

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии строительных материалов и изделий

С.А. Дергунов, С.А. Орехов

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 270100.62 Архитектура, 270300.62 Дизайн архитектурной среды, 270800.62 Строительство, 120700.62 Землеустройство и кадастры, 270900.62 Градостроительство.

Оренбург
2012

УДК 691:553(076.5)
ББК 38.3я7+26.31я7
Д 36

Рецензент – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Строительные материалы» Магнитогорского государственного технического университета
М. С. Гаркави

Дергунов, С. А.

Д 36 Изучение образцов минералов и горных пород: методические указания /
С. А. Дергунов, С. А. Орехов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012.
– 26 с.

В методических указаниях излагается характеристика отдельных признаков горных пород. Описывается методика определения вида горной породы.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Строительные материалы» студентами направления подготовки 270100.62 Архитектура, 270300.62 Дизайн архитектурной среды, 270800.62 Строительство, 120700.62 Землеустройство и кадастры, 270900.62 Градостроительство.

УДК 691:553(076.5)
ББК 38.3я7+26.31я7

© Дергунов С. А.,
Орехов С. А.,
2012
© ОГУ, 2012

Содержание

1 Вводная часть	4
1.1 Цель работы.....	4
1.2 Общие положения	4
2 Минералы.....	5
2.1 Диагностические признаки минералов.....	5
2.1.1 Физические признаки.....	5
2.1.2 Химические признаки.....	5
2.2 Техника определения минералов.....	6
3 Горные породы.....	8
3.1 Магматические горные породы.....	8
3.2 Осадочные горные породы.....	10
3.3 Метаморфические горные породы.....	13
4 Содержание отчета по выполненной работе.....	15
4.1 Отчет по определению минерала.....	15
4.2 Отчет по определению горных пород.....	15
5 Контрольные вопросы.....	15
6 Список использованных источников.....	16
Приложение А – Характеристика твердости минералов по шкале Мооса.....	17
Приложение Б - Определитель минералов	18
Приложение В - Определитель горных пород.....	22

1 Вводная часть

1.1 Цель работы

Целью проведения данной лабораторной работы является определение вида исследуемой горной породы и пригодности её для изготовления того или иного строительного материала.

1.2 Общие положения

Твердые кристаллические продукты природных химических реакций, происходящих в земной коре и прилегающих к ней оболочках, называются минералами. Неорганические природные тела, не имеющие кристаллической структуры, называются минералоидами. Они же являются минералообразующими средами.

Минералы встречаются в виде индивидов и агрегатов. Индивиды - отдельные кристаллы минералов. Скопления кристаллов относятся к минеральным агрегатам.

Минеральные агрегаты образуют горные породы.

Для определения минералов необходимо изучить их важнейшие физические и химические свойства, которые можно использовать как **диагностические**. Знание диагностических признаков позволяет, без каких либо особых приспособлений определять наиболее распространенные минералы, даже если они присутствуют в породах в виде зерен или обломков.

Изучение внешних признаков и петрографической характеристики позволяет определить вид горной породы и составить предварительную оценку её строения, сложения, характера раскола и свойств поверхности.

2 Минералы

2.1 Диагностические признаки минералов

2.1.1 Физические признаки

Наиболее важные диагностические признаки минералов - **твердость, спайность, излом, плотность, блеск, окраска, цвет черты, прозрачность.**

Остальные физические свойства имеют меньшее значение для диагностики минералов и используются как дополнительные. К таким свойствам относятся магнитность, запах, вкус и т.д.

2.1.2 Химические признаки

Из химических диагностических признаков важное значение имеет реакция с **10 % раствором HCl и растворимость в воде.** Реакция с 10 % раствором соляной кислоты (или столовым уксусом) дает возможность определить карбонатные минералы (они “вскипают” под действием кислот).

Некоторые минералы растворяются в воде (холодной или доведенной до кипения) полностью, другие - частично. Для определения минералов по внешним признакам важно лишь свойство **полной растворимости**, поскольку для минералов, растворяющихся частично, этот отличительный признак не является надежным. Растворимость определяют в пробирке, в которую наливают кипяченую или дистиллированную воду. Затем туда опускают маленький, но хорошо видимый на дне пробирки кусочек минерала. Минерал считают растворимым, если обломок полностью исчезает в воде.

При определении **карбонатов** необходимо обратить внимание на точную диагностику кальцита и доломита. При наличии крупнозернистых выделений кальцита и доломита для их диагностики рекомендуется метод С.В.Тихомирова: на поверхность минерала наносят каплю фиолетовых чернил, разбавленных 5 % раствором HCl. Через 1-2 минуты чернила промокают фильтровальной бумагой. Кальцит реагирует с раствором и окрашивается в фиолетовый цвет, а доломит остается неокрашенным.

Для точной диагностики магнезита и доломита необходим 5 % раствор $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Каждый из образцов этих минералов кипятят в растворе 2-3 минуты. При этом раствор, в котором кипятили доломит, не окрашивается, а раствор с магнезитом приобретает бледно-голубую окраску.

2.2 Техника определения минералов

Так как каждый минерал обладает комплексом определенных характерных признаков, то его всегда можно отличить от другого. К внешним признакам, используемым для диагностики минералов, относятся: *форма кристаллов, блеск, твердость, окраска, цвет черты, прозрачность, спайность и излом*. Все эти признаки по мере выработки определенных навыков можно легко использовать для диагностики минералов. С этой целью необходимо научиться пользоваться определителями минералов.

В данных методических указаниях приведены: таблица диагностических признаков минералов (таблица 1) и краткий определитель важнейших породо- и рудообразующих минералов (приложение Б).

Для определения минералов по прилагаемому определителю необходимо:

а) последовательно выявить все приведенные в таблице 1 диагностические признаки, относящиеся к определяемому минералу, и выписать цифровые обозначения признаков в строку;

б) сравнить эти цифровые данные с цифрами в определителе.

Совпадение всех цифр укажет на принадлежность определяемого образца к данному минеральному виду. Если свойства некоторых минералов не совпадут с таблицей, необходимо обратиться к более подробным руководствам по минералогии.

По прилагаемому определителю (приложение А) и таблице 1 можно определить минерал, даже если один из его признаков не был определен (из-за недостаточной выраженности).

Таблица 1 - Диагностические признаки минералов

Наименование диагностического признака	Классификация	Номер
Блеск - это способность минералов отразить от своей поверхности свет	Металлический и металловидный	1
	Стекланный	2
	Алмазный	3
	Жирный, восковой.	4
	Матовый (не имеет блеска).	5
Твердость - степень сопротивляемости минерала механическому воздействию (Приложение А)	Мягкий (чертится ногтем)	1
	Средней твердости (ногтем не чертится, стекло не чертит)	2
	Твердый (чертит стекло)	3
	Очень твердый (чертит кварц)	4
Окраска - зрительное ощущение света определенного спектрального состава	Бесцветная	1
	Белая, серая.	2
	Оловянно-белая.	2а
	Свинцово-серая.	2б
	Желтая	3
	Латунно-желтая	3а
	Золотисто-желтая	3б
	Красная, розовая	4
	Медно-красная	4а
	Зеленая	5
	Синяя, голубая	6
	Бурая, коричневая	7
	Черная	8
	Железисто-черная	8а
Многоцветная (полосчатая)	9	
Цвет черты	Бесцветная, белая	1
	Серая, черная	2
	Зеленая, темно-зеленая	3
	Синяя	4
	Красная	5
	Желтая, бурая	6
Форма агрегатов	Зернистая.	1
	Скрытокристаллическая (плотная)	2
	Пластинчатая, листоватая	3
	Землистая	4
	Шестоватая, столбчатая	5
	Волокнистая, игольчатая	6
	В виде отдельных кристаллов	7
Дополнительные признаки	Спайность весьма совершенная	1
	Излом раковистый	2
	Вскипает с HCl (в холодном состоянии)	3
	Вскипает с HCl (в порошке или подогретом состоянии)	3а
	Магнитен (действует на стрелку компаса)	4
	На вкус соленый	5
	На вкус горько-соленый	6
	Штрихи на гранях	7
	Имеется побежалость	8
Жирен на ощупь	9	

3 Горные породы

Горные породы - это минеральные агрегаты, слагающие земную кору и состоящие из однородных или различных минералов. Они являются продуктами разнообразных геологических процессов, как имевших место в прошлом, так и происходящих в настоящее время. На основании изучения горных пород восстанавливают процессы и явления, в результате которых они образовались. Эту задачу решают путем определения характерных для данной породы признаков - строения (*структуры*), сложения (*текстуры*) и *минерального состава*.

3.1 Магматические горные породы

Отличительной особенностью магматических горных пород является то, что они сложены очень небольшим числом минералов. При исследовании магматических пород необходимо уметь определять эти минералы.

Основные макроскопические признаки породообразующих минералов магматических пород представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Макроскопические признаки породообразующих минералов магматических пород

Наименование	Описание
1	2
1. Кварц	Образует неправильные зерна, без спайности с изломом и жирным блеском. В гранитах бывает серым и даже черным; в дислоцированных породах приобретает молочно-белую окраску и становится сахаровидным.
2. Полевые шпаты	Обладают совершенной спайностью и блестящими микроступенчатыми гранями.
3. Ортоклаз	Обычно мутный, белый до желтоватого, часто розовый, красный; не-редко переходит в матовые белые агрегаты.
4. Плаггиоклазы	В большинстве мутные, часто матовые белые агрегаты, зеленовато-белой окраски, реже темные, почти черные (в лабрадоритах). Если, наклоня породу под лупой в разные стороны, можно заметить, что кристаллы полевого шпата распадаются на ряд параллельных полосок, из которых одни кажутся мутными и более темными, другие блестящими и более светлыми, то данный полевой шпат - плаггиоклаз.
5. Нефелин	Образует сплюснутые призматические кристаллы, часто плотные, нередко довольно крупнозернистые, без спайности с раковистым изломом. В свежем состоянии бесцветен, как кварц, от которого отличается меньшей твердостью. Легко выветривается; при выветривании становится зеленоватым или желтоватым, приобретает сильный жирный блеск.
6. Слюды	Встречаются в виде листочков, чешуек со стекляннным блеском. Серебряно-белая слюда - мусковит, бурая или черная - биотит.

Продолжение таблицы 2

1	2
7. Оливин	Имеет неровный раковистый излом, аналогичный кварцу, но обычно окрашен в оливково-зеленый или черный цвет. При выветривании становится красно-бурым или желто-бурым.
8. Пироксены (в частности, авгит) и амфиболы (в том числе роговая обманка)	Характеризуются блестящими изломами, трещинами спайности, пересекающимися под прямым углом у пироксенов и под углом шестьдесят градусов у роговых обманок; трудно различимы в породах. В крупнокристаллических породах их различают по форме кристаллов, окраске и цвету черты; роговая обманка имеет длинностолбчатые кристаллы с шестиугольным или ромбическим сечением, окраска зелено-черная, излом ровный, цвет черты белый, серый. Авгит образует короткие кристаллы с восьмиугольным или квадратным сечением, окраска темно-зеленая или бурая, излом микроступенчатый, черта серая, зеленоватая.

При классификации магматических горных пород принимают во внимание их химический состав (особенно содержание SiO_2), минеральный состав и структуру (таблица 3).

По химическому составу все магматические горные породы подразделяются на **кислые** (SiO_2 - более 65 %), **средние** (SiO_2 - 65-52 %), **основные** (SiO_2 - 52-45 %) и **ультраосновные** (SiO_2 - меньше 45 %).

Для распознавания пород по химическому составу важное значение имеет **окраска**. Обычно основные (щелочные) породы темнее средних и кислых, так как содержат большое количество темноцветных минералов. Однако к определению типа породы по окраске следует подходить осторожно, так как даже ультраосновные породы, состоящие из оливина (дунит), иногда могут иметь светлую окраску.

Минеральный состав магматических пород в значительной мере зависит от состава магмы и условий ее кристаллизации. Эта особенность определяет соотношение минералов, по которому часто устанавливают название той или иной породы.

По **условиям образования** магматические породы подразделяют на глубинные (**интрузивные**), излившиеся (**эффузивные**) и **полуглубинные**, которые отличаются текстурой и структурой.

Структура и текстура пород дают представление об условиях их образования.

Отличительные признаки глубинных пород - полнокристаллическая структура и массивная текстура (минералы распределены в породе равномерно).

Для излившихся (эффузивных) пород характерна *скрытокристаллическая, порфировая* или *стекловатая* структура и *пористая* или *флюидальная* (породы сохраняют признаки движения лавы в виде ориентировки удлинённых кристаллов в стекловатой массе) текстура.

Полуглубинные породы не имеют характерных признаков, они могут быть похожи на глубинные и излившиеся. Надёжный признак распознавания этих пород – жильная форма их залегания, которая наблюдается только в полевых условиях.

Таблица 3 - Классификация структур магматических горных пород

Типы структур	Виды структур	Отличительные признаки
Полнокристаллическая, равномерно-зернистая	1) крупнозернистая	Зерна примерно равных размеров, плотно примыкающие друг к другу. Стекловатое вещество отсутствует. Порода называется крупнозернистой, если зерна крупнее 5 мм, среднезернистой - от 5 до 3 мм, мелкозернистой - меньше 2-3 мм.
	2) среднезернистая	
	3) мелкозернистая	
Полнокристаллическая, неравномерно-зернистая	1) порфировидная	Отдельные крупные зерна заключены в полнокристаллической основной массе.
	2) пегматитовая	Крупные кристаллы одного минерала прорастают одинаково ориентированными кристаллами другого минерала.
Неполнокристаллическая	1) стекловатая	Порода состоит из аморфного вещества, кристаллы отсутствуют.
	2) скрытокристаллическая	Основная масса породы скрытокристаллическая или стекловатая, в которой заключены очень мелкие, едва видимые глазом кристаллы.
	3) порфировая	Хорошо видимые кристаллы минералов заключены в стекловатую или скрытокристаллическую основную массу.

3.2 Осадочные горные породы

По условиям происхождения и накопления минерального вещества осадочные породы можно подразделить на: *обломочные* (образовались в результате механического разрушения ранее существовавших горных пород и переноса и отложения их обломков), *глинистые* (сформировались вследствие механического разрушения и химического разложения ранее существовавших пород, а также переноса и отложения продуктов разрушения), *химические* (являются результатом выпадения осадков

из вод морей, озер и других водоемов), **биохемогенные** (образовались вследствие химических реакций при участии живых организмов), **пиропластические** (вулканогенно-обломочные, образовались при разрушении продуктов вулканических извержений, поэтому рассматриваются нами при изучении магматических пород).

В процессе разнообразных геологических явлений образуются осадочные породы с различными структурами. Так, для обломочных пород характерны обломочные структуры. Породы, состоящие из ископаемых остатков организмов, которые хорошо сохранились, имеют биоморфную структуру, а породы, состоящие из обломков организмов - детритовую.

Обломочные осадочные породы, в свою очередь, подразделяются по величине обломков на:

- 1) **грубообломочные** (обломки более 1 мм);
- 2) **среднеобломочные** (обломки от 0,1 до 1 мм);
- 3) **тонкообломочные** (обломки от 0,01 до 0,1 мм);
- 4) **перлитовые** (обломки менее 0,01 мм).

Для пород биохимического и химического происхождения характерны **скрытокристаллическая** и **зернисто-кристаллическая** структура.

Самая распространенная и наиболее характерная текстура осадочных пород - **слоистая**, которая выражается в чередовании слоев с различным составом или различной структурой.

Другие виды текстур осадочных пород (**колломорфная, трубчатая, пористая** и др.) встречаются реже.

Текстура осадочных пород в значительной степени определяет их важнейшие свойства и дает определенное представление об условиях их происхождения. Изучают текстуры в основном в геологических обнажениях и отдельных образцах.

Обломочные осадочные породы бывают **рыхлые** и **сцементированные**.

При описании сцементированных осадочных пород различают обломочный материал и цемент. Под **цементом** принято понимать тонкообломочный материал, скрепляющий более крупные зерна. От состава цемента зависит прочность пород. Различают следующие основные виды цемента пород по химическому составу:

кремнистый (очень прочный, светлый), *карбонатный* (вскипает от действия HCl), *железистый* (бурый), *глауконитовый* (зеленый), *гипсовый* (светлый, очень мягкий), *глинистый* (очень слабый) и т.д.

Определяя обломочные породы, учитывают форму их обломков. У грубообломочных пород ее изучают визуально, а у песков - с помощью бинокулярной лупы. Различают обломки хорошо окатанные, окатанные, полуокатанные, полуугловатые, угловатые (таблица 4).

Таблица 4 - Признаки окатанности обломков

Степень окатанности	Признаки
Хорошо окатанные	Отсутствуют плоские поверхности, гальки имеют сферическую или яйцевидную форму
Окатанные	Все ребра сильно сглажены
Полуокатанные	Признаки значительного истирания, углы и ребра сглажены
Полуугловатые	Углы и грани слабо сглажены
Угловатые	Углы и ребра острые

Окатанные не имеют выступов, они шарообразны или эллипсоидны. У **полуокатанных** сохраняются прямые и вогнутые отрезки ребер, но углов в геометрическом смысле нет. У **угловатых** обломков есть острые углы.

Немаловажное значение для отнесения породы к осадочным имеет ее минеральный состав. Наиболее характерные минералы осадочного (биохимического) происхождения: кальцит, доломит, гипс, каолинит, галит, сильвин, ангидрит, опал, лимонит. Эти минералы указывают на осадочное происхождение горной породы.

Очень разнообразен минеральный состав обломочных зерен. В соответствии с минеральным составом проводят разделение песчаных пород на **мономинеральные** (обычно кварцевые), **олигоминеральные** (кварцевые с примесью полевых шпатов) и **полимиктовые**. Среди последних выделяют **аркозы** (состоящие из обломков полевых шпатов и кварца) и **граувакки** (состоящие из обломков самых различных пород).

Минеральный состав **песков** изучают с помощью бинокулярной лупы. По нему судят об исходной породе, подвергшейся выветриванию. Высокое содержание кварца в песках свидетельствует об их образовании в теплом и влажном климате

при замедленной эрозии. Пески, содержащие полевые шпаты, образовались в континентальных условиях. Наличие в песках роговой обманки, авгита, биотита - свидетельство их образования в аридных условиях.

Все осадочные породы образуются только в определенных физико-географических условиях. В зависимости от среды образования они имеют только им свойственные признаки, которые определяют в полевых или в лабораторных условиях.

3.3 Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы образуются из осадочных и магматических пород путем их преобразования на глубине под действием высоких температур и давлений.

В зависимости от условий своего образования метаморфические породы имеют различную структуру и текстуру.

Структура метаморфических пород *зернисто-кристаллическая*. Она напоминает структуру магматических пород, однако образовалась она не в процессе кристаллизации из расплава, а при явлениях перекристаллизации (бластеза). Для метаморфических пород типичны различные варианты кристаллобластовых структур, образовавшихся при одновременном росте разных кристаллов.

Основные виды этих структур: *гранобластовая* (с изометричной формой зерен), *порфиробластовая* (с крупным выделением кристаллов одного или нескольких видов в основной массе породы), *фибробластовая*, или волокнистая (тонкие волокна минералов вытянуты линейно в одном направлении). Иногда структура метаморфических пород сохраняется от исходных магматических или осадочных пород. В этом случае структуру называют *реликтовой*, или остаточной.

Важный диагностический признак метаморфических пород - их *текстура*. Наиболее характерными видами текстур являются *массивная* (однородная), *полосчатая* (чередование параллельных полос различного минерального состава), *сланцеватая* (зерна минералов имеют пластинчатую и удлиненную форму и располага-

ются параллельно), **очковая** (в мелкозернистой основной массе скопления в виде глазков, окруженных листовыми или зернистыми составными частями породы).

Минеральный состав метаморфических пород различен. Они состоят из минералов исходных пород, из типичных минералов метаморфического происхождения (эпидот, хлорит, тальк и др.). Наиболее характерные минералы метаморфических пород, различаемые макроскопически, следующие:

➤ **эпидот** - встречается обычно в виде мелких зерен, образует пигмент желтой, фиолетово-зеленой, до темно-зеленой окраски;

➤ **гранат** - бесцветный или буроватый, часто в виде крупных кристаллов;

➤ **хлорит** - образует пластинки, похожие на биотит, или чешуйчатые агрегаты зеленой окраски. Чешуйки гибкие, со стекляннным блеском;

➤ **тальк** - тонкочешуйчатые, тонколистоватые, тонкозернистые агрегаты. Цвет от белого до желтого, жирен на ощупь;

➤ **серицит** (разновидность мусковита) - чешуйчатые агрегаты имеют вид сплошной массы с шелковистым блеском;

➤ **графит** - в виде чешуек или пылеватых включений серой и серебристой окраски;

➤ **кальцит** - встречается в виде кристаллов с ясно выраженной спайностью, неправильных зерен и агрегатов различной окраски, вскипает при действии HCl.

4 Содержание отчета по выполненной работе

4.1 Отчет по определению минерала

Отчет по определению минералов оформляется в виде таблицы 5, в которой указываются диагностические признаки. Затем определяется набор цифр (по таблице 1 и с помощью приложения Б определяется минерал.

Таблица 5 – Определение вида минерала

Наименование диагностического признака	Цифра набора признаков	Название минерала

4.2 Отчет по определению горных пород

В процессе определения необходимо пользоваться компасом, раствором соляной кислоты, кусочком стекла и фарфора без эмали, гвоздем и увеличительным стеклом.

Вначале необходимо определить, к какой группе по своей структуре и происхождению относиться горная порода, а затем на основании ее характерных признаков по приложению В определить ее название.

Завершается отчет предварительной оценкой пригодности горной породы для изготовления того или иного строительного материала.

5 Контрольные вопросы

1. Классификация горных пород по условиям их образования.
2. Основные породообразующие минералы.
3. Перечислите диагностические признаки минералов и характерные признаки горных пород.
4. Какие строительные материалы и изделия получают из той или иной горной породы?

5. Как определить твердость горных пород?

6. Какие строительные материалы, полученные из горных пород, используют в дорожном строительстве?

6 Список использованных источников

1. Горчаков, Г. И. Строительные материалы: учеб. для вузов / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов. – М.: Стройиздат, 1986, - 320 с. ,

2. Музафаров, В. Г. Определитель минералов горных пород и окаменелостей: справочник / В. Г. Музафаров. – М.: Недра, 1979, - 327 с.

3. Грушко, И. М. Дорожно-строительные материалы: учеб. для вузов / И. М. Грушко, И. В. Королев – М.: Транспорт, 1991. – 357с.

4. Юбельт Р. Определитель минералов: справочник / Р. Юбельт. – М.: Мир, 1978. – 325 с.

5. Грушко, И. М. Испытание дорожно-строительных материалов: учеб. пособие для вузов / И. М. Грушко, В. А. Золотарев – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.

Приложение А (справочное)

Таблица А. 1 – Характеристика твердости минералов по шкале Мооса

Твёрдость по Моосу	Эталонный минерал	Изображение	Обрабатываемость	Другие минералы с аналогичной твердостью
1	Тальк ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)		Царапается ногтем	Графит
2	Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)		Царапается ногтем	Галит, хлорит, слюда
3	Кальцит ($CaCO_3$)		Царапается медной монетой	Биотит, золото, серебро
4	Флюорит (CaF_2)		Легко царапается ножом, оконным стеклом	Доломит, сфалерит
5	Апатит ($Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$)		С усилием царапается ножом, оконным стеклом	Гематит, лазурит
6	Ортоклаз ($KAlSi_3O_8$)		Царапается напильником	Опал, рутил
7	Кварц (SiO_2)		Поддается обработке алмазом, царапает стекло	Гранат, турмалин
8	Топаз ($Al_2SiO_4(OH, F)_2$)		Поддается обработке алмазом, царапает стекло	Берилл, шпинель, аквамарин
9	Корунд (Al_2O_3)		Поддается обработке алмазом, царапает стекло	Сапфир, рубин, карбид вольфрама
10	Алмаз (C)		Режет стекло	Эльбор

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 - Опре делитель минералов

Блеск	Твердость	Окраска	Цвет черты	Форма агрегата	Дополнительные признаки	Название минерала	Химическая формула
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2а	2	1,6	8	висмутин	-
1	1	2б	2	3	1	молибденит	MoS ₂
1	1	2б	2	2,4	-	халькозин	-
1	1	2б	2	1,6	8	антимонит	Sb ₂ S ₃
1	1	3б	6	3	-	золото	Au
1	1	4а	5	6	-	медь	Cu
1	1	6	2	4	-	ковеллин	
1,5	1	8	2	2	9	графит	C
1	1,3	8	2	4	-	пирролюзит	MnO ₂
1	2	2б	2	1	7	галенит	PbS
1	2	3	2	1	4	пирротин	Fe _{1-x} S (0<X<0,2)
1	2	3	3	1	-	пентландит	(Fe, Ni) ₉ S ₈
1	2	3а	3	1	8	халькопирит	CuFeS ₂
1	2	4а	2	1	8	борнит	Cu ₅ FeS ₄
1	2	7,8	6	4,6	-	гетит	FeOOH
1	2	8	8	1,4	-	манганит	
1	2	8а	2,6	1	-	вольфрамит	(Fe, Mn)WO ₄
1	2	8а	2	2,4	-	псиломелан	
1	3	2а	2	1	7	арсенопирит	Fe ₂ [AsS]
1	3	3а	3	1	7	пирит	FeS ₂
1	3	8	2	1,2	-	ильменит	FeTiO ₃
1	3	8*	6	2	-	хромит	Fe ²⁺ Cr ₃ ⁺² O ₄
1	3	4,8а	5	2,4	-	гематит	Fe ₂ O ₃
1	3	8а	2	1,2,3	4	магнетит	Fe ²⁺ Fe ³⁺ ₂ O ₄
2	1	1,2,4	1	1,3	1	гипс	CaSO ₄ x2H ₂ O
2	1	1,4,6	1	1	5	галит	NaCl
2	1	1	1	3	1	мусковит	KAl ₂ [Si ₃ AlO ₁₀](OH, F) ₂
2	1	1,2	1	4	2,6	мирабилит	Na ₂ S _{0,4} x10H ₂ O

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2,4	1	1,2,4	1	1	6	сильвин	KCl
2	1	3,5	1	2,3	9	талък	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$
2	1	4	1	3	-	лепидолит	
2	1	3,7	1	3	1	флогопит	
2	1	5	3	3	1	хлорит	
2	1	5	3	1	-	глауконит	
2	2	1	1	1	3	кальцит	$CaCO_3$
2	2	1,7	1	1	-	англезит	
2	2	2	1	1,2	-	ангидрит	$CaSO_4$
2	2	2,9	1	1	-	флюорит	CaF_2
2	2	2**	1	1,2	3а	магнезит	$MgCO_3$
2	2	2,5,6	1	1	-	апатит	$Ca_5(F, Cl)[PO_4]_3$
2	2	2	1	1,2	3а	доломит	$CaMg(CO_3)_2$
2	2	2,4	1	1,2	-	барит	$BaSO_4$
2	2	2,7	1	2,3	-	гидраргилит	
2	2	2	1	2,4	-	алунит	
2	2	3	6	2,4	-	ярозит	
2	2	4	1	1	-	родохрозит	
2	2	5	1	2,6	-	серпентин	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$
2	2	5	3	2,4	3	малахит	$CuCO_3 \cdot xCu(OH)_2 \cdot xFeCO_3$
2	2	6	4	2,4	3	азурит	
2	2	6	1	1	-	дистен	
2	2	3,7	6	1,2	3а	сидерит	$FeCO_3$
2	3	1	1	1	-	энстатит	$Mg_2[Si_2O_6]$
2	3	4	1	1	-	ортоклаз]	$K[AlSi_3O_8]$
2	3	2	1	1	7	плаггиоклаз	$(Na, Ca)[(Al, Si)_4O_8]$
2	3	2,3,8	1	1,7	2	кварц	SiO_2
2	2,3	2	1	1	-	нефелин	
2	3	5,8	1	1	-	оливин	$(Mg, Fe)_2[SiO_4]$
2	3	3,5	1	1,5	-	берилл	$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$
2	3	5	1	1	-	диопсид	$CaMg[Si_2O_6]$

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	5	3	1,6	-	эгирин	$\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
1	3	4	1	6,7	-	турмалин	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Li})_3(\text{Al}, \text{Fe})_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}];$ $[\text{BO}_3](\text{OH}, \text{F})_4$
2	3	7	1	1	-	гиперстен	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$
2	3	8	1	1	-	авгит	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$
2	3	8	1	1	7,8	лабрадор	
2	3	8	1	1,6	7	роговая обманка	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$
2	4	2,3,6	1	1,2	-	корунд	Al_2O_3
3	1	3	1	1,4	-	сера	$\text{S}_8 (\text{S})$
3	1	4	5	1,4	-	киноварь	HgS
3	2	2***	1	1	-	церуссит	
3	2	7,8	6	6	-	гетит	FeOOH
3	2	7,8	1,6	1	7	сфалерит	ZnS
3	3	4,7	1,6	1	-	рутил	
3	3	7	6	1	-	касситерит	
3	4	1	1	1,7	-	алмаз	C
4	1	1,4,6	1	1	5	галит	NaCl
4	1	1,4	1	1	-	карналлит	
4	1	3	1	1,4	-	сера	$\text{S}_8 (\text{S})$
4	2	5	1	2,6	-	серпентин	$\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
4	3	5,8	1	1	-	оливин	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$
4	3	2,4	1	1	-	нефелин	
4	3	4,5,7	1	1	-	гранаты	минералы с общей формулой: $\text{Me}^{2+}_3 \text{Me}^{3+}_2[\text{SiO}_4]_3$ где Me^{2+} - Fe, Mg, Ca, Mn Me^{3+} - Fe, Al, Cr
5	1	2	1	4	-	МОНТМОРИЛЛОНИТ	
5	1	2	1	2	9	каолинит	$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
5	1	5	3	3	1	хлорит	
5	1	5	3	1,4	-	глауконит	
5	1	7	6	2,4	-	лимонит	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
5	1,2	8	2	4	-	пирролюзит	MnO_2
5	2	2	1	1,2	3а	доломит	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
5	2	7	6	2,4	-	лимонит	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
5	2	8a	2	2	-	псиломелан	
5	3	4,8a	5	2,4	-	гематит	Fe_2O_3
5	3	8	2	4	-	пирролюзит	MnO_2
5	4	2,3,6	1	1,2	-	корунд	Al_2O_3

* - Встречается вместе с серпентином, образуя характерный, рябой рисунок минерального агрегата.

** - Белая с серыми пятнами.

*** - С серым, желтым или бурым оттенком.

Приложение В
(справочное)

Таблица В.1 - Определитель горных пород

1. Магматические горные породы					
Группы пород по структуре и происхождению	В породах преобладает светлая окраска (светло-, бело-серая, розовая до красной)		В породах чередуются светлые и темные минералы		Породы темно окрашенные (темно-серые, темно-зеленые, черные)
	Ортоклазовые породы (окраска полевых шпатов белая, розовая)		Плагиоклазовые породы (окраска полевых шпатов зеленоватая)		Породы без полевых шпатов
	с кварцем	без кварца	с кварцем	без кварца	
1	2	3	4	5	6
А. Породы полнокристаллические, средне- и крупнозернистые, отдельные зерна соприкасаются друг с другом – глубинные (интрузивные) породы	ГРАНИТ	СИЕНИТ	ГРАНОДИОРИТ	Темноцветных минералов 15-20% - ДИОРИТ; 40-50% - ГАББРО.	Порода состоит из одного минерала – оливина, темно-серая, черная; при выветривании покрывается бурой коркой – ДУНИТ. Порода среднезернистая темно-зеленая, темно-серая, черная, состоит из авгита (пироксена) - ПИРОКСЕНИТ. Порода подобна предыдущей, но содержит также оливин, придающий ей зеленоватый оттенок – ПЕРИДОТИТ.
Б 1. Породы полнокристаллические, мелкозернистые, с более крупными выделениями	ГАНИТОВЫЙ ПОРФИР	СИЕНИТОВЫЙ ПОРФИР	ГРАНОДИОРИТОВЫЙ ПОРФИР	ДИОРИТОВЫЙ ПОРФИРИТ, ГАББРОВЫЙ ПОРФИРИТ	Встречаются редко
Б 2. Породы мелкозернистые (сахаровидные)	АПЛИТ	-	-	-	-

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6
Б 3. Породы крупнозернистые, с крупными кристаллами полевого шпата и кварца – полуглубинные (жильные породы)	ПЕГМАТИТОВЫЙ ГРАНИТ (ПЕГМАТИТ)	-	-	-	-
В. Породы скрытокристаллические (плотные), иногда на общем фоне вкрапления полевого шпата или кварца - излившиеся (эффузивные) породы	Породы светлоокрашенные (светло-серые, беловато-серые, розовые, красные)		В породах чередуются светлые и темные минералы		Породы темноокрашенные (темно-серые, темно-зеленые, черные)
	с кварцем	без кварца			
	Светло-серая порода – ЛИПАРИТ (РИОЛИТ); красноватая, бурая порода – КВАРЦЕВЫЙ ПОРФИР	ТРАХИТ	На общем черном, темно-сером, темно-зеленом фоне отчетливые округлые вкрапления полевого шпата – ПОРФИРИТ; зеленоватая порода с удлинёнными или палочковидными вкраплениями полевого шпата – ДИАБАЗ.	Порода иногда темно-серая, почти черная, иногда вкрапления темноцветных минералов - БАЗАЛЬТ	
			Порода от серой до темно-серой, вкрапления как темноцветных, так и светлых минералов - АНДЕЗИТ		
Г. Породы стекловатые или обломочно-угловатые, пенообразные – вулканогенные породы	Стекловатые			Обломочно-угловатые, пенообразные	
	ОБСИДИАН			Вскипает с HCl – ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ТУФ Не вскипает с HCl, легкая – ПЕМЗА	

Продолжение таблицы В.1

2. Осадочные горные породы						
А. Породы неоднородные, состоят из сыпучих или сцементированных обломков минералов, пород или ископаемых остатков организмов различного размера.						
Обломочные осадочные породы						
Состоят из сыпучих или сцементированных обломков минералов и пород различного размера					Состоят из сцементированных остатков ископаемых организмов	
Размеры обломков, мм	Несцементированные		Сцементированные		Вскипают с HCl	Не вскипают с HCl
	окатанные	неокатанные	окатанные	неокатанные		
Более 100	ВАЛУНЫ	ГЛЫБЫ	ВАЛУННЫЙ КОНГЛОМЕРАТ	БРЕКЧИЯ	Порода состоит из сцементированных раковин моллюсков - РАКУШЕЧНЫЙ ИЗВЕСТНЯК	ОКАМЕНЕЛЫЙ ОРГАНОГЕННЫЙ ИЗВЕСТНЯК
от 10 до 100	ГАЛЬКА	ЩЕБЕНЬ	КОНГЛОМЕРАТ	БРЕКЧИЯ	Сильнопористая порода, состоит из перетертых обломков раковин – ДЕТРИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК	
от 2 до 10	ГРАВИЙ	ДРЕСВА	ГРАВЕЛИТ	БРЕКЧИЯ	Порода содержит раковинки простейших, напоминающие по форме рисовые зерна - ФУЗУЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК	
от 0,1 до 2	ПЕСОК		ПЕСЧАНИК		Порода содержит раковинки простейших, напоминающие по форме МОНЕТЫ - НУММУЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК	
менее 0,1	АЛЕВРИТ		АЛЕВРОЛИТ		Порода содержит трубочки кораллов - КОРАЛЛОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК	

Продолжение таблицы В.1

Б. Породы однородные, скрытокристаллические или зернисто-кристаллические				
Глинистые осадочные породы (в воде размокают)		Биогенные и хемогенные породы (в воде не размокают)		
Вскипают с HCl	Не вскипают с HCl	Вскипают с HCl	Не вскипают с HCl	
			растворяются в воде	не растворяются в воде
<p>Порода желтоватой, палевой окраски, пористая, содержит известковые конкреции – ЛЕСС (ЛЕССОВИДНЫЙ СУГЛИНОК)</p> <p>Окраска породы разнообразная, порода землистая, легко растирается между пальцами - ИЗВЕСКОВАЯ ГЛИНА</p>	<p>Размокают в воде: сильно – ГЛИНА, средне - СУГЛИНОК, слабо – СУПЕСЬ.</p>	<p>Чертятся ногтем</p> <p>Белая мучнистая порода, после вскипания с HCl на породе не остается грязного пятна – МЕЛ.</p> <p>Белая или светло-серая порода, после вскипания с HCl на породе остается грязное пятно - МЕЛОПОДОБНЫЙ МЕРГЕЛЬ.</p> <p>Серовато-желтая порода, с HCl вскипает слабо, прилипает к языку – ИЗВЕСТКОВАЯ ОПОКА, ИЗВЕСТНЯК, ОКОМЕНЕЛЫЙ МЕРГЕЛЬ</p> <p>Не чертятся ногтем, стекло не чертят</p> <p>Порода с гладким или раковистым изломом, черта от ножа или гвоздя на породе всегда белая, после вскипания с HCl на породе нет грязного пятна - ТОНКОЗЕРНИСТЫЙ ИЗВЕСТНЯК.</p> <p>Порода серая, темно-серая, бурая, с шероховатым изломом, после вскипания с HCl на ней остается грязное пятно – МЕРГЕЛЬ.</p>	<p>Порода на вкус солоноватая – КАМЕННАЯ СОЛЬ.</p> <p>Порода на вкус горьковатая – СИЛЬВИНИТ.</p> <p>Порода легко чертится ногтем, расщепляется на отдельные пластинки и осколки – ГИПС.</p>	<p>Чертятся ногтем</p> <p>Белая, жирная на ощуп порода – КАОЛИН.</p> <p>Порода беловатой с различными оттенками окраски, похожая на мел или огнеупорную глину, прилипает к языку, пачкает руки - ТРЕПЕЛ или ДИАТОМИТ (различается только микроскопически)</p> <p>Не чертятся ногтем, стекло не чертят</p> <p>Светловато-желтая порода, прилипает к языку, при ударе колетса со звенящим звуком на остроугольные обломки – ОПОКА.</p> <p>Порода в порошке реагирует с HCl, окраска сероватая, белая, желтоватая, излом шероховатый – ДОЛОМИТ.</p> <p>Окраска бурая, красноватая и нередко на общем фоне разбросаны округлые более темные пятна – БОКСИТ.</p> <p>Округлые желбаки различного размера, окраска темно-серая, черная – ФОСФОРИТ.</p> <p>Порода черная, иногда блестящая, черта черная – КАМЕННЫЙ УГОЛЬ.</p> <p>Порода темной окраски, тонкопластинчатая, листоватая - АРГИЛИТ</p>
		<p>Комковатая пористая порода, полосчатая от чередования слоев различной окраски - ИЗВЕСТКОВЫЙ ТУФ</p>	<p>Не чертятся ногтем</p> <p>голубоватая, серая - АНГИДРИТ</p>	<p>Чертит стекло</p> <p>Окраска различна: от белой до черной, излом раковистый, просвечивается в тонких слоях – КРЕМЕНИЙ</p> <p>яркая пестрая окраска - ЯШМА</p>

Продолжение таблицы В.1

3. Метаморфические горные породы			
Породы сланцеватые или сланцевато-зернистые, листоватые или чешуйчатые		Породы плотные или мелкозернистые, почти однородные	
Зернисто-кристаллические, сланцевые	Тонколистоватые или чешуйчатые	Вскипают с HCl	Не вскипают с HCl
<p>Порода пестрая, чередуются светлые и темные минералы – ГНЕЙС. Порода темно-зеленая до черной, сланцеватость не всегда выражена, состоит из амфиболов – АМФИБОЛИТ.</p>	<p>Чертятся ногтем Жирная на ощупь, светло-зеленая - ТАЛЬКОВЫЙ СЛАНЕЦ. Нежирная на ощупь, темно-зеленая - ХЛОРИТОВЫЙ СЛАНЕЦ. Не чертятся ногтем Темно-серая, с серебристым отливом на плоскостях спайности – ФИЛЛИТ (КРОВЕЛЬНЫЙ СЛАНЕЦ). Порода светло-серая, желтовато-серая, содержит в изобилии листочки слюды - СЛЮДЯНОЙ СЛАНЕЦ. Черная с игольчатыми кристаллами - АМФИБОЛОВЫЙ СЛАНЕЦ</p>	<p>Светлая, зернисто-кристаллическая, режетемная, вскипает интенсивно – МРАМОР. Плотная с оттенком зеленого или черного цвета, вскипает местами – СКАРН.</p>	<p>Светлая, массивная, мелкозернистая, почти плотная порода – КВАРЦИТ. Плотная, скрытокристаллическая, сероватая, излом раковистый – РОГОВИК. Порода черная, сильно пачкает руки - ГРАФИТ. Порода черная, рук не пачкает, с радужным переливом и сильным блеском – АНТРОЦИТ. Порода тонкозернистая, белой или светло-серой окраски, в составе преобладает кварц или слюда – ГРЕЙЗЕН.</p>