

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ГЕОТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Геология, механика грунтов, основания и фундаменты»
для студентов специальности 1 – 70 04 03
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
дневной и заочной форм обучения

Часть I – Минералы и горные породы

УДК 624.131

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты» для студентов специальности 1 – 70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов». Издаётся в 2-х частях. Часть 1.

Составители: В.Н. Дедок, доцент
О.Н. Натарова, ст. преподаватель

Рецензент: В.Н. Деркач, главный инженер филиала РУП Бел НИИС
научно-технический центр, к.т.н.

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для студентов специальности 1 – 70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов». В ходе лабораторных занятий студенты должны изучить важнейшие свойства минералов, усвоить их диагностические признаки и классификацию, приобрести навыки в определении строения и состава горных пород, изучить свойства и дать характеристику наиболее распространенным горным породам.

Методические указания состоят из двух разделов: 1 – Породообразующие минералы; 2 – Горные породы.

1. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ

Минералы – это природные химические соединения или самородные элементы, преимущественно твердые, однородные по своим физико-химическим свойствам.

Минералы образуются различным путем: одни – при остывании магмы, другие – в результате жизнедеятельности организмов и т. д. Главнейшим условием образования минералов являются определенная температура и давление (термодинамические условия). Свойства минералов во многом отражают влияние термодинамических условий их образования.

В настоящее время известно около 3000 минералов. Около 50 минералов имеют широкое распространение в природе, являются составной частью горных пород и называются породообразующими. В числе породообразующих минералов различают главные, которые принимают основное участие в образовании той или другой горной породы и определяют принадлежность ее к определенному виду, и второстепенные, которые, находясь в природе в небольшом количестве, определяют только разновидность породы.

Целевое назначение работы

1. Приобрести навыки в определении названия минералов, изучить их состав и происхождение.
2. Изучить и усвоить важнейшие диагностические признаки минералов, их классификацию, влияние на прочность и устойчивость горных пород.

Учебный материал для определения минералов

1. Коллекция минералов (15-20 образцов).
2. Фарфоровая пластинка или чашечка с матовой поверхностью.
3. Стекло (10x10 см).
4. 10% раствор соляной кислоты (HCl).

Методика определения минералов

Каждый минерал обладает определенным химическим составом и имеет характерное для него внутреннее строение. Все это обуславливает довольно постоянные и индивидуальные физические свойства минералов. Для одних минералов постоянным признаком является цвет, для других – твердость, для третьих – форма кристаллов и т. д.

1.1. Условия образования минералов

Минералы образуются в результате следующих процессов: эндогенного, экзогенного и метаморфического.

Эндогенный процесс. Минералы образуются в результате проникновения магмы в верхние слои литосферы и ее кристаллизации. Магматические минералы имеют высокую твердость и прочность, устойчивость к выветриванию, нерастворимы в воде (кварц, родонит).

Экзогенный процесс. Минералы образуются на поверхности Земли или в результате химического выветривания эндогенных минералов (глинистые минералы) или в результате осаждения различных соединений из водных растворов (галит, сильвин, кальцит и др.). Минералы мягкие или средней твердости растворимы в воде, легко выветриваются.

Метаморфический процесс. Минералы образуются в слоях земной коры из магматических и осадочных пород путем их перекристаллизации под влиянием высокого давления и температуры (магнитный железняк, медный колчедан, слюды, турмалин).

1.2. Морфологические и физические свойства минералов

Внутренняя структура и определенный химический состав обуславливают постоянные внешние признаки. Показателями внешних признаков минералов являются:

- а) морфологические (облик кристаллов и характер срастания);
- б) физические (блеск, твердость, цвет, прозрачность, спайность, излом, растворимость в воде, реакция с HCl, магнитность и т. д.).

ОБЛИК – (габитус) – внешняя форма кристалла отражает внутреннее состояние минерала и условия его образования. Например, горный хрусталь легко узнается по форме его кристаллов – шестигранной призме, заканчивающейся пирамидой. Ряд минералов имеет сходную форму кристалла: ромбоэдрическую (кальцит, доломит), кубическую (пирит, галит), пластинчатую (полевые шпаты, гипс), игльчатую (роговая обманка).

В природе встречаются одиночные кристаллы, двойники, друзы, агрегаты, конкреции, жеоды, натечные формы и др. Одиночный кристалл представляет собой геометрически выраженный многогранник (образуется в результате медленной кристаллизации и свободного роста в пространстве). Распространены одиночные кристаллы горного хрусталя, гипса.

Двойник – два кристалла, сросшиеся по определенному направлению (двойник гипса, так называемый «ласточкин хвост»).

Друза, щетка – семейство кристаллов, сросшихся основаниями. В природе встречаются крупные друзы кварца, кальцита.

Агрегат – совокупность компактно сросшихся кристаллов. Различают агрегаты зернистые (пирит, оливин), пластинчатые (лабрадор, микроклин), игльчатые (роговая обманка), чешуйчатые (слюды) и др.

Конкреции – сферические сростки кристаллов со скорлуповатым или радиально-лучистым строением (фосфорит).

Оолиты – образования шаровидной формы размером от долей мм до 10-15 мм (бурый железняк).

Жеода – скопление кристаллов на стенах пустот горных пород. Рост кристаллов происходит от стенок к центру пустот (кварц).

Натечные формы – минеральные образования в виде сосулек (сталактиты, сталагмиты), корочек слоистого строения, почковидных натеков и др.

Блеск – способность минерала отражать свет, падающий на его поверхность. Блеск зависит от показателя преломления минерала и от характера поверхности. Различают несколько разновидностей блеска: металлический (латунный, свинцовый, серебряный); неметаллический (стеклянный, перламутровый, жирный, восковой, тусклый) и полуметаллический (переходный). При определении блеска цвет минерала не принимается во внимание.

Твердость – способность минерала оказывать сопротивление внешнему механическому воздействию на царапание образца предметами определенной твердости (относительная твердость) или на истирание в порошок за единицу времени (абсолютная твердость). Для оценки относительной твердости существует шкала Мооса, представленная 10 минералами-эталоном. На практике твердость минералов определяется с помощью специальных приборов (склерометров) и выражается в $\text{кг}/\text{мм}^2$.

Спайность – способность минералов раскалываться или расщепляться с образованием гладких поверхностей, называемых плоскостями спайности. Спайность обусловлена закономерным расположением атомов и ионов внутри кристалла. Выделяют несколько видов спайности:

Весьма совершенная – минерал легко расщепляется в одном направлении и образует четкую плоскость разрыва (слюды).

Совершенная – минерал образует плоскости в трех направлениях (галит, кальцит).

Средняя – минерал при раскалывании образует плоскости спайности в двух направлениях, кроме этого, образуется поверхность излома (полевые шпаты, роговая обманка и др.).

Несовершенная – плоскости спайности обнаруживаются с трудом, преобладают поверхности излома (сера, апатит).

Весьма несовершенная – минерал раскалывается с образованием поверхности излома. Плоскости спайности практически отсутствуют (кварц, пирит).

Излом – способность минерала раскалываться в направлении, не совпадающем с плоскостью спайности.

По характеру поверхности раскола выделяют несколько типов излома:

Неровный (кварц), **раковистый** (опал), **ступенчатый** (полевой шпат), **занистый** (асбест), **землистый** (каолинит), **зернистый** (оливин).

Прозрачность – способность минерала пропускать сквозь себя свет и другие излучения. По способности пропускать свет можно выделить три группы минералов: а) прозрачные (кварц, флюорит), б) полупрозрачные (изумруд, киноварь), в) непрозрачные (пирит, графит).

Многие минералы становятся прозрачными лишь в тонких пленках и зернах.

Цвет – окраска минерала в образце (в куске). Окраска минералов весьма разнообразна и для ряда представителей может быть характерной, например, зеленый малахит, синий лазурит, где окраска служит определяющим признаком. Некоторые минералы имеют ложную окраску, возникающую в результате интерференции световых лучей при отражении их от внутренних плоскостей прозрачного минерала, например, лабрадор, опал.

ЦВЕТ ЧЕРТЫ – цвет минерала в порошке. Этот признак определяется по черте, оставляемой минералом на шероховатой поверхности фарфоровой чашечки. В ряде случаев цвет черты служит характерным признаком минерала (лимонит).

РЕАКЦИЯ с HCl – под воздействием 10% раствора соляной кислоты при положительной реакции свидетельствует о наличии карбонатных солей (кальцит).

1.3. Классификация минералов

Минералы по условиям образования делятся на первичные и вторичные. Минералы, образовавшиеся в результате остывания и кристаллизации магмы, выпадения из растворов, называются **первичными** (кварц, полевые шпаты, слюда и др.).

Под воздействием различных физико-химических свойств (изменения температуры и давления, химического воздействия воды, кислорода и углекислоты, деятельности организмов) многие первичные минералы изменяются, давая начало так называемым **вторичным** минералам (тальк, кальцит, каолинит).

По химическому составу минералы делятся на классы:

1. **Силикаты.** 2. **Карбонаты.** 3. **Сульфаты.** 4. **Оксиды и гидрооксиды.** 5. **Сульфиды.** 6. **Галоиды.** 7. **Самородные элементы.**

1.4. Схема определения минералов по В.Г. Музафарову

Существуют различные методы определения минералов, которые основаны на изучении их свойств. Для определения минералов чаще всего пользуются определителем минералов по В.Г. Музафарову.

С помощью определителя прежде всего определяем **блеск** минерала (металлический или неметаллический), затем определяем группу **по твердости:**

Мягкий – ноготь оставляет царапину на минерале.

Средней твердости – ноготь не оставляет царапину на минерале, минерал не оставляет царапину на стекле;

Твердый – минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет на кварце;

Очень твердый – минерал оставляет царапину на кварце.

Далее определяем **цвет черты** минерала по матовой поверхности фарфоровой чашечки, у **твердых** и **очень твердых** – **цвет минерала в куске.**

После этого в 1 разделе определителя под рубрикой А (блеск металлический) или Б (блеск неметаллический) под нужным пунктом по твердости находим соответствующий странице перечень конкретных названий минералов, обладающих дополнительными признаками и описанными во II разделе под теми же рубриками

I РАЗДЕЛ

А. Блеск металлический

1. **Мягкий** – ноготь оставляет царапину на минерале, твердость 1-2.....
2. **Средней твердости** – ноготь не оставляет царапину на минерале, минерал не оставляет царапину на стекле
- а) черта серебряно-белая.....
- б) черта желтая, бурая, красная
- в) черта серая до черной

3. Твердый – минерал оставляет царапину на стекле, твердость 5-7

- а) цвет белый, серый
- б) цвет желтый, бурый, красный
- в) цвет темно-серый, черный.....

Б. Блеск неметаллический

1. Мягкий – ноготь оставляет царапину на минерале

- а) горит или плавится
- б) черта белая или черты не дает.....
- в) черта желтая, оранжевая, бурая, красная
- г) черта зеленая.....
- д) черта голубая, синяя.....
- е) черта серая до черной.....
- ж) черта белая, растворяется в воде.....

2. Средней твердости – ноготь не оставляет царапину на минерале, минерал не оставляет царапину на стекле

- а) черта белая или черты не дает, легко растворяется в воде.....
- б) черта белая или черты не дает, не растворяется в воде.....
- в) черта желтая, оранжевая, бурая, вишнево-красная
- г) черта зеленая.....
- д) черта голубая, фиолетовая.....
- е) черта серая до черной.....

3. Твердый – минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапину на кварце

Цвет минерала в куске

- а) белый, сероватый или бесцветный
- б) желтый, бурый, розовый, красный.....
- в) зеленый
- г) голубой, фиолетовый, синий.....
- д) темно-серый, черный
- е) многоцветный

4. Очень твердый – минерал оставляет царапину на кварце

Цвет минерала в куске

- а) белый, сероватый, бесцветный
- б) желтый, бурый, розовый, красный.....
- в) зеленый
- г) голубой, черный, темно-серый
- д) окраска пестрая, многоцветная

II РАЗДЕЛ

А. Блеск металлический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале):

ГРАФИТ – Цвет стальнo-серый или железно-черный. Черта черная. Спайность весьма совершенная. Сплошные чешуйчатые плотные массы, кристаллы в виде шестиугольных пластинок. Жирен на ощупь, пачкает руки.

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапину на минерале, минерал не оставляет царапину на стекле):

а) черта желтая, бурая, красная

ЛИМОНИТ – (бурый железняк). Цвет бурый, железно-черный, местами ржаво-бурый, охряно-желтый. Черта ржаво-бурая. Сплошной, плотный, натечный, может быть в виде сталактитов, конкреций, жеод.

б) черта серая до черной

ХАЛЬКОПИРИТ – (медный колчедан). Цвет латунно-желтый, золотистый. Черта черная. Сплошной, зернистый, плотный. Спайность отсутствует. Часто покрыт радужной или синей побежалостью.

ГАЛЕНИТ – (свинцовый блеск). Цвет свинцово-бурый, тяжелый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба. Сплошные, зернистые массы, вкрапления или кристаллы. Черта свинцово-серая. При ударе распадается на маленькие куски. Спутник – сфалерит.

3. Твердый (минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет на кварце):

а) цвет минерала желтый

ПИРИТ – (серный колчедан, железистый колчедан). Цвет светлый, латунно-желтый. Черта черная со слабым зеленоватым оттенком. Сплошные, зернистые или плотные массы, или отдельные кристаллы в виде кубов.

Б. Блеск неметаллический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале):

а) черта белая, не растворяется в воде

ТАЛЬК – Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-белый, белый. Черта белая. Плотный, листоватый, чешуйчатый, зернистый. Жирен на ощупь.

ГИПС – Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розовый, красный, синий. Зернистый, плотный, землистый, листоватый.

МУСКОВИТ – (белая слюда). Листоватый, чешуйчатый, легко отделяются пластинки. Листочки упруго-гибкие.

Аналогичен мусковиту **флогопит** (бурая слюда).

б) черта серая до черной

ГРАФИТ – Жирен на ощупь. Цвет темный, черный, стально-серый. Сплошной, чешуйчатый, плотный

в) черта белая, растворяется в воде

СИЛЬВИН – Цвет кирпично-красный, вкус горьковато-соленый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба.

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапину на минерале, минерал не оставляет царапину на стекле):

а) черта белая или черты не дает, легко растворяется в воде

ГАЛИТ – (каменная соль, поваренная соль). Бесцветный, белый, сероватый. Вкус соленый. У кристаллического галита спайность в трех направлениях по граням куба;

б) черта белая или черты не дает, не растворяется в воде

КАЛЬЦИТ – (известковый шпат). Бесцветный, белый, реже желтый, голубой, фиолетовый, темно-бурый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты (HCL). Встречается в виде наросших кристаллов, друз, сплошных, зернистых и плотных масс.

АРАГОНИТ – Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, голубоватый, зеленоватый. Вскипает при действии соляной кислоты. Спайность отсутствует. Игольчатый, сплошные массы.

ДОЛОМИТ – Цвет желтый, белый с желтым оттенком. Сплошные, зернистые, мраморовидные или плотные массы. В порошке вскипает при действии разбавленной соляной кислоты при нагревании.

АНГИДРИТ – Цвет голубоватый, синеватый, белый. Спайность совершенная. Сплошные, зернистые, мраморовидные массы. От мрамора отличается тем, что не вскипает при действии соляной кислоты.

ИСЛАНДСКИЙ ШПАТ – Прозрачный кальцит, раздваивающий рассматриваемое через него изображение.

в) черта желтая, оранжевая, бурая, вишнево-красная

ЛИМОНИТ – (бурый железняк). Цвет бурый, черный, охряно-желтый. Черта ржаво-бурая, охряно-желтая. Натечные образования, сталактиты, плотные или шлаковидные массы.

ГЕМАТИТ – (красный железняк). Цвет вишнево-красный, черта вишнево-красная, мелкозернистый, плотный.

г) черта серая до черной

РОГОВАЯ ОБМАНКА – Цвет темно-зеленый. Сплошные массы игольчатого или призматического строения.

3. Твердый (минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет на кварце):

а) цвет минерала белый, сероватый или бесцветный

МИКРОКЛИН – (полевой шпат). Цвет белый, розовый, бежевый, серый. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого угла на 3,5-4,0. Сплошной, зернистый, плотный.

АЛЬБИТ – (полевой шпат). Цвет белый, сероватый. Спайность совершенная в двух направлениях. Иногда заметен синеватый отлив. Сплошной, зернистый, плотный, пластинчатый, может быть в виде вкраплений в породе.

КВАРЦ – Цвет, сероватый, бесцветный, розовый. Черты не дает. Блеск стеклянный. Спайность отсутствует. Раковистый излом. Сплошной, плотный.

ГОРНЫЙ ХРУСТАЛЬ – (кварц). Бесцветный, прозрачный, дымчатый. Шестиугольные призматические кристаллы. Грани призмы часто покрыты штриховкой.

ХАЛЦЕДОН – Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Цвет сероватый, белый. Спайность отсутствует. Плотный. Натечный. Излом плоскораковистый. Часто в изломе имеет режущие края.

б) цвет минерала желтый, бурый, розовый, красный

ЛИМОНИТ – (бурый железняк). Черта ржаво-бурая. Цвет бурый. Сплошной, плотный, натечный. Конкреции, жеоды, оолиты, кристаллы (кубы, друзы).

МИКРОКЛИН – (полевой шпат). Цвет желтый, красный, розовый, коричневый. Черты не дает. Спайность совершенная в двух направлениях. Сплошной, зернистый, плотный.

НЕФЕЛИН – (масляный камень). Блеск жирный. Цвет красновато-бурый. Сплошные, плотные массы или в виде вкраплений.

в) цвет минерала зеленый

РОГОВАЯ ОБМАНКА – Цвет темно-зеленый. Дает зеленую черту. Сплошные массы, игольчатого или призматического строения.

НЕФЕЛИН – (масляный камень). Блеск жирный, цвет зеленый. Черты не дает. Спайность отсутствует.

ОЛИВИН – Цвет оливково-зеленый, темно-зеленый. Черты не дает. Сплошные, зернистые массы или в виде вкраплений в породе.

г) цвет голубой, синий, фиолетовый

ХАЛЦЕДОН – Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Блеск восковой. Цвет голубой, фиолетовый. Сплошной, плотный, натечный. Излом плоскокоряковистый. Часто в изломе режущие края.

д) цвет темно-серый, черный

ЛАБРАДОР – (полевой шпат). Цвет темно-серый, зеленовато-серый, черный. Характерен синий отлив на плоскостях спайности. Черты не дает. Сплошной, плотный, крупнозернистый.

КРЕМЕНЬ – (халцедон). Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Матовый. Цвет светло-серый, черный. Сплошной, плотный. Излом плоскокоряковистый. Края обломков.

е) окраска минерала пестрая, многоцветная

РОДОНИТ – Цвет розово-красный, мясо-красный с черными пятнами (окислы марганца). Сплошной, плотный, мелкозернистый.

ЯШМА – (халцедон). Скрытокристаллическая плотная разновидность халцедона. Окраска многоцветная: серовато-голубая, желтая, красная, бурая, зеленая, почти черная. Сплошная, плотная. Излом неровный.

4. Очень твердый (минерал оставляет царапину на горном хрустале):

а) окраска минерала многоцветная

БЕРИЛЛ – Цвет бледно-зеленый, винно-желтый. Сплошные, плотные или зернистые массы. Спайность отсутствует.

КОРУНД – Цвет красный, розовый, желтый. Разновидность корунда – рубин. Сплошные, зернистые массы. Черты не дает. Кристаллы в виде обломков разной формы.

Лабораторная работа № 1

Определение породообразующих минералов

Студенты определяют основные породообразующие минералы и производят их описание согласно форме таблицы 1.1

Ниже приводятся основные физические свойства и характеристика наиболее распространенных минералов – представителей всех классов.

Класс СИЛИКАТЫ

К этому классу относятся слои различных кремниевых кислот. Одна треть известных в настоящее время минералов относится к классу силикатов. Главнейшими элементами в их составе являются: SiAl, Fe, Ca, Mg, Na, K, O, H, Mn, Be, F.

Образование силикатов преимущественно связано с эндогенными и метаморфическими процессами. Многие (глинистые) минералы образуются в коре выветривания. Силикаты используются в керамическом и огнеупорном производствах (каолинит, полевые шпаты, оливин); в ювелирном деле (топаз, берилл); в строительстве (лабрадор); в сельском хозяйстве как удобрение (нефелин); в электротехнике (слюда) и др.

Среди силикатов выделяют подгруппу минералов, характеризующихся некоторой общностью состава и строения.

А. Группа полевых шпатов

Полевые шпаты – наиболее распространенные в земной коре. Они составляют около 50% силикатов (по весу), входящих в состав земной коры. Чаще всего они встречаются в магматических породах (около 60%), в метаморфических (около 30%) и в осадочных породах (около 30%). Полевые шпаты подразделяются на калиевые и натриево-кальциевые. Калиевые полевые шпаты называются ортоклазами, натриево-кальциевые – плагиоклазами.

Подгруппа плагиоклазов

Непрерывный ряд минералов, состоящих из различных количеств альбита и анортита. «Плагиоклаз» – в переводе с греч. языка – «косораскалывающийся». Угол между плоскостями спайности меньше $86^{\circ}24'$ – $86^{\circ}50'$.

АЛЬБИТ – (латин. «альбус» – белый). В виде хорошо образованных кристаллов встречается редко. Кристаллы имеют таблитчатый и таблитчато-призматический вид. Цвет в основном белый, сероватый, иногда с зеленоватым, синеватым, реже красноватым оттенком. Блеск стеклянный, спайность совершенная в двух направлениях. Входит в состав магматических и метаморфических пород. Черты не дает. Твердость 6-6,5. Плотность 2,62-2,65 г/см³. Неустойчив к выветриванию.

Применяется в стекольной и керамической промышленности и является важнейшей составной частью многих естественных строительных материалов.

Диагностические признаки. Косой угол спайности между плоскостями, стеклянный блеск.

ЛАБРАДОР – темно-серого, почти черного цвета с красивым переливчатым ответом в синих и зеленых тонах. Облик кристаллов таблитчатый или таблитчато-призматический. Блеск стеклянный. Твердость 6. Плотность 2,70-2,72 г/см³. Спайность совершенная в двух направлениях. Входит в состав магматических пород. Неустойчив к выветриванию.

Красиво отливающие синим цветом темно-серые или почти черные лабрадориты используются в качестве облицовочного материала в строительстве и др.

Диагностические признаки. Стеклянный блеск, синий отлив на плоскостях спайности.

Подгруппа ортоклазов

В эту подгруппу входят минералы микроклин и ортоклаз с одинаковой формулой $K(AlSi_3O_8)$.

ОРТОКЛАЗ – (греч. «прямораскалывающийся»). Угол между плоскостями спайности равен 90° . Облик кристаллов чаще призматический. Блеск стеклянный. Является сырьем для стекольной и керамической промышленности (фарфор, фаянс). Входит в состав магматических горных пород.

Диагностические признаки. Высокая твердость, прямой угол спайности.

МИКРОКЛИН – (греч. «клино» – наклоню). Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на 20° . Облик кристаллов призматический. Цвет светло-розовый, бежевый, красноватый, мясо-красный. Блеск стеклянный. Твердость 6-6,5. Спайность совершенная по двум направлениям. Плотность 2,54-2,57 г/см³. Черты не дает. Входит в состав магматических горных пород. Неустойчив к выветриванию.

Используется в стекольной и керамической промышленности. Разновидность микроклина – амазонит, окрашенный в красивый зеленый цвет. Используется как поделочный материал.

Диагностические признаки. Легко узнается по почти прямому углу между плоскостями спайности и высокой твердости.

Таблица 1.1 – Форма описания породообразующих минералов

| Наименование, класс, группа, химический состав | Облик минералов (единичный, кристаллический, агрегат) | Блеск | Твердость | Спайность | Цвет | Цвет черты | В состав каких горных пород входит | Степень выветривания Растворим. в воде | Практическое применение | Диагностические признаки |
|---|---|------------|-----------|--|---------------|------------|---|---|--|---|
| | | | | Излом | Прозрачность | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Кварц SiO_2 (Оксид кремния, окислы) | Агрегат (сплошной, плотный) | Стекланный | Твердый | Спайность отсутствует. Излом раковистый | Молочно-белый | - | Магматических, осадочных, метаморфических | Устойчив к выветриванию. В воде не растворяется | Кристаллы кварца применяются в электротехнике, ультразвуковой технике, оптическом приборостроении, в других отраслях | Высокая твердость, раковистый излом, острые края в изломе, отсутствие спайности |

Б. Группа фельдшпатитов

По химическому составу минералы этой группы похожи на полевые шпаты, но беднее кремниевой кислотой.

НЕФЕЛИН – (греч. «нефелос» – облако). Облик кристаллов призматический, короткостолбчатый или в виде плотных, зернистых масс. Цвет желтоватый, красновато-бурый, серый, зеленоватый. Блеск на поверхности кристаллов стеклянный, на изломе – жирный. Твердый. Спайность отсутствует. Черты не дает. Происхождение магматическое. Легко выветривается. Применяется в химической промышленности для получения окиси алюминия и в стекольно-керамической промышленности.

В. Группа амфиболы

Широко распространенная группа породобразующих минералов. Кристаллы обычно удлинённые, призматические, часто игольчатые.

РОГОВАЯ ОБМАНКА – Облик кристаллов столбчатый, удлинённые призматические кристаллы, строение игольчатое. Твердость средняя.

Плотность 3,1-3,2 г/см³. Цвет темно-зеленый до черного. Черта серая, зеленовато-серая. Входит в состав магматических, метаморфических и осадочных горных пород. Неустойчив к выветриванию. Используется в составе горных пород в качестве строительного материала.

Г. Группа оливина

ОЛИВИН – Назван по оливково-зеленому цвету. Облик кристаллов зернистый. Цвет темно-зеленый. Блеск стеклянный. Твердость 6,5-7. Спайность средняя или несовершенная. Излом зернистый. Плотность 3,3-3,5 г/см³. Входит в состав магматических пород. Черты не дает. Неустойчив к выветриванию. Применяется для изготовления огнеупорного кирпича.

Диагностические признаки. Узнается по ярко выраженному зернистому строению и темно-зеленому цвету.

Д. Группа талька

ТАЛЬК – Облик кристаллов листоватый, чешуйчатый. Блеск жирный, перламутровый. Цвет светло-зеленый, зеленовато-белый, зеленовато-серый. Твердость около 1. Жирен на ощупь. Черта белая. Спайность весьма совершенная. Происхождение метаморфическое. Входит в состав осадочных и метаморфических пород. Устойчив к выветриванию. Используется в косметической промышленности и как кислотоупорный и огнеупорный материал в бумажной, кожевенной, текстильной промышленности.

Диагностические признаки. Легко узнается по низкой твердости и жирному ощущению в руках.

Е. Группа пироксеноидов

РОДОНИТ – (греч. «родон» – роза). Встречается в виде сплошных или зернистых масс. Характерен цвет розовый, иногда розовато-серый, желтоватый. Твердость 5,5-6,5. Плотность 3,4-3,7 г/см³. Спайность совершенная. Неустойчив к выветриванию. Употребляется как поделочный камень (орлец) для изготовления ваз, статуэток, письменных приборов, облицовочных колонн и т. д.

Диагностические признаки. Узнается по розовому цвету. В образцах, затронутых окислением, характерны черные пятна гидроокислов марганца.

Класс КАРБОНАТЫ

Карбонаты – соли угольной кислоты (H_2CO_3) – составляют до 1,7% веса земной коры. Все минералы, относящиеся к этому классу, имеют среднюю твердость, землистые массы – мягкие. Исключительно характерным признаком для всего класса карбонатов – реакция с соляной кислотой (10% раствор), при этом выделяется CO_2 . Некоторые представители этого класса реагируют с HCl в порошке и в нагретом состоянии. Карбонаты – породообразующие минералы многих осадочных и некоторых метаморфических пород. К этому классу относится более 80 минералов. Среди них наиболее распространены кальцит, доломит, арагонит.

КАЛЬЦИТ (известковый шпат) – $CaCO_3$. Блеск стеклянный, перламутровый. Облик кристаллов зернистый, пластинчатый, ромбоэдрический, таблитчатый. Цвет белый, буроватый, желтый, голубой, розовый, сероватый. Черта белая.

Твердость средняя. Спайность совершенная по ромбоэдру. Бесцветная прозрачная разность называется исландским шпатом.

Кальцит входит в состав осадочных (известняк, мел, лесс) и метаморфических (мрамор) горных пород. Неустойчив к выветриванию.

Применяется в химической промышленности для производства извести. Разновидность кальцита – исландский шпат – для изготовления оптических приборов, благодаря высокой прозрачности и двойному преломлению.

Диагностические признаки. Средняя твердость, бурная реакция с HCl , черта белая.

ДОЛОМИТ – назван по имени французского минералога Доломье (1750-1801). Блеск стеклянный. Облик кристаллов ромбоэдрический. Твердость средняя. Цвет серовато-белый, часто с желтоватым, буроватым, зеленоватым оттенками. Спайность совершенная по ромбоэдру. Черта белая. Входит в состав осадочных (известняк, мел) и метаморфических (мрамор) горных пород. Неустойчив к выветриванию. Используется как огнеупорный материал в металлургической промышленности, цементной – как строительный материал и в химической – как удобрение.

Диагностические признаки. Реакция с HCl в порошке при нагревании, средняя твердость, ромбоэдрический облик кристаллов.

Класс СУЛЬФАТЫ

Сульфаты – соли серной кислоты (H_2SO_4). К ним относится около 260 минералов. общее содержание их в земной коре не более 0,1%. Для минералов этого класса характерен малый удельный вес, небольшая твердость и светлая окраска. Сульфаты представляют собой лагунные или озерные химические осадки или же образуются в результате скопления сульфидов и самородной серы. Наиболее распространенными минералами являются гипс и ангидрит.

ГИПС. Блеск стеклянный, перламутровый, шелковый. Облик кристаллов сплошной, зернистый, землистый, листоватый, волокнистый. Отдельно образованные кристаллы. Встречается в виде отдельных кристаллов, двойников (похож на ласточкин хвост), друз. Твердость 2, плотность – 2,3 г/см³. Цвет белый, сероватый, желтый, розовый, бесцветный. Черта белая. Спайность у листоватых разностей весьма совершенная. Мягкий. Неустойчив к выветриванию. Входит в состав осадочных горных пород. Применяется в архитектурном и скульптурном деле, в бумажной промышленности, в медицине, в химическом производстве.

Диагностические признаки. Минерал мягкий, черта белая, небольшая плотность. Образует осадочную породу того же названия.

АНГИДРИТ. Блеск стеклянный, матовый, перламутровый. Твердость средняя. Облик кристаллов в виде зернистых, мраморовидных или плотных масс. Цвет голубоватый. Черта белая. У кристаллов совершенная спайность в трех направлениях. Неустойчив к выветриванию. Происхождение поверхностное. Ангидрит – лагунный химический осадок.

Применяется в производстве вяжущих веществ. Красиво окрашенные разности применяются как поделочный материал.

Диагностические признаки. Белая черта, средняя твердость, светлая окраска. От мрамора отличается тем, что не вскипает с HCl.

Класс ОКИСЛЫ И ГИДРООКИСЛЫ

Класс объединяет около 200 минералов и составляет до 17% всей массы земной коры. Наиболее распространены окислы кремния (12,6%), окислы и гидроокислы железа (3,9%). Блеск у окислов и гидроокислов бывает металлическим и неметаллическим. Окислы и гидроокислы – один из наиболее распространенных классов минералов.

А. Группа окислов кремния

Минералы, входящие в эту группу, имеют один и тот же состав SiO_2 .

КВАРЦ. Блеск стеклянный. Твердый. Кристаллы имеют форму шестигранной призмы, заканчивающейся пирамидой. Плотные или зернистые массы. Цвет кварца самый разнообразный: бесцветный, белый, розовый, черный, дымчатый, сероватый, прозрачный, фиолетовый. Черты не дает. Спайность отсутствует. Излом раковистый. В изломе острые режущие края. Плотность 2,5-2,6 г/см³. Входит в состав магматических, осадочных и метаморфических горных пород. Устойчив к выветриванию.

Кварц – самый распространенный минерал земной коры. Используется для получения стекла, как поделочный камень. Разновидности кварца: горный хрусталь (бесцветные прозрачные или черного цвета кристаллы); аметист (фиолетовые разности); раухтопаз (дымчатые прозрачные разности, окрашенные в сероватые или буроватые тона).

Диагностические признаки. Кристаллы кварца легко узнаются по характерным для них формам. В плотных агрегатах кварц определяется по высокой твердости, раковистому излому, отсутствию спайности.

Б. Группа окислов железа

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Экзогенный минерал, принадлежащий к гидростладам железа. Землистые разности имеют матовый блеск, а плотные – металловидный и шелковистый. Редко встречающиеся кристаллы имеют игольчатый или столбчатый облик. Обычно наблюдается в натечных или почковидных формах. Цвет от темно-бурого до черного. Черта ржаво-бурая. Твердость непостоянная. Встречаются разности мягкие, средней твердости и твердые. Спайность отсутствует. Входит в состав осадочных и метаморфических пород. Неустойчив к выветриванию. Лимонит служит рудой для получения железа.

Диагностические признаки. Легко узнается по ржаво-бурой черте.

ГЕМАТИТ (красный железняк). Блеск полуметаллический. Встречается в виде сплошных скорлуповатых масс. Твердость 5-5,6. Хрупкий. Спайность отсутствует. Черта вишнево-красная. Входит в состав осадочных и метаморфических горных пород. Неустойчив к выветриванию. Гематитовые руды принадлежат к числу важнейших железных руд, из которых выплавляют чугун и сталь.

Диагностические признаки. Легко узнается по цвету, вишнево-красной черте, высокой твердости.

В. Группа окислов алюминия

КОРУНД. Блеск стеклянный. Очень твердый. Цвет голубовато-серый, голубой, синий, розовый, желтый, фиолетовый, красный. Облик кристаллов в виде сплошных, плотных и мелкозернистых масс. Спайность отсутствует. Входит в состав магматических горных пород. Устойчив к выветриванию. Плотность 3,95-4,1 г/см³.

Практическое применение — в ювелирном деле (в качестве драгоценных камней). Прозрачные, окрасочные разновидности: рубин (красный, розовый), сапфир (синий, голубой), аметист (фиолетовый).

Диагностические признаки: легко узнается по характерной синевато-серой, многоцветной окраске и высокой твердости.

Класс СУЛЬФИДЫ

Сульфиды — соли сероводородной кислоты (H_2S), составляющие 0,25 массы земной коры. Большинство сульфидов обладает металлическим блеском. Цвет постоянный, характерный для каждого из них. Сульфиды с металлическим блеском в основном тяжелые минералы.

ПИРИТ (серный колчедан). Блеск металлический. Облик кристаллов кубический. Твердость 6-6,5. Цвет латунно-желтый. Черта черная. Спайность отсутствует. Плотность 4,9-5,2 г/см³. Входит в состав осадочных и метаморфических горных пород. Неустойчив к выветриванию. Чаще встречается в почковидных или зернистых массах.

Пирит — основное сырье для получения серной кислоты. Из него извлекаются примеси золота, меди, серебра, кобальта, никеля.

Диагностические признаки. Латунно-желтый цвет. Черта черная. Высокая твердость.

ХАЛЬКОПИРИТ (медный колчедан). Цвет латунно-желтый, иногда с пестрой побежалостью. Черта зеленовато-черная. Твердость 3,5-4. Плотность 4,1-4,3 г/см³. Входит в состав осадочных и метаморфических горных пород. Большая часть меди, поступающая в промышленность, извлекается из этой руды.

Диагностические признаки. Узнается по ярко выраженной окраске минерала.

ГАЛЕНИТ. Блеск металлический, свинцовый. Твердость средняя. Цвет свинцово-серый. Черта свинцово-серая. Облик кристаллов кубический, зернистый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба. Плотность 7,4-7,6 г/см³. Входит в состав магматических и метаморфических горных пород. При выветривании разлагается.

Галенит — главная руда для получения свинца. Кроме того, из разновидностей, богатых примесью серебра, извлекают серебро.

Диагностические признаки. Легко узнается по цвету, блеску, удельному весу и низкой твердости.

Класс ГАЛОИДЫ

Галоиды – соли соляной, фтористоводородной, бромистоводородной и других кислот. Этот класс объединяет до 100 минералов. Наиболее распространенными являются галит и сильвин.

ГАЛИТ – NaCl (каменная соль, поваренная соль). Блеск стеклянный. Твердость средняя. Облик кристаллов кубический. Часто наблюдается в виде кристаллических, зернистых масс. Цвет молочно-белый, серый. Чистые массы галита бесцветны и прозрачны. Черта белая. Спайность совершенная по кубу. Плотность 2,1-2,2 г/см³. Входит в состав осадочных горных пород. Неустойчив к выветриванию. Является сырьем для получения металлического натрия и хлора.

Диагностические признаки. Легко растворяется в воде, имеет соленый вкус.

СИЛЬВИН – KCl. Блеск стеклянный. Твердость средняя, иногда мягкий. Чаще пестро окрашен за счет примесей в кирпично-красный цвет. Спайность совершенная, излом неровный. Плотность 1,97-1,99 г/см³. Облик кристаллов кубический. Входит в состав осадочных горных пород. Неустойчив к выветриванию. Сильвин используется в химической и стекольной промышленности, в лакокрасочном производстве.

Диагностические признаки. Горько-соленый на вкус, легко растворим в воде.

САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В земной коре в свободном состоянии найдено около 50 химических элементов. Они составляют менее 0,1% массы земной коры. К этому классу относятся ряд газов, ртуть.

Из самородных элементов наиболее распространены сера, аргон, водород, платина, медь, золото, углерод.

2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горные породы представляют собой минеральные агрегаты, сложенные из одного или нескольких минералов и занимающие значительные участки земной коры. Им свойственно большее или меньшее постоянство химического и минералогического состава и структуры, а иногда и определенные условия залегания.

В настоящее время известно около 1000 видов горных пород. По своему происхождению горные породы делятся на три генетические группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Земная кора сложена этими тремя типами пород, но соотношение их неодинаково. Подсчеты показали, что в земной коре (до глубины 16 км) магматические породы занимают 95% общей ее массы. На поверхности Земли наибольшее распространение имеют осадочные образования. Они покрывают 75% площади Земли.

Целевое назначение работ

1. Приобрести навыки в определении состава и строения изучаемых горных пород.
2. Изучить наиболее распространенные горные породы.
3. Научиться оценивать инженерно-геологические особенности горных пород.

Учебный материал для определения горных пород

1. Коллекция магматических горных пород (10-15 образцов).
2. Коллекция осадочных горных пород (15 образцов).
3. Коллекция метаморфических горных пород (6-8 образцов).
4. Разбавленная соляная кислота (10%).

Методика выполнения работ:

- определить название породы по минералогическому составу и окраске, используя сведения о минералах по первой работе и на основе структурно-текстурных признаков;
- указать возможные формы залегания данной горной породы в земной коре с учетом ее генезиса;
- охарактеризовать инженерно-геологические свойства горной породы на основании ее состава, происхождения и структурно-текстурных особенностей;
- результаты исследований записать в журнал (в тетрадь) для лабораторных работ.

2.1. Определение горных пород по внешним признакам

В практике инженерно-геологических исследований горные породы изучаются различными методами в полевых и лабораторных условиях. При макроскопическом и визуальном определении название горной породы устанавливается по совокупности внешних признаков: структуре, текстуре, минералогическому составу и цвету породы.

Структура – строение породы, характеризующееся размером и формой составляющих ее минералов, обломков или частиц. Все магматические породы глубинного происхождения имеют полнокристаллическую зернистую структуру.

Для излившихся магматических пород характерны следующие структуры:

- порфировая – на фоне стекловатого тела разбросаны отдельные кристаллы (андезит, кварцевый порфир);
- стекловатая – кристаллы неразличимы невооруженным глазом (обсидиан).

Осадочные породы химического происхождения имеют кристаллическую структуру. Большинство осадочных пород имеют структуру обломочную, глинистую.

Метаморфические породы имеют кристаллическую структуру, которая, однако, отличается от аналогичной структуры магматических горных пород. Кристаллы в метаморфических породах вытянуты длинной осью в плоскостях, перпендикулярных направлению давления.

Текстура – расположение составных частей породы в занимаемом ими пространстве. Она характеризует плотность породы.

Магматические породы в основном имеют массивную плотную текстуру (гранит, диабаз), у выветрелых пород – пористая (базальт, вулканический туф).

Осадочные породы имеют текстуру пористую (известняк-ракушечник), рыхлую (мел, глина), плотную (песчаник, мергель). Оценка плотности осадочных пород имеет большое практическое значение.

Метаморфические породы имеют следующие текстуры:

- сланцеватая – удлиненные или таблитчатые кристаллы располагаются своими длинными сторонами взаимно параллельно (глинистый и тальковый сланцы);

– полосчатая или ленточная – в породе чередуются полосы различной толщины и различного минералогического состава (гнейс);

– массивная – аналогична массивной текстуре магматических пород (мрамор, кварцит, роговик).

Минералогический состав – представляет собой качественную характеристику горной породы. Минералогический состав магматических горных пород связан с первоначальным химическим составом магмы. В составе этих пород основное место занимают полевые шпаты, амфиболы, слюды, кварц (кислые породы), пироксены (ультраосновные породы). В составе наиболее древних магматических пород могут присутствовать вторичные глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит), образовавшиеся в результате химического выветривания полевых шпатов. Их количество служит показателем степени выветрелости пород.

В состав осадочных горных пород входят следующие виды минерального материала:

– первичные минералы, сохранившиеся после выветривания исходных пород (кварц, полевые шпаты);

– вторичные минералы, возникшие в результате разложения первичных (глинистые минералы);

– обломки различных пород;

– минералы осадочного происхождения (кальцит, доломит, гипс, ангидрит, галит).

В состав метаморфических пород входят кварц, полевая обманка, слюды, глина, хлорит, тальк.

Цвет – определяется по преобладающей окраске и помогает установить минералогический состав породы.

2.2. Формы залегания горных пород

Формы залегания магматических горных пород:

Глубинные породы по отношению к напластованию вмещающих их пород могут залегать:

а) согласно, т. е. параллельно напластованию вмещающих пород (лаколлиты, лополиты);

б) несогласно, когда форма интрузива не параллельна слоистости окружающих толщ (батолиты, штоки, жилы).

Лакколиты – имеют караванобразную форму с выпуклой поверхностью.

Лополиты – имеют вид плоского блюда или чаши.

Батолиты – куполообразные тела больших размеров, погружающиеся основанием в недра земли.

Штоки – аналогичны батолитам, но размеры значительно меньше.

Жилы – образуются при заполнении трещин магматической породой.

Дайки – жилы, секущие пласты вертикально.

Излившиеся породы – характер залегания излившихся пород менее разнообразен. Наиболее типичными формами являются потоки, покровы, купола.

Потоки – образуются при вытекании лавовых потоков из вулканов и трещин в земной коре. Форма потока определяется рельефом местности.

Покровы – образуются при больших изменениях базальтовых лав и занимают значительное место.

Купола – возникают при очень вязких гранитных магмах, которые при излиянии не растекаются, а застывают, образуя куполообразные формы.

Форма залегания осадочных горных пород

Осадочные породы залегают в виде пластов и линз. Отдельные слои отличаются друг от друга окраской, составом и свойствами.

Форма залегания метаморфических горных пород

Метаморфические породы повторяют форму тех пород, из которых они образовались.

Характеристика условий залегания горных пород позволяет в общих чертах определить геологическое строение района, оценить инженерно-геологические условия строительной площадки, в частности, выявить степень неоднородности основания.

2.3. Инженерно-геологические особенности горных пород

Под инженерно-геологическими особенностями горных пород понимают их прочность, устойчивость на выветривание, растворимость, водопроницаемость, сжимаемость и др. В целях предварительной ориентировочной оценки свойств горных пород пользуются инженерно-геологической классификацией, в основу которой положены природа сил связи между структурными элементами горной породы, прочность, водные и другие свойства. По классификации Ф.П. Саваренского выделяют грунты скальные, полускальные, связные, рыхлые, грунты особого состояния.

В основу подразделения скальных и полускальных грунтов положен показатель предела прочности на сжатие в водонасыщенном состоянии. Другие группы пород выделяются по различным физическим свойствам.

Скальные – породы с жесткими кристаллизационными и прочными цементационными связями, компактные, водонепроницаемые или водопроницаемые только по трещинам, водостойкие.

К скальным грунтам относятся все магматические породы (за исключением рыхлых вулканических), метаморфические и осадочные породы (доломит, крепкие известняки и песчаники, брекчии и конгломераты, цементированные цементом).

Полускальные – породы с ослабленными связями, пористые или сильно трещиноватые, некоторые из них при длительном действии воды размягчаются (аргиллиты, глинистые сланцы, известняки, мергель, опока, плотные глины и сильно выветренные магматические и метаморфические породы).

Связные – породы с коллоидными связями, обладают значительными силами сцепления, слабо водопроницаемые до водоупорных, влагоемкие, обладают набуханием, усадкой, в некоторых условиях – пучением и просадочностью. Эти грунты сильно сжимаются под нагрузкой.

К связным относятся глинистые породы (глины, суглинки, лессы, лессовидные суглинки и супеси, породы различного генезиса (делювиальные, аллювиальные)).

Рыхлые – породы без жестких связей и с очень слабыми молекулярными силами сцепления. Они обладают значительной величиной трения, хорошо водопроницаемы, не влагоемки, сыпучи в сухом состоянии и не пластичны при увлажнении. Эти породы малосжимаемы при статических нагрузках, но сильно реагируют на вибрационные воздействия.

Грунты особого состояния – породы со слабыми прочностными связями, некоторые слабоустойчивы к воде. Эти грунты изменяют свое состояние при нарушении условий их существования (влажности, температурного режима, изменения давления). К этой группе относятся мерзлые грунты (глинистые породы), находящиеся в условиях переменного температурного режима, засоленные грунты, илы, торфы, пески, плавунуны, сильно просадочные почвы.

Лабораторная работа № 2 Магматические горные породы

Таблица 2.1 – Форма описания магматических пород

| Группа, название породы | Структура | Текстура | Минералог. состав | Окраска | Конечн. продукты выветривания | Возможная форма залегания | Группа по инж.-геолог. классифик. | Практич. применение |
|-------------------------|----------------------|--------------------|--|---------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Кислые, гранит | Полнокристаллическая | Плотная, массивная | Полевые шпаты, кварц, слюда, роговая обманка | Серая | Обломочн. породы (глины) | Глубин., интрузив | Скальн. | Использ. как стр-ит. и облицовочн. материал |

Магматические горные породы образуются из застывающей в недрах Земли или на ее поверхности магмы, представляющей собой сложный силикатный расплав, насыщенный различными газообразными веществами и парами воды.

По условиям остывания магмы **магматические породы делятся на интрузивы (глубинные) и эффузивы (излившиеся)**.

Классификация магматических пород основана на содержании в них кремнезема, т. е. двуокиси кремния (SiO_2). В зависимости от этого породы бывают кислые, средние, основные, ультраосновные (см. табл. 2.2).

Разделение магматических пород по содержанию SiO_2 имеет практическое значение: с уменьшением SiO_2 в глубинных породах возрастает плотность, понижается температура плавления, породы лучше поддаются полировке, окраска изменяется от светлой до темной. Минералогический состав также изменяется в сторону уменьшения кварца и увеличения пироксенов.

Кислые магматические породы

Являются наиболее распространенными из магматических пород. Основные их представители:

ГРАНИТЫ – полнокристаллические зернистые глубинные породы с окраской от светло-серой до мясо-красной. Текстура массивная, однородная. По крупности зерен различают мелко-, средне- и крупнозернистые граниты. Минералогический состав их состоит из главных породообразующих минералов: полевых шпатов, кварца и цветных минералов. Плотность 2,6-2,7 г/см³.

Отличительные признаки. Для гранитов характерны зернистые массы, большая твердость, содержание полевого шпата и кварца

Применение. Применяется как строительный материал.

Таблица 2.2 – Классификация магматических горных пород

| Состав пород | | Породы глубинные | Породы излившиеся (аналоги глубинных) | |
|--|---|--------------------|---------------------------------------|---------|
| Химический | Основные минералы | | Древние | Молодые |
| Кислые SiO ₂ – 65% | Кварц, полевые шпаты (чаще ортоклаз) | Граниты | Кварцевый порфир | Липарит |
| Средние SiO ₂ – 65-52% | Полевые шпаты (чаще ортоклаз), немного роговой обманки, биотита | Сиениты | Ортоклазовый порфир | Трахит |
| | Средний плагиоклаз, роговая обманка, авгит, биотит | Диорит | Порфирит | Андезит |
| Основные SiO ₂ – 52-40% | Основные плагиоклазы (чаще лабрадор), авгит, иногда оливин | Лабрадорит, габбро | Диабаз | Базальт |
| Ультрасосновые SiO ₂ – менее 40% | Авгит, оливин | Пироксенит, дунит | - | - |

КВАРЦЕВЫЙ ПОРФИР – структура порфировая. Текстура плотная. Минералогический состав как у гранита. Окраска светлая, серая, желтоватая. Плотность – 3,4-2,65 г/см³. Предел прочности на сжатие 130-180 МПа.

Форма залегания покровы, потоки. При выветривании образуются глины.

Отличительные признаки. Для кварцевого порфира характерны порфировое строение, содержание тусклых зерен полевого шпата и зерен кварца.

Применение. Применяется как строительный материал.

ЛИПАРИТ – структура порфировая. По текстуре липариты могут быть пористыми. Окраска серая, светлая, желтоватая. Минералогический состав аналогичен граниту. По форме залегания порода излившаяся. Плотность 2,14-2,59 г/см³. При выветривании образуются обломочные породы.

Отличительные признаки. Для липарита характерны порфировое строение, содержание зерен полевого шпата и кварца. От кварцевого порфира отличается пористой текстурой.

Применение. Применяется в стекольной промышленности для изготовления стекла.

ОБСИДИАН – строение плотное, стекловидное. Излом раковистый, текстура плотная. Окраска черная. Минералогический состав близок к кислым магматическим породам. Плотность 2,21-2,41 г/см³. При выветривании образуются обломочные породы. По инженерно-геологической классификации относится к полускальным породам. Форма залегания – купола.

Отличительные признаки. Для обсидиана характерны плотное строение, стекловатость, черная окраска, раковистый излом.

Применение. Используется в производстве теплоизоляционных и строительных материалов, а также как поделочный камень.

ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ТУФ – структура порфировая. Текстура пористая. По цвету различен, но чаще розового цвета. На фоне пористой массы разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Минералогический состав близок к составу кислых пород.

При выветривании образуются обломочные породы. Относится к скальным грунтам. Форма залегания – излившаяся.

Примечание: Изготовление стеновых блоков, облицовочных плит.

Средние магматические породы

СИЕНИТ – структура средне- или мелкозернистая. Текстура массивная, однородная. Окраска розовая, светло-серая. Основное отличие от гранита – отсутствие в минералогическом составе кварца, в остальном минералогический состав тот же, что у гранита. Прочность 120-180 МПа.

При выветривании переходит в обломочные породы, глины. Форма залегания – глубинная.

Отличительные признаки. Зернистое строение, отсутствие зерен кварца.

Применение. Широко используется как строительный и облицовочный материал.

ДИОРИТ – структура средне-, мелкозернистая. Текстура массивная. Окраска серая, зеленовато-серая, темно-серая. Состоит из полевого шпата (в основном Светлые плагиоклазы – микроклин, ортоклаз), роговой обманки, авгита. Прочность 180-240 МПа. Глубинная порода. При выветривании образуются обломочные породы, глины.

Отличительные признаки. Зернистое строение, отсутствие зерен кварца, окраска серая или темно-серая.

Применение. Диорит применяется как облицовочный и поделочный камень, для мощения улиц.

ПОРФИРИТ полевошпатовый. Структура порфировая. Текстура пористая. Окраска светлая, серая, желтоватая. Состоит из полевых шпатов, чаще тусклых. Порфирит – излившийся аналог сиенита.

При выветривании переходит в глину. Прочность 60 – 70 МПа. Форма залегания – покровы, потоки.

Отличительные признаки. Порфириное строение, светлая окраска.

Применение. Порфирит полевошпатовый используется для изготовления художественных изделий и сувениров.

ТРАХИТ – Структура и текстура аналогичны порфириту. Шероховатый на ощупь. Порода с мелкими вкраплениями зерен полевых шпатов (белые, гладкие). Цветных минералов очень мало. Окраска светлая, серая, желтоватая.

При выветривании переходит в обломочные породы, глины. Форма залегания – излившаяся.

Отличительные признаки. Порфириное строение, шероховатость, отсутствие зерен кварца.

Применение. Строительный и кислотоупорный материал.

АНДЕЗИТ – излившийся аналог диорита. Минералогический состав тот же. Структура порфировая. Текстура плотная, массивная. Андезит имеет серую или темно-серую окраску с ярко выраженными вкраплениями роговой обманки.

Прочность 140 – 250 МПа. Порода скальная.

Отличительные признаки. Порфиговое строение, вкрапления роговой обманки.

Применение. Из андезита получают высокосортное стекло, устойчивое к воздействию кислот и щелочей.

Основные магматические породы

БАЗАЛЬТ – излившийся аналог габбро. Структура скрыто-кристаллическая, текстура плотная, бывает пористая. Окраска черная, темно-серая. Это самая прочная порода из всех пород, слагающих верхнюю часть земной коры. Предел прочности на сжатие в 300 – 350 МПа. Состоит из лабрадора, авгита, роговой обманки, оливина.

Отличительные признаки. Характерны черная окраска, большая плотность.

Применение. Используется как строительный, огнеупорный, облицовочный, кислотоупорный материал.

ДИАБАЗ – Структура как у базальта. Текстура плотная, массивная. Окраска черная. Минералогический состав – лабрадор, оливин, авгит, роговая обманка.

Высокая прочность. Форма залегания – излившаяся. Скальная.

Отличительные признаки. Плотная массивная текстура, черная окраска.

Применение. Применяется для изготовления щебня, в качестве облицовочного материала.

ГАББРО – полнокристаллическая средне- и крупнозернистая структура. Текстура массивная, плотная. Окраска темно-серая, черная. Состоит из лабрадора, оливина, авгита, роговой обманки. Габбро – стойкая к выветриванию порода. Обладает высокой прочностью 200 – 280 МПа. Глубинная порода. Скальная. Разновидность габбро – лабрадорит, состоящий из одного лабрадора.

Отличительные признаки. Зернистое строение, большая плотность, темная окраска.

Применение. Габбро применяется для мощения мостовых и в качестве облицовочного материала.

Ультраосновные магматические породы

ПИРОКСЕНИТ – Структура зернистая. Текстура плотная, массивная. Окраска темно-зеленая, почти черная. Состоит из авгита, иногда с примесью оливина. Глубинная порода. При выветривании переходит в обломочные породы, глины.

Отличительные признаки. Зернистое строение, темно-зеленая окраска.

Применение. Служит для изготовления щебня и как облицовочный материал.

ДУНИТ – Структура среднезернистая. Текстура массивная, плотная. Состоит в основном из оливина. Окраска темно-зеленая, желтовато-зеленая.

При выветривании переходит в обломочные породы, глины. Форма залегания – глубинная.

Отличительные признаки. Зернистое строение, темно-зеленая окраска, содержание оливина.

Применение. Дунит является ценным сырьем для изготовления огнеупорных кирпичей.

Лабораторная работа № 3
Осадочные горные породы

Таблица 3.1 – Форма описания осадочных пород

| Назван. породы, группа по генезису | Текстура | Минералогический состав | Окраска | Реакция с HCl | Водопроницаемость | Специфич. особенности (набухаемость, усадка) | Группа по инж. геолог. классиф., форма залегания | Практич. применение |
|------------------------------------|----------|--|--------------|---------------|-------------------|--|--|--|
| Лесс (механич. происход.) | Рыхлая | Глинист. минералы (каолинит, монтмориллонит), кальцит, кварц, полев. шпаты | Палево-белая | Да | Да | Макропористость. Просадка при увлажнении | Связные грунты-слои | Используется для изготовл. кирпича и цемента |

Осадочные породы слагают самые верхние слои земной коры, покрывая своеобразным чехлом породы магматического и метаморфического происхождения.

Земная поверхность на 75% своей площади покрыта только этими породами. Осадочные породы образуются путем разрушения различных пород в результате их механического, химического и органогенного выветривания, последующего переноса продуктов выветривания различными агентами (водой, ветром, льдом), накопления их в пониженных частях рельефа, уплотнения и цементации. В зависимости от условий образования и от факторов, способствующих накоплению, осадочные породы подразделяются: на обломочные, глинистые, химические, органогенные, смешанного происхождения

Осадочные породы в силу специфических условий образования приобретают ряд особенностей, которые отличают их существенно от магматических и метаморфических пород. Характерными особенностями осадочных пород являются:

1. Слоистость. 2. Пористость. 3. Наличие остатков животных и растительных организмов.

Механические осадки

А. Грубообломочные, несцементированные

ГЛЫБЫ, ЩЕБЕНЬ, ДРЕСВА. Представляют собой остроугольные неокатанные обломки – продукты физического выветривания, накапливающиеся в близости от места залегания материнских пород.

Применяются как строительный материал для покрытия дорог и как составная часть бетона.

ВАЛУНЫ, ГАЛЬКА, ГРАВИЙ. Образуются при переносе различных обломков реками, ледниками. При этом углы и грани быстро сглаживаются, и крупные обломки постепенно измельчаются. Эти породы имеют окатанную форму. Степень окатанности зависит от вида и длины путей переноса.

Б. Грубообломочные, цементированные

Эти породы образуются в результате цементации обломков различных минералов и горных пород каким-либо естественным цементом (известняком, гипсом, халцедоном, глиной, окислами железа, битумом). От характера бетона зависит прочность породы.

КОНГЛОМЕРАТ. Строение обломочное. Крупные окатанные обломки (галка, гравий) цементированы в сплошную массу.

Отличительные признаки. Обломочное цементированное строение. Окатанная форма и крупные размеры обломков.

Применение. Мраморовидные цветные конгломераты используются в качестве декоративного облицовочного материала.

БРЕКЦИЯ. Строение обломочное. Крупные остроугольные обломки (щебень, дресва) цементированы в сплошную массу.

Отличительные признаки. Обломочное цементированное строение, остроугольная форма и крупные размеры обломков.

Применение: отделочный материал стен, мостовых.

В. Среднеобломочные или песчаные породы

Это рыхлые скопления, состоящие из обломков минералов размером от 2 до 0,05 мм. Таких частиц должно быть в породе не менее 50%. В минеральном составе преобладают устойчивые к выветриванию минералы – кварц, слюды, полевые шпаты. По крупности зерен пески подразделяются на: крупные – 2-0,5 мм; средние – 0,5-0,25мм; мелкие – 0,25-0,1 мм; пылеватые – менее 0,1 мм.

ПЕСЧАНИКИ. Текстура цементированная. Песчаники состоят из кварца, слюды. Грubby на ощупь. Окраска различная (серая, желтая, голубая, зеленоватая и т. д.). Песчаники бывают кремнистые (кварцевый или опаловый цемент), известковые (цементом служит известняк, глинистые (глинистый цемент) и т. д.

Специфическими особенностями песчаников является цементация, водонепроницаемость, прочность. Прочность от 5 до 200 МПа. Скальная порода.

Применение. Прочные разновидности песчаников применяются как строительный материал, а также для мощения улиц и облицовки набережных.

Г. Мелкообломочные или пылеватые породы

ЛЕСС. Текстура рыхлая. Легкий, нежный на ощупь, легко растирается между пальцами в тончайшую пыль, образуя мучнистую массу. Строение землистое. В состав лесса входят мелкие зерна песка и глины, кальцит, бурый железняк и др. Цвет палевый. Вскипает при действии соляной кислоты. Имеет запах глины. При увлажнении объем уменьшается (происходит просадка). Относится к связным грунтам.

Отличительные признаки. Землистое строение, палевый цвет, мелкопористость, запах глины, реакция с HCl.

Применение. Лесс используется для изготовления кирпича и цемента.

Глинистые породы

В отличие от обломочных глинистые породы состоят не из обломков магматических, метаморфических и осадочных пород, а из новых минералов, образовавшихся в результате химического выветривания. Глинистые породы –

это очень тонкозернистые образования (размер зерен менее 0,01 мм), состоящие из глинистых минералов.

ГЛИНЫ – тонкообломочная порода. Глины разнообразны по составу: могут быть мономинеральными, состоящими из одного глинистого минерала или каолинита, или монтмориллонита; полиминеральными, в состав которых входят различные глинистые компоненты, а также примеси (сплуда, кварц, кальцит). Текстура рыхлая. Цвет у глины самый разнообразный – от белого до черного.

Различают глины каолиновые, монтмориллонитовые, известковые.

Каолиновые и монтмориллонитовые глины жирны на ощупь. Известковые глины вскипают при действии HCl. Относятся к связным грунтам.

Отличительные признаки. Землистое строение, запах, образование пластичной массы и разбухание при смачивании водой.

Применение. Глины – строительный, огнеупорный и поделочный материал.

АРГИЛЛИТ – камнеподобная порода, глинистая, плотного строения, не размокает в воде. Цвет различный, в основном черный.

Отличительные признаки. Плотное строение, запах глины. От глины отличается твердостью и ненамокаемостью в воде.

Применение. Аргиллит используется как строительный материал.

Химические осадки

Образуются в результате выпадения из растворов химических осадков. По химическому составу делятся на галоиды, сульфаты, карбонаты. Химические осадочные породы имеют постоянный состав, являются породами мономинеральными.

КАМЕННАЯ СОЛЬ – состоит из галита. Легко растворима в воде.

Применение. Используется в химической промышленности, керамике, медицине.

Б. Сульфаты

ГИПС – основным минералом является гипс. Имеет белый или серый цвет, иногда окрашен окислами железа в различные оттенки. Структура зернистая, волокнистая, мраморовидная. Плотность 2,2 г/см³, прочность менее 20 МПа.

Применение. Производство стройматериалов, удобрений, красок, бумаги.

АНГИДРИТ – Является плотной зернистой массой белого, серого цвета. Под влиянием воды переходит в гипс. Плотность 2,8-2,9 г/см³, прочность 60-80 МПа.

Применение. В строительстве для изготовления цемента, смол, полимерных материалов, кислот.

В. Карбонаты

ДОЛОМИТ – состоит из одноименного минерала с примесью кальцита, кварца. Окраска различная. Структура зернистая. Плотность 2,7-2,9 г/см³, прочность 140 МПа.

Применение. В строительстве, металлургии, сельском хозяйстве.

ИЗВЕСТНЯК – текстура плотная. Состоит из кальцита, доломита, в качестве примесей входят: кварц, пирит, глинистые минералы. Окраска светлая. Реагирует с HCl. Порода скальная.

Отличительные признаки. Плотная текстура, реакция с HCl.

Применение. Используется как строительный материал.

Органогенные породы

Образуются в результате накопления и преобразования остатков животного мира и растений. Отличаются эти породы значительной пористостью. Многие из органогенных пород растворяются в воде, обладают большой сжимаемостью. Породы органогенного происхождения делятся на: известковые, кремнистые, углеродистые.

А. Известковые породы

ИЗВЕСТНЯК-РАКУШЕЧНИК. Текстура пористая. Состоит из кальцита. Вскипает при действии HCl. Цвет белый, желтый. Образуется в морских бассейнах. Плотность 1,2-3,1 г/см³, прочность 20-200 МПа.

Отличительные признаки. Состоит из раковин морских животных, бурно вскипает с кислотой, большая водопроницаемость.

Применение. Используется как строительный материал, в цементном деле, в производстве соды, в стекольной и сахарной промышленности, в сельском хозяйстве.

МЕЛ. Текстура рыхлая. Состоит из кальцита. Цвет белый, желтоватый, зеленоватый. Бурно вскипает с HCl. Относится к грунтам особого состояния. Прочность 20-40 МПа.

Отличительные признаки. Землистое строение, белый цвет, реакция с HCl.

Применение. Используется в цементной, металлургической, резиновой, стекольной промышленности.

Б. Кремнистые породы

ОПОКА. Твердая, макропористая, легкая порода светло-серого, светло-желтого или серого цвета.

Отличительные признаки. Очень легкая порода, хрупкая. В чистом виде обладает хорошими адсорбционными свойствами.

Применение. В строительстве в качестве адсорбента.

В. Углеродистые породы (каустанбиолиты)

ТОРФ. Текстура пористая. Состоит из полуразложившихся растительных остатков. Цвет бурый, черно-бурый, желто-бурый. Легкий, в воде не тонет. Относится к грунтам особого состояния.

Отличительные признаки. Характерное для торфа строение, небольшая твердость, бурый цвет.

Применение. Применяется как строительный материал, из него готовят удобрения для полей; используется в холодильных установках.

Породы смешанного происхождения

По своему составу они являются материалом органогенного, химического и обломочного происхождения. Характерным представителем является мергель.

МЕРГЕЛЬ. Текстура плотная. Порода светлая, серого цвета. Состоит из глинистых минералов (50%) и кальцита (50%). Реагирует с HCl. После реакции остается грязное пятно. Полускальная порода. Плотность 1,9-2,5 г/см³, прочность плотных разновидностей достигает 60 МПа.

Отличительные признаки. Плотное, землистое строение, реакция с HCl, запах глины.

Применение. Используется в цементной промышленности и как удобрение в сельском хозяйстве.

Лабораторная работа № 4
Метаморфические горные породы

Метаморфические породы образуются на глубине в результате перекристаллизации магматических и осадочных пород под действием высоких температур и больших давлений, а также под влиянием внедрения магмы. Метаморфические породы по внешнему виду и условиям залегания занимают промежуточное положение между магматическими и осадочными породами. По минералогическому составу они ближе к магматическим породам.

Таблица 4.1 – Форма описания метаморфических пород

| Название породы | Структура | Текстура | Минералогический состав | Окраска | Исходная порода | Форма залегания | Группа по инж.-геол. классификации | Практическое применение |
|-----------------|-----------|------------|-------------------------|---------|-----------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Мрамор | Зернистая | Мас-сивная | Кальцит, доломит | Светлая | Известняки | Пласты | Скальн. | Облицовочн., декоратив. матер |

ГНЕЙС. Структура сланцевато-кристаллическая. Текстура полосчатая, что обусловлено линейным расположением чешуек слюды и роговой обманки. Более широкие и светлые полосы сложены кварцем и полевыми шпатами. Окраска серая, зеленоватая. Плотность 2,4-2,8 г/см³, прочность 80-180 МПа. Порода скальная.

Отличительные признаки. Гнейс очень напоминает гранит, отличается от него строением: у гнейса оно зернисто-сланцеватое, у гранита – зернистое. Образуется при метаморфизации изверженных пород (гранит, сиенит, диорит). Форма залегания – глубинная.

Применение. Используется для изготовления щебня, плит.

ГЛИНИСТЫЙ СЛАНЕЦ. Структура полнокристаллическая, текстура сланцеватая. Окраска темно-серая, черная. Состоит из тонких глинистых частиц с примесью пылеватых частиц кварца, хлорита, слюды. Если на него дышать, издает землистый запах. Форма залегания – пласты. Полускальная порода.

Отличительные признаки. Характерны сланцеватое строение, тусклая поверхность сланцеватости, запах глины.

Применение. Используется как кровельный материал, в размельченном виде – в производстве линолеумов.

ХЛОРИТОВЫЙ СЛАНЕЦ. Структура кристаллическая, текстура сланцеватая. Состоит из хлорита с примесью магнетита, роговой обманки. Порода зеленоватого цвета различных оттенков. Исходная порода – хлорит. Залегает в виде пластов. Скальная порода.

Отличительные признаки. Сланцеватое строение, содержание хлорита.

Применение. Используется для получения тепло- и электроизоляционных плит.

ТАЛЬКОВЫЙ СЛАНЕЦ. Структура кристаллическая, чешуйчатая. Текстура сланцеватая. Состоит из талька, слюды, кварца. Окраска светлая. Залегает в виде пластов. Скальная порода.

Отличительные признаки. Сланцеватое строение, содержание талька.

Применение. Тальковые сланцы находят применение в качестве сырья для производства огнеупоров, керамики, в бумажной и парфюмерной промышленности.

МРАМОР. Структура зернистая, текстура плотная, массивная. Образуется в результате метаморфизации известняков, доломитов. Цвет самый разнообразный – белый, розовый, желтый, серый, голубой. Залегает в виде пластов. Скальная порода. Плотность 2,6-2,8 г/см³. Прочность 50-120 МПа. Реагирует с HCl. Легко поддается обработке.

Отличительные признаки. Зернистое строение, содержание кальцита, реакция с HCl.

Применение. Мрамор – прекрасный облицовочный, декоративный и скульптурный материал.

КВАРЦИТ. Структура зернистая. Текстура плотная, массивная. Образуется при метаморфизации песчаников. Состоит из кварца. Окраска розовая, серая, желтоватая. Плотность 2,8-3,0 г/см³, прочность 120-260 МПа. Залегает в виде пластов. Скальная порода

Отличительные признаки. Зернистое строение, содержание кварца, высокая твердость. Кварцит по внешнему виду напоминает мрамор, но не вскипает с HCl.

Применение. Среди горных пород кварциту нет равных по долговечности. Отличный облицовочный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизов, З.К. Определитель минералов: учеб. пособие / З.К. Азизов, С.Л. Пьянков. – Ульяновск: Ульяновский техн. ун-т., 2006. – 53 с.
2. Ананьев, В.П. Основы геологии, минералогии и петрографии: учебник для вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – М.: Высшая школа, 1999. – 303 с.: ил.
3. Ананьев, В.П. Инженерная геология: учеб. для строит. спец. вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2000. – 511 с.: ил. – ISBN 5-06-003690-1: 77,52.
4. Белый, Л.Д. Инженерная геология: учебник для вузов / Л.Д. Белый. – М.: Высшая школа, 1985. – 231 с.: ил. – 0,85.
5. Геология СССР. Т. III Белорусская ССР / М.: Недра, 1971. – 456 с.
6. Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев [и др.]. – Минск: ИГН НАЛ Беларуси, 2001. – 815 с.
7. Гурский, Б.Н. Общая геология / Б.Н. Гурский, Г.В. Гурский. – Минск: Высш. школа, 1976.
8. Карлович, И.А. Геология / И.А. Карлович. – М.: Академический проспект, 2005.
9. Короновский, Н.В. Геология / Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. – М.: Академия, 2003. – 448 с.
10. Корулин, Д.М. Геология и полезные ископаемые Белоруссии: учеб. пособие / Д.М. Корулин. – 2-е изд. – Минск: Выш. школа, 1976. – 159 с.
11. Охрана окружающей среды: учеб. пособие / С.А. Брылов [и др.]; под ред. С.А. Брылова и К. Штродки. – М.: Высш. шк., 1985. – 272 с.
12. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии: учебн. пособие для вузов / В.Н. Павлинов [и др.]. – 4-е изд. – М.: Недра, 1988. – 149 с.
13. Швецов, Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: учебник для вузов по спец. "Строительство" / Г.И. Швецов. – М.: Высшая школа, 1987. – 296 с.: ил. – 0,95.

Учебное издание

Составители:

*Владимир Николаевич Дедок
Оксана Николаевна Натарова*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Геология, механика грунтов, основания и фундаменты»
для студентов специальности 1 – 70 04 03
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
дневной и заочной форм обучения

Часть I – Минералы и горные породы

Ответственный за выпуск: Дедок В.Н.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 25.01.2017 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 1,86. Уч. изд. л. 2,0. Заказ № 1280. Тираж 35 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.