

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

М. В. БЕСПАЛОВА

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Часть II

## ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Лабораторный практикум

*Одобрено методической комиссией факультета ПГС*

Гомель 2011

УДК 624.131.1

ББК 26.3

Б53

**Р е ц е н з е н т** – геолог 1-й категории открытого акционерного общества «Гомельгеосервис» *Г. А. Литвин.*

**Беспалова, М. В.**

Б53           Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы : лабораторный практикум / М. В. Беспалова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 46 с.

ISBN 978-985-468-940-1 (ч. II)

Приведены основные теоретические сведения о горных породах, изложена их общая и частная классификация, дано описание основных видов магматических, осадочных и метаморфических горных пород.

Предназначен для работы по курсам «Инженерная геология», «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты», «Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог», «Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна», «Инженерные изыскания в строительстве» (раздел «Инженерная геология») студентам факультета «Промышленное и гражданское строительство» и строительного факультета всех форм обучения.

УДК 624.131.1

ББК 26.3

ISBN 978-985-468-940-1 (ч. II)

ISBN 978-985-468-938-8

© Беспалова М. В., 2011

© Оформление. УО «БелГУТ», 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Генетические типы горных пород.....	5
2 Магматические горные породы.....	5
2.1 Краткие сведения из теории.....	5
2.1.1 Общие понятия.....	5
2.1.2 Характеристика основных групп магматических горных пород.....	8
2.2 Материалы и оборудование.....	16
2.3 Порядок выполнения работы.....	16
Контрольные вопросы.....	17
3 Осадочные горные породы.....	17
3.1 Краткие сведения из теории.....	17
3.1.1 Общие понятия.....	17
3.1.2 Характеристика основных представителей осадочных горных пород.....	22
3.2 Материалы и оборудование.....	34
3.3 Порядок выполнения работы.....	34
Контрольные вопросы.....	37
4 Метаморфические горные породы.....	38
4.1 Краткие сведения из теории.....	38
4.1.1 Общие понятия.....	38

4.1.2 Характеристика основных представителей метаморфических горных пород.....	40
4.2 Материалы и оборудование .....	44
4.3 Порядок выполнения работы .....	44
Контрольные вопросы.....	45
5 Техника безопасности .....	45
Список литературы .....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Основная цель данных методических указаний – ознакомить студентов с основными теоретическими положениями петрографии как науки, а также дать навыки самостоятельного определения макроскопических свойств минералов, применения полученных знаний и навыков для определения минерала.

В данном пособии представлены необходимая терминология и главные характерные особенности горных пород при их макроскопическом изучении. Даны классификация пород и методы их макроскопического определения. Рассмотрены структурно-текстурные особенности и формы залегания магматических, осадочных и метаморфических пород. Приводится описание наиболее распространенных горных пород.

При изложении учебного материала основное внимание уделено характеристике наиболее существенных, диагностических свойств горных пород в целом, их происхождению и практическому значению.

В пособии приводятся контрольные вопросы и список рекомендованной литературы.

Сведения о горных породах, изложенные в пособии, могут быть использованы и для самостоятельной работы студентов над материалом практической части курсов «Инженерная геология» и «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты».

В пособии приняты следующие сокращения: *назв.* – название, *мин. с.* – минералогический состав, *св.* – свойства, *стр.* – структура, *тек.* – текстура, *диагност. пр.* – диагностический признак, *формы залег. и рег. распр.* – формы залегания и регион распространения, *исп.* – использование.

## 1 ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ГОРНЫХ ПОРОД

**Горные породы** – плотные или рыхлые агрегаты, образующиеся в результате геологических процессов внутри земной коры или на ее поверхности и состоящие из однородных или различных минералов, а также обломков других пород

Наука, изучающая горные породы (их происхождение, вещественный состав, структуру, текстуру, условия залегания), называется **петрографией** (от греч. petra – скала, утес, камень и grapho – пишу).

Горные породы, состоящие из одного минерала, называются **мономинеральными**, из множества минералов – **полиминеральными**.

В составе горной породы различают **главные** породообразующие минералы (в сумме составляющие 95 % объема породы) и **второстепенные**, слагающие менее 5 % горной породы.

Внутреннее строение горных пород характеризуется структурой и текстурой.

**Структура** – особенность внутреннего строения горных пород, связанная со степенью ее кристалличности, размерами минеральных зерен, слагающих породу, их формой.

**Текстура** – особенность внешнего строения горных пород, характеризующая пространственную композицию слагающих породу элементов.

*По генезису (происхождению)* все горные породы делятся на **магматические, осадочные и метаморфические**.

## 2 МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

**Ц е л ь р а б о т ы.** Изучение магматических горных пород, их определение и описание по внешним характеристикам.

### 2.1 Краткие сведения из теории

### 2.1.1 Общие понятия

**Магматические** – это горные породы, образовавшиеся в результате застывания магмы (сложного силикатного расплава), внутри земной коры или на ее поверхности.

Главными признаками для разделения магматических пород являются их химический состав и условия образования.

**По условию образования** магматические горные породы подразделяются на следующие виды:

1 **Глубинные (интрузивные)** – это магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы внутри земной коры. Эти породы образуются в условиях большого давления и высоких температур, остывание магмы происходит медленно и равномерно, кристаллы минералов успевают образоваться крупными, плотно прилегающими друг к другу.

2 **Излившиеся (эффузивные)** – это магматические горные породы, образованные в результате застывания магмы на поверхности земли или в приповерхностных зонах. Застывание происходит при низком давлении и температуре, быстрой отдаче теплоты и газовых компонентов. Кристаллы или совсем не видны, или образуются мелкими. Так как остывание происходит быстро, в породах скапливаются пары воды и газа, вследствие этого образуются пустоты, каверны.

**Основные структуры** магматических горных пород:

– **полнокристаллическая** (характерна интрузивным породам): в породе видны крупные кристаллы минерала невооруженным глазом. Этот вид структуры подразделяется на *крупнозернистую* (размер кристаллов > 5 мм), *среднезернистую* (размер кристаллов 1–5 мм), *мелкозернистую* (размер кристаллов < 1 мм);

– **скрытокристаллическая** (характерна эффузивным породам): в породе кристаллы минералов видны только под микроскопом;

– **стекловатая (аморфная)** (характерна эффузивным породам): в породах преобладает нераскристаллизованная масса;

– **порфировая** (характерна эффузивным породам): в стекловатую массу вкраплены кристаллические зерна;

– **порфировидная** (характерна интрузивным породам): крупные

кристаллические выделения вкраплены в кристаллическую мелкозернистую массу.

**Основные текстуры** магматических горных пород:

– *массивная (плотная)* – порода сложена крупными кристаллами, плотно прилегающими друг к другу, или в породе нет кристаллов минералов и порода представлена аморфной массой, порода плотная, не имеющая каверн;

– *пятнистая* – неправильное чередование светлых и темных минералов;

– *шлаковая (пузырчатая)* – наличие в породе пустот;

– *миндалекаменная* – пустоты в породе заполнены вторичными минералами (халцедон, опал);

– *флюидная* – в породе видны следы течения лавы;

– *полосчатая* – чередование светлых и темных полос.

Текстура является уточняющим признаком глубинных и излившихся пород, а определяющим – ее структура.

**Формы залегания** магматических горных пород по способу их образования разделяют на *интрузивные* (батолиты, лакколиты, лополиты, штоки, жилы) и *эффузивные* (купола, потоки, покровы).

*Батолиты* – крупное секущее интрузивное тело овальной или округлой формы размером от сотен до тысяч квадратных километров.

*Лакколиты* – грибообразное интрузивное тело, образующееся в результате внедрения магмы между слоями вмещающих пород, при котором вышележащие слои приподнимаются.

*Лополиты* – крупное линзовидное интрузивное тело, вогнутое в центральной части наподобие блюдца или чаши.

*Штоки* – неправильное крутопадающее более или менее изометричное в плане интрузивное тело.

*Жилы* – плитообразное тело, образовавшееся в результате выполнения трещинной полости жильной породой или метасоматического замещения горных пород вдоль трещин минеральными веществами. В связи с этим различают жилы выполнения и жилы замещения. Первые обычно имеют простую форму и более или менее постоянную мощность; форма вторых более сложная, часто наблюдаются раздувы, их мощность быстро меняется. По форме жилы делятся на простые, плитообразные и сложные – ступенчатые



или лестничные, сетчатые, ветвящиеся, камерные, линзовидные и др., по отношению к вмещающим породам – на согласные пластовые (флецовые) и секущие.

*Купола* – сводообразное залегание магматических горных пород, которые образовались в результате периодической деятельности вулканов и имеют характер напластований.

*Потоки* – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина потоков больше ширины.

*Покровы* – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина и ширина потоков соразмерны.

По химическому составу (по содержанию  $\text{SiO}_2$ ) все магматические породы делятся:

- на ультраосновные – < 45 %;
- основные – 45–52 %;
- средние – 52–63 %;
- кислые – > 63 %.

В таблице 1 даны представители магматических горных пород с подразделением по двум основным классификационным признакам.

Т а б л и ц а 1 – Схематическая классификация магматических горных пород

По химическому составу	По условию образования	
	глубинные	излившиеся
Ультраосновные	Дунит, пироксинит, перидотит	Кимберлит
Основные	Габбро	Базальт, диабаз
Средние	Диорит, сиенит	Андезит, трахит
Кислые	Гранит	Липарит, обсидиан, пемза

### 2.1.2 Характеристика основных групп магматических горных пород

**Ультраосновные породы** играют незначительную роль в составе земной коры и обязаны своим происхождением мантийным источникам вещества. Среди этой группы пород преобладают интрузивные разновидности. Для всех кристаллических пород характерным является исключительно широкое развитие темноцветных минералов (цветное

число близко к 100 %), что обуславливает их черный или темно-зеленый цвет. Наиболее распространенными минералами являются пироксены и оливин.

### ***Дунит (оливинит)***

**Назв.** От имени горы Ден в Новой Зеландии, второе название – по преимущественному преобладанию минерала оливина.

**Мин. с.** Состоит почти (95–97 %) из одного минерала оливина в виде округлых зерен до 1 мм, пироксена (3–5 %), вторичных минералов серпентина, талька, карбонатов и др.

**Св. Цвет** – от желтовато-зеленого до буро-черного, изменение окраски наблюдается даже в одном образце. **Блеск** – стеклянный, смоляной. **Стр.** – мелкозернистая, **тек.** – однородная, массивная. **Диагност. пр.** – округлые кристаллы оливина – отличие от пироксенита, эклогита, горнблендита, амфиболита, перидотита.

**Ген.** Образуется при остывании магмы ультраосновного состава на глубине.

**Формы залег. и рег. распр.** Массивы в виде полос различной, обычно небольшой, мощности, небольшие жилы, дайки, глубокие части лакколитов. Распространены на Урале, Кольском п-ве, Юго-Восточной Аляске, Казахстане, Восточных Саянах, Камчатке, Забайкалье, Югославии, Болгарии и др.

**Исп.** Высококачественное сырье для изготовления огнеупорных кирпичей. Связывают с распространением медно-никелевых месторождений.

Среди **основных пород** нормальной щелочности на земной поверхности встречаются главным образом эффузивные разновидности – базальты, по объему в пять раз превышающие все остальные вулканические породы, вместе взятые. Широко распространены также субвулканические – долериты; абиссальные породы (габбро) встречаются реже. Основными минералами в кристаллических разновидностях являются пироксены и плагиоклазы, могут присутствовать в незначительных количествах оливин, роговая обманка, реже – биотит. Однако существуют породы, состоящие исключительно из основных плагиоклазов – лабрадориты и анартозиты.

### ***Габбро***

**Назв.** От местности в Италии. Выделяют разновидности: *роговообманковые габбро* (много роговой обманки); *оливиновые габбро* (оливина); *лабрадорит* (состоит из одного плагиоклаза в виде лабрадора, цвет темно-зеленовато-синий до черного с разноцветными переливами); *габбродиорит* (переходные разновидности от диорита к габбро, с преобладанием пироксена (авгита) над роговой обманкой); *долериты* (преобладание лабрадора, пироксена, реже оливина); *норит* (присутствие ромбического пироксена наряду с лабрадором).

**Мин. с.** Плагиоклаз (лабрадор) – 50–60 %, пироксены – 25–40 %, оливин, редко роговая обманка, биотит, авгит и др.

**Св.** *Цвет* – в целом очень темная, почти черная, иногда с зеленоватыми оттенками порода. *Блеск* – стеклянный, матовый. *Стр.* – средне-, крупнозернистая, редко порфириовидная (габбро-порфиры), *тек.* – однородная, массивная, реже полосчатая. *Диагност. пр.* – преобладание темноцветных и присутствие светлых минералов – отличие от дунита, горнблендита, пироксенита.

**Ген.** Образуется при остывании магмы основного состава на глубине.

**Формы залег. и рег. распр.** В виде лакколитов, залежей, штоков и даек. Широко распространены на Урале, Украине, Карелии, Средней Азии, Норвегии, США и др. В Беларуси выявлена в кристаллическом фундаменте около городов Щучина, Лиды и др.

**Исп.** Является ценным строительным материалом; в строительстве используется в качестве элементов сооружений – тротуарных плит, лестничных ступеней, полированных облицовочных плит, а также как строительный (бут) и облицовочный камень; в дорожном строительстве. Ценный строительный камень для различных гидротехнических сооружений (мостовые устои, набережные).

### **Базальт**

**Назв.** От греч. *basanos* – пробный камень, по другой версии – от эфиоп. *basal* – железосодержащий камень.

**Мин. с.** Пироксен, плагиоклаз, оливин и др. Минералы в образце различаются только в виде порфириовых вкрапленников – темноцветные минералы слабо заметны (пироксены, оливин), светлые минералы не видны.

**Св.** *Цвет* – от темно-серого до черного. *Блеск* – матовый. *Стр.* –

скрытокристаллическая, тонкозернистая, реже порфировая, *тек.* – плотная, пористая, пузыристая. *Диагност. пр.* – прочный (плохо разбивается на части); отсутствие зеленоватых оттенков – отличие от диабазы; более темный цвет – отличие от андезита.

Ген. Образуется при излиянии магмы основного состава на поверхность, по составу магмы сходны с габбро.

Формы залег. и рег. распр. В виде потоков и покровов, но иногда встречаются в виде жил. Распространены в Забайкалье, на Алтае, Украине, Дальнем Востоке, Германии, Чехии, Индии, многих островах Тихого океана и др. В Беларуси встречается среди отложений волынской серии верхнего протерозоя в Брестской впадине.

Исп. Ценный строительный материал; используется в качестве покрытия для площадей (брусчатка); для мощения дорог малопригоден из-за недостаточной шероховатости, гладкости, скользкости; применяется в качестве строительного камня при строительстве подпорных, причальных стен, колонн, а также как щебень для дорожного строительства; является сырьем для базальтового литья, изготовления минеральной ваты и кислотоустойчивых изделий.

Среди *средних* пород также наиболее распространены эффузивные разновидности при незначительном развитии глубинных пород. Для кристаллических пород рассматриваемой группы характерной чертой является преобладание светлых минералов над темноцветными – цветное число 30 %.

### Диорит

Назв. От греч. *diórizo* – различаю, т. к. можно различить кристаллы полевого шпата и роговой обманки.

Мин. с. Светлые плагиоклазы (до 75 %), роговая обманка, авгит, биотит и др.

Св. Цвет – в целом темный, средней интенсивности – темно-серый, зеленовато-серый, коричнево-зеленый. *Блеск* – стеклянный. *Стр.* – мелко-, среднезернистая, реже порфировидная, *тек.* – однородная. *Диагност. пр.* – более темная окраска (темно-серая с зеленоватым оттенком или темно-зеленая) и содержание значительного количества биотита и амфибола – отличие от сиенита; кварца не более 15 % или нет совсем – отличие от гранита.

Ген. Образуется при остывании магмы среднего состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. В виде лакколитов, жил, штоков и часто образуют зоны в гранитных и габбровых массивах. Встречаются довольно редко, известны в Крыму, Украине, Урале, Кавказе, Германии, Чили, США и др. В Беларуси распространен в нижнепротерозойских породах кристаллического фундамента, вместе с другими породами образует месторождения строительного камня (Микашевичское, Синкевичское, Ланское).

Исп. Применяется в качестве строительного и скульптурного материала (примером служит здание музея и санатория в Алушке, на Южном берегу Крыма).

### ***Андезит***

Назв. По месту нахождения в горах Анды в Южной Америке.

Мин. с. Плагиоклазы – 46 %, роговая обманка – 31 %, магнетит, апатит и др.

Св. Цвет – темно-серый, зеленый, коричневый, красный. Блеск – стеклянный. Стр. – тонкозернистая, очень часто порфировая; тек. – пористая, однородная. Диагност. пр. – шероховатость поверхности и наличие вулканического стекла в основной массе – отличие от порфиоров и порфиритов; вкрапленники полевого шпата в виде кристаллов со стеклянным блеском – отличие от диабазы и базальта; вкрапленники роговой обманки и пироксена, а также в целом темный цвет – отличие от трахита.

Ген. Образуются при остывании магмы среднего состава вблизи и на земной поверхности

Формы залег. и рег. распр. Обширные лавовые потоки, покровы и купола. Встречаются на Кавказе, Украине, Восточной Сибири, США, Мексике и др. В Беларуси встречается в отложениях Волынской серии верхнего протерозоя.

Исп. В строительстве применяются как строительный камень (бут) и как щебень, для изготовления кислотоупорного бетона, битумных мастик.

### ***Сиенит***

Назв. По названию города Сиена, сейчас Асуан в Египте.

Мин. с. Ортоклаз, роговая обманка, реже авгит и биотит; второстепенные минералы составляют до 15 %.

Св. Цвет – светло-серый, розово-серый, бурый. Блеск – стеклянный. Стр. – средне-, крупнозернистая, иногда порфириовидная – сиенит-порфир; тек. – однородная. Диагност. пр. – более светлая окраска и меньшее количество темноцветных минералов (не более 20 %) – отличие от диорита; почти полное отсутствие кварца – отличие от гранита, аплита, гранодиорита.

Ген. Образуются при остывании магмы кислого и щелочного состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Залегают в краевых частях массивов гранитов или габбро, реже встречаются в виде самостоятельных тел (лакколиты, штоки, дайки). Встречаются гораздо реже гранитов (Урал, Кавказ, Украина, Кольский п-ов, Германия, Норвегия, США и др.). Сиенит-порфир встречается в Беларуси среди верхнедевонских вулканогенных образований на юго-востоке республики.

Исп. Строительный и дорожный камень, щебень для бетонов и материал для облицовки. С интрузиями сиенитовой магмы связаны крупные месторождения магнетита, меди, марганца и др.

### ***Трахит***

Назв. От греч. trachys – шероховатый, неровный.

Мин. с. Полевые шпаты, авгит, оливин, апатит и др.

Св. Цвет – серовато-белый, серый, желтоватый или коричневый. Блеск – матовый. Стр. – порфириовая; тек. – пористая, массивная. Диагност. пр. – шероховатая на ощупь поверхность образцов; вкрапленники полевого шпата имеют стеклянный блеск – отличие от сиенитового порфира; отсутствие кварца – отличие от кварцевого порфира и липарита; светлая основная окраска – отличие от андезита.

Ген. Образуется вблизи поверхности при остывании магмы среднего состава.

Формы залег. и рег. распр. Наиболее распространенные формы – потоки, покровы, иногда купола. Встречаются на Кавказе, Украине, Урале, Казахстане, Алтае, Болгарии, Венгрии, Африке, США и др. В Беларуси распространена среди позднедевонских вулканогенных пород на востоке Припятского прогиба.

Исп. Трахиты легко поддаются обработке, не полируются, быстро истираются. Применяются как кислотоупорный и строительный камень

(дают хорошее сцепление с цементом), в качестве стеновых блоков, щебня для бетона. При выветривании образуются бентонитовые глины, которые широко используются в строительстве.

Среди *кислых пород* преобладают интрузивные образования, объединяемые под общим названием гранитоиды. Кристаллические породы характеризуются светлой окраской, незначительным содержанием темноцветных компонентов (3–15 %), обязательным присутствием значительного количества калиевого полевого шпата и кварца.

### *Гранит*

Назв. От латин. слова *granum* – зерно.

Мин. с. Полевые шпаты – 40–60 %, кварц – 20–40 %, цветные минералы (до 10 %) – слюды, роговая обманка, авгит и др. В зависимости от содержания цветного минерала граниты подразделяются на биотитовые, мусковитовые, двуслюдные, роговообманковые и др.

Св. *Цвет* – в целом светлый – светло-серый, серый, желтоватый, розовый, красный. *Блеск* – стеклянный, перламутровый. *Стр.* – крупно-, среднезернистая, может быть мелкозернистая (аплит), порфиридная (гранит-порфир), графическая (письменный гранит или пегматит); *тек.* – однородная, массивная, сланцеватая. *Диагност. пр.* – выделяется от других интрузивных грунтов согласно поговорке немецких горняков: «полевой шпат, кварц, слюда – не забуду никогда»; много кварца – отличие от диорита, сиенита; отсутствие полосчатости – отличие от гнейса; большая твердость, царапает стекло, не реагирует с соляной кислотой – отличие от мрамора.

Ген. Образуется при остывании магмы кислого состава на глубине.

Формы залег. и рег. распр. Крупные тела – батолиты, реже штоки, дайки, жилы и лакколиты. Занимают значительные площади в Карелии, на Кольском п-ве, Кавказе и Урале, Сибири, Монголии, Памире, Алтае и др. В кристаллическом фундаменте Беларуси граниты и гранодиориты образуют многочисленные интрузии разного возраста, прерывающие метаморфические толщи архея и нижнего протерозоя, или залегают среди них в виде больших массивов и других тел различной морфологии и генезиса. Среди архейских гранитов и

гранодиоритов наиболее известны граниты голеновского комплекса Белорусской антеклизы, среди нижнепротерозойских – граниты и гранодиориты Микашевичско-Житковичского выступа и около деревни Глушковичи Лельчицкого района, где они залегают на сравнительно небольшой глубине; встречаются также среди валунов. Их добывают на Микашевичском, Синкевячском и Глушковичском месторождениях строительного камня.

Исп. Для облицовки различных сооружений, кладки фундаментов, волнорезов, изготовления орнаментов, ступеней, тротуарных плит и т. д. Применяются также в качестве камня для дорог и щебня для бетона.

### ***Риолит***

Назв. От греч. rhyax – поток, лава и lithos – камень. Синоним – *липарит* (по названию о. Липари в Италии).

Мин. с. Полевые шпаты – 65 %, кварц – 33 %, биотит, апатит и др.

Св. *Цвет* – в целом светлый, светло-серый, серый, желтоватый, красноватый, красновато-бурый. *Блеск* – стеклянный, матовый. *Стр.* – порфировая, при этом основная масса породы – стекловатая; плотная (фельзитовая); порфировидная; *тек.* – полосчатая, однородная, тонкопористая. *Диагност. пр.* – основная масса тонкозернистая или плотная, часто содержащая вулканическое стекло; поверхность образца шероховатая на ощупь; все вкрапленники полевых шпатов имеют стеклянный блеск – отличие от кварцевого порфира; наличие вкрапленников кварца – отличие от трахита.

Ген. Образуется вблизи земной поверхности при остывании магмы кислого состава.

Формы залег. и рег. распр. Потоки, небольшие куполообразные массивы на Кавказе, Урале, Дальнем Востоке, Средней Азии, Сибири, Аляске, Мексике, Италии и др.

Исп. В качестве строительного камня (бут, щебень), иногда в качестве облицовочного и дорожного материала.

### ***Обсидиан***

Назв. По имени первооткрывателя римлянина Обсуса.

Мин. с. Вулканическое стекло, содержащее менее 1 % воды.

Св. *Цвет* – светло-серый, зеленый, дымчато-бурый, красно-коричневый, черный. *Блеск* – стеклянный. *Стр.* – стекловатая; *тек.* –



однородная, пятнистая или полосчатая. *Диагност. пр.* – стеклянный блеск и раковистый излом, острые режущие края, в тонких пластинках просвечивает.

Ген. Образуется при быстром остывании магмы кислого и среднего состава в краевых частях лавовых потоков.

Формы залег. и рег. распр. Потоки, покровы, купола. Встречается совместно с риолитами в Германии, Венгрии, на Малом Кавказе, вулканических островах Средиземного моря и т.д.

Исп. Изготовление стекол; компонент кислотоупорных материалов; используется в качестве «гидравлической» добавки, т. е. способен затвердевать под водой в смеси с гашеной известью; изготовление вспученного материала – перлита; применяется как поделочный камень.

### ***Пемза***

Назв. От лат. *pumex* – пена.

Мин. с. Основная масса – вулканическое стекло, вкрапленники – плагиоклаз, кварц, биотит и т.д.

Св. *Цвет* – окраска разнообразная – белая, серая, желтоватая, красноватая, фиолетовая до черной. *Блеск* – матовый, тусклый. *Стр.* – скрытокристаллическая; *тек.* – пористая, иногда флюидальная (в образцах видны следы течения). *Диагност. пр.* – легкая, в воде не тонет, шероховатая на ощупь; отсутствие неоднородностей (обломков, частиц, пятен) и однородная окраска образца – отличие от вулканических туфов, туффитов.

Ген. Образуется при быстром остывании на поверхности земной коры насыщенной газами магмы кислого и среднего состава.

Формы залег. и рег. распр. Больших скоплений не образует, встречается в виде отдельных обломков, выброшенных в процессе извержения вулканов, в Крыму, на Камчатке, Армении, Италии, Кавказе и др.

Исп. Абразивный (шлифовальный) и теплоизоляционный материал, в качестве заполнителя для легких бетонов, активной добавки к извести и цементам, сухой краски для штукатурки, в качестве фильтра.

## **2.2 Материалы и оборудование**

1 Специально подобранная рабочая коллекция магматических горных пород

2 Молоток, перочинный нож, стеклянная пластинка, лупа (7- или 10-кратная).

3 Данные методические указания. Конспекты учебных занятий по теме «Горные породы». Журнал лабораторных работ.

### **2.3 Порядок выполнения работы**

1 Проработка теоретической части.

2 Практическое определение свойств и характеристик горных пород, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов первоначально определяют их общую окраску, характер ее пространственного распределения (однородная, пятнистая, полосчатая и т. д.), затем – минеральный состав полнокристаллической (сплошь зернистой) породы или состав вкрапленников в неполнокристаллической породе. Здесь же выясняют: содержатся ли в породе цветные породообразующие минералы и какие именно (роговая обманка, пироксен, оливин и т. п.), а также приблизительно их содержание и соотношение со светлоокрашенными минералами. Определяется общий характер макроструктуры и текстуры. Далее делается вывод о происхождении породы (глубинная или излившаяся). Уточняются характерные индивидуальные особенности породы (иризация, характер излома, особенности структуры, текстуры, плотность породы и т.д.). Полученные данные сопоставляют и уточняют с имеющимся описанием образцов горных пород.

3 По окончании работы студент сдает сделанное описание магматических горных пород на контрольный просмотр, после чего проводится опрос студента по практической части с демонстрацией приобретённых навыков.

#### **Контрольные вопросы**

1 Как классифицируются магматические породы (признак, название групп)?

2 Какие группы магматических пород выделяются по содержанию  $\text{SiO}_2$ ? Приведите представителей каждой группы.

3 Что такое структура? Перечислите характерные структуры магматических пород.

4 Что такое текстура? Перечислите характерные текстуры магматических пород.

- 5 Формы залегания глубинных магматических пород.
- 6 Формы залегания излившихся магматических пород.
- 7 Разделите горные породы учебной коллекции по условию образования (излившиеся, глубинные).
- 8 Назовите излившиеся магматические породы из кислой группы.
- 9 Назовите глубинные магматические породы из средней группы.
- 10 Как применяются горные породы в строительстве?

## 3 ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

**Ц е л ь р а б о т ы.** Изучение осадочных горных пород по внешним признакам, их определение и описание.

### 3.1 Краткие сведения из теории

#### 3.1.1 Общие понятия

**Осадочные** – это горные породы, образовавшиеся на поверхности земли в результате разрушения других ранее образовавшихся пород; выпадения различных, главным образом, химических образований из водной среды и накопления продуктов жизнедеятельности растительных и животных организмов на суше и в водных бассейнах.

Процессы образования и изменения осадочных пород условно подразделяют на ряд стадий:

– *гипергенез* (от греч. hyper – над, сверх, поверх и genesis – происхождение, образование) – выветривание – разрушение кристаллических и других пород, образование новых минералов, обломков пород, обломков минералов, коллоидных и истинных растворов;

– *седиментогенез* (от лат. sedimentum – оседание) – перенос и отложение минералов – образование осадка;

– *диагенез* (от греч. dia – приставка со значением завершенности) – превращение осадка в осадочную породу;

– *катагенез* (от греч. kata – приставка, означающая движение вниз, усиление, переходность или завершение процесса) – начальные изменения осадочной породы;

– *метагенез* (от греч. meta – вслед, за, после, через) – глубокие изменения осадочной породы – образование метаморфизованных осадочных пород.

Последние две стадии иногда объединяют под одним понятием – *эпигенез* (от греч. *epi* – на, над, сверх, при, после).

Осадочные породы принято подразделять *по происхождению на четыре основные группы:*

1 *Обломочные* – возникшие в результате механического разрушения каких-либо пород, называемых материнскими, и накопления в водной или воздушной среде образовавшихся обломков.

2 *Биохимические (органогенные)* – возникшие в водной среде в результате деятельности организмов.

3 *Химические (хемогенные)* – образовавшиеся в результате действия химических процессов.

4 *Смешанные* – например, отдельные известняки содержат в своем составе материал органогенного, хемогенного и обломочного происхождения.

Обломочные породы подразделяются *по наличию структурных связей между обломками, размеру обломков и внешним очертаниям обломков* на следующие виды:

1) *цементированные:*

– крупнообломочные (конгломерат (цементация окатанных обломков), брекчия (цементация неокатанных обломков));

– мелкообломочные (песчаник);

– пылевато-глинистые (алевролит, аргиллит);

2) *нецементированные:*

– крупнообломочные (валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый) – содержание массы частиц крупнее 200 мм более 50 %; галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый) – содержание массы частиц крупнее 10 мм более 50 %; гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный) – содержание массы частиц крупнее 2 мм более 50 %);

– песчаные (песок – в гранулометрическом составе масса частиц крупнее 2 мм менее 50 %, число пластичности менее 1);

– пылевато-глинистые (супесь, суглинок, глина, лессовидные).

К обломочным породам в виде самостоятельной группы относят *пирокластические* породы, которые формируются из твердых вулканических продуктов (пепел, песок) и, оседая на поверхности земли, образуют цементированные накопления – туф, трасс.

Свойства обломочных цементированных пород обусловлены составом цементирующего вещества, его количеством и типом. По взаимоотношению обломков (или зерен) и цементирующего вещества различают базальный, контактовый и поровый тип цемента. Наиболее прочны породы с базальным цементом, в котором обломки рассеяны в общей массе цементирующего вещества. Цементирующие вещества по своему составу могут быть кремнеземистыми, железистыми, известковыми, глинистыми, карбонатными и т.д. Наиболее прочным является кремнеземистый цемент, наименее прочным – глинистый.

Биохимические (органогенные) породы подразделяются по **химическому составу**:

- 1) на *кремнистые* (опока, диатомит, спонголит);
- 2) *карбонатные* (доломит, известняк, мел).

К органогенным породам в виде самостоятельной группы относят *каустобиолиты*, своеобразные по составу и практическому применению осадочные породы в твердом (торф, ископаемые угли), жидком (нефть) и газообразном (естественные газы) состоянии.

Химические (хемогенные) породы подразделяются по *химическому составу*:

- 1) на *сульфатные* (ангидрит, гипс);
- 2) *галоидные* (галит, сильвин).

Осадочные породы в силу специфических условий образований приобретают ряд особенностей, которые существенно отличают их от магматических и метаморфических пород. Характерные черты осадочных пород:

1 Слоистость. Осадочные породы залегают в виде *слоев*, которые образуются в процессе накопления осадков в водной и воздушной среде. В слое горной породы могут быть также тонкие слои других пород, их называют *прослоями*. Например, в слое песка может быть тонкий прослой глины. При резком различии слоев по составу, например слой песка лежит на слое известняка, более или менее постоянной мощности и сравнительно большой занимаемой площади слои называют *пластами*. Комплекс слоев, объединенных сходством состава или возраста, или один слой, но значительной мощности, называют *толщей*. Также для осадочных пород характерны *линзы* – слои, занимающие малые площади с выклиниванием мощности к краям

слоя, и *выклинивающиеся слои* – мощность которых уменьшается в одну сторону.

2 Пористость. Пористость типична для всех осадочных пород, за исключением некоторых плотных химических осадков. Поры бывают мелкие, крупные и в виде каверн. В порах может располагаться вода, газ, органические материалы.

3 Зависимость состава и свойств породы от климата (в пустынях образуются породы обломочного характера, в замкнутых бассейнах накапливаются отложения солей и т. д.).

4 Содержание остатков растительных и животных организмов (в виде окаменелостей, несущих важнейшую информацию о геологическом прошлом Земли).

Для осадочных скальных и полускальных грунтов, состоящих из сцементированных между собой обломков, частиц и агрегатов, по морфологическим признакам (размер и форма обломков, частиц, агрегатов) выделяют следующие специфические **структуры**:

– *крупнообломочную* или *псефитовую*, когда невооружённым глазом в образце различают преобладание окатанных или неокатанных обломков размером более 2 мм; она характерна для конгломератов, гравелитов, брекчий (неокатанные обломки);

– *песчаную* или *псаммитовую*, когда различают преобладание песчаных частиц размером от 0,05 до 2 мм; она характерна для различных песчаников, туффитов (размер частиц около 0,05 мм – это нижняя граница разрешающей способности человеческого глаза);

– *пылеватую* или *алевритовую*, когда в образце с трудом можно различить пылеватые частицы размером от 0,005 до 0,05 мм (очень часто это сделать невозможно); она характерна для алевролитов;

– *глинистую* или *пелитовую*, когда в образце не видно зёрен; она характерна для аргиллитов (глинистые минералы размером менее 0,005 мм различают только в очень сильный электронный микроскоп).

Кроме этого, выделяют ещё переходные структуры, отражающие количественное соотношение слагающих грунт обломков, частиц: псефито-псаммитовую, псаммито-алевритовую, и, наоборот, они характерны для переходных видов грунтов – гравелистых песчаников, пылеватых или тонкозернистых песчаников.

Органогенная структура характерна для грунтов с сохранившимися

раковинами (раковины видны невооружённым глазом – известняк-ракушечник; раковины видны в микроскоп – мел), стеблями, листьями и т. п.

Полнокристаллическая структура характерна для грунтов, у которых все минералы смотрятся в виде кристаллов, зерен. По среднему размеру зерен выделяют: мелкозернистую (менее 1 мм), среднезернистую (от 1 до 5 мм) и крупнозернистую (более 5 мм). Она наиболее типична для галита, иногда для доломита.

Оолитовая структура выделяется по наличию в образце видимых шариков (оолитов), имеющих примерно одинаковый размер. По этой структуре из известняков выделяют их разновидность – оолитовые известняки.

Большинство осадочных пород имеет слоистую *текстуру*. Каждый слой отделяется от соседнего слоя как бы швом, по которому их можно разделить. Слои, видимые в массивах, могут быть параллельными и непараллельными (косыми, волнистыми, нелепослоистыми и т. д.).

В слоистых осадочных горных породах обломки, частицы, агрегаты, зёрна минералов в каждом слое имеют разную ориентацию, они не сортированы по величине и располагаются беспорядочно, вперемешку, в этом их отличие от метаморфических горных пород со сланцеватой текстурой, состоящих как бы из скреплённых между собой пластинок с параллельно расположенными зёрнами минералов.

Однородной или массивной текстурой называют такую текстуру, в которой трудно выделить какие-либо закономерности пространственного расположения элементов. Именно однородная или массивная текстура наиболее характерна для образцов осадочных горных пород, так как в отдельных небольших образцах, в отличие от обнажений в массивах, слоистость чаще всего может быть незаметна.

Пористая текстура чаще встречается у известняков-ракушечников, туфов (известкового и кремнистого). Пустоты, поры имеют различный размер и форму. Иногда пористость визуалью не определяется, а ощущается по более лёгкому весу образца (диатомиты, трепела, опоки), а также по быстрому впитыванию ими воды или кислоты (диатомиты, трепела, мел, некоторые песчаники, туффиты). Образцы таких грунтов на вид имеют однородную текстуру. Часто некоторые образцы грунтов могут одновременно иметь пористую и слоистую текстуры.

### 3.1.2 Характеристика основных представителей осадочных горных пород

#### Обломочные цементированные породы

##### **Конгломерат**

Назв. От лат. conglomerato – скопившийся, собранный; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные. Разновидности: гравелиты – конгломераты с преобладанием окатанных обломков размером от 2 до 10 мм (гравий); конгломераты карбонатные (известковые) – образуются из окатанных обломков грунтов карбонатного состава.

Мин. с. Могут быть сложены разнообразными по составу породами (полимиктовые) или обломками одной и той же породы (мономиктовые). Цементом в конгломератах обычно являются окислы железа, карбонаты, глинистый материал и реже кремнекислота.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом серый, голубоватый, желтоватый, а в случае, если цемент сильно железистый, то и красноватый. Стр. – крупнообломочная (псефитовая), из окатанных обломков размером от 2 до 200 и более миллиметров. Тек. – однородная. Диагност. пр. – окатанные обломки в образце – отличие от брекчий; в образце больше обломков, чем скрепляющего их цемента – отличие от туфов; реагирует с соляной кислотой, в образце видны обломки и скрепляющий их цемент (возможно, карбонатного состава) – отличие от известняков и мергелей.

Ген. Образуется при цементации валунных, галечниковых и гравийных отложений.

Исп. Применяется как бутовый камень, для мощения дорог, облицовочный и декоративный материал.

##### **Брекчия**

Назв. От итал. breccia – щебень; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. – Полимиктовые, мономиктовые. Обычно цемент включает в себя известковый шпат, кварц, глину и гипс.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом серый, бурый, вишневый. Стр. – крупнообломочная



(псефитовая), из окатанных обломков размером от 2 до 200 и более миллиметров. *Тек.* – однородная. *Диагност. пр.* – неокатанные, угловатые обломки в образце – отличие от конгломератов и гравелитов; в образце больше обломков, чем скрепляющего их цемента – отличие от туфов; отсутствие следов дробления и деформирования – отличие от брекчий тектонических; реагирует с соляной кислотой, в образце видны обломки и скрепляющий их цемент (карбонатного состава) – отличие от известняков и мергелей.

Ген. Образуется при цементации глыбовых, щебенистых и дресвяных отложений.

Исп. В строительстве широко используется как строительный и облицовочный камень, при этом более предпочтительны легкообрабатываемые брекчии карбонатного состава.

### **Песчаник**

Назв. Как производное от песка; группа – скальные и полускальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит из кварца, полевого шпата, слюд, глауконита, при этом любой из них может преобладать над другими и определять свойства песчаника; часто наблюдается присутствие рудных минералов (магнетита, гематита, лимонита), глинистых и других минералов.

Св. Цвет – различный, зависит от цвета обломков и цемента, в целом от светлых до бурых. *Стр.* – мелкообломочная (псаммитовая) – состоит в основном из частиц песчаной фракции размером от 0,05 до 2 мм. *Тек.* – однородная, слоистая, пористая. *Диагност. пр.* – в любом песчанике всегда видны песчаные частицы размером от 0,05 до 2 мм – отличие от брекчий, конгломератов, гравелитов, алевролитов, аргиллитов; в образце видны зерна примерно одинакового размера и формы – отличие от туфов вулканических, туффитов; при трении обломков друг о друга выкрашиваются зерна – отличие от кварцитов и опок.

Ген. Образуется при цементации песчаных отложений различного происхождения и условий образования.

Исп. В строительстве используется как строительный и облицовочный камень; в дорожном строительстве применяется в качестве щебня. В размолотом виде – как песок.

## **Аргиллит**

Назв. От греч. argillos – глина и lithos – камень; группа – скальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Основные минералы – глинистые (мягкие, царапаются ногтём, по стеклу скользят), кварц и полевой шпат (наличие определяется по отдельным царапинам на стекле, при общем скольжении по нему образца).

Св. Цвет – серый, тёмно-серый до чёрного, реже коричневый, зеленоватый. Стр. – скрытокристаллическая; по преобладающему содержанию невидимых глазом глинистых минералов (размером менее 0,005 мм) – глинистая (пелитовая). Тек. – однородная, тонкослоистая. Диагност. пр. – запах глины при увлажнении дыханием; скользит по стеклу с оставлением неглубоких царапин – отличие от алевролитов; неровный излом и отсутствие сланцеватости – отличие от глинистых сланцев; не размокает в воде и не обладает пластичностью – отличие от глин, суглинков.

Ген. Образуется при цементации дисперсных осадочных глинистых грунтов – суглинков, глин.

Исп. За неимением других грунтов используется при строительстве автомобильных дорог в качестве крупнообломочных грунтов при возведении земляного полотна; в гражданском строительстве используется в качестве крупнообломочного грунта для подсыпок и насыпей; склонен к быстрому выветриванию в выемках, котлованах, где он, как и алевролит, распадается на плитчатые или листоватые отдельности, остроугольные щебёнку и дресву и в конечном итоге довольно быстро выветривается до суглинков, глин.

## **Алевролит**

Назв. От греч. áleuron – мука и lithos – камень, по преимущественному содержанию пылеватых частиц (фракция 0,05–0,005 мм); группа – полускальные; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит из тонко раздробленных зёрен кварца, полевого шпата, глинистых минералов, иногда присутствуют карбонаты (реакция с соляной кислотой) и железистые минералы (жёлтая или

бурая окраска).

Св. *Цвет* – серый, тёмно-серый, бурый, коричневатый или зеленоватый. *Стр.* – от тонкозернистой до скрытокристаллической; по преобладающему содержанию невидимых глазом пылеватых частиц от 0,05 до 0,005 мм – пылеватая (алевролитовая). *Тек.* – однородная, слоистая, иногда пористая. *Диагност. пр.* – запах глины при увлажнении образца дыханием; неровный излом и отсутствие сланцеватости – отличие от сланцев; твёрдый, царапает стекло – отличие от аргиллита; тонкозернистый или скрытокристаллический – отличие от песчаников; относительно тяжёлый – отличие от более легких и плотных опок.

Ген. Образуется при цементации дисперсных осадочных пылеватых грунтов – лёссов, лёссовидных грунтов (супесей и суглинков).

Исп. Алевролиты с прочным цементом используются для мощения дорог и строительства зданий.

## **Обломочные нецементированные породы**

### **Песок**

Назв. Этимология неясна; группа – нескальные; вид по гранулометрическому составу: гравелистый, крупный, средний, мелкий, пылеватый; по происхождению песок может быть элювиальным, делювиальным, пролювиальным, аллювиальным, озерным, водно-ледниковым, ледниковым, озерно-ледниковым, морским, эоловым и смешанным; по составу – кварцевым, глауконито-кварцевым, аркозовым, магнетитовым, нефелиновым, слюдистым, полимиктовым и др.

Мин. с. Кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит, карбонаты и др.

Св. *Цвет* – разнообразный, наиболее характерен белый, серый, бурый. *Стр.* – псаммитовая (песчаная). *Тек.* – однородная, слоистая. *Диагност. пр.* – постоянство объема при высыхании и увлажнении.

Ген. Образуется в результате переноса и отложения частиц разрушенных пород текучими водами, ветром и т.п.

Исп. Песок широко используется в составе строительных материалов, для намывки участков под строительство, для пескоструйной обработки фасадов зданий и разных изделий, в жилищном строительстве для обратной засыпки, при благоустройстве

дворовых территорий и в быту (засыпка дорожек, устройство детских песочниц, туалетов для кошек, грунтов в теплицах и др.), при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ. Широко используется в бетонном производстве; при производстве железобетонных изделий, бетона высоких марок прочности. Важный материал при строительстве дорог, насыпей, а также при производстве тротуарной плитки, бордюров, колодезных колец. Мелкий строительный песок используется для приготовления накрывочных растворов. Речной строительный песок широко применяется в различных декоративных (смешивают со связующими компонентами и красителями для получения специальных структурных покрытий) и отделочных работах. Строительный речной песок выступает компонентом асфальтобетонных смесей, которые используются в строительстве и укладке дорог. Кварцевые пески – ценное сырьё для стекольной промышленности.

### **Лессовидные породы**

Назв. От нем. loss – рыхлая; группа – нескальные. Разновидности по числу пластичности: супесь, суглинок и глина лессовидные.

Мин. с. Преимущественно кварцевая порода с включениями полевых шпатов, кальцита, гипса и глинистых минералов.

Св. Цвет – желтовато- и буровато-серый. Стр. – грубые и тонкие – состоит в основном из частиц песчаной фракции размером от 0,05 – 0,005 мм. Тек. – неслоистая. Диагност. пр. – порода после просушивания частично комковатая. Особенностью свойств некоторых лёссовидных отложений является резкое падение прочности структурных связей при увлажнении, что приводит к просадкам, развитию лёссового псевдокарста, потере несущих свойств грунтов в основании узких фундаментов и свай, интенсивному оврагообразованию и т. д.

Ген. Эолово-почвенное.

Исп. Лёсс является материнской породой чернозёмных и серозёмных почв. Он используется для изготовления кирпича ("сырец", "саман") и цемента, для отсыпки тела дамб и плотин.

### **Глинистые породы**

Назв. От греч. gline – глина; группа – нескальные. Тип по числу пластичности: супесь, суглинок и глина.

Мин. с. Каолинит, монтмориллонит или другие слоистые алюмосиликаты (глинистые минералы). В глине также могут содержаться песчаные и карбонатные частицы.

Св. Цвет – бурый, серый, белый (каолиниты), голубой (кембрийские глины), желтоватый (бентониты, флоридины), зеленый (глаукониты, монтмориллониты), розовый, красный (комовые глины, железисто-монтмориллонитовые глины), коричневый, черный. *Стр.* – пелитовая. *Тек.* – слоистая, пятнистая, сетчатая. *Диагност. пр.* – в полевых условиях существует следующая методика определения: образец увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, из подготовленного грунта на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм или чуть больше, затем полученный шнур необходимо свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. Песок не образует ни шарика, ни шнура. Супесь образует шарик, который раскатать в шнур не удаётся, получаются только его зачатки. Лёгкий суглинок образует шнур, который можно свернуть в кольцо, но оно получается очень непрочное и легко распадается на части при скатывании с ладони или при попытке взять его в руки. Средний суглинок образует сплошной шнур, который можно свернуть в кольцо, но оно получается с трещинами и переломами. Тяжёлый суглинок легко раскатывается в шнур. Кольцо получается с трещинами.

Глину можно скатать в длинный тонкий шнур, из которого получается кольцо без трещин. При определении супесей и суглинков необходимо быть внимательными, так как они могут быть пылеватыми. Эти разновидности различают по сухому методу следующим образом. Пылеватые супеси и лёгкие пылеватые суглинки образуют непрочные комочки, которые при раздавливании пальцами легко распадаются. При растирании супеси производят шуршащий звук и сыпаются с руки. При растирании пальцами лёгких суглинков ощущается ясно различимая шероховатость, глинистые частицы втираются в кожу. Средние пылеватые суглинки дают ощущение мучнистости, но производят ощущение тонкой муки со слабозаметной шероховатостью. Комки средних суглинков раздавливаются с некоторым усилием. Тяжелые пылеватые суглинки в сухом состоянии с трудом поддаются раздавливанию, дают ощущение тонкой муки при растирании, шероховатость не ощущается.

Ген. Глинистые породы представляет собой продукт разложения и выветривания полевошпатовых и некоторых других горных пород. В результате многолетних изменений температуры, действия солнечных лучей, мороза, дождей, ветра кристаллические горные породы растрескивались и разрушались. При химическом взаимодействии горных пород с углекислым газом воздуха, водой породы постепенно превращались в глинистые минералы, карбонаты и кварц.

Исп. Глины широко применяются в промышленности (в производстве керамической плитки, огнеупоров, тонкой керамики, фарфорофаянсовых и сантехнических изделий), строительстве (производство кирпича, керамзита и др. стройматериалов), для бытовых нужд, в косметике и как материал для художественных работ (лепка), в пищевой промышленности (очистка масел, соков). Производимый из керамзитовых глин путём отжига со вспучиванием керамзитовый гравий и песок широко используются при производстве строительных материалов (керамзитобетон, керамзитобетонные блоки, стеновые панели и др.) и как тепло- и звукоизоляционный материал. Производится также в виде песка – керамзитовый песок. В зависимости от режима обработки глины получается керамзит различной насыпной плотности.

## **Пирокластические породы**

### **Туф**

Назв. От лат. *tofus*, этим словом в древности в Южной Италии обозначали горные породы вулканического происхождения; подгруппа скальные; тип по вещественному составу – кремнистые. Разновидности: трассы – плотные вулканические туфы; пуццоланы – рыхлый вулканический пепел.

Мин. с. Вулканические туфы представляют собой обломочный материал, образовавшийся при вулканических взрывах, в дальнейшем сцементированный и уплотненный (вулканическое стекло, эффузивные породы, полевые шпаты, пироксен и т.п.). Туфы содержат вулканического материала больше 90 %, туффиты – от 50 до 90 %. Если вулканического материала меньше 50 %, название дается по преобладающему материалу другого происхождения. Вулканические

туфы в зависимости от состава бывают липаритовые, андезитовые, трахитовые и базальтовые.

Св. *Цвет* – фиолетовый, красный, оранжевый, кирпичный, желтый, розовый, коричневый, иногда серый и чёрный; *трасс* – желтоватый, серый, голубоватый. *Стр.* – скрытокристаллическая, пелитовая, алевритовая, пористая. *Тек.* – массивная, слоистая. *Диагност. пр.* – плотный, неяснослоистый с кавернами; с соляной кислотой не реагирует, стекло царапает – отличие от туфовых известняков.

Ген. Образуется на суше и в море из кремнезёма при вулканических извержениях, а также при осаждении кремнезёма в пределах горячих источников минерализованных подземных вод.

Исп. Вулканический туф, обладающий достаточной прочностью, долговечностью, легкостью, а также тепло- и звукоизоляционными качествами, представляет собой ценный материал для архитектурного и строительного дела. Также его применяют для изготовления художественных поделок и предметов домашнего обихода. Из вулканического туфа производят стойкие краски. Вулканические туфы и шлаки применяют для изготовления шлакобетонных блоков. Трассы и пуццоланы применяются в качестве добавки к цементам, используемым в подводных сооружениях и особенно в сооружениях, подверженных действию морской воды.

## **Биохимические (органогенные) породы**

### **Известняк-ракушечник**

Назв. От слова «известь»; группа – скальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит, доломит, анкерит, скелеты известковых организмов (мшанок, кораллов, моллюсков, брахиопод).

Св. *Цвет* – разнообразный, от чисто белого до чёрного. *Стр.* – скрытокристаллическая, иногда обломочная, органогенная. *Тек.* – однородная, тонкослоистая, пористая. *Диагност. пр.* – стекло не царапает – отличие от опок; реакция с соляной кислотой в куске – отличие от доломитов; реакция с соляной кислотой в куске без бурого налёта в месте реакции (остатки непрореагировавших глинистых минералов) – отличие от мергелей; реакция с соляной кислотой в куске и отсутствие обломков в образце – отличие от карбонатных брекчий и

конгломератов.

Ген. Органогенное, образуются при цементации отложений из раковин, кораллов.

Исп. Служит легким строительным материалом для наружной и внутренней отделки, а также хорошим звуко- и теплоизолятором. Применяется в качестве легкого строительного материала для наружной и внутренней облицовки зданий. Это единственный в мире материал, который имеет 100 % защиту и отталкивающие свойства от радиации. Используется не только в строительстве, но и в производстве разных вязущих материалов (в т.ч. извести), в ландшафтном проектировании садов.

### **Мел**

Назв. От сакс. *hwiting-melu*, что в переводе означает «отбеливающий порошок»; группа – скальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит (92–97 %) и скелеты известковых организмов.

Св. *Цвет* – белый, серый. *Стр.* – микрозернистая, органогенная. *Тек.* – жилистая, комковатая, тонкослоистая. *Диагност. пр.* – светлая окраска, на ощупь мягкий, бурная реакция с соляной кислотой (отличие от диатомита). В воде мел растворяется в весьма незначительном количестве (1 л дистиллированной воды растворяет всего 0,036 г мела). В разведенной соляной, азотной и уксусной кислотах мел растворяется с шипением, без остатка. Менее чистые сорта мела могут окрашивать раствор в желтый цвет (окиси железа) и дают больший или меньший остаток. Разведенная серная кислота разлагает мел с шипением, образуя белый осадок, который есть не что иное, как гипс. В щелочах мел не растворяется. При сильном накаливании теряет углекислый газ, превращаясь в окись кальция, т. е. жженую известь.

Ген. Органогенное, основная масса мела образовалась из скелетных оболочек планктонных водорослей-кокколитофоров. Изредка встречаются окаменелости в виде раковин аммонитов, остатки криноидей, морских ежей, кораллов. В пропитанном маслом куске меловой породы четко проявляются следы многочисленных ходов червей – илоедов.

Исп. Мел – необходимый компонент «мелованной» бумаги, используемой в полиграфии для печати качественных



иллюстрированных изданий. Молотый мел широко применяется в качестве дешёвого материала (пигмента) для побелки, окраски заборов, стен, бордюров, для защиты стволов деревьев от солнечных ожогов. Мел не применяют в лакокрасочной промышленности (белый пигмент – это, как правило, соединения магния, цинка) по причине характерной структуры частиц мела, но его используют в резиновой, бумажной, сахарной промышленности — для очистки свекловичного сока, для производства вяжущих веществ (известь, портландцемент), в стекольной промышленности, для производства спичек. В этих случаях обычно используют так называемый мел осаждённый, полученный химическим путём из кальцийсодержащих минералов. Мел используется для письма на больших досках для общего обозрения (например, в школах; формованный школьный мелок на 40 % состоит из мела (карбонат кальция) и на 60 % из гипса (сульфат кальция)). При недостатке кальция медицинский мел может быть прописан как добавка к пище.

### **Диатомит**

**Назв.** От слагающих его раковин диатомей (кремнистых водорослей); группа – полускальные; тип по вещественному составу – кремнистые.

**Мин. с.** Основной минерал – опал, а также глинистые минералы, кварц, остатки диатомей, радиолярий, губок.

**Св.** *Цвет* – белый, серый или розовый. *Стр.* – скрытокристаллическая, тонкозернистая. *Тек.* – однородная, иногда тонкослоистая. *Диагност. пр.* – светлая окраска, на ощупь мягкий, очень лёгкий, тонкопористый (впитывает воду и кислоту); на вид – землястые агрегаты (крошится в руках подобно мелу); прилипает к языку, сильно пачкает руки, стекло не царапает (см. минеральный состав – кремнистые минералы), на стекле остается порошок светлой окраски и редкие царапины – отличие от опок, аргиллитов, алевролитов; впитывает соляную кислоту без реакции – отличие от мела, известняков, мергелей; похож на трепел, отличить от которого диатомит невооруженным глазом невозможно.

**Ген.** Органогенное, образуется в основном из остатков водорослей – диатомей, радиолярий, губок в смеси с глинистым и кремнистым

материалом при их отмирании и отложении на дне морей, реке озёр.

Исп. Применяется в промышленности для очистки различных продуктов как катализатор, наполнитель, адсорбент и др.

### **Опока**

Назв. Польское, так называют пористые кремнистые горные породы; группа – полускальные; тип по вещественному составу – кремнистые.

Мин. с. Состоит из минерала опала, сцементированного кремнезёмом (царапает стекло), в качестве примесей возможно присутствие глинистых минералов, кварца, остатков микроорганизмов.

Св. *Цвет* – серовато-белый, жёлтоватый или жёлто-коричневый, до черного. *Стр.* – скрытокристаллическая, тонкозернистая. *Тек.* – однородная. *Диагност. пр.* – лёгкая, при ударе колется на остроугольные обломки с раковистым изломом, прилипает к языку; царапает стекло, не реагирует с соляной кислотой – отличие от известняков, мергелей, доломитов; плотная легкая горная порода, почти не пачкает руки – отличие от трепелов, диатомитов; относительно лёгкая, часто более светлая – отличие от аргиллитов, алевролитов; при трении обломков образца горной породы друг о друга зерна не окрашиваются – отличие от песчаников.

Ген. Органогенное, образуется в морских бассейнах за счет уплотнения и цементации диатомитов и трепелов.

Исп. Применяется как адсорбент, в газовой, химической и др. отраслях промышленности, при производстве кремнистого цемента, в качестве гидравлических добавок к обычному типу цемента, как тепло- и звукоизоляционный материал.

### **Угли**

Назв. Этимология неясна. Разновидности: бурый уголь, каменный уголь, антрацит. Группа – каустобиолиты.

Мин. с. В основном состоит из растительных остатков, углерода, кварца, глинистых минералов и примеси смолистых веществ.

Св. *Цвет* – коричневый до чёрного, с блеском или без блеска. *Стр.* – землистая, зернистая, органогенная. *Тек.* – однородная, слоистая, полосчатая. *Диагност. пр.* – твердые горючие горные породы; блеск от матового до металловидного; все угли горят при высокой температуре, но не плавятся – отличие от асфальтов.

Ген. Органогенное, образуется при углефикации растительных остатков без доступа атмосферного кислорода, например, под покровом песчаных или пылевато-глинистых горных пород. От каменного угля бурый уголь, как показывает самое название, отличается цветом (то более светлым, то более темным); есть, правда, и черные разновидности, но они в порошке в таком случае все-таки являются бурыми, между тем как антрацит и каменный уголь всегда дают черную черту на фарфоровой пластинке. Самое существенное отличие от каменного угля заключается в меньшем содержании углерода и значительно большем содержании битуминозных летучих веществ. Этим и объясняется, почему бурый уголь легче горит, дает больше дыма, запах, а также и вышеупомянутую реакцию с едким калием. Содержание азота также значительно уступает каменным углям. Антрациты – плотные, блестящие, черные, отличаются наибольшим среди углистых разностей удельным весом, твердостью и однородностью.

Исп. В строительстве используется как топливо, горючий материал.

## **Торф**

Назв. От нем. torf, от арабского turar (земля). Группа – каустобиолиты.

Мин. с. Состоит из образующихся в болотах скоплений малоизмененных остатков растительной ткани. Его слагают различные виды болотной растительности: травы, мхи, камыш, осока, хвощ и др. Содержание растительного материала в осадке при образовании торфа достигает 70–90 %.

Св. *Цвет* – серо-желтый, буроватый, серо-черный. *Стр.* – волокнистая, землистая. *Тек.* – неслоистая. *Диагност. пр.* – содержание органических соединений не менее 50 %; в сухом состоянии имеет малую плотность (до 0,3 г/см<sup>3</sup>).

Ген. Органогенное, образуется из остатков болотных растений, полуразложившихся в условиях недостатка кислорода и высокой влажности.

Исп. Применяется как местный вид топлива. Из торфа в результате переработки получают ценные вещества: спирт, фенол, парафин и др. Из него делают теплоизоляционные плиты, применяемые в строительстве, он также используется как удобрение.

## Химические (хемогенные) породы

### Оолитовый известняк

Назв. От греч. oon – яйцо и lithos – камень; группа – полускальные; тип по вещественному составу – сульфатные.

Мин. с. Сложены из шарообразных зернышек углеродистого кальция, цементированных тем же известковым цементом. Иногда зерна располагаются неравномерно участками на общем фоне, состоящем из цементирующего вещества. Величина зерен – от 1 до 5 мм, строение их радиально-лучистое или скорлуповатое.

Св. *Цвет* – светло-желтый, желтовато-серый, серый, бурый, иногда почти белый. *Стр.* – микрозернистая, оолитовая, пелитоморфная. *Тек.* – сферолитовая, пористая. *Диагност. пр.* – имеют грубозернистую структуру с округлыми кальцитовыми образованиями.

Ген. Образуется при выпадении в осадок минералов кальцита на прибрежных участках теплых морей.

Исп. Применяется в строительстве, металлургии, пищевой промышленности.

## Смешанные породы

### Мергель

Назв. От нем. mergel, объединяет осадочные породы, состоящие из глины и карбонатов; точное название определяется соотношением глинистых частиц, доломита и известняка; группа – полускальные; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Состоит из кальцита до 50 %, иногда доломита и глинистых минералов (реагирует с соляной кислотой в куске).

Св. *Цвет* – светло-серый, серый, темно-серый, бурый, чёрный (определяется цветом глинистого вещества). *Стр.* – скрытокристаллическая, тонкозернистая. *Тек.* – однородная, слоистая. *Диагност. пр.* – издает запах глины при увлажнении дыханием; прилипает к языку; иногда в образцах видны остатки флоры и фауны, обломки горных пород; наличие окислов и гидроокислов железа обнаруживается по жёлтой, коричневой, бурой окраске; грязно-бурый налёт в месте реакции с соляной кислотой – отличие от известняков, мела; стекло не царапает, реагирует с соляной кислотой – отличие от

опок, аргиллитов, алевролитов.

Ген. Образуется при выпадении в осадок минералов кальцита и глинистых частиц или смеси глинистых частиц с продуктами истирания раковин в морях и озёрах.

Исп. Мергель широко используется как сырьё для производства портландцемента.

### **3.2 Материалы и оборудование**

1 Специально подобранная рабочая коллекция осадочных горных пород.

2 Молоток, перочинный нож, стеклянная пластинка, лупа (7- или 10-кратная), соляная кислота.

3 Данные методические указания. Конспекты учебных занятий по теме «Горные породы». Журнал лабораторных работ.

### **3.3 Порядок выполнения работы**

1 Проработка теоретической части.

2 Практическое определение свойств и характеристик горных пород, заполнение соответствующих таблиц журнала.

Основные диагностические признаки, по которым производится определение наименования образцов осадочных горных пород: цвет, структура, текстура, отличительные (особенные) признаки, минеральный состав.

Цвет зависит от минерального состава и условий образования грунта. Например, образец грунта имеет зеленовато-светло-серый цвет, где первое – оттенок, второе – интенсивность окраски, третье – главный цвет образца горной породы. Белую и светло-серую окраску с различными оттенками часто имеют мел, известняки, доломиты, диатомиты, трепела, а также ангидрит, галит, гипс, сильвинит. Зеленоватая окраска песчаников говорит о присутствии минералов малахита или глауконита, в состав которых входят соединения меди, а ржаво-жёлто-бурая окраска – железистых соединений. Серый и черный цвета чаще всего наблюдаются в грунтах с высоким содержанием органических веществ (асфальты) или в грунтах с присутствием минералов магнетита, пирита. Серый цвет, как правило, указывает на

наличие в образце кварца, полевого шпата, глинистых минералов.

Отличительные (особенные) признаки, отмеченные в образцах горных пород, помогают в определении минерального состава и наименования (вида) грунта. По наличию в образце грунта обломков, частиц (видимых невооруженным глазом) в первом приближении можно предположить, что изучаемый грунт образовался из осадочных дисперсных крупнообломочных или песчаных грунтов. Остатки организмов – растительных и органических, отмеченные в образцах горных пород, помогают определить такие осадочные грунты, как угли, мергели, известняки-ракушечники.

По реакции с соляной кислотой можно определить наличие в образце грунта минералов класса карбонатов – кальцита (реакция в куске), доломита (реакция в порошке), магнезита (реакция в порошке при нагревании). С соляной кислотой реагируют карбонатные типы осадочных горных пород (мел, известняки, мергели, доломиты), а также другие типы осадочных горных пород, например силикатные (обломки и частицы силикатного состава), если обломки и частицы скреплены цементом карбонатного состава (брекчии, конгломераты, гравелиты, песчаники, туффиты). Кроме этого, возможно, что и сами обломки состоят из минералов и горных пород карбонатного состава и поэтому реагируют с соляной кислотой (брекчии карстовые).

Относительная лёгкость изучаемых образцов грунта, которая определяется их микропористостью, характерна для кремнистых типов осадочных полускальных грунтов – опок, диатомитов, трепелов, а также мелов (тип – карбонатные).

По твердости в первом приближении можно определить образцы горных пород, состоящих из минералов низкой твердости – мягких, царапающихся ногтем (глинистые, гипс). Образцы горных пород с минералами средней твердости ногтем не царапаются и стекло не царапают (карбонаты, галит, ангидрит). Образцы горных пород с твердыми минералами (кварц, халцедон, кремень, полевые шпаты и другие минералы) царапают стекло. Такие горные породы, как диатомит и трепел, состоящие в основном из минерала опала (твердость 6–6,5), могут не царапать стекло (см. их описание).

Глинистые минералы определяются в горных породах по серой, тёмной окраске. Образец грунта с большим количеством глинистых

минералов скользит по стеклу, иногда остаются лёгкие царапины, которые оставляют частицы кварца, полевого шпата и других твердых минералов. При увлажнении дыханием пахнут глиной. В порошке во влажном состоянии пластичны. Являются основными минералами аргиллитов и основой глинистых цементов, скрепляющих обломки, частицы силикатных осадочных грунтов, входят вместе с кальцитом в состав мергелей.

Железистые минералы (лимонит, реже гематит). Жёлто-бурые, ржаво-коричневые с бурой, коричневой или вишнёво-красной чертой. Блеск матовый, реже стеклянный до полуметаллического. В силикатных осадочных грунтах играют роль цемента и придают окраске образцов горных пород ржавые, бурые оттенки. Являются основными минералами бурых железняков (лимонитов), некоторые из них, но не все, имеют большой удельный вес (ощущается в руке).

Полевые шпаты. В осадочных грунтах невооружённым глазом их определить трудно. В песчинках имеют матовый блеск, светло-серый и серый цвет, царапают стекло. Чаще всего они входят в состав песчаников.

Кварц. Встречается в виде обломков размером 0,05–5 мм и более, а также в виде цемента с неразличимой зернистостью или в виде тонкораздробленной примеси в основной горной породе. Кварцевые обломки и кварцевый цемент определяют в образцах по их высокой твёрдости – легко царапают стекло, оставляя глубокую, отчётливо видимую царапину; по стеклянному или жирному блеску. Кварц в виде зёрен хорошо различим в кварцевом песчанике. Тонко раздробленный кварц, не различимый невооружённым глазом, является основным минералом алевролитов, по повышенной твёрдости этого минерала (царапает стекло с характерным треском) их отличают от аргиллитов.

Кремнистые минералы (опал и халцедон). Смотрятся в виде очень лёгких нераскристаллизованных масс светлых тонов. При замачивании водой они не пластичны, не реагируют с соляной кислотой, впитывают ее. Являются основными минералами кремнистых типов осадочных горных пород (диатомитов, трепелов и опок). Твёрдость 6–6,5, царапают стекло. В то же время кремнистые минералы, слагающие рыхлые, землистые, пачкающие руки диатомиты и трепел, стекло не царапают, на стекле остается порошок светлой окраски. Очень малые размеры слабо скрепленных между собой частиц минералов (опала и

других), слагающих диатомиты и трепелы, являются кажущейся причиной их низкой твердости. Кремнистые минералы в плотных, твердых опоках стекло царапают.

3 По окончании работы студент сдает сделанное описание магматических горных пород на контрольный просмотр, после чего проводится опрос студента по практической части с демонстрацией приобретённых навыков.

### **Контрольные вопросы**

- 1 За счет чего образуются осадочные горные породы?
- 2 Как классифицируются осадочные горные породы?
- 3 Как залегают осадочные горные породы?
- 4 Чем обусловлена слоистость осадочных горных пород?
- 5 Какие минералы характерны для осадочных горных пород?
- 6 По какому признаку классифицируются обломочные горные породы?
- 7 Чем отличаются брекчии и конгломераты по происхождению?
- 8 Перечислите обломочные сцементированные породы.
- 9 Что такое лёс? Какое происхождение он имеет?
- 10 Какие породы называются алевролитами?
- 11 Какие породы называются аргиллитами?
- 12 Каково практическое значение обломочных пород?
- 13 Какие осадочные породы относятся к химическим и органогенным?
- 14 Назовите карбонатные осадочные породы.
- 15 Какое происхождение могут иметь известняки?
- 16 Что такое мергель?
- 17 Перечислите породы, имеющиеся в коллекции, которые используются для производства цемента.
- 18 Дайте характеристику диатомиту, трепелу и опоки.
- 19 Какое происхождение имеет каменная соль?
- 20 Что такое «каустобиолиты»?
- 21 Что такое «пирокластические породы»?
- 22 Чем отличается песок от песчаника?

## **4 МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ**

**Ц е л ь р а б о т ы.** Изучение метаморфических горных пород по внешним признакам, их определение и описание.



## 4.1 Краткие сведения из теории

### 4.1.1 Общие понятия

**Метаморфические** – породы, образующиеся в земной коре из осадочных и магматических пород под воздействием значительного давления, высоких температур и химически активных веществ (газов и растворов).

По преобладающей роли в процессе тех либо других факторов, а также в зависимости от масштабов явлений метаморфизма в пространстве выделяют отдельные виды, либо типы метаморфизма.

Основные *типы метаморфизма*

**Региональный** метаморфизм является более распространенным и принципиальным видом метаморфизма, поскольку охватывает большие площади либо целые регионы. Он проявляется в условиях, когда отдельные участки земной коры испытывают долгое прогрессивное погружение, в результате чего горные породы передвигаются из верхних горизонтов земной коры в более глубокие. Традиционно прогибание компенсируется осадконаполнением, и в качестве основных факторов регионального метаморфизма, таким образом, выступают давление и температура, постепенное повышение которой обусловлено геотермическим градиентом; существенную роль также могут играть одностороннее боковое давление и химически активные вещества.

В глубинных зонах земной коры может проявляться особая стадия регионального метаморфизма, называемая *ультраметаморфизмом*. Расплавы, возникающие при ультраметаморфизме и имеющие традиционно гранитный состав, попадают во вмещающие породы, пронизывают их, образуя своеобразные породы смешанного состава – мигматиты. Обширно развиты мигматиты в пределах старых щитов – Балтийского, Украинского, Алданского. Среди пород, претерпевших региональный метаморфизм, наиболее распространены гнейсы, кварциты, глинистые, слюдяные и хлоритовые сланцы, реже мрамор и мраморизованные известняки.

**Контактовый** метаморфизм проявляется на контактах магматических расплавов, внедряющихся в земную кору, с вмещающими породами. Вблизи контакта появляется ореол

метаморфических пород, который традиционно захватывает как окружающее магматическое тело породы, так и краевые части самого магматического тела. Основными причинами конфигурации горных пород в зонах контактов являются температура, растущая благодаря тепловому действию магматических масс на вмещающие породы, и химически активные газовые и жидкие растворы, выделяемые магматическими расплавами.

Процесс замещения одних минералов другими, протекающий при участии газовых и жидких растворов и сопровождающийся конфигурацией химического состава минеральных образований, именуется *метасоматозом*, а разновидность метаморфизма – *контакто-метасоматическим*. Наиболее распространенным контактно-метаморфизованными породами являются роговики, скарн и тальковые сланцы.

**Динамометаморфизм (катакластический, дислокационный)** метаморфизм проявляется, главным образом, в верхних частях земной коры, зонах развития тектонических движений дислокационного характера. Таким образом, основной предпосылкой, вызывающей его, является одностороннее давление. При динамометаморфизме меняются в основном структурно-текстурные особенности горных пород. Происходит их дробление, а в более глубоких зонах в связи с повышением температуры механическое разрушение сменяется пластическими деформациями. В породах возникает полосчатость, заключающаяся в чередовании слоев разных по форме зерен и окраске минералов, а также кристаллизационная сланцеватость. Породами динамометаморфизованными являются порфиритоид, катаклазит, тектоническая брекчия и др.

Условия образования отражаются в структурах и текстурах метаморфических пород. Как правило, метаморфические породы полностью раскристаллизованы. Текстуры отражают условия, при которых осуществлялось заполнение объема. По текстуре метаморфические породы подразделяются на сланцеватые и массивные.

#### **4.1.2 Характеристика основных представителей метаморфических горных пород**

### **Сланцеватые породы**

#### **Гнейс**

Назв. Предположительно от славянского слова "гноес" – гнилой, разрушенный; тип по вещественному составу – силикатные. По минеральному составу выделяют следующие разновидности: гнейсы биотитовые, мусковитовые, двуслюдяные, роговообманковые, авгитовые (пироксеновые).

Мин. с. Кварц, полевой шпат, слюда, иногда роговая обманка, пироксен и гранат.

Св. Цвет – светло-серый, серый, темно-серый, желтоватый, коричневатый, красноватый. *Стр.* – зернисто-кристаллическая. *Тек.* – слабовыраженная сланцеватая и одновременно полосчатая, иногда очковая (гнейсовая). *Диагност. пр.* – в количественном отношении зерна кварца преобладают над листочками слюды – отличие от сланцев слюдяных; наличие кварца и слюд – отличие от амфиболитов; отсутствие железистых минералов (нет черной и бурой черты) – отличие от ожелезненных кварцитов (джеспилитов); полосчатая текстура – отличие от гранитов.

Ген. Возникают при интенсивном региональном метаморфизме из кислых интрузивных магматических грунтов (ортогнейсы) или из дисперсных осадочных грунтов (парагнейсы), при этом отличить парагнейсы от ортогнейсов в образцах невозможно.

Исп. Декоративный, облицовочный материал, в строительстве – как бут, брусчатка, щебень.

### **Слюдяной сланец**

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и минеральному составу (по преимущественному содержанию различных слюд), тип по вещественному составу – силикатные. По минеральному составу выделяют следующие разновидности сланцев слюдяных: сланец биотитовый, мусковитовый, двуслюдяной, серицитовый, слюдисто-хлоритовый.

Мин. с. Состоит преимущественно из слюд: биотита (черная слюда), мусковита (светлая слюда), серицита (тонкочешуйчатая слюда), других слюд.

Св. Цвет – различный, зависит от сочетания цветов слюд, преимущественно различные тона серого, темно-серого и почти черного цвета. *Стр.* – от тонко- до крупночешуйчатой. *Тек.* – сланцеватая, плейчатая. *Диагност. пр.* – блеск по плоскостям спайности от

шелковистого, перламутрового до серебристого – отличие от сланцев глинистых и филлита; большее количество слюд, чем кварца – отличие от гнейсов.

Ген. Образуются в мезозоне из дисперсных осадочных глинистых горных пород, а также из кислых и средних интрузивных магматических горных пород.

Исп. Применяется в электротехнике (изоляторы), иногда в дорожном строительстве как щебень, является огнеупорным материалом.

### **Тальковый сланец**

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и по преимущественному содержанию минерала талька.

Мин. с. Состоит преимущественно из минерала талька (светлая окраска, белая черта, жирный на ощупь, мягкий – царапается ногтем); иногда присутствует кварц (редкие царапины на стекле), кальцит (реакция с соляной кислотой), хлорит (зеленоватая окраска).

Св. Цвет – белый, желтоватый или зеленоватый. Стр. – скрытокристаллическая, тонкозернистая. Тек. – сланцеватая. Диагност. пр. – очень мягкий, царапается ногтем, жирный на ощупь – отличие от сланцев глинистых, хлоритовых, а также от серпентинитов и аргиллитов; если кроме талька много минерала хлорита (зеленоватый оттенок), выделяют сланец талько-хлоритовый.

Ген. Образуются при изменении в мезозоне интрузивных магматических горных пород.

Исп. В строительстве не применяется. Используется как огнеупорный материал, а также в медицине, парфюмерии и др.

### **Хлоритовый сланец (зеленый)**

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре и по преимущественному содержанию минерала хлорита, второе название – дано по зеленой окраске минерала хлорита.

Мин. с. Состоит преимущественно из минерала хлорита и талька, присутствие последнего ощущается при прикосновении к образцу: слегка жирный на ощупь.

Св. Цвет – зеленый или темно-зеленый. Стр. – скрытокристаллическая, иногда видны кристаллы отдельных минералов, чаще рудных. Тек. – сланцеватая. Диагност. пр. –

зеленоватая окраска, серо-зеленая черта, твердость 2,5; при значительном содержании минерала талька – сланец хлоритотальковый, при значительном содержании слюды – сланец хлоритослюдяной.

Ген. Образуются из ультраосновных интрузивных магматических пород, главным образом из оливинитов.

Исп. В строительстве не применяется. Хлоритово-тальковые сланцы используют как облицовочный материал.

### **Глинистый сланец**

Назв. Название дано по сланцеватой текстуре горной породы и преобладанию глинистых минералов. По минеральному составу и другим признакам выделяют следующие разновидности сланцев глинистых: сланец битуминозный, графитовый, известковистый, кремнисто-глинистый, кровельный, углистый.

Мин. с. Преимущественно состоит из глинистых минералов (стекло не царапает, скользит по стеклу); присутствие кварца, полевого шпата и других твердых минералов обнаруживается по отдельным царапинам на стекле при общем скольжении образца по стеклу; присутствие карбонатов определяется по реакции с разбавленной соляной кислотой (HCl).

Св. Цвет – серый, коричневый, темно-серый до черного; имеет различные оттенки и интенсивность окраски. Стр. – скрытокристаллическая. Тек. – тонко-, толстосланцеватая, слоистосланцеватая, иногда плейчатая. Диагност. пр. – блеск по поверхностям сланцеватости матовый, тусклый; прочность и твердость низкие, легко раскалывается по плоскостям сланцеватости; наличие сланцеватости – от слоистых аргиллитов и алевролитов; матовый блеск на плоскостях сланцеватости – отличие от филлитов.

Ген. Образуются глинистые сланцы в мезозоне из дисперсных осадочных глинистых грунтов.

Исп. В строительстве применяются повсеместно как материал подсыпок и насыпей; некоторые сланцы имеют специальное применение, например, сланцы с тонкосланцеватой текстурой используются в виде материала кровли – сланцы кровельные, а сланцы

с большим содержанием минерала графита в виде минерального сырья – сланцы графитовые.

## Массивные породы

### Мрамор

Назв. От греч. *marmaros* – блестящий; тип по вещественному составу – карбонатные.

Мин. с. Кальцит, реже доломит, иногда примесь графита.

Св. Цвет – разнообразный, нередко яркий и пестрый. *Стр.* – мелко-, средне-, крупнозернистая, реже тонкозернистая. *Тек.* – однородная, полосчатая, пятнистая, узорчатая. *Диагност. пр.* – реагирует с соляной кислотой – в куске (из минерала кальцита), в порошке (из минерала доломита), в порошке при нагревании (из минерала магнезита); полнокристаллическая структура – отличие от известняков, мергелей, доломитов; не царапает стекло – отличие от кварцитов, яшм, гнейсов.

Ген. Образуются в условиях высоких температур в зоне контакта с магмой из осадочных сцементированных карбонатных грунтов, чаще из известняков.

Исп. Ценный строительный материал; в строительстве и архитектуре применяется как декоративный камень для скульптур, монументов, облицовки стен и цоколей, в виде мраморной крошки при отделке различных поверхностей, включая полы; в дорожном строительстве используется при изготовлении минерального порошка как составной части асфальтобетонов.

### Кварцит

Назв. Название от минерала кварц; тип по вещественному составу – силикатные.

Мин. с. Состоит в основном из кварца (царапает стекло с характерным треском); в качестве примесей могут быть слюды, кристаллы пирита, пироксена, граната; при значительном содержании минералов магнетита, гематита выделяют кварцит ожелезненный (джеспилит).

Св. Цвет – разнообразный (розовый, оранжевый и др.). *Стр.* – от мелко-, тонкозернистой до скрытокристаллической. *Тек.* – однородная, иногда полосчатая, реже узорчатая. *Диагност. пр.* – очень прочный, твердый (царапает стекло с характерным треском); отсутствие реакции

с соляной кислотой при высокой твердости – отличие от кристаллических мраморов, некристаллических известняков и доломитов; при трении между собой обломков кварцита зерна кварца не выкрошиваются – отличие от кварцевых песчаников; гладкая поверхность при отсутствии раковистого излома – отличие от роговиков.

Ген. Образуются из кварцевых песчаников при действии высоких напряжений, повышенной температуры и горячих растворов.

Исп. Ценный строительный материал (твердый, очень прочный, стойкий к выветриванию); используется в гражданском строительстве как строительный, облицовочный, цокольный камень, в дорожном строительстве – как щебень.

## **4.2 Материалы и оборудование**

1 Специально подобранная рабочая коллекция метаморфических горных пород

2 Молоток, перочинный нож, стеклянная пластинка, лупа (7- или 10-кратная), соляная кислота.

3 Данные методические указания. Конспекты учебных занятий по теме «Горные породы». Журнал лабораторных работ.

## **4.3 Порядок выполнения работы**

1 Проработка теоретической части.

2 Практическое определение свойств и характеристик горных пород, заполнение соответствующих таблиц журнала.

Основные диагностические признаки, по которым производится определение наименования образцов горных пород: цвет, текстура, структура, отличительные (особенные) признаки, минеральный состав.

Цвет образца зависит от минерального состава и отражает условия образования горной породы. Зеленый цвет метаморфических грунтов часто обусловлен присутствием минералов, имеющих зеленую окраску: хлоритами, серпентинами, эпидотами. Черные, бурые, красноватые цвета, возможно, говорят о присутствии железистых минералов – магнетита и гематита, а также графита и органического вещества (битума).

Сланцеватая текстура – это когда горная порода состоит как бы из скрепленных между собой пластинок, где пластинчатые, игольчатые и

имеющие другую форму зерна минералов располагаются по параллельным плоскостям.

Сланцеватая текстура характерна для целой группы регионально-метаморфических грунтов – сланцев.

Полосчатая текстура – когда в образце видны полосы различной окраски. Такую текстуру имеют гнейсы, змеевики, ожелезненные кварциты (джеспилиты), иногда амфиболиты. Однородная (массивная) текстура характерна для роговиков, скарнов, кварцитов, мраморов.

Отличительные (особенные) признаки, которые отличают метаморфические горные породы друг от друга, связаны со свойствами слагающих их минералов. Если образец горной породы состоит преимущественно из одного минерала, то его определение можно проводить по признакам, отличающим этот минерал: по твердости, цвету черты, цвету в куске, форме кристаллов, реакции с соляной кислотой и другим признакам.

Для образцов горных пород, состоящих из нескольких минералов в примерно равной пропорции, это сделать сложнее, здесь на первое место в диагностических признаках определения наименования выходят текстура и структура.

По блеску как способности поверхности образца грунта отражать свет можно выделить следующие разновидности сланцев: глинистые – матовый блеск, слюдяные – серебристый блеск.

3 По окончании работы студент сдает сделанное описание магматических горных пород на контрольный просмотр, после чего проводится опрос студента по практической части с демонстрацией приобретенных навыков.

### **Контрольные вопросы**

- 1 За счет чего образуются метаморфические горные породы?
- 2 Перечислите и охарактеризуйте основные типы метаморфизма.
- 3 Выберите из коллекции породы со сланцеватой текстурой.
- 4 Выберите из коллекции породы с массивной текстурой.
- 5 Основные области применения мрамора и кварцита.
- 6 Какие минералы характерны для метаморфических горных пород?

## **5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

С образцами горных пород следует обращаться аккуратно, ни в коем



случае не ронять и не бросать их.

В процессе работы со стальным ножом, стеклом, молотком необходимо быть предельно осторожным во избежание порезов, царапин, ушибов. При работе со стеклом нельзя проводить диагностику, держа стекло в руке, поскольку под давлением твердого минерала оно может разломиться. Необходимо положить стекло на стол и только после этого проверять твердость.

При работе с разбавленной соляной кислотой следует избегать попадания кислоты на поверхность кожи, в глаза или рот. Если же это произошло, достаточно промыть пораженные участки водой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Ананьев, В. П.** Инженерная геология: учеб. для строит. вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М. : Высш. шк., 2000. – 511 с.
- 2 **Короновский, Н. В.** Геология : учеб. для эколог. спец. вузов / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – М. : Изд. центр «Академия», 2003. – 448 с.
- 3 **Моника Прайс.** Энциклопедия : Минералы и горные породы / Моника Прайс, Кевин Уолш. – М. : АСТ / Астрель, 2009. – 224 с.
- 4 **Тихомирова, А. И.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Инженерная геология». Ч. I. Породообразующие минералы и горные породы / А. И. Тихомирова. – Гомель: БелИИЖТ, 1986. – 43 с.
- 5 **Золотарева, Е. В.** Динамическая геология с основами геотектоники. Ч. 1. Общая геология : метод. указания к выполнению лабораторных и курсовых работ / Е. В. Золотарева. – Иркутск : ИрГТУ, 2007. – 34 с.
- 6 **Юбельт, Р.** Определитель пород / Р. Юбельт, П. Шрайтер. – М. : Мир, 1977. – 240 с.
- 7 **Ларионов, А. К.** Основы минерологии, петрографии и геологии / А. К. Ларионов, В. П. Ананьев. – М.: Высш. шк., 1969. – 463 с.
- 8 **Горшков, Н. И.** Определение осадочных горных пород (скальных и полускальных) : метод. указания по выполнению и оформлению лабораторной работы № 3 для студентов строительных и дорожных специальностей всех форм обучения / Н. И. Горшков. – Хабаровск : Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 27 с.
- 9 **Горшков, Н. И.** Определение метаморфических горных пород : метод. указания по выполнению и оформлению лабораторной работы № 4 для студентов строительных и дорожных специальностей всех форм обучения / Н. И. Горшков. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 24 с.

Учебное издание

*БЕСПАЛОВА Марина Вячеславовна*

**Инженерная геология**

Часть II

Горные породы

Лабораторный практикум

Редактор Н. А. Д а ш к е в и ч  
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а  
Компьютерный набор и верстка М. В. Б е с п а л о в о й

Подписано в печать 18.10.2011 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,48. Тираж 500 экз.  
Зак. № . Изд. № 150

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта:  
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.  
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.  
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»**

**М. В. БЕСПАЛОВА**

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

**Часть II**

## **ГОРНЫЕ ПОРОДЫ**

**Лабораторный практикум**

**Гомель 2011**