

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(СИБСТРИН)

Кафедра инженерной геологии,
оснований и фундаментов

Методические указания
К выполнению лабораторных работ по Инженерной геологии
«Краткий определитель горных пород по внешним признакам»
всех форм обучения

Новосибирск 2011

Задания и методические указания разработаны
к.т.н., доцентом ИГОФ НГАСУ (Сибстрин)
Л.В. Федосеева и к.г.-м.н., доцентом кафедры ИГОФ
НГАСУ (Сибстрин) А.А. Шевченко

Утверждены методической комиссией
архитектурно-строительного факультета
мая 2011 г.

Рецензенты:

С.Н.Лавров, доцент кафедры ИГОФ НГАСУ
(Сибстрин),
Н.В.Самусева, доцент кафедры ИГОФ НГАСУ
(Сибстрин),

1. Общие сведения о горных породах

Под названием «горная порода» понимается природный минеральный агрегат более или менее определенного состава и строения, являющийся продуктом геологических процессов и образующий в земной коре самостоятельные тела. Изучением горных пород занимается наука геологического цикла петрография *петрография*.

Практическое значение горных пород велико. С горными породами связано большинство полезных ископаемых – драгоценные камни, золото и полиметаллы, железо и др. Горные породы являются месторождением как рудных полезных ископаемых, так и нерудных – питьевых и минеральных вод, нефти и газа. Горные породы сами являются объектом эксплуатации, как, например, поделочные и строительные камни. И, наконец, в их естественном залегании они служат основанием для гидротехнических, промышленных и других инженерных сооружений, именуясь в этом случае *грунтами*.

Поэтому будущие специалисты строительного профиля должны уметь определять состав горной породы и её строение.

Изучение горных пород включает полевые и лабораторные исследования. В полевых условиях делается первичное визуальное определение горных пород по их внешним признакам - дается макроскопическое описание минерального состава и строения пород, выясняются условия их залегания и, по возможности, геологическая обстановка их формирования.

Определение точного названия горной породы, её состава и структуры возможно только в специальной петрографической лаборатории, где применяют различные специальные методы: оптические, химические, рентгенографические и др.

В учебных целях студенты строительных специальностей изучают состав и строение наиболее распространенных пород визуально по внешним признакам, а также на основании простых качественных реакций (взаимодействие с 10% соляной кислотой).

2. Инженерно-геологическая классификация горных пород

Естественным геологическим признаком для классификации различных горных пород, составляющих земную кору, является их происхождение (генезис). По происхождению выделяются три группы горных пород:

1) **магматические**, образованные при остывании расплавленной магмы;

2) **осадочные**, образующиеся на поверхности земли в процессе отложения продуктов разрушения ранее существовавших пород (обломочные, химические осадки, минеральные и органические остатки различных организмов);

3) **метаморфические**, образованные в недрах земли в процессе воздействия на ранее существовавшие породы (магматические и осадочные) высоких температур, давления и газов.

Каждая из этих генетических групп пород существенно отлична от других и обладает рядом только ей присущих характерных признаков и свойств. Важнейшие из них: минеральный состав, структура, условия залегания, характер структурных (межминеральных) связей и физико-механические свойства — являются следствием особенностей образования горных пород и последующего их преобразования в земной коре.

Минеральный состав пород представлен:

- кристаллическими зернами минералов у магматических и метаморфических пород;
- обломками минералов и пород, кристалликами солей, скрытозернистых минеральных масс;
- минеральных остатков различных организмов у осадочных пород.

Структурой называется строение породы, обусловленное состоянием минерального вещества (кристаллическое, обломочное, аморфное) и размером составных минеральных составляющих. Различают кристаллическую (крупно-, мелкозернистую), стекловатую, обломочную и другие структуры.

Текстура — сложение породы, обусловленное относительным расположением и распределением составных минеральных частиц в ее объеме. Текстура является диагностическим признаком при определении происхождения горных пород.

Различают следующие основные виды текстур:

- массивная — характерна для магматических пород; минералы располагаются в объеме породы равномерно по всем направлениям;
- слоистая — характерна для осадочных пород; минеральные частицы слагают слои, прослойки;
- сланцеватая — характерна для большинства метаморфических пород; минеральные зерна имеют удлиненную, листоватую форму и располагаются в породе параллельно друг другу.

В инженерной геологии и строительной практике чаще используется термин **грунт**, — под которым понимаются горные породы, находящиеся в сфере инженерной деятельности человека.

Геотехнические свойства грунтов определяются характером структурных связей между минеральными частицами.

Различают следующие структурные связи.

Кристаллизационные (химические) связи образуются в породе при раскристаллизации магматического расплава, выпадении химических солей из водных растворов. Химические структурные связи характерны для пород с кристаллизационной структурой: магматических, метаморфических и осадочных сцементированных. Наличие прочных химических связей между отдельными минеральными элементами обуславливает высокую прочность этих горных

пород.

Структурные связи в слабо связных осадочных породах (глинах), бесструктурных (песках) имеют более сложную природу. Они возникают в результате взаимодействия между ионами и атомами кристаллических решеток минеральных частиц, между частицами и ионами, молекулами химического вещества, находящегося в водном растворе, и молекулами цементирующего вещества. С физической точки зрения эти связи обусловлены силами молекулярного, ионного, электростатического и магнитного притяжения между частицами.

Молекулярные связи проявляются при сближении атомов или микроскопических тел благодаря молекулярным (вандерваальсовским) силам. Величина их изменяется в зависимости от дисперсности породы и содержания связной воды, обуславливающей расклинивающее действие. Молекулярные силы проявляются в сухих тонкодисперсных породах.

Ионно-электростатические связи обусловлены наличием у коллоидных и глинистых частиц при взаимодействии с растворами двойного электрического слоя. Обменные катионы, находясь между отрицательно заряженными глинистыми частицами, образуют прочные электростатические связи.

Структурные связи в тонкодисперсных породах часто называют *водно-коллоидными*, так как в их формировании существенное значение имеют вода и минеральные коллоиды.

Электростатические связи проявляются на контакте разнозаряженных минеральных частиц. Электростатические связи имеют практическое значение в песчаных и пылеватых породах при незначительной их влажности.

Магнитные связи возникают в условиях естественного геомагнитного поля, проявляются вследствие магнитного притяжения частиц друг к другу на начальных стадиях формирования осадка.

Капиллярные связи проявляются в дисперсных породах (например, рыхлых песках). В результате взаимодействия воды с твердыми частицами породы происходит смачивание их с образованием в порах менисков, связывающих частицы между собой.

Выветренность пород. Выветривание — разрушение горных пород под действием экзогенных факторов в приповерхностной толще земной коры. Различают физическое

выветривание, химическое и органическое.

Физическое выветривание происходит при колебании температуры атмосферы или расклинивающим действии замерзающей воды в трещинах; в итоге исчезают структурные связи, порода разделяется на обломки, отдельные зерна минералов.

Химическое выветривание — это разрушение породы при воздействии кислорода воздуха (окисление), углекислого газа (каолинизация), воды (гидратация) и других химически активных соединений. Происходит разрушение породы с образованием новых химических соединений — вторичных минералов и пород.

Органическое — разрушение пород под действием организмов (живых, корней растений) и продуктов их разложения (органических кислот); происходит обогащение разрушенной породы органическими остатками, формируется почва.

В итоге выветривания формируется кора выветривания, состоящая из продуктов разрушения горных пород.

В соответствии с действующим в нашей стране ГОСТ 25100—95 все грунты подразделяются на два класса:

класс скальных грунтов — грунты с жесткими структурными связями; объединяет магматические, метаморфические, осадочные сцементированные и искусственные (закрепленные цементом в природном залегании) горные породы;

класс нескальных грунтов — грунты без жестких структурных связей; объединяет осадочные породы, в которых связи между минеральными частицами отсутствуют (песок, гравий и др.) или очень слабые, водно-коллоидные (глины, торф, почва и др.). К этому классу относятся и *искусственные грунты* — насыпные, намывные и уплотненные в природном состоянии.

3. Магматические горные породы

В зависимости от условий, в которых происходит остывание магмы, магматические породы отчетливо разделяются на две подгруппы: интрузивные и эффузивные породы, отличающиеся друг от друга по структуре.

Интрузивные горные породы имеют *полнокристаллическую структуру*, состоят из хорошо различимых кристаллов минералов. Интрузивные породы образовались на глубине (интрузия—внедрение.— лат.) в результате остывания внедрившейся в толщу земной коры магмы. Остывание происходило медленно в условиях высокого давления, вследствие чего произошла полная раскристаллизация вещества магмы. Интрузивные породы залегают в виде массивов: батолитов, лакколитов, межпластовых интрузивных тел, даек.

Эффузивные горные породы имеют *стекловатую или порфировую структуру*. Образуются эффузивные породы при остывании магмы (лавы), излившейся (эффузия — излияние.— лат.) на поверхность земли или в толще земной коры на небольшой глубине. В условиях атмосферных температур и давления процесс остывания идет очень быстро, минералы не успевают выкристаллизоваться, лава застывает в виде стекла. В итоге образуется порода со *стекловатой* структурой. А поскольку при остывании происходит интенсивное выделение газов, то она приобретает пористость, ячеистость, ноздреватость, т. е. *пористую текстуру*.

Более характерной для эффузивных пород является структура *порфировая*. В этом случае порода состоит из стекла или скрытозернистой сплошной массы, в которую вкраплены сравнительно крупные кристаллы минералов. Образование порфировой структуры можно объяснить следующим образом. В процессе подъема магмы из магматического очага к поверхности происходит выкристаллизация отдельных минералов, а после излияния магмы на поверхность основная масса ее застывает в виде стекла, цементируя кристаллы в сплошную породу.

Эффузивные породы разделяются на палеотипные (древне-вулканические) и кайнотипные (нововулканические).

Палеотипные породы имеют темный цвет (темно-бурый за счет окислов железа, темно-зеленый за счет наличия вторичных минералов — хлорита и др.). Порфировые выделения -

«вкрапленники», — тусклые, выветрившие, плоскости спайности у них мутные.

Кайнотипные породы более свежие, порфировые выделения их имеют стеклянный блеск на плоскостях спайности.

В зависимости от процентного содержания оксида кремния все магматические породы (интрузивные и эффузивные) делятся на пять групп (табл. 1):

- 1) ультракислые породы — более 75% SiO_2 ;
- 2) кислые — от 65 до 75% SiO_2 ;
- 3) средние — от 52 до 65% SiO_2 ;
- 4) основные — от 40 до 52% SiO_2 ;
- 5) ультраосновные — менее 40% SiO_2 .

Классификация магматических горных пород

Таблица 1

По условиям образования	Структура		Светлые (светлосерые, розовые, красные)			Темные (серые, темносерые, зеленые, черные)		
			Содержание SiO ₂					
			ультра-кислые	кислые	средние		основные	ультра-основные
			ортоклазовые			плагиоклазовые		бесполево-шпатовые
			Ортоклаз Кварц Слюда	Ортоклаз Кварц Альбит Роговая обманка Слюда	Ортоклаз Альбит Роговая обманка	Альбит Роговая обманка Авгит Биотит	Лабрадор Анортит Авгит Роговая обманка	Оливин Авгит
эффузивные	Стекло-ватая	Обсидиан, пемза, вулканический туф						
	Порфи-ро-	Кайно-типные	—	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	—
		Палео-	—	Кварце-	Порфир	Порфи-	Диабаз	—

		типные	—	вый порфир		рит		—
<i>Интруз и-вые</i>	<i>Полно- кристал- лическая</i>	-	Пегма- тит	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Дунит пироксенит

Цвет горной породы, ее минеральный и химический состав в значительной степени связаны между собой. Магматические кислые и средние породы содержат много светлых минералов: полевых шпатов, кварца, мусковита и др., и мало темных, поэтому подавляющее большинство из этих пород имеет светлую окраску (светлосерую, розовую, красную). Породы основные и ультраосновные, содержащие окиси кремния менее 52%, наоборот, богаты темно-цветными минералами: оливином, роговой обманкой и другими магнезиально-железистыми минералами — поэтому имеют темную окраску.

Все выделенные по кислотности группы состоят из интрузивной и двух эффузивных горных пород (палеотипной и кайнотипной) и характеризуются одинаковым минералогическим составом. Отличаются они по структуре и сохранности (степени выветренности).

При определении пород по классификационной табл. 1 следует руководствоваться следующим порядком.

1. Определяется структура породы и по ней - происхождение и группа (интрузивная, эффузивная).
2. Определяется наличие и вид полевых шпатов и по ним — кислотность пород (ортоклазовые, плагиоклазовые, бесполевошпатовые).
3. Если главным породообразующим является ортоклаз — определяется наличие кварца, тем самым выясняется, к какой из групп относится порода (группе гранита или сиенита).
4. Если главным породообразующим минералом является плагиоклаз (ортоклаз отсутствует) — определяется вид плагиоклаза (альбит, лабрадор) и тем самым определяется группа (диоритов, габбро) и название породы.

Описание магматических пород

Группа ультракислых пород

К ультракислым относятся интрузивные жильные породы с высоким содержанием кремнезема: пегматит.

Пегматит. Структура полнокристаллическая, крупно-зернистая. Состоит из минералов: полевых шпатов (преимущественно ортоклаза) и водяно-прозрачного кварца, в небольшом количестве присутствует мусковит. Часто наблюдается закономерное прорастание ортоклаза зернами кварца, расположенного в виде строк (письменный камень).

Образуется пегматит при раскристаллизации магмы в трещинах пород, форма залегания—жилы, дайки.

Пегматит по составу близок к граниту. Плотность — $2,6 \text{ т/м}^3$, предел прочности до 150 МПа.

В условиях атмосферы сравнительно быстро выветривается (распадается по плоскостям спайности ортоклаза), превращаясь в дресву, песок и каолиновые глины.

Пегматит используется как облицовочный материал, в керамической промышленности.

Группа гранитов

Гранит. Структура полнокристаллическая, в зависимости от величины кристаллов минералов крупно-, средне-, мелкозернистая.

Минералогический состав: полевые шпаты (обычно ортоклаз, реже альбит) — 60%, кварц — 30—35%, роговая обманка, слюды — 5—10%. Цвет породы от розовато-серого до мясочного, светло-серый, в зависимости от цвета ортоклаза. Текстура массивная.

По условиям образования — порода интрузивная, форма залегания — батолиты, штоки, реже лакколлиты. Граниты обычно разбиты системой трещин на отдельные блоки, образующие **плитообразные**, параллелепipedальные отдельности. Граниты — наиболее широко распространенные магматические породы, характеризуются высокой плотностью и прочностью. Плотность в среднем $2,65 \text{ т/м}^3$, незначительная пористость — 1—2%. Предел прочности на одноосное сжатие 100—230 МПа. Порода устойчива к механическому воздействию и выветриванию, в процессе выветривания образуются дресва (гнилой гранит), песок, супесь, суглинков.

Гранит широко используется в строительстве: в качестве половых плит на станциях метрополитенов, **облицовочного материала** как наружных, так и внутренних стен сооружений, для каменной кладки фундаментов (бутовый камень), опор мостов и подпорных стенок. В виде щебня используется для путевого балласта и приготовления бетона.

Кварцевый порфир (альбитофир). Структура порфировая, по условиям образования — эффузивная порода.

Минералогический состав тот же, что и у гранита: ортоклаз, кварц, биотит, роговая обманка.

Порода представляет собой бурую стекловатую или скрытокристаллическую однородную массу с вкраплением порфировых выделений, представленных зернами темного, водяно-прозрачного кварца, ортоклаза, роже роговой обманки и биотита. Кристаллы ортоклаза выветрелые, имеют мутный вид. Текстура массивная, отдельность плитчатая. Форма залегания кварцевого порфира — лавовые потоки, покровы, реже дайки. Кварцевый порфир является древневулканическим (палеотипным) аналогом гранитов и характеризуется аналогичными свойствами: плотность $2,6 \text{ т/м}^3$, предел прочности $100\text{—}220 \text{ МПа}$.

Кварцевые порфиры и альбитофиры используются в качестве бутового камня, щебенки при приготовлении бетона и балласта для дорог.

Л и п а р и т — кайнотипный эффузивный аналог гранита.

Минералогический состав, как и у гранита: ортоклаз, кварц, немного слюды, редко роговая обманка.

Структура порфировая. Порфировые выделения представлены ортоклазом и кварцем. Полевой шпат — свежий, стеклянно-прозрачный. Основная масса плотная стекловатая, иногда пористая. Цвет основной массы белый, серый или желтовато-белый. Текстура флюидальная, полосчатая. Образуется липарит при излиянии магмы на дневную поверхность, залегает в форме лавовых потоков, покровов, иногда даек. Не устойчив при выветривании. Плотность от $2,4$ до $2,6 \text{ т/м}^3$, пористость 9% , предел прочности $90\text{—}180 \text{ МПа}$.

Липарит используется в строительстве в качестве бутового камня и щебня.

Группа диоритов

Диорит. Структура полнокристаллическая, порода интрузивная.

Минералогический состав: полевой шпат (альбит), роговая обманка, реже — авгит, биотит. Цвет — от светло-серого до темно-серого. При выветривании приобретает зеленовато-серую окраску. Темных минералов $15\text{—}25\%$. Залегает в виде штоков, даек и жил, в массивах гранитов и габбро. Отдель-

ность в виде плит. Плотность $2,8 \text{ т/м}^3$, предел прочности 110—260 МПа. Диорит устойчив к выветриванию.

Мелкозернистые диориты с большим содержанием роговой обманки принадлежат к наиболее прочным, вязким и наименее истираемым породам. С увеличением содержания слюды механическая прочность диоритов снижается. Благодаря большой вязкости и прочности диорит широко применяется при каменной кладке фундаментов, опор мостов, мощении площадей, в качестве облицовочного камня. Диорит хорошо полируется и поэтому успешно применяется для художественной отделки сооружений.

Разновидность, содержащую кварц в виде кристаллических зерен, называют кварцевым диоритом (или гранодиоритом).

Порфирит — палеотипный эффузивный аналог диорита. Образовались порфириты или при излиянии магмы на дневную поверхность, или на небольшой глубине.

Минералогический состав такой же, как и у диоритов.

Структура порфировая. Вкрапленники представлены альбитом, реже — роговой обманкой, авгитом. Альбит белого и зеленовато-белого цвета, матовый. Основная масса плотная, серовато-зеленого и темно-зеленого цвета.

Порфириты залегают в форме потоков, покровов, имеют плитчатую отдельность. Плотность от $2,5$ до $3,0 \text{ т/м}^3$, предел прочности 120—240 МПа. Устойчивы при выветривании и механическом воздействии.

Используются как строительный материал: щебень, бут, брусчатка для мощения улиц и дорог, при наличии яркой окраски — в качестве облицовочного материала.

Андезит. Структура порфировая, порода эффузивная.

Минералогический состав как у диорита.

Порфировые выделения представлены: плагиоклазом (вкрапленники — светлые, блестящие кристаллы альбита, а основная масса темная, стекловатая), роговой обманкой (вкрапленники черного цвета, а основная масса светло-серая). Андезит в основном представляет плотную или пористую мелкозернистую массу с примесью вулканического стекла. Цвет породы от серого до темно-серого. Текстура массивная. Андезит — кайнотипный эффузивный аналог диорита. Образовался или при излиянии магмы на дневную поверхность, или на небольшой глубине от поверхности. Андезиты часто образуют обширные лавовые поля (Анды в Ю. Америке). Залегают в форме покровов, потоков, куполов, реже — лакколитов и даек.

Отдельность плитчатая и столбчатая. Плотность $2,7 \text{ т/м}^3$, предел прочности 30—150 МПа. При выветривании андезиты приобретают зеленоватый цвет и распадаются на угловатые обломки. Выветриванию поддаются умеренно. Плотные андезиты применяются как кислотоупорный материал, в дорожно-строительном деле, большей частью как бутовый камень.

Группа габбро

Габбро. Структура полнокристаллическая, чаще крупнозернистая.

Минеральный состав: полевой шпат (основной плагиоклаз, преимущественно лабрадор) — более 50%, оливин, авгит. Цвет — от темно-серого до черного. Образуется на глубине при остывании расплавленной магмы. Залегает в виде лакколитов и даек. Отдельность параллелепipedальная, глыбовая, шаровая. Плотность $2,8—3,0 \text{ т/м}^3$, характеризуется малой пористостью— $0,5—1,77$, предел прочности 100—300 МПа.

Габбро — горная порода, устойчивая к выветриванию, хорошо полируется, имеет красивую окраску, поэтому широко применяется как облицовочный материал, в качестве плит для пола, а также бутового и дорожно-строительного камня.

Габбро, состоящее из одного лабрадора, называется лабрадоритом.

Диабаз. Минералогический состав как и у габбро (основной плагиоклаз, преимущественно лабрадор, авгит, оливин).

Диабаз представляет кристаллически-зернистую породу с различной крупностью зерен. Структура — порфировая, диабазовая, хорошо видны белые палочки и таблички плагиоклаза, отчетливо выделяющиеся на черном или темно-зеленом фоне, составленном мелкими зернами авгита. Цвет породы — от темно-зеленого до черного.

Диабаз является палеотипным эффузивным аналогом габбро. Диабазы образовались при остывании магмы на дневной поверхности или на небольшой глубине. Под влиянием динамометаморфизма диабазы переходят в хлоритовые сланцы.

Диабаз залегает в форме покровов, потоков, отдельность столбчатая, плитчатая и шарообразная. Плотность $2,7—3,0 \text{ т/м}^3$, предел прочности 100—300 МПа. Свежий диабаз — очень прочная, кислото- и щелочноупорная горная порода, очень вязкая и устойчивая к истиранию. Используется для приготовления щебня и брусчатки для мостовых. Применяется в

каменнолитейном производстве (петрургии). Диабаз легко полируется, что позволяет использовать его в качестве общесовочного материала.

Базальт — кайнотипный эффузивный аналог габбро, имеет тот же минералогический состав (лабрадор, авгит, оливин).

Структура порфировая с небольшим количеством темного вулканического стекла. Невооруженным глазом в базальте легко различаются вытянутые кристаллы плагиоклаза и авгита. Цвет темный, часто почти черный. Шероховат на ощупь, что обусловлено занозистым изломом. Образуется при излиянии магмы на дневную поверхность или на небольшой глубине от поверхности. Часто имеет повышенную пористость. Залегаёт в виде обширных покровов, потоков и даек. Характерным признаком базальта является столбчатая отдельность, благодаря которой базальтовые покровы и потоки часто разбиваются на шестигранные столбы.

Плотность — $2,5\text{—}3,0\text{ т/м}^3$, предел прочности — $80\text{—}240\text{ МПа}$. Базальты кислотоупорны, очень прочны, устойчивы к выветриванию. Широко используются при кладке фундаментов, опор мостов, применяются в качестве заполнителей для бетонов, балласта. В последнее время базальт и диабаз применяются в каменнолитейной промышленности, для отливки специальных труб для химической промышленности, изготовления изоляторов и т. д. Плавится базальт при температуре $1200\text{—}1250^\circ$.

Ультраосновные породы

Пироксенит имеет полнокристаллическую структуру, состоит из авгита с небольшой примесью оливина. Цвет темно-зеленый, черный. Текстура массивная. Образуется на глубине из расплавленной магмы при медленном остывании. Залегаёт в форме даек и жил.

Пироксениты обладают высокой плотностью — $3,0\text{—}3,2\text{ т/м}^3$. Предел прочности $80\text{—}200\text{ МПа}$, Встречается редко, хрупок, с трудом поддается обработке.

Дунит имеет полнокристаллическую, мелкозернистую структуру, порода интрузивная. Состоит, главным образом, из оливина и незначительного количества авгита. Цвет оливково-зеленый. Часто дуниты покрыты желто-бурой тонкой коркой лимонита. Образуется из расплавленной магмы на большой глубине в условиях большого давления при медленном застывании.

Слагает наиболее глубокие зоны лакколитов. Образуется

самостоятельные небольшие интрузивные тела, дайки и жилы.

Характеризуется высокой плотностью — $3,0\text{—}3,2 \text{ т/м}^3$.

В чистом виде дунит встречается редко.

Вулканические породы

К вулканическим относятся породы современной (четвертичного периода) деятельности вулканов. Для них характерна высокая пористость, интенсивная трещиноватость, обусловленная выделением газов из расплавленной лавы. Наиболее широкое распространение из них имеют обсидиан, пемза, вулканическая лава и вулканический туф.

Обсидиан — вулканическое стекло серого, бурого, красного и черного цвета. Структура стекловатая, излом раковистый, текстура массивная или флюидальная. Цвет породы зависит от состава магмы, светлые тона характерны для лав, богатых кремнеземом, темные — богатых окислами магния и железа. Вулканические стекла со скорлуповатой отдельностью, в составе которых присутствует вода в количестве $3\text{—}4\%$, называются перлитами.

Обсидианы и перлиты при обжиге вспучиваются, приобретают пористость, применяются в качестве инертных материалов легких бетонов.

Пемза — тонкопористая легкая порода. Структура стекловатая, текстура пористая (ячеистая). Образуется при вулканических выбросах жидкой, насыщенной газами лавы. При выделении газов происходит вспенивание лавы и при остывании последней образуется однородная пористая, легкая порода. Пористость достигает 80% , плотность $0,4\text{—}0,9 \text{ т/м}^3$ (легче воды), предел прочности $20\text{—}40 \text{ МПа}$.

Применяется как тепло- и звукоизоляционный материал, в качестве инертного заполнителя легких бетонов, в тонкоизмельченном виде как добавка при производстве вяжущих.

Вулканический туф состоит из твердых продуктов вулканических извержений обломков различной крупности минералов и пород, вулканического пепла и стекла. Попадая на поверхность земли, этот материал переносится воздушной и водной средой, отлагается на поверхности земли или на дне водоемов, уплотняется, цементируется и превращается в породу. Таким образом, происхождение вулканического туфа вулканогенно-осадочное.

В зависимости от минералогического состава различают вулканические туфы базальтовые, андезитовые,

липаритовые и пр.

В отличие от пемзы в составе вулканических туфов хорошо различаются обломки пород и минералов различной крупности. Характерной особенностью туфов является их высокая пористость (до 60%), незначительная плотность — 0,7—2,0 т/м³. Предел прочности изменяется от 3 до 80 МПа.

Вулканические туфы неустойчивы при выветривании, обладают высокими теплоизоляционными и звукоизоляционными свойствами, легко обрабатываются. Применяются для заполнения межэтажных перекрытий, звукоизоляционных перегородок и в качестве материала для возведения стен зданий.

4. Осадочные горные породы

Осадочные горные породы образуются на поверхности земли, на дне озерных, морских и речных водоемов в процессе отложения и аккумуляции продуктов выветривания ранее существовавших горных пород.

Характерной особенностью осадочных горных пород является их *слоистая текстура*. Минеральные составляющие располагаются в объеме породы, массива в форме слоев, линз. Различают горизонтальную и косую слоистость.

Окраска осадочных пород изменяется от белой до черной и зависит от цвета минералов, слагающих породу (белый кварцевый песок), пленки химических соединений на поверхности минеральных зерен (бурые окислы железа, черное углистое вещество на поверхности обломков), цвета цементирующего вещества.

В зависимости от состава исходного материала, процессов его отложения осадочные породы делятся на группы: обломочные, химические, биогенные.

Обломочные осадочные породы

Обломочные осадочные породы образуются в процессе отложения и накопления обломков ранее существовавших пород и минералов. Их классификация основана на размере обломков, степени их цементации и окатанности (таблица 2).

Тип горной породы	Размер частиц, мм	Наименование			
		рыхлые		сцементированные	
		Окатанные	Остроуголь - ные	Окатан- ные	Остро- уголь- ные
Крупнообло- мочный	>2	Валуны (>20 мм)	Глыбы (>20 мм)	Конгло- мерат	Брекчия
		Галечник (10 – 20 мм)	Щебень (10 - 20 мм)		
		Гравий (2 -10 мм)	Дресва (2 -10 мм)		
Песчаный	2 - 0.05	Песок		Песчаник	
Пылеватый	0,05 - 0,005	Лёссовые суглинок, супесь		Алевролит	

Глинистый	< 0,005	Супесь (3 – 10 % глинистой фракции)	Аргиллит, глинистый сланец
		Суглинок (10 - 30 % глинистой фракции)	
		Глина (более 30 % глинистой фракции)	

Различают:

Обломочные породы рыхлые (несцементированные), состоящие из обломков, несвязанных между собой. Они могут быть однородными по крупности и неоднородными, состоящими из обломков различной величины, окатанных или остроугольных.

Сцементированные обломочные породы состоят из обломков различных пород и минералов, связанных между собой природным цементом. В качестве цемента могут быть различные соли, выпавшие из водного раствора, циркулировавшего по порам рыхлой породы: гидрогель кремнезема (кремнистый цемент), углекислая известь (известковый, вскипает от воздействия соляной кислоты), окислы железа (железистый, порода имеет бурый цвет), гипс или глинистое вещество (глинистый).

Структурные связи у сцементированных пород кристаллизационные, в зависимости от состава могут быть водостойкими и водонестойкими.

Сцементированные обломочные породы относятся к *классу скальных грунтов*, их прочность в основном зависит от состава и прочности цементирующего вещества. Повышенной прочностью обладают породы с кремнистым и железистым цементами. Известковый и особенно гипсовый цементы могут растворяться в воде и выщелачиваться с образованием в породе пустот. Наименьшей прочностью обладают породы с глинистым цементом.

Галечник и гравий — рыхлые породы, состоящие из окатанных обломков пород и минералов. В составе галечника присутствуют обломки диаметром от 10 до 200 мм в количестве более 50%, а гравий содержит более 50% обломков крупнее 2 мм.

По составу обломки обычно представлены прочными к истиранию породами (кварцит, гранит, базальт) и минералами (кварц, халцедон и др.). Поры в галечнике и гравии могут быть свободными или заполнены песчаным, пылеватым или глинистым материалом. В зависимости от состава заполнителя определяется вид грунта (например, галечник с песчаным заполнителем, гравий с глинистым заполнителем и др.). Наличие или отсутствие заполнителя пор существенно сказывается на инженерно-геологических особенностях этих пород. В случае отсутствия заполнителя они обладают высокой водопроницаемостью и являются надежными водоносны-

ми горизонтами. По происхождению различают морские, речные и реже озерные галечники (гравий). Залегают породы в виде слоев, линз.

Плотность их составляет $1,7\text{—}1,9\text{ т/м}^3$, породы надежны в основании инженерных сооружений.

Галечник, гравий широко применяются в дорожном строительстве, при устройстве дренажей и в качестве инертного заполнителя для бетонов.

Конгломерат — цементированная обломочная порода. Состоит из окатанных обломков (галечника, гравия), связанных различным по составу цементирующим веществом. Залегает в форме слоев, линз. Плотность $1,9\text{—}2,9\text{ т/м}^3$. Прочность конгломератов зависит от состава цемента. Предел прочности у конгломератов с известково-глинистым цементом составляет от 3 до 25 МПа, у кремнистых конгломератов достигает 160 МПа. Относятся к скальным грунтам.

Применяются в качестве бутового камня, пестроокрашенные, прочноцементированные разновидности — как облицовочный материал.

Щебень и дресва — рыхлые несвязные породы, состоят из угловатых (неокатанных) обломков различных пород и минералов. В составе щебня преобладают обломки размером $10\text{—}200\text{ мм}$, дресвы — $2\text{—}10\text{ мм}$. Эти породы образуются в процессе выветривания горных пород. Различают щебень элювиального происхождения — обломки выветрелых пород, оставшиеся на месте своего образования, и делювиального происхождения — обломки пород, перемещенные под действием силы тяжести к подножью склона, обрыва, гор. Залегают в форме конусов выноса, линз, слоев. Поры, как правило, заполнены песчаным, пылевато-глинистым материалом, поэтому порода обладает низкими фильтрационными свойствами. В составе обломков могут встречаться как прочные, так и слабые породы.

Плотность щебня $1,6\text{—}1,8\text{ т/м}^3$.

Щебень и дресва используются при дорожном строительстве, после сортировки — в качестве инертного заполнителя в бетонах.

Высококачественный щебень получают искусственно — при дроблении магматических скальных пород (гранитов, базальтов и др.).

Брекчия — цементированная горная порода, состоит из угловатых (неокатанных) обломков горных пород (щебня,

дресвы) и цементирующего вещества. Состав обломков, входящих в брекчию, более однороден, чем в конгломерате, вместе с тем они могут обладать незначительной прочностью.

На прочность брекчии влияет как состав обломков, так и состав цемента.

Плотность брекчии 1,9—2,5 т/м³, предел прочности от 2 до 150 МПа.

Используется в дорожном строительстве и в качестве бутового камня.

Песок — рыхлая осадочная порода, состоит из зерен или обломков минералов, устойчивых к выветриванию (главным образом, кварца, полевых шпатов, слюды и др.).

Различают пески мономинеральные, состоящие из одного минерала (например, кварцевые), и полиминеральные, состоящие из нескольких минералов. Размер песчаных зерен изменяется от 0,05 до 2,0 мм, частиц мельче 0,005 мм присутствует менее 3%.

В зависимости от размера зерен различают пески: гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые (см. табл. 3).

По происхождению различают пески аллювиальные (речные), морские, флювиогляциальные (образующиеся в результате деятельности талых вод ледников), эоловые (образованные деятельностью ветра) и элювиальные (образуются в процессе физического выветривания пород). У аллювиальных, морских и эоловых песков зерна хорошо окатанные, они характеризуются хорошей сортировкой. Флювиогляциальные и особенно элювиальные пески состоят из угловатых, неокатанных зерен. Залегают пески в форме слоев, линз, барханов, дюн, имеют слоистую текстуру.

Пористость песков изменяется от 30 до 50%. В зависимости от величины коэффициента пористости e различают виды песков: плотные, средней плотности и рыхлые.

Насыщенные водой мелкие и пылеватые пески рыхлого сложения под влиянием гидродинамического давления могут переходить в плавунное состояние (ложные плывуны). Филтрационные свойства песков зависят от крупности (чем крупнее пески, тем выше фильтрация) и плотности сложения. Пески рыхлого сложения склонны давать значительную осадку при динамических нагрузках. Средняя плотность песков около 1,5 т/м³.

Пески имеют большое практическое значение как строительный материал.

Песчаник — цементированная порода, состоящая из зерен минералов (песка) и цементирующего вещества. Песчаник характеризуется наличием кристаллизационных связей и относится к классу скальных грунтов. В зависимости от состава цемента различают песчаники кремнистые, известковые, глинистые, гипсовые, по размеру зерен — крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые.

Залегают песчаники в форме слоев, линз.

Прочность песчаников изменяется в широких пределах и зависит от состава цемента, состава и величины зерен, пористости. Наиболее прочные — кремнистые песчаники; глинистые и гипсовые песчаники легко выветриваются. Плотность 2,0—2,7 т/м³, предел прочности от 1 до 200 МПа, пористость 6,9—28,3%.

Песчаники используются как бутовый камень и в дорожном строительстве.

Лёссовые породы (от немецкого слова lose — рыхлый) — пылевато-глинистые, состоят из пылеватых частиц (размером 0,05—0,005 мм) в количестве более 50%, мелкопесчаных и незначительного количества (до 16%) глинистых частиц (мельче 0,005 мм).

Минеральная часть пород представлена кварцем, полевыми шпатами, слюдами, опалом, халцедоном, каолинитом, монтмориллонитом и другими минералами. Минеральные частицы связаны между собой легко- и среднерастворимыми солями (гипсом, карбонатом кальция и др.) и глинистым веществом. Лёссовые породы характеризуются повышенной пористостью (до 60%), в них хорошо видны макропоры диаметром 1—2 мм, светлые карбонатные червеобразные образования — «журавчики», бурно вскипающие под действием соляной кислоты.

Структурные связи между частицами слабые кристаллизационные, водонестойкие. Текстура однородная, пористая или слоистая, плотность—1,5—1,8 т/м³. Цвет породы палевый, светло-бурый за счет окислов железа. В маловлажном состоянии породы способны держать крутые вертикальные откосы, но при замачивании дают просадку, легко размокают и размываются (формируются овраги), а при полном водонасыщении могут переходить в плавунное состояние.

Лёссовые породы широко распространены на территории нашей страны: в основном в средней зоне (южнее широты

гг. Томска, Тюмени, Воронежа, Москвы).

В составе лессовых толщ часто встречаются прослои погребенных почв древних геологических эпох, песков и гравийно-галечниковых пород.

По происхождению различают эоловые лессы и полигенетичные лессовидные породы (супеси и суглинки), образовавшиеся в процессе выветривания приповерхностной толщи пород аллювиального, озерного, морского и др. происхождения. Лессы отличаются более однородным гранулометрическим составом по сравнению с лессовидными породами.

Наиболее важным свойством лессовых пород является *просадочность*.

Просадка лессовых пород происходит как в природной обстановке, так и в результате инженерной деятельности человека— при утечке воды из оросительных каналов, водонесущих коммуникаций. Неравномерное увлажнение пород под сооружениями приводит к их деформациям, вплоть до полного разрушения.

При строительстве на лессовых породах необходимо их предпостроечное упрочнение или применение специальных конструкций фундаментов. Используются лессовые породы при изготовлении строительного кирпича.

Глина, суглинок, супесь представляют собой слабосвязные пылевато-глинистые породы, содержащие более 3% тонкодисперсных (глинистых) частиц диаметром мельче 0,005 мм. В глинах содержание «глинистой» фракции составляет более 30%, в суглинках 10—30% и в супесях от 3 до 10%. Остальная часть пород представлена пылеватыми и песчаными зернами минералов. Минералогический состав глинистой фракции может быть представлен каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюдой, а также мельчайшими обломками кварца, полевых шпатов, кальцита, лимонита. Наиболее широко распространены полиминеральные глины, но часто встречаются и мономинеральные (монтмориллонитовые, каолиновые). По происхождению различают элювиальные (остаточные), т. е. образовавшиеся в результате химического выветривания пород (например, гранита) и оставшиеся на месте залегания исходной материнской породы, и осадочные (переотложенные), образовавшиеся в процессе отложения продуктов выветривания на дне водоемов, у подножья склонов и т. д. - аллювиальные, озерные, морские, пролювиальные, гляциальные и флювиогляциальные (леднико-

вые и водно-ледниковые) глины.

Цвет глин изменяется от белого до черного, но преобладают красновато-бурые, охристые тона за счет окислов железа. Текстура осадочных глин обычно слоистая. Залегают глинистые породы в форме слоев, линз.

Характерным свойством глинистых пород является *пластичность* — способность под воздействием внешних усилий изменять форму без разрыва сплошности и сохранять ее после устранения этих усилий.

Структурные связи между минеральными частицами водноколлоидные, обусловленные межмолекулярными магнитными и электростатическими силами притяжения. В древних глинах, кроме того, наблюдаются связи кристаллизационные, возникшие при цементации частиц химическими солями (карбонатные, кремнистые, гипсовые и пр.), после разрушения они не восстанавливаются. Такие породы теряют свойство пластичности и называются аргиллиты

Глины обладают высокой степенью водопоглощения и низкой водопроницаемостью. Пористость их составляет 40—60%, плотность 1,8—2,0 т/м³, коэффициент крепости 0,5—1. За счет наличия микропор-капилляров размером около 0,05 мм они обладают свойством образовывать капиллярную водную кайму над уровнем подземных вод. Такое свойство называется капиллярным поднятием.

Применяются глины в качестве сырья для производства огнеупоров, суглинки и супеси — в кирпичном и гончарном производстве.

Аргиллит и его разновидность глинистый сланец представляют собой сцементированные породы глинистого состава. Аргиллит образуется в процессе уплотнения и цементации глин, дегидратации коллоидов и перекристаллизации глинистых минералов под воздействием гравитационной нагрузки вышележащей толщи пород. Разновидность аргиллита — глинистый сланец образуется из глин под действием тектонических давлений, характеризуется наличием сланцеватой текстуры. Внешне это отчетливо выражается в виде слоения породы из тонких плиток-пластин (рассланцованности).

Цвет пород темно-серый, черный (за счет углистого вещества), серый, бурый. Структура кристаллизационная, т. е. породы относятся к классу скальных грунтов. Прочность их зависит от состава цемента: слабопрочные — с глинистым цементом, высокопрочные — с кремнистым цементом. Предел

прочности изменяется от 3 до 100 МПа. Плотность — 2,3—2,6 т/м³. При водонасыщении прочность аргиллитов снижается в 2—4 раза. Эти породы являются наиболее слабыми прослоями в горных массивах.

В зоне выветривания и при вскрытии горной выработкой как аргиллиты, так и глинистые сланцы разрушаются, рассыпаются на труху, формируя на склонах осыпи. Применяются при производстве цемента (вместо глин).

Химические и биохимические породы

Химические породы образуются в процессе выпадения в осадок химических солей из водных растворов, биохимические — в результате накопления обломков раковин и скелетов различных организмов, которые, в свою очередь, состоят из мельчайших зерен, кристаллов минералов.

Химические и биохимические породы характеризуются наличием кристаллизационных структурных связей, преимущественно ионного характера. Этим объясняется их достаточно высокая прочность в воздушно-сухом состоянии и растворимость в воде.

Породы рассматриваемой группы в зависимости от химического состава подразделяются на группы: карбонатные, кремнистые, сульфатные, галлоидные.

Карбонатные породы

Наиболее распространенными карбонатными породами являются известняки, доломиты, мергели, мел. В их составе присутствуют кальцит и доломит, зачастую и глинистый материал, а также обломки других минералов.

Характерной особенностью пород является их вскипание под воздействием соляной кислоты, неустойчивость в зоне выветривания, растворение в воде с образованием карстовых пустот. Карбонатные породы являются главным сырьем для производства вяжущих.

Известняки состоят из углекислой извести (минерала кальцита). В качестве примеси могут присутствовать глинистое вещество, песчаные, гравийные обломки различного состава. В зависимости от происхождения различают известняки химического и биохимического генезиса.

Химические известняки состоят из мелких зерен кальцита, отложившегося в осадок чисто химическим путем в глубоких

частях морских бассейнов. Биохимические известняки обычно состоят из обломков раковин, различных морских беспозвоночных организмов, сцементированных скрытокристаллической углекислой известью. Порода, в которой преобладают раковины, называется *ракушечником*. Органогенные известняки слагают современные рифы.

Залегают известняки в форме слоев, линз. Цвет породы белый, серый, бурый и даже черный (битуминозный известняк).

Структурные связи кристаллизационные, водонестойкие. Под действием поверхностных и подземных вод, циркулирующих по трещинам, в известняках развиваются карстовые пустоты, полости, пещеры. Плотность известняков изменяется от 1,8 до 2,7 т/м³, пористость от 5 до 22%. Предел прочности изменяется от 7 у слабых разновидностей до 160 МПа у крепких.

Используются при производстве вяжущих, извести и в качестве бутового камня.

Мел и мелоподобные породы являются разновидностью органогенных известняков. Состоит мел из мельчайших зерен кальцита, слагающих мелкие обломки скелетов микроскопических водорослей, многоклеточных организмов семейства кокколитофорид, и кристалликов неорганического кальцита. В качестве примеси могут присутствовать глинистые минералы, которые обуславливают пластические свойства мелоподобных пород. Цвет пород от белого до светло-серого. Залегают мел в виде пластов и линз. Структурные связи слабые кристаллизационные, водонестойкие. Пористость изменяется от 30 до 54%, плотность от 1,2 до 1,7 т/м³. Механическая прочность мела колеблется в широких пределах в зависимости от его состава, пористости и влажности. Для воздушно-сухих образцов предел прочности изменяется от 1 до 17 МПа, при водонасыщенном состоянии уменьшается до 0, порода размокает, обладает малой морозоустойчивостью. Мел и мелоподобные породы относятся к полускальным грунтам.

Используется в производстве цемента и для побелки помещений.

Мергель — карбонатная порода, состоящая из смеси глины (30—60%) и углекислой извести (менее 50%). В зависимости от

соотношения углекислого кальция и глины различают глинистый и известковый мергель.

По внешнему виду похож на глину, но бурно вскипает от соляной кислоты, и на месте капли остается грязное пятно, из-за присутствия в породе глинистых частиц пахнет «печкой». Окраска мергелей разнообразна: светло-серая, пестрая, розовато-желтая, бурая, зеленоватая, в зависимости от примесей различных соединений железа. Мергель — порода сложного происхождения: морского, озерного, реже — речного, часто содержит остатки морской или пресноводной фауны и флоры. Залегает пластами или прослоями.

Структурные связи кристаллизационные, порода относится к классу скальных грунтов. Плотность — $2,5 \text{ т/м}^3$, предел прочности от 5 до 30 МПа.

Сильно глинистые мергели разбухают от воды, как глины. В выемках мергели подвержены сильному выветриванию: растрескиваются, разрыхляются и распадаются в щебень. Мергель является сырьем для портландцемента. Особенно ценятся мергели Мархотского хребта под Новороссийском, которые после обжига и размола дают цемент высокого качества.

Кремнистые породы

Породы этой группы сложены кремнеземом (опалом, халцедоном) хемогенного и биогенного происхождения. Они образуются в процессе коагуляции кремнистых коллоидных растворов или в результате жизнедеятельности организмов, потреблявших кремнезем для построения скелетов.

Диатомит (трепел, опока) — легкая тонкопористая порода, состоящая из опаловых скелетов диатомовых водорослей. Трепел и опока в отличие от диатомита состоят из мелких сферических обломков опала и халцедона химического происхождения (отсутствуют органические остатки) и примесей глинистого вещества, зерен кварца, полевых шпатов, глауконита.

Цвет диатомита чаще белый, трепела — желтоватый, светло-серый. Породы залегают в форме пластов, линз. Происхождение морское. Структурные связи слабые, кристаллизационные.

Характерной особенностью этих пород является высокая пористость (до 80%), плотность — $0,4—1 \text{ т/м}^3$, предел прочности в сухом состоянии 5 МПа, в водонасыщенном снижается до $0,1—0,6 \text{ МПа}$. Породы обладают высокой водопоглотительной способностью (прилипают к языку), в сухом состоянии являются хорошими тепло- и звукоизоляционными материалами. Используются для изготовления высокопористого кирпича, получения высокосортного цемента и при очистке кислот, нефтепродуктов.

Яшма — плотная твердая порода, состоящая из халцедона с примесью глинистого вещества и окислов железа. Цвет красно-бурый, зеленый, серый различных оттенков, часто пестрая, полосчатая. Наиболее известны алтайские (зеленые) и уральские (красно-бурые) яшмы.

Структурные связи прочные, кристаллизационные. Обладает высокой твердостью. Плотность — $2,7 \text{ т/м}^3$, предел прочности $100—200 \text{ МПа}$.

Применяется в качестве облицовочного и поделочного материала.

Сульфатные породы

Из сульфатных пород наиболее распространенными являются **гипс и ангидрит**, часто они залегают совместно. В природных условиях в результате гидратации и дегидратации они часто переходят друг в друга. Ангидрит при взаимодействии с водой переходит в гипс, при этом происходит увеличение объема породы, возникает значительное давление набухания (до $0,5 \text{ МПа}$), что ведет к деформациям инженерных сооружений. Залегают сульфатные породы в форме слоев, линз и жил в скальных породах. Плотность — $2,4—2,7 \text{ т/м}^3$, предел прочности $5—10 \text{ МПа}$.

При взаимодействии с водой происходит интенсивное растрескивание с образованием карстовых пустот.

Применяются в качестве вяжущих.

Биогенные породы

Породы биогенного происхождения образуются в процессе массового захоронения и дальнейшего преобразования остатков

растительных или животных организмов. Биогенные породы часто называют *каустобиолитами* (горючие органические камни), к ним относятся каменный и бурый уголь, горючие сланцы, торф, нефть. В первую стадию накопления растительного вещества образуется торф. В последующие стадии погребенный торф превращается в бурый уголь и далее — в каменный уголь и антрацит. Залегают каустобиолиты в форме пластов, линз и прослоев. Их *наличие в толще горного массива ослабляет его*, зачастую вдоль прослоев происходит разрушение массива, оползание склонов, что приводит к деформациям инженерных сооружений. Плотность углей — 1,2—1,5 т/м³, предел прочности — 20—40 МПа.

В условиях атмосферы интенсивно выветриваются. Для строителей наибольший интерес из группы биогенных грунтов представляют торф и почва.

Торф — молодая биогенная порода, состоящая из полу-разложившихся остатков растений (болотных трав, мхов, камышей, древесных стволов) в условиях избыточного увлажнения и недостаточного доступа кислорода. Содержание органики в торфе превышает 50%, остальная часть может быть представлена минеральным веществом (глиной, песком). При содержании органики от 10 до 50% грунты относятся к заторфованным. Свойства торфа зависят от степени разложения (отношение массы полностью разложившейся части к общей массе торфа). Выделяются слабо-разложившиеся (5—20%), среднеразложившиеся (20—45%) и сильно-разложившиеся (>45%) виды торфа.

Торф характеризуется высокой пористостью (более 60%) и влажностью (до 100%). Большая часть воды находится в связанном состоянии, и только в количестве 4—9% присутствует гравитационная вода. При высыхании торфов происходит значительная усадка (до 44%). Плотность торфа составляет 0,6—1,1 т/м³.

Прочностные характеристики торфов зависят от их происхождения, степени разложения, плотности и влажности. Наи-

большей прочностью обладает торф аллювиально-болотного происхождения с высокой степенью разложения.

Высокая пористость и большая влажность обуславливают сильную сжимаемость грунта. Неоднородность строения и состава торфяной залежи, высокая сжимаемость приводят к значительным осадкам инженерных сооружений и их деформациям.

Применяется торф в качестве топлива и теплоизоляционного материала, он широко используется как органическое удобрение.

Почва — природное образование, слагающее поверхностный слой земной коры и обладающее плодородием. Почва состоит из минерального вещества, представленного обломками минералов различной дисперсности (кварц, полевые шпаты, лимонит и др., из глинистых присутствуют каолинит, монтмориллонит и гидрослюды), и органического вещества (гумуса, содержание которого изменяется от долей процента до 22% по массе). Часто в составе почв присутствуют различные соли, органические кислоты и всегда микроорганизмы.

В основу инженерно-геологического подразделения почв положена их кислотность в зависимости от величины водородного показателя pH: кислые, нейтральные, щелочные почвы. Особенности состава почв обуславливают их агрессивность по отношению к строительным конструкциям. В естественном залегании почвы характеризуются повышенной пористостью, а следовательно, и сжимаемостью. При освоении строительных площадок рекомендуется почвенный горизонт срезать, складировать в бурты и потом *использовать для рекультивации освоенной территории.*

5. Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы образуются в процессе воздействия внутренних (эндогенных) факторов (температуры, давления, газов и гидротермальных растворов) на ранее существовавшие (осадочные, магматические и метаморфические) породы. В результате метаморфизма происходит перекристаллизация вещества исходной породы, обогащение ее новыми минералами и изменение текстуры.

Для большинства метаморфических пород свойственна сланцеватая текстура, иногда –полосчатая и реже массивная. Породы имеют кристаллическую структуру. Структурные связи кристаллизационные, т. е. эти породы относятся к *классу скальных грунтов*.

К наиболее широко распространенным метаморфическим породам относятся: гнейс, кристаллические сланцы, мрамор, кварцит, тектониты.

Гнейс — полнокристаллическая порода сланцеватой или полосчатой текстуры. Минералогический состав: кварц, полевые шпаты, роговая обманка, мусковит, биотит, авгит (т. е. как у гранита). Цвет серый, темно серый, иногда розовый.

Различают разновидности гнейса: *ортогнейс*, образующийся в процессе перекристаллизации пород группы гранитов, и *парагнейс*, образованный в результате метаморфизма осадочных пород (полиминеральных песков, песчаников).

Форма залегания гнейсов такая же, как у исходных пород. Плотность — $2,7 \text{ т/м}^3$. Предел прочности от 80 до 200 МПа. Прочность гнейсов зависит от степени рассланцованности. Парагнейс подвержен выветриванию с образованием дресвы, песка; ортогнейсы характеризуются повышенной прочностью и широко применяются в качестве облицовочного материала (как и гранит), бутового камня, щебня в дорожном строительстве.

Кристаллические сланцы представляют большую группу пород. Характерной особенностью их является отчетливая сланцеватая текстура и интенсивная рассланцовка (плитчатость). Образуются в результате термального динамометаморфизма различных по составу пород.

В зависимости от преобладающего в породе минерала выделяются разновидности:

слюдяные сланцы — состоят из мусковита, биотита, кварца, образуются в процессе динамометаморфизма кварц-полевошпатовых пород, при этом полевые шпаты переходят в мелкочешуйчатый мусковит;

хлоритовый сланец — состоит из хлорита, могут присутствовать кварц, слюда, цвет зеленый;

талъковый сланец — состоит из чешуек талька с примесью хлорита, мелкочешуйчатого мусковита. Образуется за счет метаморфизма основных магматических пород (габбро, диабазов);

серпентиновый сланец — состоит из серпентина, асбеста,

образуется в процессе метаморфизма ультраосновных магматических пород, содержащих минерал оливин (дунита, пироксенита).

Кристаллические сланцы—*морозонестойкие породы*, интенсивно разрушаются при физическом выветривании, превращаясь в щебень и дресву, быстро разрушаются при механическом воздействии. Плотность составляет 2,3—3,0 т/м³, предел прочности 40—120 МПа у воздушно-сухих образцов, 25—30 МПа у водонасыщенных.

Кристаллические сланцы применяются при изготовлении огнеупоров (тальковый, серпентиновый), в качестве балластного материала на железных дорогах (серпентиновый сланец).

Применение сланцев в качестве инертных заполнителей в бетонах *не рекомендуется*, так как они содержат реакционно-способные вредные примеси.

Тектониты (милониты, брекчии трения) представляют собой раздробленные перетертые породы, образованные в процессе динамометаморфизма различных исходных пород. Залегают они в зонах тектонических разломов. Тектониты состоят из обломков материнских пород — щебня, дресвы с песчаным и глинистым заполнителем с различной степенью цементации. В естественном залегании они имеют достаточно высокую плотность — 2,6—3,0 т/м³, но прочность их значительно ниже исходных пород (гранитов, песчаников), благодаря сланцеватой текстуре, наличию хлоритов, мелкочешуйчатого мусковита, глинистого вещества. Предел прочности 1—3 МПа. Тектониты следует рассматривать как ослабленные зоны скальных горных массивов.

Мрамор состоит из зерен кальцита с примесью доломита. Структура кристаллическая различной крупности — мелко- средне- и реже крупнозернистая. Окраска белая, серая, желтоватая, красная, бурая и даже черная — в зависимости от присутствия красящего вещества (окислов железа, органики). Текстура полосчатая, реже массивная. Залегает в форме пластов, линз. Вскипает от действия соляной кислоты.

Мраморы образуются в результате перекристаллизации известняков под действием высокой температуры в условиях высокого давления (региональный, контактный метаморфизм). В отличие от других метаморфических пород мраморы растворяются в воде с образованием карстовых пустот. В условиях атмосферы подвержены физическому и химическому вы-

ветриванию.

Плотность — $2,7 \text{ т/м}^3$, предел прочности 60—140 МПа. Повышенной прочностью обладают мелкозернистые доломитизированные мраморы (до 200 МПа).

Мрамор широко применяется в качестве облицовочного материала, как стеновой строительный камень, может использоваться как сырье для производства вяжущих.

Кварцит состоит из зерен кварца, в качестве примеси могут присутствовать слюды, окислы железа. Цвет изменяется от белого через различные тона бурого до черного. Структура кристаллическая, текстура массивная, полосчатая.

Кварциты образовались в результате регионального метаморфизма кварцевого песка или кремнистых песчаников. Залегают в форме пластов, линз. Плотность кварцитов — $2,8 \text{ т/м}^3$, твердость — 7. Кварциты являются *самыми прочными породами* в составе земной коры. Предел прочности от 160 до 400 МПа.

Кварциты не растворяются в воде, устойчивы к механическому воздействию, морозоустойчивы, слабо выветриваются и трудно поддаются обработке.

Применяются в качестве щебня при возведении фундаментов ответственных сооружений, для облицовки полов и стен станций метрополитенов.

Контрольное задание № 2

Определить горную породу.

Порядок ответа:

1. Текстура породы (массивная, слоистая, сланцевая), происхождение.
2. Структура породы, т. е. форма и размеры минеральных зерен и их состав.
3. Название породы.
4. Характер структурных связей, класс грунта по ГОСТ 25100-95.
5. Характер взаимодействия с водой, устойчивость к выветриванию.
6. Физико-механические свойства породы (плотность, предел прочности).
7. Применение в строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Ананьев В.П.,Потапов А.Д. Основы геологии, минералогии и петрографии М, Высшая школа, 2008, 401стр.
- 2.Белоусова О.Н., Михина В.В. Общий курс пертографии М., изд-во «Недра», 1972, 344 с.
- 3.Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология М, Изд центр «Академия», 2008, 446 с.
- 4.Краткий определитель минералов по внешним признакам Изд-во НГАСУ (Сибстрин) 2011
5. Черноусов С.И. Методическое руководство по лабораторным занятиям по инженерной геологии, Новосибирск, Изд-во НИИЖТа,