенная. Листочки гибки, но не упруги. Происхождение метаморфическое. Образуется вследствие гидротермального изменения ультраосновных пород. Входит в состав тальковых сланцев. Применяется в производстве линолеумов, рулонных гидроизоляционных материалов</p>	
<p>Мусковит (белая калийная слюда) $KAl_2(OH)_2$ $[AlSi_3O_{10}]$</p>	<p>Форма листоватая, пластинчатая, таблитчатая, чешуйчатая. Бесцветный, часто с желтоватым, сероватым, зеленоватым оттенками. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый, серебристый. Твердость 2 – 3, обладает гибкостью. Спайность весьма совершенная. Происхождение магматическое и метаморфическое. Входит в состав многих магматических, метаморфических (сланцевые сланцы) и осадочных пород (сланцевые песчаники). Обладает тепло- и электроизоляционными свойствами. Присутствие в составе строительных природных материалов несколько снижает их прочность. При физическом выветривании (морозные явления) слюды расслаиваются и снижают механическую прочность пород, ускоряя процесс их разрушения</p>	То же
<p>Каолинит $Al[Si_4O_{10}](OH)_2$</p>	<p>Форма чешуйчатая, пластинчатая. Размер зёрен менее 1 мк. Агрегаты рыхлые, плотные, тонкозернистые. Цвет белый, желтоватый, красноватый, буроватый, голубоватый. Блеск матовый у сплошных масс, перламутровый у отдельных пластинок и чешуек. Твердость 1. Спайность весьма совершенная. Излом неровный. Жирный на ощупь, легко растирается между пальцами, в сухом виде жадно поглощает воду. Во влажном состоянии образует необычайно пластичное тесто. При дыхании на образец заметен запах глины. Генезис экзогенный. Продукт выветривания магматических горных пород, образуется главным образом за счет полевых шпатов и слюд. В некоторых случаях образуется в результате</p>	То же

1	2	3
	совместной коагуляции гелей кремнезема и глинозема на дне природных водных бассейнов. Является главной составной частью огнеупорных глин. Используется как водозадерживающий материал, в красочной промышленности. Каолиновая вата используется в качестве теплоизоляционного материала	
Монтморило-нит $(Al, Mg)_2(OH)_2$ $[Si_4O_{10}] \cdot nH_2O$	Форма чешуйчатая. Размер чешуек менее 1мк. Обычно встречается в виде пластинчатых агрегатов и землистых сплошных масс. Цвет белый с сероватым, иногда синеватым оттенком, розовый, розово-красный, иногда зеленый. Блеск в сухом состоянии матовый. Твердость около 1. Спайность чешуек совершенная. Жирный на ощупь. Происхождение экзогенное, образуется как продукт выветривания магматических пород и разложения вулканических пеплов и туфов. Является основной частью отбеливающих глин, применяется в качестве коллоидального связующего, придающего водостойкость бетону. Глины, содержащие монтморилонит, сильно набухают во влажных условиях, увеличиваясь в объеме до 20 раз	То же
Иллит $K_{<1}, Al_2(OH)_2$ $[(Al, Si)_4O_{10}] \cdot nH_2O$ (примерная формула)	Цвет светло-коричневый, зеленоватый, редко черный. Образует землистые массы. Твердость 1 – 2. Генезис экзогенный. Входит в состав глинистых пород. Иногда встречается в чистом виде и добывается как сырье для огнеупоров. Обладает средней набухаемостью и небольшой адсорбцией веществ из растворов	То же
Серпентин (змеевик) $Mg_3[OH]_4Si_2O_5$ (<i>serpens</i> – змея; по окраске)	Хороших кристаллов не образует. Скрытокристаллические массы, часто смятые, со следами скольжения, иногда с прожилками хризотил-асбеста. Цвет зеленовато-желтый, белый, оливково-зеленый, бурый. Блеск стеклянный, жирный, восковой. Твердость 2,5 – 3,3. Спайность совершенная в одном направлении. Жирный на ощупь. Хрупкий. Излом раковистый, занозистый. Происхождение метаморфическое в результате гидротермально-	Силикаты

1	2	3
	го изменения ультраосновных пород (дунитов, перидотитов). Огнеупорен, щелочестоек, плохой проводник тепла, электричества, звука. Применяется в качестве поделочного и облицовочного камня, а также высокосортного огнеупорного сырья (изготовление форстеритовых кирпичей). Входит в состав метаморфических пород (серпентита)	
<p>Хризотил - асбест (змеевиковидный асбест) $Mg_6[Si_4O_{11}](OH)_6 \cdot H_2O$ (от греч. <i>хризос</i> – золото, <i>тилос</i> – волокно)</p>	Тонковолокнистый минерал. Цвет зеленовато-жёлтый, почти белый. Волокна мягкие и гибкие, в распущенном виде снежно-белый. Блеск шелковистый. Твердость 2 – 3. Излом занозистый. Происхождение метаморфическое в результате гидротермального изменения ультраосновных пород. Волокнистая разновидность серпентина. Расщепляется на тонкое волокно толщиной до 0,0001 мм. Огнестоек, щелочестоек, щелочеупорен, плохой проводник теплоты, электричества и звука. Асбестовые волокна вместе с цементом используются для изготовления прочных, коррозионно-стойких труб, кафеля для пола и кровельной черепицы, тормозных колодок, шифера, стальных панелей. Асбест используют для изготовления огнестойких красок и штукатурок. Входит в состав серпентина в виде прожилок. За последние годы добыча и применение асбестоподобных минералов заметно снизилась в связи с замеченной их канцерогенностью	То же
<p>Хлорит $Mg_4Al_2[Si_2Al_2O_{10}](OH)_2$</p>	Кристаллы таблитчатые, чешуйчатые. Агрегаты сплошные, рыхлые, землистые. Цвет зеленый различных оттенков. Черта зеленовато-белая, серая. Блеск стеклянный до перламутрового, иногда матовый. Твердость 1,5 – 3. Спайность весьма совершенная. Происхождение метаморфическое. Является породообразующим минералом хлоритовых сланцев, входит в состав многих других метаморфических пород	То же

1	2	3
Вермикулит $(\text{OH})_2(\text{Mg,Fe})_3$ $(\text{Si,Al,Fe})_4\text{O}_{10}$ $4\text{H}_2\text{O}$	Чешуйчатые, листоватые, плотные агрегаты. Цвет золотисто-желтый, желтовато-бурый, бронзово-желтый, иногда с зеленоватым оттенком. Блеск жирный до матового. Твердость 1,0 – 1,5. Спайность совершенная в одном направлении. Излом неровный. При нагреве вспучивается и распадается на тончайшие червеобразные искривленные нити или столбики. При прокаливании до $900 - 1\ 000^0$ С сильно вспучивается, увеличиваясь в объёме в 18 – 25 раз, становясь легким (плавает в воде). Происхождение гидротермальное и осадочное (при выветривании биотита). Во вспученном виде применяется в строительстве как тепло- и звукоизоляционный материал. Используется также при производстве обоев	То же
Сера S	Кристаллы пирамидальные. Агрегаты друзы, щетки, сплошные, землистые, натечные, почковидные. Кристаллы бывают и усечённо-пирамидальные, таблитчатые. Цвет жёлтый различных оттенков. Блеск жирный. Твердость 1 – 2,5. Спайность несовершенная. Излом неровный, раковистый. Очень хрупка. Генезис пневматолитовый. Образуется также экзогенным путём в результате разложения гипса битуминозными водами, вследствие разложения сернистых соединений (преимущественно пирита) в зоне окисления, как продукт жизнедеятельности организмов. Применяется в производстве красок, вяжущих для серных бетонов	Самородные элементы
б) минералы твердые и очень твердые (не берутся ножом, оставляют царапину на стекле, твердость выше 5)		
Ортоклаз (полевые шпаты) $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	Кристаллы короткопризматические, толстотаблитчатые. Сплошные, зернистые агрегаты. Цвет белый, розовый, буровато-жёлтый, красновато-белый. Иногда мясокрасный, серо-зелёный. Блеск стеклянный. Твердость 6 – 6,5. Спайность совершенная по двум направлениям. Излом ступенчатый. Происхождение магматическое и гидротер-	Силикаты

1	2	3
	мальное, реже метаморфическое. Входит в состав магматических, а также многих осадочных и метаморфических пород. При выветривании переходит в один из глинистых минералов (каолинит и др.)	
Микроклин K[AlSi ₃ O ₈]	Окраска мясокрасная, иногда жёлтая, зелёная. Твердость 6 – 6,5. Спайность совершенная в двух направлениях. Блеск стеклянный. Генезис магматический, гидротермальный, реже метаморфический. Излом ступенчатый. Входит в магматические, осадочные и метаморфические породы. Сырьё для стекольной и керамической промышленности	То же
Альбит Na[AlSi ₃ O ₈]	Кристаллы таблитчатые, таблитчато-призматические, зубьевидные. Друзы, зернисто-кристаллические агрегаты. Цвет белый, реже буровато-желтый, красноватый, зеленоватый, бесцветный. Блеск стеклянный. Твердость 6 – 6,5. Спайность совершенная по двум направлениям. Хрупок. Излом раковистый, неровный. Происхождение магматическое, пневматолитовое, гидротермальное и метаморфическое. Входит в состав магматических, метаморфических, реже осадочных пород. В процессе выветривания переходит в глинистые минералы с образованием в кислой среде каолинита, а в щелочной – монтмориллонита	То же
Анортит Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	Кристаллы короткостолбчатые и неправильной формы. Цвет розовый, белый, голубоватый, бесцветный и др. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная. Твердость 6 – 6,5. Генезис магматический. Входит в состав магматических пород (габбро, базальты)	То же
Лабрадор Na[AlSi ₃ O ₈]+ Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	Изоморфная смесь альбита (30 – 50 %) и анортита (50 – 70 %). Цвет серый, темно-серый с ярким синим отблеском по плоскостям спайности (иризация). Блеск стеклянный. Спайность совершенная, излом неровный. Генезис магматический. Входит в состав магматических (габбро, базальты) и ме-	То же

1	2	3
	таморфических пород (амфиболиты). В процессе выветривания переходит в глинистые минералы	
Нефелин $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$	Кристаллы (редки) призматические, короткостолбчатые, толстотаблитчатые. Чаще сплошные, зернистые массы. Окраска серовато-белая, серая с различными оттенками. Блеск стеклянный до жирного. Твердость 5,5 – 6,0. Спайность отсутствует. Излом раковистый, неровный. Хрупок. Происхождение магматическое. Породообразующий минерал щелочных изверженных пород (нефелиновых сиенитов). Встречается также в пегматитах	То же
Энстатит $\text{Mg}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$	Правильные кристаллы редки, имеет призматический, реже таблитчатый облик. Бесцветный, серовато-белый с зеленоватым оттенком, реже буровато-зеленый. Блеск стеклянный. Твердость 5,5. Спайность совершенная в одном направлении. Происхождение магматическое. Входит в состав многих магматических пород и кристаллических сланцев	То же
Тремолит $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$	Кристаллы длиннопризматические, игольчатые, волосовидные. Агрегаты тонколучистые, листоватые, волокнистые, войлокоподобные, плотные. Цвет белый, серый, светло-зелёный, желтоватый, иногда бесцветен. Черта бесцветная, белая, сероватая. Блеск стеклянный, шелковистый, перламутровый. Твердость 5,5 – 6. Спайность совершенная в одном направлении. Излом занозистый. Происхождение магматическое и метаморфическое. Образуется в контактах магматических пород с известняками и доломитами (в скарнах), в кристаллических сланцах и роговиках. Содержание тремолита в составе природных строительных материалов повышает их хрупкость. Встречается в метаморфических породах. В процессе выветривания переходит в новые соединения (хлорит, карбонаты и др.)	То же

1	2	3
Актинолит $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5$ $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$	Форма игольчатая. Цвет от светло-зеленого до темно-зеленого. Черта белая. Твердость 5 – 6. Спайность совершенная. Происхождение метаморфическое. Встречается в кристаллических сланцах, мраморах, серпентинитах	То же
Оливин $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$	Зернистые агрегаты. Цвет желтовато-зеленый. Твердость 6,5 – 7. Блеск стеклянный, жирный. Спайность средняя. Излом раковистый. Генезис магматический, реже метаморфический. Входит в состав основных и ультраосновных магматических пород (габбро, дуниты, перидотиты и др.)	Оксиды
Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Аморфный минерал. Цвет белый, молочный, желтый, бурый, красный, зелёный, голубой. Блеск восковой, жирный, перламутровый, стеклянный, матовый. Твердость 5 – 6,5. Излом раковистый, неровный. Происхождение гидротермальное, в связи с вулканической деятельностью (отложения вод гейзеров) и экзогенное в результате выветривания магнезиальных горных пород. Входит в состав осадочных пород (трепел, диатомиты, опоки). Широко применяется в цементной промышленности в качестве гидравлических добавок, для изготовления лёгкого кирпича. Обладает звукоизоляционными и теплоизоляционными свойствами	Гидроксиды
Кварц SiO_2	Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами. Сплошные, плотные массы и включения в породе. Бесцветный, молочный, желтый, золотистый, фиолетовый, бурый, розовый, черный. Блеск по граням кристаллов стеклянный, в изломе жирный. Твердость 7. Спайность отсутствует. Излом раковистый. Хрупок. Происхождение магматическое, осадочное, метаморфическое. Один из наиболее распространенных минералов. Содержит-	Оксиды

1	2	3
	ся во многих магматических, осадочных, метаморфических породах	
Лазурит (лазоревый камень) $3\text{NaAlSiO}_4\text{CaSO}_4$ (Na_2S_3)	Кристаллы очень редки, кубической формы. Сплошные плотные массы и неправильной формы зерна в породах. Цвет густой лазорево-синий, фиолетовый, иногда голубой или зеленоватый. Черта синяя. Блеск стеклянный. Твердость 5,0 – 5,5. Спайность несовершенная. Хрупок. Излом неровный. Происхождение контактно-метасоматическое на контакте кислых и средних магматических пород с известняками и доломитами. Поделочный камень, природная синяя краска (ультрамарин)	Силикаты
Корунд Al_2O_3	Кристаллы бочонковидные, столбчатые, пирамидальные. Агрегаты сплошные, зернистые. Цвет синевато- или желтовато-серый, жёлтый, зелёный. Разновидности: красный – рубин, синий – сапфир, бесцветный – лейкосапфир. Блеск алмазный до стеклянного. Твердость 9. Спайность отсутствует. Излом неровный до раковистого. Хрупкий. Происхождение магматическое, метаморфическое. Входит в состав кварцитов, кристаллических сланцев	Оксиды
Алмаз C	Форма – октаэдры, реже кубы. Окраска желтая, оранжевая, голубая, зеленая. Блеск – алмазный. Спайность совершенная. Излом раковистый, реже ступенчатый. Твердость 10. Происхождение магматическое (залегает в виде отдельных кристаллов в ультраосновных породах). Используется как абразивный материал и при бурении скважин	Самородные элементы
Минералы тёмноокрашенные		
а) минералы мягкие и средней твердости (легко берутся ножом, не оставляют царапину на стекле)		
Биотит $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3$ $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$	Кристаллы таблитчатые, часто столбчатые, пирамидальные. Агрегаты сплошные, пластинчатые и чешуйчато-зернистые. Цвет	Силикаты

1	2	3
	<p>черный, коричневый, бурый, иногда с красноватым и зеленоватым оттенками. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом. Твердость 2 – 3. Спайность весьма совершенная. Происхождение магматическое, метаморфическое. Входит в состав многих магматических и метаморфических пород (граниты, гнейсы, сланцы и др.). При выветривании переходит в минерал вермикулит и далее в хлорит. Присутствие его в составе естественных материалов несколько понижает их прочность</p>	
<p>Графит С</p>	<p>Кристаллы редки (шестиугольные пластинки, таблички). Агрегаты плотные, землистые, зернистые, тонкочешуйчатые, реже шестоватые или волокнистые. Цвет черный до стального серого. Черта черная, блестящая. Блеск матовый. Твердость 1. Жирен на ощупь, пачкает руки. Спайность совершенная в одном направлении. Генезис магматический, осадочный, метаморфический (результат метаморфизма углей). Месторождения графита встречаются также среди магматических пород. Применяется в лакокрасочной промышленности, как смазочное вещество</p>	<p>Самородные элементы</p>
<p>Бурый железняк (лимонит) $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$</p>	<p>Скрытокристаллический или аморфный. Плотные и землистые массы, часто с примесями глинистых частиц, нередко образуют оолиты, концентрически-скорлуповатые агрегаты. Цвет желтый, бурый до черного. Черта желтовато-бурая. Блеск полуметаллический, шелковистый, матовый. Твердость от 1 (у рыхлых разновидностей) до 4 – 5. Хрупок. Происхождение экзогенное вследствие окисления железосодержащих минералов, а также как химический осадок морей. Образуется также на дне болот и озёр при участии железобактерий. Используется для изготовления краски (железной) охры</p>	<p>Гидроксиды</p>

1	2	3
б) минералы твердые (не берутся ножом. Оставляют царапину на стекле, твердость свыше 5)		
<p>Авгит $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})_3$ $[(\text{Si, Al})_2\text{O}_6]$</p>	<p>Кристаллы короткопризматические, восьмиугольные. Агрегаты зернистые. Цвет чёрный, зеленовато- и буровато-черный, реже темно-зелёный. Блеск стеклянный. Твердость 5 – 6. Спайность совершенная в одном направлении. Излом неровный. Хрупок. Продуктами выветривания авгита являются вторичная роговая обманка, хлорит, каолинит, лимонит. Присутствие авгита делает породу хрупкой и трудно поддающейся полировке. Происхождение магматическое. Главнейшая часть магматических основных и ультраосновных пород (габбро, пироксенит и др.)</p>	<p>Силикаты</p>
<p>Роговая обманка $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe}^{2+})_5$ (Al, Fe^{3+}) $[(\text{Si, Al})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$</p>	<p>Кристаллы призматические, столбчатые, реже изометрические. Агрегаты шестоватые, зернистые. Цвет зеленый или бурый различных оттенков до черного. Черта зеленоватая. Блеск стеклянный, шелковистый на плоскостях спайности. Твердость 5,5 – 6. Спайность совершенная в одном направлении. Излом занозистый, иногда раковистый. Происхождение магматическое. Породообразующий минерал основных изверженных пород (габбро, диабазов и др.). Присутствие роговой обманки придает естественным строительным материалам вязкость при обработке</p>	<p>То же</p>

**Определение физических свойств минералов
(пример заполнения таблицы)**

№ п/п	Ми- не- рал	Цвет		Блеск	Твёр- дость по Моосу	Спайность	Излом	Особые свой- ства	Класс	Генезис	Значимость минерала в породооб- разовании. Применение в промыш- ленности строитель- ных мате- риалов (для ПСК)
		мине- рала	черты								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Каль- цит	Белый	Белая	Стеклян- ный	3	Совер- шенная в трех направле- ниях	Ровный по спайно- сти	Бурно вски- пает при дейст- вии соля- ной кисло- ты	Карбона- ты	Экзоген- ный	Породооб- разующий минерал из- вестняков, известко- вых туфов, мраморов

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Галенит	Свин - цово - серый	Серо - вато - черная	Метал - личес - кий	2,5	Совер - шенная в 3 трех направле - ниях	Ровный	Нет	Сульфи - ды	Эндо - генный	Для приго - товления свинцовых белил
3	Мала - хит	Ярко - зелё - ный	Блед - но - зелё - ная	Стеклан - ный	3,5 - 4,0	Совер - шенная	Неров - ный	Хрупок	Карбона - ты	Экзоген - ный	Для внут - ренней облицовки зданий. Из земли - стых разно - видностей изготавли - вают краску

Контрольные вопросы к разделу 1

1. Что называется минералами? Как они образуются?
2. По каким внешним признакам отличают минералы?
3. Какие минералы называют породообразующими?
4. Что понимают под блеском минералов? С какими видами блеска вы ознакомились?
5. Какие минералы вы запомнили из эталонной шкалы твердости (шкалы Мооса)?
6. Что означает спайность минералов?
7. Как классифицируют минералы по кристаллохимическим свойствам?
8. Какими особыми свойствами характеризуются минералы кальцит и галит?
9. Чем отличается мусковит от биотита?
10. Какой минерал растворим в воде? к какому классу он относится? в составе какой породы он является породообразующим?
11. По каким физическим свойствам можно отличить галит от кварца, кварц от ортоклаза?
12. Почему не допускается примесь пирита в строительных материалах?
13. Какой минерал сильно набухает во влажных условиях, увеличиваясь в объеме?
14. Какие минералы из шкалы твердости Мооса относятся к мягким, средней твердости, твердым и очень твердым?
15. Какой класс минералов включает около 800 минералов?
16. Какой генезис имеет минерал хлорит?
17. Где в строительстве применяют серу?
18. Какой генезис имеет алмаз?

2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горные породы представляют собой минеральные агрегаты. Горная порода, состоящая из одного минерала, называется мономинеральной. Например, кварцит состоит из кварца. Более широко распространены полиминеральные породы, состоящие из нескольких минералов, например гранит, в состав которого входят полевой шпат, кварц, слюда.

По своему происхождению горные породы делятся на три генетические группы.

I. Магматические горные породы:

1) глубинные (интрузивные), например гранит, диорит, габбро и др.;

2) излившиеся (эффузивные), например липарит, базальт, траит, андезит и др.

II. Осадочные горные породы:

1) химического происхождения, например каменная соль, гипс и др.;

2) механического происхождения (обломочные породы), например галечник, песок, глина, брекчия, конгломерат, алевроит, аргиллит и др.

3) органогенного происхождения, например известняк ракушечник, диатомит, опока, трепел, торф и др.;

4) смешанного происхождения, например мергель.

III. Метаморфические горные породы, образовавшиеся в процессе:

1) контактового метаморфизма, например мрамор, роговик, кварцит;

2) динамометаморфизма, например глинистый сланец;

3) регионального метаморфизма, например гнейсы, сланцы глинистые, слюдяные, кристаллические и др.

2.1. Магматические горные породы

Образование и классификация

Магматические (или изверженные) горные породы образуются в результате кристаллизации магмы при ее остывании. Магма – это сложный по составу, преимущественно силикатный расплав, включающий разнообразные газы и пары воды. Температура магмы различна, но обычно 100 – 1 300 °С.

Расплавленная магма, прорываясь по трещинам земной коры, в одних случаях застывает в её недрах, что приводит к образованию интрузивных (глубинных) пород (рис. 1). В других случаях она достигает поверхности земли, разливаясь потоками лавы, и даёт начало эффузивным (излившимся) породам (рис. 2).

Интрузивные магматические породы образуются в условиях высокого давления, медленного и равномерного остывания. В этом случае происходит полная раскристаллизация магмы и образуются плотные, массивные, полнокристаллические породы типа гранита, габбро, которые залегают крупными массивами.



Рис. 1. Схема образования интрузивных пород



Рис. 2. Схема образования эффузивных пород

Эффузивные магматические породы формируются в виде лавовых покровов и потоков на поверхности Земли. Это происходит при низких давлении и температуре, при быстрой отдаче тепла и газовых компонентов. При таких условиях кристаллизации возникают породы с обилием аморфного стекла, часто с большой пористостью. Например, базальт, пемза. Эффузивные породы, образовавшиеся в палеозойскую эру и раньше, называют древними (палеотипными), а в более позднее время – молодыми (кайнотипными). Кайнотипные породы, как правило, прочнее палеотипных.

Магматические горные породы подразделяются по содержанию в них SiO_2 на ультракислые, кислые, средние, основные и ультраосновные (табл. 5).

Таблица 5

Классификация магматических пород по SiO_2

Состав пород		Породы интрузивные	Породы эффузивные (аналоги интрузивных)	
химический	минералогический		молодые (кайнотипные)	древние (палеотипные)

1	2	3	4	5
Ультракислые, SiO ₂ более 75%	Кварц, ортоклаз	Пегматиты, аляскиты	-	-
Кислые, SiO ₂ 75 – 65%	Кварц, полевые шпаты (чаще ор- токлаз), слюды	Граниты	Липариты, вулканичес- кие стёкла	Кварцевые порфиры
Средние, SiO ₂ 65 – 52%	Полевые шпаты (чаще ортоклаз), роговая обманка, биотит Плагиоклазы, роговая обманка, биотит	Сиениты Диориты	Трахиты Андезиты	Ортоклазовые порфиры Порфириты
Основные, SiO ₂ 52 – 40%	Плагиоклазы (чаще лабрадор), авгит, иногда оливин	Габбро	Базальты	Диабазы
Ультраосновные, SiO ₂ менее 40%	Авгит, оливин, рудные минера- лы	Перидотиты, пироксениты, дуниты	- - -	- - -

Чем меньше в породе содержится SiO₂, тем она темнее, тем лучше сцепление породы с органическими вяжущими (битумом).

Структура, текстура и трещиноватость магматических горных пород. **Структура** – это совокупность признаков внутреннего строения породы, обусловленных степенью кристаллизации, размером минералов, их взаимным расположением и характером связей между минералами.

По степени кристаллизации различают: полнокристаллическую структуру, типичную для глубинных пород (гранит, габбро); скрытокристаллическую, присущую породам излившимся (базальт, диабаз и др.); стекловатую, в которой степень кристаллизации пород равна нулю (обсидиан); порфировую, характерную для пород излившихся и жильных (среди стекловатой массы имеются отдельные крупные кристаллы вкрапленников, например порфириты и порфиры).

По величине кристаллов структуры делят на: 1) крупнозернис-

тые – более 5 мм; 2) среднезернистые – 5 – 2 мм; 3) мелкозернистые – менее 2 мм. Наибольшей прочностью и долговечностью отличаются породы, имеющие мелкозернистую структуру.

По взаимному расположению минералов различают равномерно-зернистые и неравномерно-зернистые структуры. Среди неравномерно-зернистых выделяется пегматитовая структура, где два минерала (кварц и полевой шпат) образуют сростки, причём один из них имеет крупные формы, проросшие другим минералом.

По характеру связей между минералами все магматические породы характеризуются прочной кристаллизационной структурой.

Текстура (сложение) характеризует пространственное расположение составных частей породы в её объёме. Для магматических пород характерны: массивная текстура – равномерное, плотное расположение минералов (гранит, габбро); шлаковая текстура – порода содержит видимые глазом пустоты (пемза, базальт); полосчатая – чередование в породе участков различного минерального состава или различной структуры.

Трещиноватость магматических пород связана с тектоническими движениями земной коры, с уменьшением объёма в результате неравномерного остывания магмы (лавы) и с процессами выветривания. Магматические породы практически всегда разбиты разломами и трещинами. Разломы являются следствием тектонических движений земной коры. Их расположение в пространстве неопределённое.

При остывании магмы (лавы) в связи с изменением объёма охлаждающейся массы возникают трещины отдельности. Массив горной породы оказывается разделённым на отдельные части (формы). Возникает система закономерно расположенных трещин. Для каждой магматической породы характерна своя трещиноватость отдельностей. Например, для базальта характерна столбчатая отдельность, для диабазы – шаровая, для гранита – глыбовая или матрацевидная.

Для магматических пород, залегающих на поверхности земли, характерны мелкие и хаотические трещины, образовавшиеся в результате воздействия процесса выветривания. Трещиноватость магматических пород облегчает их добычу, раскалывание и обработку, но трещины выветривания ухудшают качество каменных материалов и ограничивают возможность их применения.

В заключение следует отметить, что все магматические невыветрелые породы характеризуются высокой прочностью и являются надёжным основанием для любых инженерных сооружений (табл. П1).

При оценке магматических пород в качестве строительных материалов предпочтение следует отдавать породам с массивной текстурой. Все магматические породы не боятся воздействия воды и кислот. Под действием процесса выветривания они начинают разрушаться по истечении многих сотен лет.

Формы залегания магматических пород

Форма залегания магматических пород связана с их происхождением. Интрузивные породы залегают в виде батолитов, лакколлитов, даек, силлов, лополитов, реже в виде факолитов (рис. 3).

Батолит (греч. *bathos* – глубина + *lithos* – камень) – очень крупный массив, образовавшийся на больших глубинах в ядре антиклинория среди осадочных пород.

Лакколлит (греч. *lakkos* – свод, яма + *lithos* – камень) – геологическое тело, сложенное интрузивными породами, кровля которого имеет форму свода, а подошва близка к горизонтальной плоскости. Образуется на сравнительно небольшой глубине при внедрении магмы между слоями осадочных горных пород в том случае, если верхние породы сводообразно приподнимаются.

Дайка (англ. *dike, dyke* – преграда, стена из камня) – вертикальное или крутопадающее интрузивное тело, ограниченное примерно параллельными стенками, образованное магмой при заполнении ею вертикальных или наклонных трещин в земной коре. На поверхности Земли дайки имеют вид сильно разрушенных стен вследствие более быстрой разрушаемости вмещающих дайки осадочных горных пород.

Силл (швед. *syll* – лежень, подкладина) – пластообразное геологическое тело, сложенное магматическими глубинными породами, залегающее согласно с вмещающими слоистыми и осадочными породами. Длина силлов достигает иногда десятков километров.

Лополит (греч. *loras* – чаша, миска + *lithos* – камень) – блюдцеобразное интрузивное тело значительных размеров, согласно залегающее с вмещающими осадочными породами.

Факолит (*факос* – чечевица) – интрузивное тело, похожее на изогнутую чечевицу, сравнительно незначительных размеров. Располагается в сводах складок согласно с пластами осадочных пород.

Эффузивные породы залегают в виде покровов, потоков и куполов (рис. 4).



Рис. 3. Формы залегания интрузивных пород:
 1 – батолит; 2 – лакколит; 3 – дайка; 4 – пластовая залежь или силл; 5 – лополит; 6 – факолит;
 7 – осадочные породы

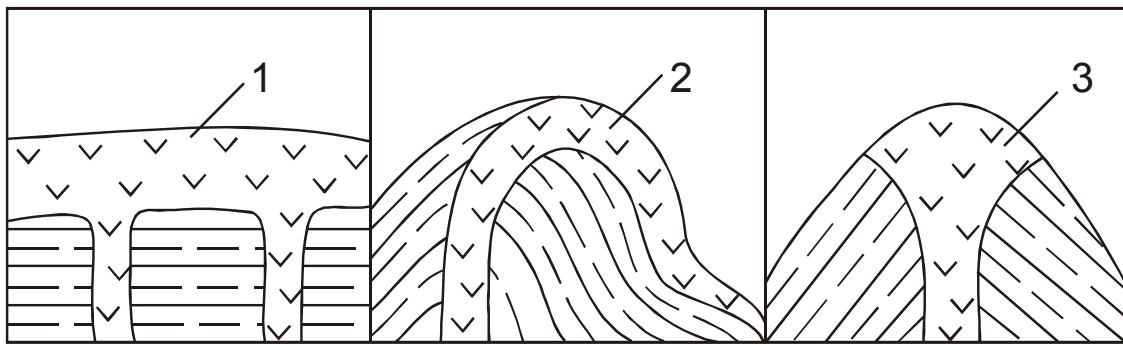


Рис. 4. Формы залегания эффузивных пород: 1 – покров;
2 – поток; 3 – купол

Покровы образуются при больших излияниях масс преимущественно базальтовых лав и занимают значительные площади.

Потоки образуются при вытекании лавы на наклонную поверхность.

Купола возникают при очень вязких магмах. Лавы, вытекая из вулканов, не растекаются, а образуют куполообразные формы, приуроченные к месту эффузивного излияния.

2.2. Осадочные горные породы

Осадочные породы слагают самые верхние слои земной коры, покрывая своеобразным чехлом породы магматического и метаморфического генезиса. Земная поверхность на 75 % своей площади покрыта осадочными породами, несмотря на то, что они составляют всего 5 % земной коры.

Мощность толщ осадочных пород изменяется от нескольких сантиметров до тысяч метров. Осадочные породы чаще всего служат основанием зданий и сооружений, а также используются как строительный материал. Инженерно-геологические свойства осадочных горных пород складываются в процессе литогенеза, т.е. совокупности геологических процессов, определяющих современный состав, строение и состояние пород.

Процессы литогенеза условно подразделяют на ряд стадий: *гипергенез* – выветривание (разрушение) кристаллических и других пород, образование новых минералов, обломков пород, обломков минералов, коллоидных и истинных растворов; *седиментогенез* – перенос и отложение материала – образование осадка; *диагенез* – превращение

осадка в осадочную породу; *катагенез* – начальные изменения осадочной породы; *метагенез* – глубокие изменения осадочной породы – образование метаморфизованных осадочных пород. Последние две стадии иногда объединяют под одним понятием – *эпигенез*.

Особенности осадочных пород. Осадочные породы в силу специфических условий образования имеют следующие особенности: минеральный и химический состав, пористость, слоистость, органические остатки.

Минеральный состав осадочных пород разнообразен: обломки различных пород (магматических, осадочных, метаморфических), первичные минералы, сохранившиеся после разрушения исходных пород (кварц, полевые шпаты, слюды); вторичные минералы, которые образовались из продуктов разложения первичных минералов, например после разрушения полевых шпатов (глинистые минералы, типичные только для осадочных пород); минералы, сформировавшиеся в осадочных породах в периоды диагенеза и эпигенеза (гипс, кальцит, галит, опал, магнетит).

В *химическом составе* осадочных пород в отличие от магматических пород наблюдается большее количество оксидов железа, калия и повышенное содержание воды, углекислоты и углерода.

Пористость типична для всех осадочных пород. Исключение составляют лишь некоторые породы химического происхождения (известняки, гипсы и др.). Поры бывают мелкие, крупные, в виде каверн. Мелкие поры, невидимые глазом, типичны для глин; крупные поры характерны для лессовидных пород, песков. В известняках их часто называют кавернами. Общая пористость колеблется в значительных пределах. Так, в песках она составляет 30 – 40 %, а в глинах более 70 %.

Слоистость образуется в процессе периодического накопления осадков на дне рек, морей, океанов, на поверхности суши.

Органические остатки наблюдаются в большинстве осадочных пород. В одних случаях это примесь в виде гумуса (глины, суглинки), в других остатки растений или скелетных частей организмов в виде окаменелостей, в третьих это основная масса пород (торф, сапрпель, илы).

Классификация осадочных пород. Осадочные породы подразделяются на три основные группы: обломочные, химического происхождения (хемогенные) и органогенные. Некоторые осадочные породы в своем составе содержат материал органогенного, химического и обломочного происхождения (смешанные осадки).

Обломочные породы состоят из продуктов механического разрушения магматических и метаморфических пород, а также ранее образовавшихся осадочных пород (песчаников, известняков и др.). Они делятся на рыхлые (несцементированные) и сцементированные (табл. 6).

Таблица 6

Классификация обломочных пород

Размер обломков, мм	Наименование обломков	Порода	
		рыхлая (несцементированная)	сцементированная
< 0,005	Глинистые	Глина	Аргиллит
0,005 - 0,05	Пылеватые	Алеврит	Алевролит
0,05 – 2	Песчаные	Песок	Песчаник
2 – 10	Гравийные (окатанные)	Гравий	Конгломерат
	Дресвяные (угловатые)	Дресва	Брекчия
10 – 200	Галечниковые (окатанные)	Галечник	Конгломерат
	Щебенистые (угловатые)	Щебень	Брекчия
>200	Валунные (окатанные)	Валуны	–
	Глыбовые (угловатые)	Глыбы	–

Несцементированные обломочные породы характеризуются механическими и водно-коллоидными структурными связями. Их делят на несвязные и связные.

К несвязным относят крупнообломочные породы (валунные, глыбовые, галечниковые, щебенистые, гравийные, дресвяные) и пески. Наименование несвязных пород определяют по гранулометрическому составу, т.е. по количественному соотношению частиц различной крупности. Классификация крупнообломочных пород и песков по гранулометрическому составу приведена в табл. П. 2.

Минералогический состав этих пород самый разнообразный. В песках, например, преобладают минералы, наиболее устойчивые к выветриванию: кварц, слюда, полевые шпаты и т.п.

Применение несвязных обломочных пород в качестве естественных оснований под инженерные сооружения зависит от их гранулометрического состава, степени окатанности обломков и плотности сложения. Чем крупнее обломки и чем менее они окатаны, тем надёжнее порода как естественное основание. При одинаковом гранулометрическом составе и одинаковой степени окатанности обломков надёжнее та порода, у которой меньше коэффициент пористости.

Как строительный материал несвязные обломочные породы используются для приготовления бетона, асфальтобетона, а также для возведения земляного полотна автомобильных дорог и аэродромов, для дренажных устройств.

Связные породы имеют самое широкое распространение на поверхности земли. Они часто являются основанием инженерных сооружений. К связным породам относят супеси, суглинки и глины. Способность связных пород выдерживать нагрузку от инженерных сооружений зависит от показателя текучести (табл. П.3). По наличию включений их подразделяют в соответствии с табл. П.4.

Как строительный материал связные породы используют для приготовления строительных растворов, при изготовлении кирпича, керамзита, керамита, для устройства земляного полотна автомобильных дорог и аэродромов, а при укреплении их цементом – для устройства дорожных одежд взамен щебня (табл. П. 5).

Сцементированные осадочные породы (аргиллит, алевролит, песчаник, конгломерат, брекчия) являются надёжным основанием под инженерные сооружения. Применение этих пород как строительного материала зависит от вида цементирующего вещества. Породы, имеющие кремнезёмистый цемент, характеризуются высокой прочностью, но имеют плохое сцепление с органическими вяжущими (битумом). Породы, обломочный материал в которых сцементирован известковистым цементом, характеризуются лучшим сцеплением с битумом, но меньшей прочностью. Породы с глинистым цементом характеризуются низкой прочностью и размокают в воде, поэтому в качестве строительного материала не используются.

Кроме перечисленных выше к сцементированным породам относят пирокластические горные породы, сформировавшиеся из твердых вулканических продуктов (пепла, вулканического песка и т.д.). Этот вулканический материал, выброшенный при извержении в воздух, транспортируется водой и ветром, накапливаясь в районах, прилегающих к вулканам.

Пирокластические породы имеют признаки как осадочного, так и

магматического происхождения, поэтому их выделяют в особую группу. Характерным представителем пирокластических пород является вулканический туф, применяемый как пористый заполнитель для изготовления лёгких бетонов.

Осадочные породы химического происхождения (хемогенные) образуются в результате выпадения химических осадков (солей) из водных растворов. Такой процесс происходит в водах морей, океанов, континентальных усыхающих бассейнов, соляных источников и т.д. Породами химического происхождения являются различные известняки, известковый туф, доломит, ангидрит, гипс, каменная соль. Общими для этих пород особенностями являются растворимость в воде, наличие пустотности вследствие растворения, трещиноватость. Наиболее растворима в воде каменная соль.

Осадочные породы органического происхождения образуются в результате накопления и преобразования остатков животного мира (зоогенные) и растений (фитогенные). К зоогенным относят известняк-ракушечник, мел, мергель и др., к фитогенным – диатомит, трепел, опоку, торф, нефть, асфальт, озокерит и др.

Свойства осадочных пород, их структурно-текстурные особенности и применение в строительстве приведены в табл. 7.

Формы залегания осадочных пород. Осадочные породы залегают слоями. Верхняя поверхность слоя называется кровлей, нижняя – ложем (подошвой). Расстояние между кровлей и подошвой называют мощностью слоя. Если слой выклинивается в обе стороны на сравнительно небольшом расстоянии, то он называется линзой. Группы слоёв, сходные по литологическому составу, называют толщами.

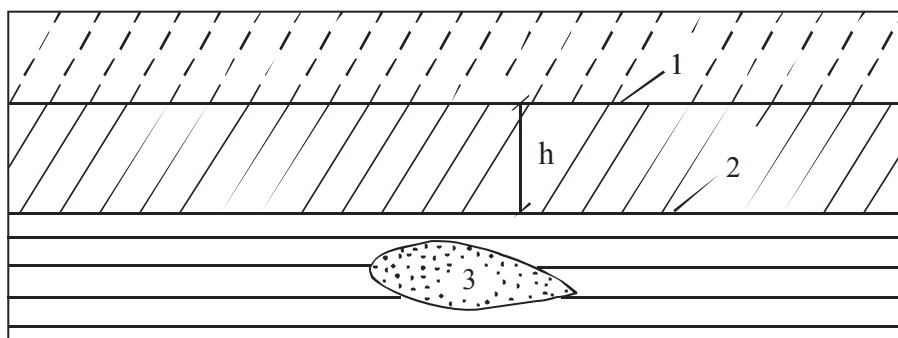


Рис. 5. Горизонтальное залегание осадочных пород:
1 – кровля слоя; 2 – подошва (ложе) слоя; 3 – линза
песка в слое глины; h – мощность слоя

Первоначально слои осадочных пород залегают горизонтально или почти горизонтально (рис. 5). Горизонтальное залегание осадочных пород характерно для равнинных территорий, например для Западно-Сибирской низменности. В горных областях в результате тектонических движений земной коры горизонтальное залегание слоёв нарушается и они приобретают форму складок.

Характер залегания осадочных пород имеет важное значение при проектировании инженерных сооружений. Наиболее благоприятным при строительстве промышленных и гражданских сооружений, автомобильных дорог, аэродромов и тоннелей является горизонтальное залегание слоёв.

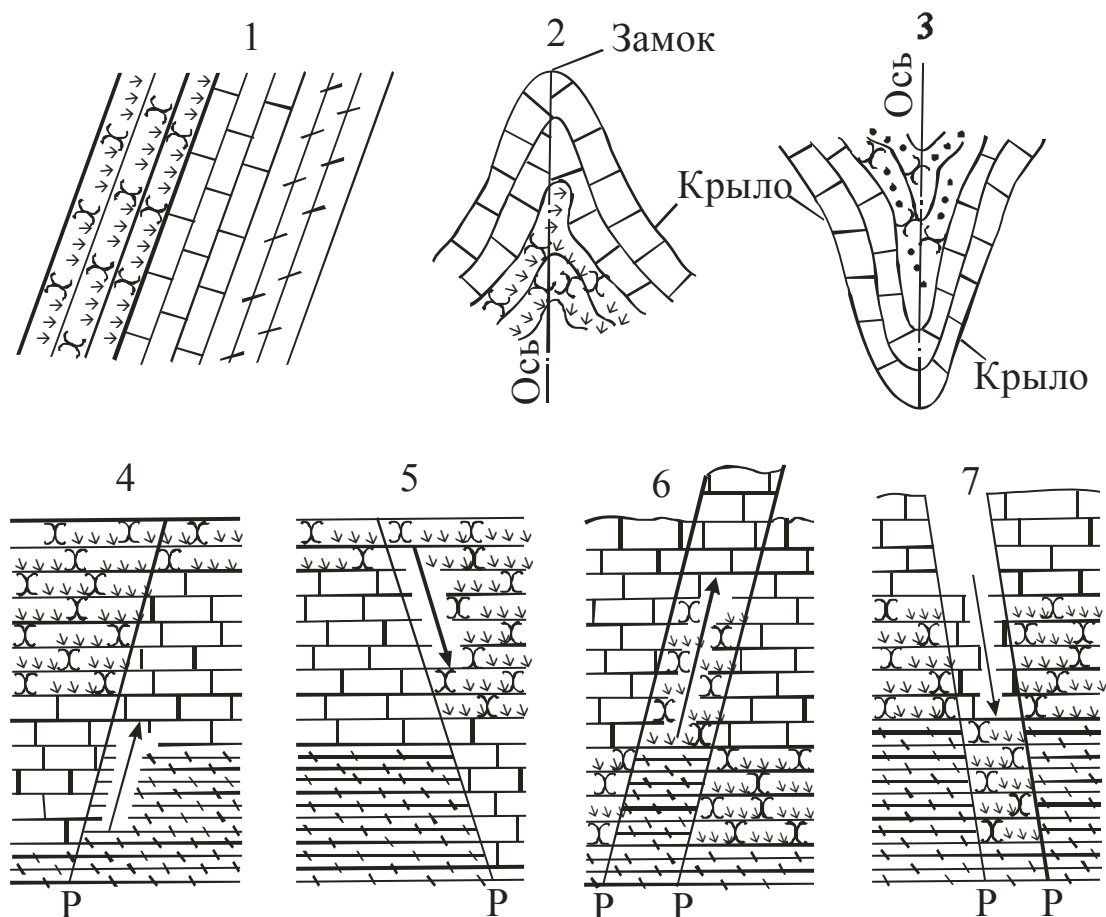


Рис. 6. Нарушенное залегание горных пород:
 1 – моноклираль; 2 – складка антиклиральная;
 3 – складка синклиральная; 4 – взброс; 5 – сброс;
 5 – горст; 7 – грабен; *P* – плоскости разрывов слоёв.
 Стрелками показано направление смещения слоёв

Складки бывают двух видов: 1) без разрыва сплошности слоев – моноклинали, антиклинали, синклинали; 2) с разрывом слоев – взбросы, сбросы, горсты, грабены (рис. 6).

При складчатом залегании слоев необходимо иметь в виду, что в местах изгиба слоев породы будут характеризоваться повышенной трещиноватостью и обводненностью. Самыми неблагоприятными для строительства инженерных сооружений, особенно транспортных тоннелей, являются разрывные нарушения слоев осадочных пород. При пересечении тоннелем обводненных тектонических зон дробления пород возможны внезапные мощные прорывы воды в тоннельную выработку. Если тоннель пересекает зону разрывных нарушений в районах проявления молодого вулканизма, в тоннель могут проникать токсичные природные газы, такие как окись углерода (угарный газ), окислы азота, сероводорода и сернистый газ. Следует ещё на стадии проектирования учитывать наличие тектонических зон дробления пород и по возможности избегать их пересечения тоннелем.

2.3. Метаморфические горные породы

Метаморфические породы образуются в результате глубоких изменений и преобразований магматических и осадочных пород под воздействием высокой температуры, давления и химически активных веществ. В зависимости от ведущего фактора изменения горных пород различают следующие типы метаморфизма: контактовый, динамометаморфизм и региональный.

При контактовом метаморфизме изменение пород происходит на контакте с магмой под воздействием высокой температуры, газообразных компонентов и горячих растворов, выделяемых магмой. Так образуются зернистые породы – мраморы, кварциты и др.

При динамометаморфизме преобразование исходных пород происходит под действием высокого давления, которое возникает в процессе горообразования или под весом вышележащих толщ. Образуются породы типа глинистых сланцев.

Региональный метаморфизм проявляется на больших площадях и в глубине земной коры. Толщу пород, где протекает такой процесс, называют поясом метаморфизма. Изменение исходных горных пород происходит под действием высоких температур и высокого гидростатического давления. Степень изменения исходных пород зависит от глубины их погружения. Наиболее интенсивно процесс метаморфизма-

ции протекает на глубине более 5 – 6 км. При региональном метаморфизме образуются такие породы, как филлиты, кристаллические сланцы, слюдяные сланцы, кварциты, мраморы, гнейсы.

Метаморфическим породам в целом присуща кристаллическая структура. Наиболее характерны следующие текстуры: сланцеватая, полосчатая, массивная.

Форма залегания. При контактном метаморфизме образуются своеобразные оболочки метаморфических пород, окружающих магматические породы. Динамометаморфизм образует мощные зоны смятия, возникают складки. При региональном метаморфизме измененные осадочные породы часто сохраняют первичную слоистость.

Все метаморфические породы – это надежные скальные основания для зданий и сооружений. При строительстве подземных сооружений сланцеватость оказывает неблагоприятное действие, так как по плоскостям сланцеватости возможны обвалы, особенно кровли горизонтальных подземных выработок. Породы часто бывают трещиноватыми. Структурно-текстурные особенности метаморфических пород, их минералогический состав и применение в качестве строительного материала приведены в табл. 7 и 8.

2.4. Методика определения наименования горных пород по внешним признакам

Для определения наименования горных пород их подразделяют по структурно-текстурным особенностям, выделяя магматические породы, осадочные и метаморфические (см. табл. 7).

Среди магматических горных пород выделяют породы, имеющие полнокристаллическую структуру, порфиоровую, скрытокристаллическую и стекловатую. Затем породы с полнокристаллической структурой подразделяются по окраске. Светлоокрашенные полнокристаллические породы содержат значительное количество кремнезёма и небольшой процент тёмноцветных минералов (авгит, роговая обманка, биотит). К светлоокрашенным породам относится гранит (SiO_2 более 65%). По мере уменьшения содержания кремнезёма цвет породы становится темнее (диорит, сиенит) и при содержании кремнезёма менее 52% порода приобретает окраску темную до чёрной (габбро, перидотит, пироксенит). Дунит отличается от всех остальных полнокристаллических пород темно-зеленой или оливковой окраской.

Структурно-текстурные признаки горных пород различного генезиса

Тип и группа пород по генезису	Структура	Текстура
Магматические Глубинные (интрузивные) Излившиеся (эффузивные)	Полнокристаллическая (крупно-, средне- и мелкокристаллическая). Иногда неравномерно-кристаллическая Порфировая, стекловатая, скрытокристаллическая, стекловатая	Массивная (однородная) Массивная, ноздреватая, микропористая, миндалевидная, пузыристая
Осадочные Обломочные Связные Хемогенные Пирокластические	Обломочная: грубо-, средне-, мелко-, тонкозернистая, пылеватая Землистая Зернистая Обломочные, зернисто-угловатая, пепловая	Пористая, слоистая, беспорядочная Пористая, слоистая Плотная Пористая, пузыристая
Метаморфические Глубинного метаморфизма Контактного метаморфизма	Зернистая, листоватая, игольчатая, волокнистая. Кристаллическая, зернистая	Полосчатая, сланцеватая Массивная, однородная, брекчиевидная

Породами, имеющими порфировую структуру, могут быть липарит, кварцевый порфир, порфирит, трахит, андезит. Название магматической породы с порфировой структурой определяют, пользуясь табл. 8, в зависимости от их окраски и состава минералов в порфириковых выделениях (липарит и трахит – окраска светлая; порфирит – окраска зеленоватая; андезит – окраска тёмная).

Магматические горные породы, имеющие скрытокристаллическую структуру, могут быть представлены базальтом и диабазом. Базальт имеет тёмную, почти чёрную, окраску; порода тяжёлая по весу. Окраска диабаз имеет зеленоватый оттенок.

Стекловатая структура характерна для обсидиана и пемзы, которые легко отличить друг от друга по следующим особенностям: обсидиан напоминает тёмное стекло с раковистым изломом и стеклянным блеском; пемза – пористая, легкая порода, похожая на застывшую пену.

Осадочные породы подразделяют по их строению, выделяя породы с плотным зернистым строением, сцементированные обломки, пористым, землистым, волокнистым строением и несцементированные обломки. Среди пород, имеющих плотное зернистое строение, могут находиться гипс, ангидрит, каменная соль, доломит, яшма, известняк. Действуя на эти породы соляной кислотой, выделяют известняк (бурная реакция при действии кислоты) и доломит (реагирует в порошкообразном состоянии с соляной кислотой). Гипс растворяется в соляной кислоте, легко отщепляется ногтём. Ангидрит имеет голубоватый оттенок. Каменная соль легко растворяется в воде, часто характеризуется жирным блеском, имеет солёный вкус. Яшма отличается от перечисленных выше пород большой твердостью (не берётся ножом) и раковистым изломом.

Наименование сцементированных обломочных пород определяют в зависимости от величины и формы обломков. Остроугольные обломки размером более 2 мм, сцементированные каким-либо веществом, называют брекчией; такие же по размеру сцементированные окатанные обломки называют конгломератом; сцементированные остроугольные и окатанные обломки размером более 2 мм – конгломератобрекчией; сцементированный песок – песчаником; отвердевшую пыль – алевролитом; камнеподобную глину – аргиллитом.

С целью определения применимости той или иной сцементированной породы в строительстве выделяют вид цементирующего вещества (известковистый, глинистый, гипсовый, кремнистый, железистый цемент). Цементирующее вещество определяют следующим образом: порода, имеющая известковистый цемент, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты; кремнезёмистый – не царапается ножом; глинистый – издаёт запах глины, а при царапании ножом пылит; если порода сцементирована железистым цементом, она имеет ржаво-бурую, охряно-жёлтую окраску и становится более тяжелой. Нередко сцементированные породы имеют смешанный цемент, например известково-глинистый (вскипает при действии соляной кислоты и пылит при царапании ножом), кремнисто-железистый и т.д.

К породам, имеющим пористое строение, относят известковый туф и опоку. Их различают, пользуясь раствором соляной кислоты. Известковый туф бурно реагирует (шипит) при действии на него соляной кислоты. Опока не реагирует с кислотой.

Если порода состоит из скелетных остатков (раковин) морских животных, она называется известняк-ракушечник. Эта порода также бурно реагирует при действии раствора соляной кислоты.

Породы землистого строения (лёсс, глина, суглинок, супесь, мергель, мел, диатомит, трепел) сравнительно легко распознаются при действии на них воды и растирании на ладони (лёсс размокает в воде; глина даёт пластичную, жирную на ощупь массу, скатывается между пальцами в жгутик; при растирании мокрого суглинка на ладони чувствуются песчинки; в супеси таких песчинок больше, а пластичной массы меньше и т.д.).

Представителем осадочных пород, имеющих волокнистое строение, является торф, который отличается большой пористостью, малым весом (не тонет в воде).

Наименование несцементированных обломков и область применения их в строительстве определяют в зависимости от их размера и формы в соответствии с табл. 8.

Для определения наименования метаморфических горных пород необходимо подразделить их по сложению (текстуре), т.е. отделить образцы плотной массивной текстуры от пород, имеющих сланцеватое и гнейсовидное сложение. Среди пород, имеющих массивное плотное сложение, могут находиться мрамор, кварцит, роговик, амфиболит и серпентинит. Действуя на образцы раствором соляной кислоты, выделяют мрамор (бурная реакция с кислотой). Кварцит, в отличие от мрамора, не реагирует с раствором соляной кислоты и не берётся ножом. Роговик отличается раковистым изломом. Для серпентинита характерны полосчатая или пятнистая окраска и прожилки асбеста. Амфиболит имеет почти чёрную окраску и довольно высокую твердость (не берётся ножом).

Породы сланцеватого сложения могут быть представлены различными сланцами, наименование которых зависит от преобладающих в них минералов (сланцеватый сланец, тальковый сланец и др.).

Представителем пород полосчатого (гнейсовидного) сложения является гнейс.

Результаты определения пород заносят в табл. 9.

Состав и свойства горных пород

Наименование породы	Состав, свойства горной породы и применение её в строительстве
1	2
	МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ
	Структура полнокристаллическая
Гранит	Окраска от светло-серой до мясокрасной, реже зеленоватая, преобладают светлые тона. Состав: полевые шпаты (40 – 60%), кварц (20 – 40%), темноцветные минералы – биотит, авгит, роговая обманка (10%); второстепенные минералы – апатит, пирит, магнетит. Порода прочная. $R_c=160 – 250$ МПа (R_c – предел прочности на сжатие). Текстура массивная, однородная. Используется для облицовки различных сооружений, кладки фундаментов, волнорезов, изготовления ступеней, бордюров. Щебень из гранита применяют в качестве заполнителя для приготовления тяжёлых и химически стойких бетонов, для устройства щебёночных оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов
Диорит	Окраска от светло-серой до тёмно-серой. В составе преобладают плагиоклазы, роговая обманка, биотит, авгит. Из второстепенных минералов присутствуют апатит, пирит, магнетит. Текстура массивная. $R_c=180 – 240$ МПа. Хорошо полируется. Используется для облицовки сооружений. В связи с хорошей полируемостью не рекомендуется применять диорит для тротуарных плит, ступеней и защитного слоя (слоя износа) автомобильных дорог и аэродромов во избежание скользкости покрытий. Щебень применяют для тяжёлых и химически стойких бетонов, устройства щебёночных оснований автомобильных дорог и аэродромов
Сиенит	Окраска светло-серая, розовая, красная. Основную роль в составе занимают ортоклаз или микроклин и плагиоклаз. В небольшом количестве (до 15%) присутствуют роговая обманка, авгит, биотит. Отличается от гранита отсутствием кварца. Порода прочная ($R_c=120 – 180$ МПа). Текстура массивная, однородная. Полируется и обрабатывается легче, чем гранит. Сцепление с органическими вяжущими лучше, чем у гранита. Применяется для облицовки зданий, сооружений. Щебень применяется для бетонов, устройства щебёночных оснований автомобильных дорог и аэродромов
Габбро	Порода тяжелая по весу, очень прочная (R_c до 360 МПа). Трудно поддаётся разработке. Текстура массивная. Исполь-

1	2
	зуются как облицовочный материал, а также для устройства мостовых устоев, набережных. Отходы промышленности в виде щебня могут применяться для устройства щебёночных оснований, асфальтобетонных дорожных и аэродромных покрытий (габбро имеет хорошее сцепление с органическими вяжущими материалами), тяжёлых и химически стойких бетонов
Перидотит	Окраска тёмная: темно-бурая, чёрная, тёмно-зелёная. Состоит из авгита и оливина. Кварц и полевые шпаты отсутствуют. Из второстепенных минералов могут присутствовать роговая обманка, магнетит и др. Текстура массивная. Щебень применяют при изготовлении бетона, асфальтобетона
Пироксенит	Окраска чёрная. Основной минерал – авгит. Порода вязкая, обрабатывается с трудом. Текстура массивная. В виде щебня применяется при изготовлении бетона, для устройства щебёночных оснований и асфальтобетонных покрытий
Дунит	Тёмно-зелёная или оливково-зелёная порода, состоящая из оливина с небольшой примесью магнетита и хлорита. Текстура массивная. Дунит – ценное сырьё для изготовления огнеупорных кирпичей. Имеет отличное сцепление с битумом. Применяется для асфальтобетонных покрытий дорог и аэродромов
Липарит	Структура порфировая Это излившийся аналог гранита, сходный с ним по минералогическому составу, хотя цветных минералов содержится меньше, чем в граните. Окраска породы преимущественно светлая: белая, желтоватая, светло-серая, иногда слегка розоватая. Основная масса породы стекловатая (редко тонкозернистая). Вкрапленники представлены полевым шпатом, кварцем, реже биотитом. $R_c=130 - 180$ МПа. Порода может быть пористой. Используется в качестве строительного камня (бут, щебень, тёсанный камень), реже как облицовочный материал. Применяется также для изготовления стекла. При выветривании распадается на обломки с переходом в глинистую массу
Кварцевый порфир	Отличается от липарита более тёмной окраской (бурой, жёлтой), большей плотностью, меньшим содержанием стекловатой массы. Порфиновые вкрапленники представлены кварцем. Текстура массивная. $R_c=130 - 180$ МПа. Используется в качестве строительного камня (бут, щебень, тёсанный камень), иногда как облицовочный материал

1	2
Порфирит	По минералогическому составу аналогичен диориту. Вкрапленники представлены в основном плагиоклазом. Окраска породы зеленоватая, сероватая. Текстура массивная. $R_c=160 - 250$ МПа. Используются для внутренней облицовки зданий. В виде щебня применяется для приготовления тяжёлых бетонов, устройства щебёночных оснований и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог
Андезит	Окраска темно-серая, буроватая, чёрная. Вкрапленники представлены плагиоклазами, реже роговой обманкой, авгитом и биотитом. Основная масса породы плотная или пористая, мелкозернистая с примесью стекла. В выветрелом состоянии порода зеленовато-серая. Шероховатая на ощупь. Плотные андезиты применяют в качестве кислотоупорных плит и щебня для кислотоупорного бетона. Пористые разновидности породы отличаются легкостью и легко распиливаются. Андезиты используют так же, как стеновой, дорожный и поделочный камни. $R_c=140 - 250$ МПа
Трахит	Состав минералов тот же, что и у сиенита. Вкрапленники, как и основная тонкозернистая масса породы, представлены полевыми шпатами. Окраска белая, серая, желтоватая. Порода мелкопористая, шероховатая на ощупь. $R_c= 60 - 70$ МПа. Легко выветривается, распадаясь на угловатые обломки с последующим переходом в глину. Легко поддаётся обработке, не полируется. Имеет хорошее сцепление с цементом и битумом. Используется в качестве стеновых блоков, дорожных плит, щебня для устройства защитных слоёв автомобильных дорог и аэродромов, для изготовления бетона и асфальтобетона. Применяется также как кислотоупорный материал
Базальт	Структура скрытокристаллическая Окраска тёмная, почти чёрная. Минералогический состав аналогичен габбро. Самая прочная порода, $R_c=$ до 500 МПа, стойкая к выветриванию. Текстура массивная, реже шлаковая. Это наиболее легкоплавкая из всех магматических пород (температура плавления около $1\ 150^{\circ}\text{C}$). В результате термической обработки (расплавления и раскристаллизации в формах) получают каменное литье, облицовочные плитки, лестничные марши, дорожные плиты. Предел прочности на сжатие R_c плавленного базальта достигает 1 000 МПа. В виде щебня применяют для приготовления тяжёлых бетонов
Диабаз	Состав минералов аналогичен габбро, но все минералы в той или иной степени изменены выветриванием, в силу чего большое

1	2
	<p>место в составе занимают вторичные минералы, такие как хлорит, серпентин и др. Окраска от тёмно-зелёной до чёрной. Порода хорошо полируется. Текстура массивная. Свежий (т.е. не выветрелый) диабаз применяют для облицовки, перерабатывают на щебень для приготовления тяжёлых бетонов, устройства щебёночных оснований автомобильных дорог. В связи с хорошей его полируемостью применять диабаз для устройства защитного слоя (слоя износа), тротуарных плит и ступеней не рекомендуется во избежание скользкости таких покрытий</p>
<p>Обсидиан (вулканическое стекло)</p>	<p style="text-align: center;">Структура стекловатая</p> <p>Стекловатая разновидность липарита и кварцевого порфира. Образуется при быстром охлаждении кислой лавы на земной поверхности. Окраска серая, сургучная, бурая до чёрной. Блеск стеклянный, раковистый излом. Используется в качестве гидравлической добавки, способен затвердевать под водой в смеси с гашёной известью. Применяется также для изготовления тёмного стекла</p>
<p>Пемза</p>	<p>Пористая масса, похожая на застывшую пену. Окраска белая, серая, желтоватая, иногда красноватая. Легкая (плавает на воде), хрупкая. Обладает малой теплопроводностью. Встречается в виде обломков, выброшенных при извержении вулканов. Состав минералов такой же, как у липарита и кварцевого порфира. Текстура породы шлаковая. Используется как теплоизоляционный материал, в качестве пористого заполнителя для легких бетонов, активной добавки к извести и цементу (в силу чего они получают способность затвердевать под водой), сухой краски для штукатурки (добавляется в виде порошка)</p>
<p>Известняк оолитовый</p>	<p style="text-align: center;">ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ</p> <p style="text-align: center;">Структура зернистая. Сложение (текстура) плотное</p> <p>Порода сложена мелкими округлыми зёрнами кальцита (оолитами), сцементированными кальцитовым цементом. Бурно реагирует с раствором соляной кислоты. Окраска преимущественно светлая. Образуется на прибрежных участках теплых морей. Залегает в виде пластов. Маломорозостойка. $R_c=16 - 20$ МПа. Применяется как сырьё для изготовления цемента и извести. Перерабатывается на щебень для строительства автомобильных дорог низших технических категорий</p>

1	2
Гипс	Окраска белая, серая, иногда с различными оттенками. Основной минерал – гипс. Из примесей присутствуют ангидрит, глина и др. минералы. Структура от мелко- до крупнозернистой, иногда мраморовидная, реже волокнистая. R_c менее 20 МПа. Применяется как вяжущее, как добавка к портландцементу для регулирования скорости схватывания, для изготовления архитектурных деталей, перегородок, плит, для изготовления красок, эмалей, глазурей, для получения белых, декоративных гипсоглинозёмистых расширяющихся цементов, для безусадочных водонепроницаемых бетонов и растворов
Ангидрит	Разнозернистая порода белого, серого, голубоватого или красноватого цвета. Залегаёт пластами совместно с гипсом и каменной солью. Состоит из одноименного минерала. Применяется в производстве вяжущих веществ (ангидритового цемента) и как поделочный камень. $R_c=60 – 80$ МПа. Залегаёт совместно с гипсом, в нижних толщах последнего. Под влиянием воды ангидрит при малом давлении (< 1 МПа) переходит в гипс с увеличением объёма на 30% и более. Развивающееся при гидратации давление способно поднять вышележащие толщи пород небольшой мощности и стать причиной деформации инженерных сооружений
Доломит	Окраска белая, жёлтая, буроватая, серая, зеленоватая, чёрная. Основной минерал доломит. В качестве примесей содержатся кальцит, оксиды железа, гипс, ангидрит, реже кварц и халцедон, глинистые минералы и остатки организмов. Структура тонкозернистая. При действии соляной кислоты вскипает в порошок при нагревании. Применяется для получения гидравлической извести, магнезиального цемента, в качестве строительного камня. В виде щебня используется для строительства дорожных оснований и покрытий. Характеризуется отличным сцеплением с битумами и другими органическими вяжущими материалами, $R_c =100 – 140$ МПа
Яшма	Очень плотная, твердая порода, окрашенная в разные цвета. Излом раковистый. Основной породообразующий минерал – тонкозернистый кварц или халцедон. В виде примесей – хлорит и гематит. Разнообразная окраска придаёт отполированным поверхностям красивый узор, что вместе с большой твердостью обеспечивает широкое применение породы в качестве ценного поделочного камня
Каменная соль	Зернистая порода, состоящая из галита. В виде примесей присутствуют сильвин, глинистые минералы и др. Окраска белая, серая, желтоватая. Легко растворяется в воде. Вкус солёный.

1	2
	Используется в качестве добавки при зимнем бетонировании и укреплении грунтов цементом при пониженных температурах
Песок	<p style="text-align: center;">Несцементированные обломки</p> <p>Рыхлая обломочная порода, образовавшаяся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемая при разработке песчаных месторождений без использования специального оборудования. В соответствии с ГОСТ 25100-95 [6] к песчаным относят обломки размером от 0,05 до 2,0 мм. По ГОСТ 8736-93 [10] к песчаным относят обломки размером от 0,14 до 5 мм. По условиям образования различают эоловые, речные, морские и овражные (горные) пески. Зерна речных, морских и эоловых песков имеют окатанную форму и гладкую поверхность, т.к. истираются при переносе водой и ветром. В овражных и горных песках зерна преимущественно угловатые. В морских песках могут присутствовать обломки раковин, которые легко разрушаются и снижают прочность строительного материала. В бетонах сцепление цементного камня увеличивается при остроугольной форме зерен песка и шероховатой их поверхности. По минеральному составу различают пески кварцевые (кварца более 90%), полевошпатовые (полевых шпатов более 90%), кварцево-полевошпатовые, кварцево-слюдистые (с содержанием чешуек слюды свыше 10%), глауконитовые (с примесью железистых соединений), ракушечные, содержащие значительное количество ракушек, гумозные (с содержанием органических соединений более 0,5%) и др. Наиболее прочными являются кварцевые пески. По гранулометрическому составу пески подразделяют на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые [6]. Пески используют в качестве мелкого заполнителя для цементобетонов, тяжелых и легких бетонов, для возведения земляного полотна и устройства дорожных одежд. Кварцевые пески применяют для изготовления стекла, силикатного кирпича и силикальцита. Кварцево-полевошпатовые тонкомолотые пески используют при изготовлении известково-кремнеземистого вяжущего для плотных силикатных бетонов. Для приготовления бетона и асфальтобетона применяют преимущественно пески крупной и средней крупности</p>
Гравий	Рыхлый материал, образовавшийся в результате естественного разрушения (выветривания) горных пород, состоящий из окатан-

1	2
	ных зерен размером от 2 до 10 мм [6]. В строительных ГОСТах к гравийным относят зерна от 3 до 70 мм. В гравии могут содержаться зерна высокой прочности, например гранитные, и слабые зерна пористых известняков. По крупности зерен гравий подразделяют на фракции (мм): 5...10; 10...20; 20...40; 40...70. Применяют для строительства покрытий переходного типа, оснований, дренажных водоотводных сооружений, как крупный заполнитель в цементно- и асфальтобетоне
Песчано-гравийные смеси	Представляют собой смесь гравия и песка. Содержание зерен гравия размером более 5 мм должно быть не менее 10% и не более 95% по массе [12]. Применяются для приготовления бетонных и асфальтобетонных смесей, возведения земляного полотна, дренажных устройств
Дресва	Остроугольные обломки размером от 2 до 10 мм различного петрографического состава, являющиеся продуктом выветривания скальных пород, оставшихся на месте их образования. В зависимости от вида исходной горной породы и стадии её выветрелости дресва может применяться для устройства различных слоёв одежды на дорогах местного значения [15]
Щебень	Продукт дробления скальных или рыхлых (гравия, валунов) горных пород размером от 10 до 200 мм [6] различного петрографического состава. По крупности щебень разделяют на фракции (мм): 5(3)...10; 10...20; 20...40; 40...70. В отдельных случаях в строительстве находят применение фракции 70...120 мм и 120...150 мм. Щебень из прочных магматических, метаморфических и осадочных пород применяют в качестве крупных заполнителей для тяжелых, химически стойких бетонов и асфальтобетонных смесей [7], из пористых горных пород, таких как пемза, туфы, крупнопористые базальты, андезитобазальты, андезиты, известняки-ракушечники, опоки и др. – в качестве заполнителей для лёгких бетонов и для теплоизоляции
Галечник	Окатанные обломки размером от 10 до 200 мм различного петрографического состава [6]. В строительных ГОСТах к галечниковым относят обломки размером от 70 до 100 мм. Применение такое же, как у щебня
Валуны (окатанные) Глыбы (угловатые)	Обломки размером более 200 мм различного петрографического состава. Перерабатывают на щебень в бетон, асфальтобетон, для устройства щебёночных оснований автомобильных дорог и аэродромов. Валунки и глыбы размером до 250 мм применяют для мощения улиц. Более крупные обломки используют для получения каменного материала (шашки, щебня) путем раскалывания и дробления

1	2
Лёсс	<p style="text-align: center;">Строение землистое (порода легко растирается между пальцами)</p> <p>Однородная макропористая (крупные поры, различаемые глазом) порода, лёгкая, легко растирается между пальцами в тончайшую пыль, образуя мучнистую массу, легко режется ножом. Вскипает от действия соляной кислоты. В воде легко размокает. Обладает просадочностью, что выражается в способности лёссовой толщи при увлажнении самоуплотняться под собственным весом за счет разрушения части агрегатов и уменьшения пористости, деформируя поверхность земли. При этом порода изменяет свою текстуру и структуру. Используется для изготовления кирпича и черепицы, в качестве добавки в бетон, а также как сырьё для получения низкотемпературных цементов</p>
Глина	<p>Порода, сложенная более чем на 30% из глинистых частиц (размером менее 0,005 мм). Окраска разнообразная – бурая, жёлтая, зелёная и зависит от состава минералов глинистой массы и красящих примесей (оксиды железа, органическое вещество). В сухом состоянии глина плотная и твердая, в соединении с водой дает пластичную, жирную на ощупь массу, скатываясь между пальцами в жгутик. Если на сухую глину подышать, чувствуется землистый запах. Используется как вяжущее вещество и сырьё для кирпично-черепичных, плиточных и гончарных изделий, как сырьё для огнеупорных материалов, в производстве керамзита и аглопорита. Монтмориллонитовые глины – прекрасный адсорбент. Из глин получают различные краски: охра, сиену, умбру. Глины, содержащие свыше 40% песчаных частиц (глины лёгкие, песчанистые), применяют для возведения земляного полотна автомобильных дорог, а при добавке извести укрепляют цементом и используют взамен щебня для устройства дорожных оснований. Глины тяжелые в дорожном строительстве не применяются</p>
Суглинок	<p>Рыхлая порода, содержащая меньше глинистых частиц, чем у глины, и больше песчаных и пылеватых частиц. При растирании между пальцами чувствуется присутствие песчинок. Цвет желтоватый, буровато-желтый. Имеет запах глины. При смачивании водой пластичен. Раскатывается в жгут диаметром 3 – 4 мм. Применяется для изготовления кирпича, керамзита, аглопорита и возведения земляного полотна автомобильных дорог, при укреплении цементом – для устройства оснований взамен щебёночных</p>

1	2
Суглинок лёссовидный	Это разновидность суглинков, характеризующихся наличием макропор, значительным содержанием пыли (более 50%), присутствием карбоната кальция, лёгкой размокаемостью в воде. Иногда эти суглинки просадочные. Используется как сырьё для изготовления кирпича и керамзита, хорошо укрепляется цементом и применяется для устройства дорожных одежд автомобильных дорог взамен щебёночных
Супесь	В отличие от суглинка супесь содержит больше песчаных частиц и меньше глинистых. При раскатывании в жгут рассыпается. Супесь, содержащая песчаных частиц более 50%, весьма пригодна для возведения земляного полотна автомобильных дорог и укрепления цементом при устройстве дорожных одежд
Диатомит	Рыхлая или слабо сцементированная легкая порода белого либо желтоватого цвета, состоящая главным образом из панцирей диатомовых водорослей, отчасти из скелетов радиолярий и губок. Из минеральных примесей встречаются глинистый материал и кварц. Используется в качестве адсорбента, служит сырьём для изготовления лучших сортов цемента. Употребляется как термоизоляционный материал и легкий наполнитель при производстве кирпича, а также изготовления ультрамарина. В виде тонкомолотой добавки применяется для приготовления сульфатостойких и белых портландцементов
Мергель (рухляк)	Тонкозернистая порода разной степени твердости. Это глина, содержащая до 50% известняка. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты, оставляет грязное пятно после реакции. Окраска светлая, желтоватая, зеленоватая и сероватая, реже темно-серая и бурая. Состоит из кальцита и глинистых минералов, иногда содержит примесь доломита и кремнезёмистого вещества. Реже в виде примесей присутствуют опал и гидроокислы железа. Мергель – важнейшее сырьё для портландцемента, романцемента. Используется также для улучшения автомобильных дорог местного значения
Мел	Тонкозернистая, очень мягкая порода белого, реже желтоватого или сероватого цвета, состоящая из кальцита с незначительной примесью глинистых частиц. Пачкает руки. Бурно реагирует (вскипает) при действии разбавленной соляной кислоты. Применяется для производства цемента, извести. Используется также для изготовления замазок, белил, мастики, керамики, красок, лаков и глазури
Трепел	Легкая, землистого облика порода, состоящая из зернышек опала (размером менее 0,005 мм) или халцедона. В качестве примесей присутствуют скелетные остатки (диатомей и радиоля-

1	2
	рий), глинистый материал и окислы железа и марганца. Окраска белая, светло-серая, желтоватая, реже бурая, красная, черная. Обладает огнеупорностью и кислотостойкостью, плохо проводит звук и тепло. Применение в строительстве такое же, как диатомита
Брекчия	<p style="text-align: center;">Сцементированные обломки</p> <p>Остроугольные обломки крупнее 2 мм, сцементированные в сплошную массу. Петрографический состав обломков самый разнообразный. Текстура породы чаще всего массивная. Строительные свойства определяются видом цементирующего вещества. Прочная брекчия используется как облицовочный материал. Щебень применяют для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог</p>
Конгломерат	Окатанные обломки крупнее 2 мм, сцементированные в сплошную массу. Состав обломков разнообразный. Строительные свойства определяются видом цементирующего вещества. Плотносцементированные представители используют как красивый облицовочный материал
Песчаник	Сцементированный песок. Окраска различная: серая, тёмно-серая, желтоватая, бурая, красноватая. Излом раковистый. Прочность зависит от вида цементирующего вещества. Прочный песчаник (кремнезёмистый, железистый цемент) применяют как строительный (бут, плиты, щебень) и декоративный материал
Алевролит	Отвердевшие пылеватые породы. Применение прочных алевролитов такое же, как и песчаников
Аргиллит	Тёмные камнеподобные (не размокают в воде) глины. В строительстве не применяются. Используется в производстве керамзита по сухому способу
Вулканический туф	<p style="text-align: center;">Структура пирокластическая</p> <p>Состоит из обломков эффузивных пород и магматических минералов, сцементированных пепловым, реже осадочным материалом. Окраска белая, серая, розовая. Обломки образуются при вулканических взрывах. Плотные вулканические туфы называют трассами, рыхлый вулканический пепел – пуццоланом. Вулканический туф, обладающий достаточной прочностью, лёгкостью, звуко- и теплоизоляционными свойствами, является ценным строительным материалом. Туфы используют в качестве облицо-</p>

1	2
	вочного камня, для приготовления шлакобетонных блоков, стойких красок. Трассы и пуццоланы применяют в качестве гидравлической добавки к цементам. Породы, имеющие шлаковую текстуру, применяют как пористый наполнитель для изготовления легких бетонов
Известковый туф	<p style="text-align: center;">Строение пористое</p> <p>Окраска белая, сероватая, жёлтоватая, бурая. Ноздреватая, не слоистая порода. Бурно реагирует с соляной кислотой. Порода мягкая (легко берётся ножом). Основной минерал – кальцит. Используется как сырьё для цементной и известковой промышленности, как облицовочный и декоративный материал. Применяется также для улучшения автомобильных дорог местного значения. Основное применение – стеновой материал в виде пиленого камня</p>
Опока	Лёгкая, твердая, пористая порода светло-серого, зеленовато-жёлтого или светло-жёлтого цвета. Образуется путём цементации кремнистым веществом трепелов. Используется как адсорбент. Добавка опоки в виде порошка повышает вспучиваемость керамзита, используется для приготовления сульфатостойких и пуццолановых цементов
Известняк-ракушечник	<p style="text-align: center;">Порода состоит из скелетных остатков (раковин) морских животных</p> <p>Окраска белая, желтоватая, сероватая, розовая. Состоит из ракушек. Основной минерал – кальцит. Порода бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Легко берётся ножом. Используется в качестве строительного камня (бутовый, деловой, стеновой камень, плиты, ступени, площадки), облицовочного материала, а также для получения извести и цемента. Плотные прочные известняки являются универсальным дорожно-строительным материалом. В качестве щебня известняки применяют для устройства дорожных одежд (оснований и покрытий). Щебень хорошо укатывается, порода имеет отличное сцепление с битумом. Малопрочные известняки применяют для улучшения автомобильных дорог низших технических категорий</p>
Торф	<p style="text-align: center;">Строение волокнистое</p> <p>Цвет бурый, желто-бурый, чёрно-бурый. Лёгкий, в воде не тонет, окрашивает воду в бурый цвет. В сухом состоянии загорается от спички. Состоит из изменённых растительных остатков. Сильно</p>

1	2
	сжимается под нагрузкой. Отличается большой пористостью и влагоёмкостью. Плохое основание под сооружения. Используется как теплоизоляционный материал
Мрамор	<p style="text-align: center;">МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ</p> <p style="text-align: center;">Структура кристаллическая, зернистая. Текстура массивная</p> <p>Средне- и мелкозернистая кристаллическая порода. Окраска белая, серая, желтоватая, голубоватая, пёстрая, чёрная, часто пятнистая, полосатая. Основной минерал – кальцит, присутствуют также доломит, магнезит. В виде примесей встречаются кварц, ортоклаз, пирит. Порода берётся ножом. Вскипает при действии соляной кислоты. Легко поддаётся обработке и хорошо полируется. Это ценный облицовочный материал. Широко применяется для орнаментов, скульптурных изделий. Используется также как щебень, для цветных штукатурок, декоративного бетона. Имеет хорошее сцепление с вяжущими материалами. $R_c=50 - 120$ МПа</p>
Кварцит	Окраска розовая, серая, желтоватая. Характеризуется большой твердостью (царапает стекло). Основной минерал – кварц. Порода очень прочная, хрупкая. Обрабатывается с трудом, в изломе блестящая. Даёт красивую полированную поверхность. Отличается пониженным сцеплением с битумом. Обладает щелоче- и кислотоустойчивостью. Используется для приготовления огнеупорного кирпича (динаса), бетона, как облицовочный и декоративный материал, штучный камень. $R_c= 120 - 250$ МПа
Роговик	Серая, белая, беловато-серая, розовато-серая, чёрная мелкокристаллическая порода. Главные минералы – слюда, пироксен (авгит); второстепенные – кварц, полевой шпат. Излом раковистый. Перерабатывается на щебень для бетона и асфальтобетона (имеет отличное сцепление с битумом)
Гнейс	<p style="text-align: center;">Структура кристаллическая, текстура полосчатая (гнейсовая)</p> <p>Окраска светлая: серая, зеленоватая; состав: кварц, полевые шпаты, слюды, роговая обманка, иногда авгит. Текстура полосчатая, что обусловлено линейным расположением чешуек слюды и роговой обманки. Более широкие и светлые полосы сложены кварцем и полевым шпатом. Если полевой шпат имеет чечевицеобразную форму и окружен каёмкой темных минералов, такой гнейс называют очковым. Порода прочная, твердая. Наи-</p>

1	2
	большая прочность на сжатие в перпендикулярном к полосчатости направлении. При ударах раскалывается по полосчатости. Применяется как строительный камень и щебень. Из него получают постелистые камни. Гнейсы с ленточной текстурой дают красивые поверхности при полировке и используются как облицовочный материал. $R_c = 80 - 180$ МПа
Филлит	<p style="text-align: center;">Строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое</p> <p>Окраска светло-зелёная, фиолетовая, красноватая, серая, реже чёрная с серебристым отливом. Главные минералы – серцинит, кварц, хлорит. В качестве примесей могут быть тальк и глинистые минералы. Порода тонкосланцеватая, мягкая (берется ножом). Поверхности сланцеватости блестящие, шелковистые. Используется в качестве кровельного материала</p>
Слюдяной сланец	Окраска белая, бурая, чёрная. Основные минералы – мусковит (мусковитовый сланец) и биотит (биотитовый сланец). Второстепенные минералы – кварц, полевой шпат. Блеск шелковистый на плоскостях сланцеватости. Используется для получения электроизоляционных плит, рулонных кровельных материалов
Тальковый сланец	Окраска белая, серовато-белая, бледно-зелёная. Основной минерал – тальк. Жирён на ощупь, имеет очень низкую твердость (царапается ногтём). Применяется в качестве сырья для огнеупоров
Глинистый сланец	Окраска сероватая, желтоватая, бурая. Состоит из глинистых минералов с примесью кварца. Если дышать на него, издаёт землистый запах. Легко распадается на плитки. Не размокает в воде. Используется как кровельный материал. В размельченном виде применяется в производстве линолеумов
Серпентит	Плотная порода зеленого (зеленовато-черного, реже желтого, коричневого) цвета. Основной минерал – серпентин. В качестве примесей присутствуют оливин и пироксены, а также актигорит (листоватая разновидность серпентина). Образуется в результате метаморфизма ультраосновных пород, богатых оливином. В процессе метаморфизма происходит замещение оливина серпентином. Имеет отличное сцепление с битумом. В виде щебня применяется для устройства дорожных покрытий

Определение наименования горных пород по внешним признакам (пример заполнения таблицы)

п/п	Наименование породы	Состав минералов	Структура	Текстура	Степень выветрелости	Генезис породы	Применение в строительстве
1	Гранит	Полевой шпат, кварц, слюда	Полнокристаллическая	Массивная	Маловыветрелый	Магматический	Для облицовки инженерных сооружений, декоративного оформления зданий, кладки фундаментов, устройства волнорезов, ступеней. Щебень из гранита применяют для изготовления железобетонных изделий и конструкций, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов
2	Суглинок лёссовидный	Кварц, глинистые минералы	Землистая	Рыхлая (слоистая)	Продукт выветривания	Осадочный	Для изготовления кирпича, керамзита, возведения земляного полотна автомобильных дорог; при укреплении цементом – для устройства оснований дорог и аэродромов взамен щебня

Контрольные вопросы к разделу 2

1. Что называется горной породой?
2. Как классифицируют горные породы по их генезису?
3. Чем отличаются интрузивные (глубинные) горные породы от эффузивных (излившихся)?
4. Как классифицируются магматические горные породы по SiO_2 , %?
5. Что понимают под структурой и текстурой магматических горных пород? Назовите основные типы структур и текстур.
6. Чем отличается гранит от липарита?
7. Как образуются осадочные горные породы?
8. Какая из осадочных пород имеет происхождение хемогенное, органогенное и химическое?
9. Какие осадочные горные породы растворимы в воде?
10. Что собою представляет торф? Почему он непригоден в качестве естественного основания для инженерных сооружений?
11. Чем отличается гравий от дресвы, галечник от щебня?
12. Чем отличается брекчия от конгломерата?
13. Как образуются метаморфические горные породы? Назовите виды метаморфизма.
14. Как отличить мрамор от кварцита?
15. Чем отличается гнейс от гранита?
16. Как образуется серпентит?

Приложение

Таблица П.1

Подразделение скальных пород по прочности при одноосном сжатии R_c в водонасыщенном состоянии

Разновидность пород	Предел прочности при одноосном сжатии, МПа
Очень прочная	>120
Прочная	120 - 50
Средней прочности	50 - 15
Малопрочная	15 - 5
Пониженной прочности	5 - 3
Низкой прочности	3 - 1
Очень низкой прочности	<1

Таблица П.2

Классификация крупнообломочных пород и песков по гранулометрическому составу

Разновидность пород	Размер зёрен, частиц d , мм	Содержание зёрен, частиц, % по массе
Крупнообломочные:		
- валунная (при преобладании неокатанных частиц – глыбовая)	>200	>50
- галечниковая (при неокатанных гранях – щебенистая)	>10	>50
- гравийная (при неокатанных гранях – дресвяная)	>2	>50
Пески:		
- гравелистый	>2	>25
- крупный	>0,5	>50
- средней крупности	>0,25	>50
- мелкий	>0,10	>75
- пылеватый	>0,10	<75

Продолжение приложения

Таблица П.3

Подразделение связных пород по показателю текучести I_L

Разновидность связных пород	Показатель текучести I_L
Супесь: - твердая - пластичная - текучая	<0 $0 - 1$ >1
Суглинки и глины: - твердые - полутвердые - тугопластичные - мягкопластичные - текучепластичные - текучие	<0 $0 - 0,25$ $0,25 - 0,50$ $0,50 - 0,75$ $0,75 - 1,00$ $>1,00$

Таблица П.4

Подразделение связных пород по наличию включений

Разновидность связных пород	Содержание частиц крупнее 2 мм, % по массе
Супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем)	15 – 25
Супесь, суглинок, глина галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные)	25 – 50

Классификация связных пород по числу пластичности и содержанию в них песчаных частиц. Пригодность грунтов для дорожного строительства

Наименование связных пород	Число пластичности	Содержание песчаных частиц, % по массе	Пригодность для дорожного строительства	
			при сооружении земляного полотна	при укреплении вяжущими
Супеси:				
- песчанистая	1-7	>50	Весьма пригодна	Весьма пригодна
- пылеватая	1-7	<50	Малопригодна	Пригодна
Суглинки:				
- легкий песчанистый	7-12	≥40	Пригоден	Пригоден
- легкий пылеватый	7-12	<40	Малопригоден	Пригоден
- тяжелый песчанистый	12-17	≥40	Пригоден	Пригоден с ограничениями
- тяжелый пылеватый	12-17	<40	Малопригоден	Пригоден при добавке извести
Глина:				
- легкая песчанистая	17-27	≥40	Пригодна	Пригодна при добавке извести
- легкая пылеватая	17-27	<40	Малопригодна	Пригодна при добавке извести
- тяжелая	>27	Не регламентируется	Непригодна	Непригодна

Библиографический список

1. *Ананьев В.П.* Инженерная геология: учебник для строит. спец. вузов / В.П.Ананьев, А.Д.Потапов. – 4-е изд., стер. – М.: Высш.шк., 2007. – 575 с.
2. *Ананьев В.П.* Основы геологии, минералогии и петрографии: учебник для вузов / В.П.Ананьев, А.Д.Потапов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 398 с.
3. *Ананьев В.П.* Инженерная геология / В.П. Ананьев, В.И. Коробкин. – М.: Высшая школа, 1973. – 300 с.
4. *Ананьев В.П.* Минералогия и петрография: учебное пособие / В.П.Ананьев. – Ростов н/Д: Рост. гос. акад. стр-ва, 1993. – 84 с.
5. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: учеб. пособие для строит. вузов/Ю.М.Баженов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
6. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 31с.
7. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжёлые и мелкозернистые. Технич. условия. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.
8. ГОСТ 25820-83. Бетоны легкие. Технич. условия. – М.:Изд-во стандартов, 1983. – 11 с.
9. ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 15 с.
10. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технич. условия. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 11 с.
11. ГОСТ 4013-82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
12. ГОСТ 23735-79. Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технич. условия. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 6 с.
13. ГОСТ 25246-82. Бетоны химически стойкие. Технич. условия. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
14. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технич. условия. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 23 с.
15. Дорожно-строительные материалы: учеб. для вузов / И.М. Грушко, И.В. Королёв, И.М. Борщ, Г.М. Мищенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
16. *Комар А.Г.* Строительные материалы и изделия / А.Г.Комар. – М.: Высшая школа, 1983. – 487 с.
17. *Комар А.Г.* Технология производства строительных материалов / А.Г. Комар, Ю.М. Баженов. – М.:Высшая школа, 1990. – 443 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. МИНЕРАЛЫ	4
1.1. Общие сведения о минералах.....	4
1.2. Генезис минералов.....	5
1.3. Химический состав, форма, оптические, физические и особые свойства минералов.....	7
1.4. Классификация минералов.....	12
1.5. Методика визуального определения минералов.....	14
Контрольные вопросы к разделу 1.....	34
2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	34
2.1. Магматические горные породы.....	35
2.2. Осадочные горные породы.....	41
2.3. Метаморфические горные породы.....	47
2.4. Методика определения наименования горных пород по внешним признакам.....	48
Контрольные вопросы к разделу 2	66
Приложение	67
Библиографический список	70

Учебное издание

Октябрина Васильевна Тюменцева

МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Учебное пособие

* * *

Редактор И.Г. Кузнецова
Компьютерный набор выполнен А.В. Гриценко

* * *

Подписано к печати
Формат 60x90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman.
Усл. п.л. _____, уч.-изд. л.
Тираж 350 экз. Заказ № _____
Цена договорная

* * *

Издательство СибАДИ
644099, Омск, ул. Некрасова, 10

Отпечатано в подразделении ОП издательства СибАДИ