



С.А. Чудинов
М.В. Валл

МИНЕРАЛЫ

Екатеринбург
2013

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

С.А. Чудинов

М.В. Валл

МИНЕРАЛЫ

Методические указания к выполнению практических
и лабораторных работ по инженерной геологии
для студентов очной и заочной форм обучения специальности
270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
направления 270100 «Строительство»

Екатеринбург
2013

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛИФ.
Протокол № 1 от 13 сентября 2012 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры транспорта
и дорожного строительства Н.А. Гриневич

Редактор Е.Л. Михайлова
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 28.03.13		Поз. 1
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,79	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел У.
Отдел оперативной полиграфии УГ.

I. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Минерал – это природное тело, обладающее определенным химическим составом, совокупностью ряда морфологических (внешних) признаков и физических свойств. Возникает в результате разнообразных физико-химических процессов, проходящих внутри земной коры и на ее поверхности.

Большинство природных минералов являются кристаллическими твердыми телами, некоторые находятся в аморфном состоянии. Очень небольшое число минералов встречается в природе в жидком состоянии (ртуть, вода) или газообразном (сероводород, углекислый газ). В виде самостоятельных обособлений минералы встречается редко, обычно они образуют горные породы.

Минералы, из которых состоит основная масса горных пород, называются породообразующими. По происхождению они могут быть первичными и вторичными. Первичные минералы образовались из магмы. Главнейшими породообразующими являются вторичные минералы: группа глинистых минералов, лимонит, кальцит, магнезит, гипс и некоторые другие. Эти минералы образуют главную массу почвообразующих пород и твердой фазы почвы, обуславливая главнейшие физико-механические и химические свойства почв.

Каждый минерал имеет определенные морфологические признаки и физические свойства, которые определяются условиями образования, химическим составом и кристаллическим строением. Совокупность этих признаков и свойств позволяет определить минерал любого класса.

Морфологическими признаками являются: внешний вид минерала и форма нахождения в природе.

К физическим свойствам относятся: цвет минерала и цвет черты, прозрачность, блеск, двойное лучепреломление, твердость, спаянность, излом, удельный вес, а для отдельных минералов – магнитность, вкус, вскипание от кислоты и др.

Следует помнить, что некоторые признаки и свойства являются постоянными для минерала, другие могут меняться. Например, твердость – это постоянный признак для многих минералов, тогда как окраска, блеск и др. могут меняться. Поэтому нельзя ограничиваться определением одного признака или свойства минерала, надо изучить в каждом случае всю совокупность морфологических признаков и физических свойств.

Для изучения морфологических признаков и физических свойств необходимо иметь фарфоровую неглазурованную пластинку, шкалу твердости, раствор соляной кислоты, магнитную стрелку.

1.1. Внешний вид минералов

Различают несколько типов минералов по внешнему облику.

Зернистые минералы. Их масса состоит из мелких (приблизительно одного размера) кристаллов, одинаково развитых по трем направлениям. Примеры: кальцит, пирит.

Игольчатые, призматические или шестоватые минералы, кристаллы которых резко вытянуты в одном направлении. Такой облик характерен для роговой обманки и др. Разновидностью этого типа являются волокнистые минералы, кристаллы которых вытянуты по одной оси настолько, что напоминают растительные волокна (асбест).

Пластинчатые, листоватые или чешуйчатые минералы. Масса этих минералов состоит из кристаллов, укороченных по одной оси, как бы сплюснутых в одном направлении – мусковит, тальк, хлорит и др.

Все минералы вышеуказанных трех типов имеют хорошо выраженное строение, легко распознаваемое невооруженным глазом.

Плотные, или скрытокристаллические, минералы состоят из очень мелких кристаллов, видимых только под микроскопом. Внешне они представляют собой однородную массу с гладкой на ощупь поверхностью – лимонит, халцедон и др.

Оолитовые минералы представляют собой тела, которые состоят из плотно упакованных шариков. В разрезе шарики имеют скорлуповато-концентрические строения, могут находиться в рыхлом состоянии – арагонит, опал, боксит.

Внешний вид минерала не является его основным признаком, одни и те же минералы в зависимости от условий их образования могут иметь различный облик. Так, например, гипс может быть шестоватым и зернистым, апатит бывает зернистым и скрытокристаллическим и т. д.

1.2. Формы нахождения минералов в природе

Минералы встречаются в природе в различных формах.

Единичные кристаллы (куб, призма, пирамида и т. д.) могут иметь различные размеры – от одного-двух миллиметров до двух метров. В такой форме встречаются алмаз, кварц, пирит и др.

Двойники и тройники представляют взаимное срастание хорошо оформленных двух-трех кристаллов минералов. Очень часто двойники и тройники образуют гипс, галит, ортоклаз, горный хрусталь.

Сростки множества кристаллов, хорошо различимых простым глазом, дают несколько разновидностей внешних форм. Различают:

1) щётки – большое количество хорошо выраженных кристаллов, более или менее одинаковых по высоте, выросших на плоскую поверхность – кварц, горный хрусталь, галит, ортоклаз;

2) друзы – группы кристаллов, разных по высоте и ориентации, выросших на выпуклую или плоскую поверхность, – кварц, горный хрусталь кальцит, гипс, турмалин, магнетит;

3) жеоды – группы кристаллов, нарастающих на стенки пустот, постепенно заполняя их от периферии к центру, – сера, кварц, гипс, амethyst;

4) конкреции – сростки множества кристаллов шарообразной формы, которые при раскалывании обнаруживают радиально-лучистое строение – фосфорит, гипс.

Кристаллические массы – скопления кристаллических зёрен разнообразной формы. Пример – магнезит, доломит, оливин, кварц, магнетит.

Скрытокристаллические массы характеризуются тем, что зёрна кристалла можно различить только в микроскоп. Пример – лимонит, халцедон.

Землистые представляют порошковидную рыхлую массу, легко ратируются между пальцами, пример – каолин.

Натечные формы характерны для аморфных минералов и являются плотными массами, которые обычно выпадают из раствора, – опал. Часто они имеют причудливые очертания:

1) бугорчатые (лимонит);

2) почковидные (малахит);

3) сталактитовые и сталагмитовые (сосулькообразные) – кальцит.

Вкрапление в породу представляет собой единичные кристаллы минерала, включенные в какую-либо горную породу. Например вкрапление пирита в глине, вкрапление серы в известняке и т.п.

Формы нахождения минералов в природе зависят от условий их образования, поэтому один и тот же минерал может существовать в разных формах. Например пирит – в виде конкреций, единичных кристаллов, зернистых форм и вкраплений в породу. Кварц дает кристаллические плотные массы, единичные кристаллы, сростки кристаллов, образования в форме жил. Форма нахождения минералов показана на рис. 1.

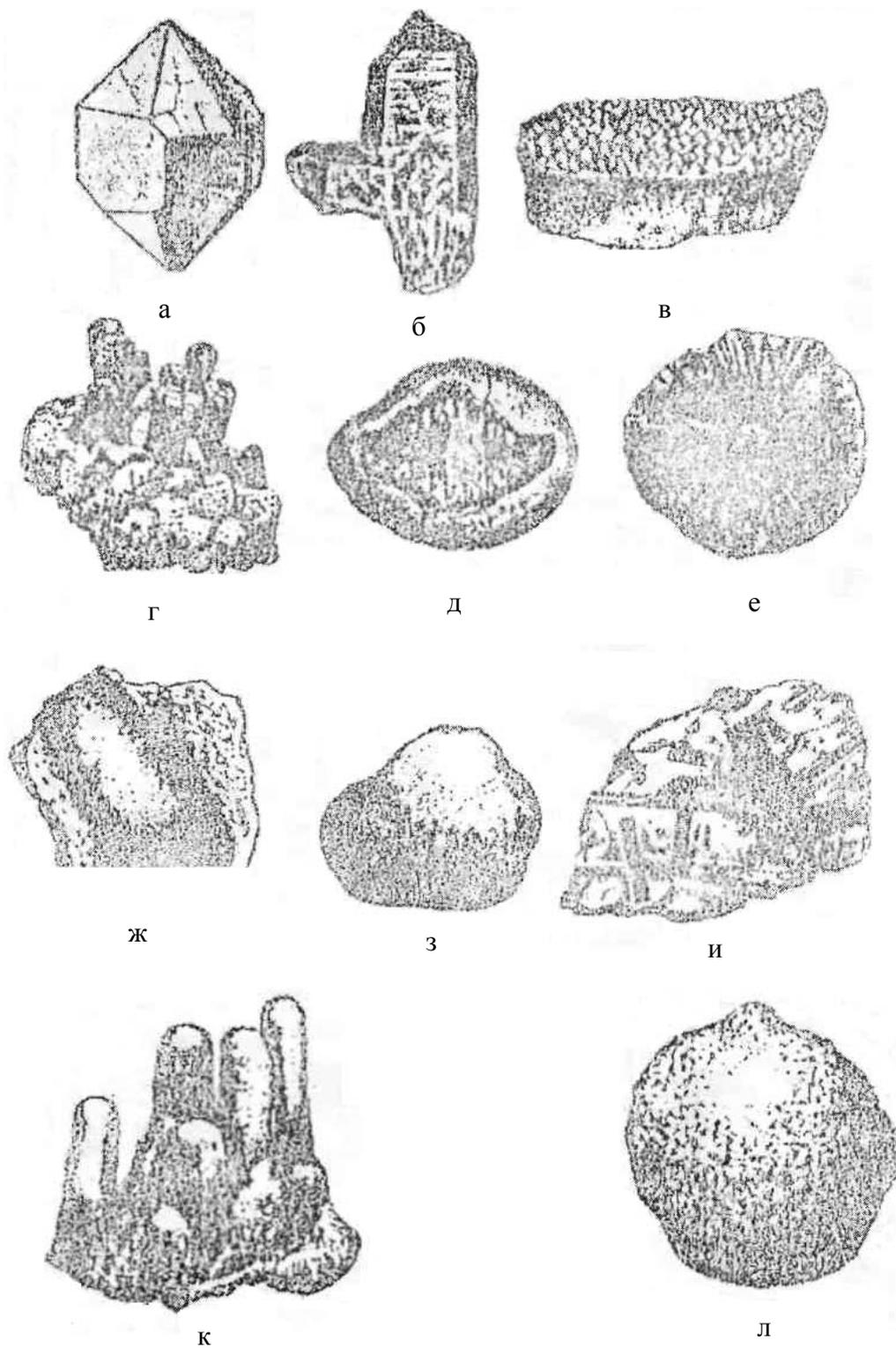


Рис. 1. Формы нахождения минералов в природе:
а – единичный кристалл (кварц); б – двойной кристалл (горный хрусталь); в – друзы (турмалин); г – жеоды (аметист); д – конкреции (фосфорит); е – скрытокристаллические массы (халцедон); ж – землистые (каолин); з – бугорчатые (лимонит); и – почковидные (малахит); к – сталактитовые (кальцит); л – вкрапление в породе (пирит в глине)

1.3. Физические свойства минералов

Цвет минерала в куске. Цвета минералов разнообразны. Они зависят от химического состава и структуры кристаллов, от механических и химических примесей, которые могут сильно изменять окраску, не изменяя других свойств. Этим объясняется и то, что один и тот же минерал может иметь различную окраску. Например, известен корунд белого, желтого, зеленого, синего, коричневого и красного цветов. Вместе с тем два разных минерала могут иметь одинаковую окраску (розовый гипс и розовый галит). Есть бесцветные минералы: алмаз, кальцит, гипс. Некоторые минералы обладают способностью менять цвет в зависимости от условий освещенности. Это свойство называется дихромизмом. Таким образом, цвет минералов в большинстве случаев не является постоянным признаком, но для некоторых минералов это весьма постоянное свойство. Так, малахит всегда имеет зеленый цвет, сера – соломенно-желтый, киноварь – ярко-красный или малиновый цвет и т.д. В этом случае диагностическим признаком минерала является цвет. По цвету минералы делятся на шесть групп:

- 1) белый, сероватый или бесцветный;
- 2) желтый, бурый, коричневый, розовый, красный;
- 3) зеленый;
- 4) голубой, синий, фиолетовый;
- 5) темно-серый, черный;
- 6) окраска пестрая, многоцветная.

Цвет черты минерала (цвет порошка). Многие минералы в куске имеют один цвет, а в порошке другой. Цвет порошка определяют по черте минерала на поверхности фарфоровой пластинки. Например, пирит в куске имеет латунно-желтый цвет, а в порошке – черный с зеленоватым оттенком. У многих минералов независимо от внешней окраски сохраняется определенный цвет черты, или порошка. Так, например, бурый железняк независимо от окраски в куске имеет всегда желтый или коричнево-бурый цвет черты. У некоторых минералов цвет в куске и в порошке совпадает (киноварь, боксит и др.). В ряде случаев цвет черты является очень характерным признаком для определения минерала, поэтому на него всегда необходимо обращать внимание.

Следует учитывать, что минералы, у которых твердость выше, чем у фарфоровой пластинки, черты не дают, они царапают пластинку.

По цвету черты все минералы делятся на пять групп:

- 1) черта белая или совсем отсутствует;
- 2) черта желтая, оранжевая, бурая или красная;
- 3) черта зеленая;
- 4) черта голубая, синяя или фиолетовая;
- 5) черта серая до черной.

Для получения цвета черты необходимо иметь шероховатую фарфоровую пластинку (называется бисквитом). На пластинке проводят черту минералом. Если под руками нет фарфоровой пластинки, можно минерал поскоблить ножом, получить тонкий порошок, который надо размазать на белой бумаге. Цвет черты и цвет порошка совпадают.

Прозрачность минерала связана со степенью поглощения (или пропускания) светового луча. По этому свойству различают минералы:

1) прозрачные – практически не поглощающие световой луч, т.е. пропускающие свет подобно обычному стеклу (горный хрусталь, кальцит, галит);

2) полупрозрачные – частично поглощающие световой луч; они прозрачны в очень тонких пластинках (халцедон, опал);

3) просвечивающие – в значительной степени поглощающие световой луч, они прозрачны лишь в тонких краях (полевой шпат);

4) непрозрачные – поглощающие полностью световой луч (магнетит, пирит и др.).

Для определения прозрачности минерал подносят к свету. Через прозрачные минералы можно легко различить напечатанный и написанный текст; через полупрозрачные минералы виден только свет, а текст различить нельзя; у просвечивающих минералов свет проникает только через тонкие края; минералы непрозрачные не пропускают свет совершенно.

Блеск минерала. Блеском называется способность поверхности минерала в различной степени отражать свет. Принято все минералы по блеску делить на три группы (приложение).

I. Минералы с металлическим блеском, поверхность которых в определенном свете напоминает блеск свежеработанной поверхности металла. Как правило, такой блеск наблюдается у минералов, являющихся рудами металлов (пирит, магнетит, красный железняк и др.). К этой же группе относятся минералы, обладающие металлоидным или полуметаллическим блеском, напоминающим блеск окисленной поверхности металла, он близок по своему характеру к предыдущему, но менее яркий, блеск потускневшей поверхности металла (графит, роговая обманка и др.).

II. Минералы с полуметаллическим блеском.

III. Минералы с неметаллическим блеском. Здесь различают следующие виды блеска:

алмазный – чрезвычайно яркий, искрящийся, напоминающий «искру» алмаза; характерен для алмаза, цинковой обманки, свинцового блеска;

стеклянный – напоминающий блеск поверхности стекла; наблюдается у большого числа минералов (галит, кальцит, горный хрусталь и др.);

шелковистый – подобен блеску шелковых нитей; характерен для минералов, состоящих из вытянутых в одном направлении кристаллов (асбест, отдельные разновидности гипса);

перламутровый – меняющий свою интенсивность на отдельных участках поверхности при изменении угла между источниками освещения и поверхностью минерала, образуя радужные переливы (слюда, тальк);

жирный – поверхность минерала кажется как бы смазанной тонкой пленкой жира или парафина. Встречается у серы, нефелина и др.;

восковой – подобен жирному, но более слабый. Пример – халцедон;

матовый – поверхность минерала не блестит. Это характерно для боксита, каолина, магнезита и др.

Двойное лучепреломление. Это свойство является отличительным и специфическим для исландского шпата (кальцит). Его легко обнаружить, просматривая какой-либо текст через кристалл: сквозь кристалл видно удвоение надписи.

Твердость минерала. Под твердостью минерала понимают сопротивление минерала царапанию острием другого определенного стандартного минерала. Твердость для одного и того же минерала довольно постоянна, поэтому это очень важный диагностический признак. Твердость в абсолютных единицах определяется редко, так как для этого нужны специальные приборы.

Для практических целей принято определять твердость минералов в условных единицах по шкале Мооса, которая состоит из десяти минералов, подобранных по возрастающей твердости. Каждому условно придается определенное число единиц твердости.

Надо помнить, что порядковый номер минерала шкалы Мооса не означает, во сколько раз один минерал тверже другого. Например, твердость алмаза – 10, кварца – 7, а талька – 1, но кварц тверже талька в 3500 раз, а алмаз тверже кварца в 1150 раз.

Для определения твердости на испытуемом минерале выбирают чистые участки, лучше свежие поверхности изломов, не измененные процессами выветривания. Затем царапают испытуемый минерал острием минерала шкалы Мооса. Обычно начинают царапать самым мягким минералом и постепенно берут последующие минералы шкалы Мооса в порядке возрастания твердости. Если минерал шкалы Мооса мягче испытуемого минерала, то он оставляет не царапину, а черту. Черту надо обязательно стереть, прежде чем производить царапину следующим минералом. Добиваются такого момента, когда минерал шкалы Мооса дает ясную царапину на поверхности испытуемого минерала. Затем проверяют, дает ли испытуемый минерал царапину на этом минерале шкалы Мооса. Если они взаимно царапают друг друга, то твердость испытуемого минерала соответствует твердости минерала шкалы.

Например, испытуемый минерал царапает кварц и сам царапается кварцем. Следовательно, у испытуемого минерала твердость равна твердости кварца, т.е. 7. Если испытуемый минерал царапается кварцем, а сам на нем не дает царапину, следовательно, у него твердость ниже кварца. Она будет равна шести с половиной.

Шкала твердости Мооса

Наименование минерала	Условное число единиц твердости
Тальк	1
Гипс	2
Кальцит	3
Флюорит (плавиковый шпат)	4
Апатит	5
Ортоклаз	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

Если шкалы Мооса нет, можно определить твердость минерала приблизительно по следующей шкале:

твердость графита	1
твердость ногтя	2,5
твердость бронзовой монеты	4
твердость стекла	5
твердость стального ножа	6

При определении единицы твердости следует определить группу твердости. По твердости минералы делятся на четыре группы:

- 1) мягкие (твердость 1–2) – ноготь оставляет царапину на минерале;
- 2) средней твердости (твердость 3–4) – ноготь не оставляет царапины на минерале, минерал не оставляет царапины на стекле;
- 3) твердые (твердость 5–7) – минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапин на горном хрустале;
- 4) очень твердые (выше 7) – минерал оставляет царапину на горном хрустале.

Спайность минерала. Под спайностью подразумевают способность минерала при ударе раскалываться на правильные отдельности, ограниченные равными плоскостями (галит, кальцит), или же разделяться на тонкие листочки, пластинки, волокна (слюда, асбест). Спайностью обладают кристаллические минералы, так как это свойство связано со строением кристаллической решетки и проявляется в направлениях наименьшей силы сцепления между отдельными атомами. Для многих минералов это важный диагностический признак.

Различают следующие виды спайности:

1) весьма совершенная, когда минералы очень легко (пальцами) расщепляются на отдельные пластинки, ограниченные гладкими блестящими поверхностями, – типичным минералом с весьма совершенной спайностью является слюда;

2) совершенная спайность, когда при слабом ударе минерал раскалывается на куски, ограниченные плоскостями, поверхность которых на отдельных участках может быть неровной – кальцит, галит;

3) средняя спайность, когда минерал при раскалывании образует куски, ограниченные как плоскостями спайности, так и неровными поверхностями, причем соотношение между их количеством является случайным, незакономерным – ортоклаз;

4) несовершенная спайность, когда минералы при ударе раскалываются на куски случайной формы, ограниченные неровными поверхностями, а спайность на границе раскола обнаруживается лишь в виде небольших участков ровной поверхности – апатит, халькопирит, гематит.

Свойство спайности может появляться в одном (слюда), двух (полевой шпат), трех (кальцит) направлениях. Причем нередко бывает так, что степень спайности в разных направлениях оказывается различной (полевые шпаты).

Для определения спайности сначала легким усилием пробуют расщепить минерал на пластинки. Если это удастся, то по линии раскола можно наблюдать блестящие глянцеватые плоскости спайности, т. е. весьма совершенную спайность. Если не удастся расщепить минерал, производят слабый удар молотком. От слабого удара минерал может рассыпаться на пластинки с хорошо оформленными поверхностями раскола в виде геометрически правильных блестящих плоскостей (совершенная спайность). Если от слабого удара минерал не рассыпается, ударяют сильнее. В этом случае при расколе могут образовываться как плоскости спайности, так и поверхности неправильного излома (средняя спайность). В обоих случаях следует отметить, в скольких направлениях выражена спайность. Если при расколе образуются поверхности более или менее правильного излома, то говорят о несовершенной спайности.

Все результаты определения необходимо записать в тетрадь.

Излом различают у минералов, которые не обладают свойством спайности и поэтому не дают плоских поверхностей при раскалывании. Нередко характер излома является постоянным признаком для минерала. Различают несколько видов излома.

Зернистый – на поверхности излома хорошо видны отдельные кристаллы, из которых состоит минерал. Этот вид излома характерен для зернистых форм минералов – оливин, магнетит, апатит и т.д.

Землистый – поверхность излома матовая, шероховатая, как бы покрытая пылью. Характерен для землистых форм минералов (каолинит, лимонит и др.).

Раковистый – при откалывании образуются выпуклые или вогнутые поверхности с концентрически расположенными на них волнами – горный хрусталь, халцедон.

Занозистый – излом напоминает поверхность неоструганной доски. Этот вид излома чаще всего встречается у волокнистых минералов и создается краями сломанных кристаллов.

Крючковатый – поверхность излома имеет мелкие крючки – кремень, самородная медь.

Неровный – характерен для агрегатов минералов, которые встречаются в природе в форме сплошных плотнокристаллических масс и, раскалываясь, образуют неровную поверхность – кварц.

Удельный вес минерала колеблется от 0,8 до 21. Большая часть нерудных минералов имеет удельный вес 2–4; удельный вес рудных минералов выше 5,5. Все минералы по удельному весу делятся на три группы:

1) минералы легкой группы с удельным весом до 2,5 (сера, гипс, галит и др.);

2) минералы средней группы с удельным весом от 2,5 до 4,0 (кальцит, доломит, кварц, полевые шпаты, слюда и др.);

3) минералы тяжелой группы с удельным весом более 4,0 (гематит, магнетит, барит, серебряные и свинцовые руды, золото, платина, серебро, медь).

Точное определение удельного веса производится в лабораторных условиях. Для практических целей, взвешивая минерал на руке, при некотором навыке можно приблизительно определить его удельный вес, относя к легкой, средней или тяжелой группе.

Магнитность – это свойство минерала притягивать или отклонять магнитную стрелку. Магнитными свойствами обладают немногие минералы, содержащие железо, например магнетит. Это свойство легко обнаруживается по магнитной стрелке компаса или специальной магнитной стрелкой.

Побежалость характерна для некоторых минералов. Проявляется она в наличии тонкой пестроокрашенной или радужной (синей, красноватой, фиолетовой) пленки на поверхности минерала. Цвет побежалости всегда отличается от цвета минерала. Особенно ясно побежалость наблюдается у железного блеска халькопирита. Пестроокрашенная пленка хорошо выделяется на поверхности минерала, но цвет самого минерала при наличии побежалости необходимо определять на свежем изломе.

Вкус – некоторые растворимые в воде минералы вызывают различные вкусовые ощущения. Особенно важно это свойство для минералов класса галоидов и многих солей кислородосодержащих кислот. По вкусу минералы бывают соленые (галит), горько-соленые (сильвин), горькие (карниллит), вяжущие (медный купорос), жгучие (селитра), щелочные (сода). Испытание на вкус нужно производить очень осторожно и только

после разрешения преподавателя, так как встречаются ядовитые минералы (содержащие мышьяк).

Вскипание от кислоты характерно для минералов группы карбонатов. Наблюдается вскипание при действии разбавленного раствора кислот вследствие реакции разложения, сопровождающейся выделением углекислого газа с «шипением» или вскипанием. При этом некоторые углекислые минералы разлагаются холодной кислотой в куске (кальцит), другие нужно измельчить в порошок (доломит), третьи реагируют только с горячим раствором соляной кислоты (магнезит). Для определения вскипания необходимо из капельницы нанести несколько капель 5 %-ного раствора HCl на свежую поверхность минерала.

II. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ (ПО В.Г. МУЗАФАРОВУ)

Блеск металлический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапины на минерале)
2. Средней твёрдости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле)

Черта серебряно-белая

Черта желтая, бурая, красная

Черта серая до черной

3. Твердый (оставляет царапину на стекле)

Черта желтая, бурая, красная

Цвет темно-серый, черный

Блеск неметаллический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале)

Горит или легко плавится

Не горит

Черта белая или черты не дает

Легко растворяется в воде

В воде не растворяется или растворяется плохо

Черта желтая, оранжевая, бурая, красная

Черта зеленая

Черта голубая, синяя

Черта серая до черной

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле)

Горит или легко плавится

Не горит

Черта белая или черты не дает

Легко растворяется в воде

В воде не растворяется или растворяется плохо

Черта желтая, оранжевая, бурая, красная

Черта зеленая

Черта голубая, фиолетовая

Черта серая до черной

3. Твердый (оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале)

Цвет белый, сероватый или минерал бесцветный

Цвет желтый, розовый, бурый, красный

Цвет зеленый

Цвет голубой, синий, фиолетовый

Цвет темно-серый, черный

Окраска минерала пестрая, многоцветная,

4. Очень твердый (оставляет царапину на горном хрустале)

Цвет белый или минерал бесцветный

Цвет бурый, коричневый, розовый, красный

Цвет голубой, синий

Цвет черный

Окраска минерала многоцветная

Блеск металлический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале).

ГРАФИТ. Цвет стально-серый, желеино-черный. Растирается в черную пыль. Жилен на ощупь. Черта черная. Спайность совершенная.

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале, минерал не царапает стекло).

СЕРЕБРО. Цвет серябристо-белый, часто с серым или черным налетом. Тяжелое. Черта серебряно-белая. Спайность отсутствует. Встречается в рудных жилах.

ПЛАТИНА. Цвет серебряно-белый, стально-серый. Тяжелая. Спайность отсутствует. Встречается в виде мягкой мелкой вкрапленности в темноокрашенных магматических породах и в россыпях. Черта желтая, бурая, красная.

ЗОЛОТО. Цвет золотисто-желтый. Черта золотисто-желтая, металлически блестящая. Тяжелое. Вкрапления в кварце, дендриты, волосовидные формы; также листочки, чешуйки, зерна и крупные самородки в россыпях; редко кристаллы.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Цвет бурый, черный. Черта ржаво-бурая. Сплошной плотный, натечный; также сталактиты, конкреции, жеоды. Спаянность отсутствует.

МАГНЕТИТ. Цвет желеино-черный, темный стально-серый. Черта красновато-бурая. Призматические или игольчатые наросты кристаллы, также натечные плотные массы. Сингония ромбическая.

ИЛЬМЕНИТ (титанистый железняк). Цвет железно-черный, темно-бурый. Черта бурая. Спайность отсутствует. Толстотаблитчатые вросшие и выросшие кристаллы, друзы, сплошные плотные массы, вкрапления. Сингония гексагональная. Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют. Черта серая до черной

ГАЛЕНИТ (свинцовый блеск). Цвет свинцово-серый. Тяжелый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням куба. Сплошные зернистые (таблитчатые) массы, вкрапления или кристаллы (кубы, октаэдры, пентагональные додекаэдры). Сингония кубическая. При ударе распадается на мелкие кубики и образует ступенчатые уступы. Спутник – сфалерит (бурого цвета).

ХАЛЬКОПИРИТ (медный колчедан). Цвет латунно-желтый, часто покрыт радужной или синей побежалостью. Зернистый. Спайность отсутствует.

ИЛЬМЕНИТ (титанистый железняк). Цвет железно-черный, темно-бурый. Спайность отсутствует. Толстотаблитчатые вросшие и выросшие кристаллы, друзы, сплошные плотные массы, вкрапления. Сингония гексагональная. Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

СФАЛЕРИТ (цинковая обманка). Цвет темно-серый до черного. Спайность совершенная в шести направлениях по граням ромбического додекаэдра. Сплошные зернистые массы, вкрапления или кристаллы. Сингония кубическая. Спутник – галенит (свинцово-серого цвета).

3. Твердый (оставляет царапину на стекле).

Цвет желтый, бурый, красный.

ПИРИТ (серый или железный колчедан). Цвет светлый латунно-желтый. Черта черная со слабым зеленоватым оттенком. Сплошные зернистые и плотные массы, вкрапления или отдельные кристаллы. Сингония кубическая. Спайность отсутствует.

МАРКАЗИТ (лучистый колчедан). Цвет светлый латунно-желтый. Черта черная с зеленоватым оттенком. Шаровидные конкреции, имеющие радиально-лучистое строение внутри.

ВОЛЬФРАМИТ. Цвет бурый. Черта бурая, почти черная. Тяжелый. Спайность совершенная в одном направлении. Крупные таблитчатые кристаллы или вытянутые призмы в кварце; также россыпи. Сингония моноклинная.

ИЛЬМЕНИТ (титанистый железняк). Цвет темно-бурый. Черта бурая, черная. Спайность отсутствует. Толстотаблитчатые вросшие и выросшие кристаллы, друзы, плотные массы, вкрапления. Сингония гексагональная. Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

Цвет темно-серый, черный.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Цвет черный. Черта ржаво-бурая. Сплошной плотный, натечный; также сталактиты, конкреции, жеоды.

ИЛЬМЕНИТ (титанистый железняк). Цвет железно-черный. Черта черная, бурая. Спайность отсутствует. Толстотаблитчатые вросшие и выросшие кристаллы, друзы, сплошные плотные максы, вкрапления. Сингония гексагональная. Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

ГЕМАТИТ (красный железняк). Цвет железно-черный. Черта вишнево-красная. Сплошные натечные плотные массы. Спайность отсутствует.

ЖЕЛЕЗНЫЙ БЛЕСК (гематит). Цвет железно-черный. Черта вишнево-красная. Кристаллы.

ЖЕЛЕЗНАЯ СЛЮДКА (гематит). Цвет железно-черный, темный стально-серый.

Черта вишнево-красная. Листовая, чешуйчатая.

МАГНЕТИТ (магнитный железняк). Цвет железно-черный. Черта черная. Магнитный. Сплошные зернистые и плотные, рыхлые (магнитный песок) массы или отдельные вросшие и выросшие кристаллы в виде октаэдров; также вкрапления и россыпи, сингония кубическая. Спайность отсутствует.

ПОИЛОМЕТАН. Цвет железно-черный, темный, стально-серый. Черта коричнево-черная. Натечный, почковидный, гроздевидный. Встречается среди осадочных пород.

ХРОМИТ (хромистый железняк). Цвет железно-черный. Черта бурая. Сплошные зернистые до плотной массы вкрапления. Обычно встречается в темноокрашенных магматических породах или в серпентинитах (змеевиках). Спайность отсутствует.

ВОЛЬФРАМИТ. Цвет буровато-черный, черный. Порошок черный, тяжелый. Спайность совершенная, кристаллы вытянутые.

Блеск неметаллический

1. Мягкий (ноготь оставляет царапину на минерале).

Горит или легко плавится.

СЕРА. Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, черный. Загорается от спички и горит голубым пламенем, выделяя резкий удушливый запах. Спайность отсутствует.

ЯНТАРЬ (сукцинит). Цвет медово-желтый, восково-желтый, бурый, красно-бурый, черный, белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах. Спайность отсутствует.

ОЗЕКЕРИТ (горный воск). Цвет зеленоватый, бурый, черно-бурый. Напоминает воск или мазь. Жирен на ощупь. От спички легко плавится. Спайность отсутствует.

АСФАЛЬТ (горная смола). Цвет буровато-черный. Смолоподобная масса. Липкий. От пламени свечи легко плавится и горит светящимся коптящим пламенем. Имеет запах нефти. Спайность отсутствует.

ТОРФ. Матовый. Цвет бурый, желтый. Состоит из измененных растительных остатков. В сухом состоянии загорается от спички.

БУРЫЙ УГОЛЬ. Матовый. Цвет бурый, черный. Черта черная. Сплошной плотный или землистый. Горит. Спайность отсутствует.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ (сапропелевый). Цвет темно-коричневый. Черта темно-бурая. Горит. Спайность отсутствует.

АНТРАЦИТ. Цвет черный. Черта черная. Блестящий. Хрупкий. Горит. Спайность отсутствует.

Не горит.

Черта белая.

Легко растворяется в воде.

СИЛЬВИН. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. У кристаллического сильвина наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням куба.

КАРНАЛИТ. Цвет красный, желтоватый, реже белый или минерал бесцветный. Вкус горький. Легко расплавляется на влажном воздухе. Спайность отсутствует.

В воде не растворяется или растворяется плохо.

МУСКОВИТ (слюда). Бесцветный, белый. Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа легко отделяются пластинки). Листочки упруго-гибкие. Спайность весьма совершенная.

ХЛОРИТ. Цвет травяно-зеленый. Чешуйчатый. Спайность весьма совершенная.

ФУКСИТ (слюда). Цвет изумрудно-зеленый. Чешуйчатый. Спайность весьма совершенная.

ВЕРМИКУЛИТ. Бронзово-желтый, золотисто-желтый, бурый, иногда наблюдается зеленоватый оттенок. Листоватый, напоминает слюду. При нагревании над пламенем вздувается и расщепляется. Спайность весьма совершенная.

ФЛОРОПИТ (слюда). Цвет бурый. Листоватый, чешуйчатый. Спайность весьма совершенная.

ЛЕПИДОЛИТ (слюда). Цвет бледно-фиолетовый, розовый. Листоватый, чешуйчатый. Спайность весьма совершенная.

ВИОТИТ (слюда). Цвет черный. Листоватый, чешуйчатый. Спайность весьма совершенная.

ТАЛЬК. Жирен на ощупь. Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-серый, желтовато-белый, белый. Листоватый, чешуйчатый, плотный, зернистый. Листочки гибкие, но неупругие. Легко составляют белую черту на бисквите. Спайность отсутствует.

ПИРОФИЛЛИТ. Жирен на ощупь. Цвет зеленоватый, белый, желтоватый. Напоминает тальк. Звездчатый, лучистолистоватый. Спайность совершенная.

КАОЛИНИТ (каолин). Жирен на ощупь. Цвет белый, серовато-белый, желтоватый, розовый. С водой дает пластичную массу (отличие

от боксита). Землистый, плотный. Если подышать на него, издает землистый запах. Спайность отсутствует.

БОКСИТ. Матовый. Цвет белый. Тощий на ощупь (отличие от каолинита). Не дает пластичной массы с водой. Оолитовый, глиноподобный, землистый; иногда слоистый. Спайность отсутствует.

МЕЛ. Цвет белый, сероватый, реже желтоватый, зеленоватый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислотой. Землистый. Спайность отсутствует.

ТРЕПЕЛ (диатомит, горная мука). Цвет серый, сероватый, желтоватый. Мелоподобный или напоминает муку. Спайность отсутствует.

ГИПС. Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розовый, красный, синий. Листоватый, зернистый, плотный, землистый; иногда друзы напоминают розу. Листочки неупругие. Легко оставляет белую черту на бисквите. Сингония моноклинная. Спайность отсутствует.

СЕЛЕНИТ (гипс). Цвет желтовато-белый, белый, розовый, красный. Синий. Параллельно-волоконистый. Спайность отсутствует.

Черта желтая, оранжевая, бурая, красная.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Матовый. Цвет охряно-желтый, ржаво-бурый. Черта охряно-желтая, ржаво-бурая. Порошковатый, землистый, оолитовый; кроме того, нецементированные оолиты.

ВОКСИТ. Матовый. Цвет кирпично-красный, красно-бурый, розоватый. Черта светлее цвета. Землистый, глиноподобный. Оолитовый («икряной камень»). От лимонита отличается по цвету черты.

РЕАЛЬГАР. Цвет оранжево-красный, темно-красный. Черта кроваво-красная. Сплошной зернистый, плотный, землистый; также налеты или вкрапления. Спутник антимонит (свинцово-серого цвета).

ГЕМАТИТ (красная охра). Цвет вишнево-красный. Черта вишнево-красная. Землистый, порошковатый.

Черта зеленая.

МЕДНАЯ ЗЕЛЕНЬ (малахит). Цвет зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Спутник – азурит (синего цвета). Спайность отсутствует.

ГЛАУКОНИТ. Цвет темно-зеленый, синевато-зеленый, оливково-зеленый. Землистый. Встречается в песках, песчаниках, известняках, глинах.

Черта голубая, синяя.

МЕДНАЯ СИНЬ (азурит, медная лазурит). Цвет синий. Вскипает с разбавленной соляной кислотой. Спайность отсутствует.

ВИВИАНИТ (синяя железная руда). Цвет голубой, синий, голубовато-зеленый, темно-зеленый, серо-синий, черно-синий. Блеск перламутровый, кристаллы. Листоватый, шаровидный, почковидный. Спайность совершенная.

Черта серая до черной.

ГРАФИТ. Жирен на ощупь. Цвет железно-черный, темный, стально-серый. Сплошной чешуйчатый, плотный. Спайность совершенная.

ПИРОЛЮЗИТ. Матовый. Цвет черный. Темный. Стально-серый. Оолитовый, радиально-лучистый, землистый. Встречается среди осадочных пород.

2. Средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле).

Горит или легко плавится.

СЕРА. Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, серый, черный. Загорается от спички и горит синим пламенем, выделяя резкий удушливый запах.

ЯНТАРЬ (сукцинит). Цвет медово-желтый, восково-желтый, черный, бурый, красно-бурый или белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ (сапропелевый). Цвет темно-коричневый. Черта темно-бурая. Горит.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ (гумусовый). Цвет черный. Черта черная. Горит.

АТРАЦИД. Цвет черный. Черта черная. Блестящий. Хрупкий. Горит.

Не горит.

Черта белая или черты не дает.

Легко растворяется в воде.

ГИЛИТ (каменная соль, поваренная соль). Бесцветный, белый, сероватый, синий, красный. Вкус соленый. У кристаллического галита наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням куба.

СИЛЬВИН. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. У кристаллического сильвина наблюдается совершенная спайность в трех направлениях по граням куба.

КАРНАЛЛИТ. Цвет красный, желтоватый, реже белый или карналлит бесцветный. Вкус горький. Спаянность отсутствует. Легко расплывается во влажном воздухе.

В воде не растворяется или растворяется плохо.

МУСКОВИТ (слюда). Бесцветный или белый. Листоватый, чешуйчатый (кончиком перочинного ножа легко отделяются пластинки). Листочки упруго-гибкие.

ХЛОРИТ. Цвет трояно-зеленый, темный трояно-зеленый. Листоватый, чешуйчатый.

ФУКСИС (слюда). Цвет изумрудно-зеленый. Чешуйчатый.

ФЛОГОПИТ (слюда). Цвет бурый. Листоватый, чешуйчатый.

ЛЕПИДОЛИТ (слюда). Цвет бледно-фиолетовый, розовый. Листоватый, чешуйчатый.

БИОТИТ (слюда). Цвет черный. Листоватый, чешуйчатый.

КАЛЬЦИТ (известковый шпат). Бесцветный, белый, реже желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, темно-бурый, черный. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Встречается в виде выросших кристаллов, друз, сплошных зернистых, плотных, землистых масс; иногда полосчатый, радиально-лучистый. Сингония тригональная.

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

МРАМОР. Цвет различный, сплошной зернистый. Бурно вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

ДОЛОМИТ. Цвет белый, желтый, серый, зеленоватый, черный. Сплошные зернистые мраморовидные или плотные массы; иногда седловидно-изогнутые агрегаты. Кристаллы имеют форму ромбоэдров. Сингония тригональная. Порошок вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

МАГНЕЗИТ. Мраморовидные массы, сложенные из зерен удлиненной формы, имеющих белый или сероватый цвет или фарфоровидные плотные образования белого, кремового, желтоватого, буроватого, серого цвета, редко выросшие кристаллы в виде ромбоэдров. Сингония тригональная. Порошок вскипает при действии нагретой соляной кислоты.

БАРИТ (тяжелый шпат). Цвет белый, сероватый, желтый, розоватый, красноватый, бурый, зеленоватый, синеватый, черный, иногда минерал бесцветный или полосчатый. Спайность совершенная в трех направлениях по граням призмы. Тяжелый. Таблитчатые или призматические кристаллы, друзы, зернистые или плотные сплошные массы; также перистый. Сингония ромбическая.

АНГИДРИТ. Цвет голубоватый, синеватый, фиолетовый, красноватый, розоватый, белый. Спайность совершенная в трех направлениях. Сплошные зернистые мраморные массы. От барита отличается меньшим удельным весом. От мрамора отличается тем, что при действии разбавленной соляной кислоты не вскипает.

ФЛЮОРИТ (плавиковый шпат). Бесцветный, сероватый, розоватый. Желтый, красный, зеленоватый. Голубой, фиолетовый до черного; часто наблюдается изменение цвета в разных частях у одного и того же образца. Иногда полосчатый. Сплошные, зернистые, плотные, землистые массы, кристаллы (кубы, октаэды), друзы. Сингония кубическая.

СФАЛЕРИТ (цинковая обманка). Блеск алмазный. Цвет канифольно-желтый, красноватый, зеленоватый, редко сфалерит бесцветный. Спайность совершенная в шести направлениях по граням ромбического додекаэдра. Сплошные зернистые (таблитчатые) массы и вкрапления. Спутник – галенит (свинцово-серого цвета).

СЕРПЕНТИТ (змеевик). Цвет желтовато-зеленый, темно-зеленый до черного; иногда желтый, буровато-красный, почти белый; часто наблюдается изменение окраски в разных частях образца. Сплошные плотные

массы, часто с прожилками асбеста; также сплошной параллельно-волокнистого строения (волокна не отделяются).

АКТИНОЛИТ (лучистый камень). Цвет светло-зеленый до темного. Сплошные игольчатого строения массы; игольчатые кристаллы расходятся лучами.

АПАТИТ. Цвет зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, серый, бурый, голубой, фиолетовый, белый, иногда зеленый с серыми пятнами. Шестиугольные призматические или таблитчатые вросшие или выросшие кристаллы, друзы и сплошные зернистые массы. Сингония гексагональная. Очень хрупкий.

БОКСИТ. Матовый. Цвет белый. Оолитовый, глиноподобный, землистый; иногда слоистый. В отличие от глин не дает пластичной массы с водой.

АСБЕСТ ЗМЕЕВИКОВЫЙ (хризотил-асбест). Цвет зеленовато-желтый с золотистым оттенком, почти белый. Параллельно-волокнистый с легко отделяющимся волокном.

Черта желтая, оранжевая, бурая, красная.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Цвет бурый, черный, охряно-желтый. Черта ржаво-бурая, охряно-желтая. Натечные образования радиально-лучистого строения, сталактиты; также плотные или шлаковидные массы, кристаллы, друзы.

КИНОВАРЬ. Цвет ярко-красный, темно-красный. Черта кровяно-красная. Спутник – антимонит (свинцово-серого цвета).

ГЕМАТИТ (красный железняк). Цвет вишнево-красный, темно-красный. Черта вишнево-красная. Мелкозернистый, плотный, солидовый; также вкрапления.

Черта зеленая.

МАЛАХИТ. Цвет ярко-зеленый, травяно-зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты. Спутник – азурит (синего цвета).

АКТИНОЛИТ (лучистый камень). Цвет светло-зеленый до темно-зеленого. Сплошные массы игольчатого строения; игольчатые кристаллы расходятся лучами.

РОГОВАЯ ОБМАНКА. Цвет темно-зеленый до черного. Удлиненные, призматические, плоские кристаллы и сплошные массы игольчатого и призматического строения. Сингония моноклиная. Встречается преимущественно в светлоокрашенных магматических породах.

Черта голубая, фиолетовая.

АЗУРИТ (медная лазурь). Цвет ярко-синий. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

ФЛЮОРИТ (плавиковый шпат). Цвет фиолетовый.

Черта серая до черной.

ПИРОЛЮЗИТ. Цвет черный, темный, стально-серый. Пачкает руки. Оолитовый, радиально-лучистый. Встречается среди осадочных пород.

СФАЛЕРИТ (цинковая обманка). Блеск алмазный. Цвет темно-серый до черного. Напоминает вольфрамит. Спайность совершенная в шести направлениях по граням ромбического додекаэдра. Сплошные зернистые (таблитчатые) массы и вкрапления, кристаллы. Сингония кубическая. Спутник – галенит (свинцово-серого цвета).

РОГОВАЯ ОБМАНКА. Цвет темно-зеленый до черного. Удлиненные, призматические, плоские кристаллы и сплошные массы игольчатого и призматического сложения. Сингония моноклинная. Встречается преимущественно в светлоокрашенных магматических породах.

ФОСФОРИТ. Цвет темно-серый, черный. Желваки, имеющие угловатую или округлую форму; шарообразный. Внутри у шарообразных разновидностей наблюдается радиально-лучистое строение. Кроме того, землистые массы. При трении одного куска о другой издается запах жженой кости. Встречается среди осадочных пород.

3. Твердый (оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале).

Цвет белый, сероватый или минерал бесцветный.

ОРТОКЛАЗ (полевой шпат), цвет белый, сероватый. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности прямой (отличие от микроклина). Сплошной зернистый, плотный или вкрапления на породе.

МИКРОКЛИН (полевой шпат). Цвет белый, сероватый. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на $3,5-4,0^\circ$. Сплошной зернистый, плотный.

КВАРЦ. Цвет сероватый белый. Спайность отсутствует. Сплошной плотный, в виде вкраплений или рыхлый (кварцевый песок).

ХАЛЦЕДОН. Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Спайность отсутствует. Излом плоскораковистый. Часто в изломе дает острые режущие края.

ОПАЛ. Бесцветный, белый. Черты не дает. Студнеобразные натечные накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево). Спайность отсутствует.

ГОРНЫЙ ХРУСТАЛЬ (кварц). Бесцветный. Прозрачный. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, друзы или сплошной плотный. Сингония гексагональная. Грани призмы часто покрыты поперечной штриховкой. Спайность отсутствует.

Цвет желтый, розовый, бурый, красный.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Цвет бурый. Черта ржаво-бурая. Сплошной плотный, натечный, шлаковидный; также сталактиты, конкреции, жеоды, оолиты, кристаллы или друзы.

ГЕМАТИТ (красный железняк). Цвет вишнево-красная. Сплошной зернистый, плотный. Спайность отсутствует.

ОРТОКЛАЗ (полевой шпат). Цвет желтый, розовый, красный. Черты не дает. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности прямой (отличие от микроклина). Сплошной, зернистый, плотный или вкрапления в породе.

МИКРОКЛИН (полевой шпат). Цвет желтый, красный, коричневый. Черты не дает. Спайность совершенная в двух направлениях. Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на $3,5-4,0^\circ$. Сплошной зернистый, плотный.

КВАРЦ. Блеск стеклянный, в изломе жирный. Цвет розовый. Спайность отсутствует. Сплошной плотный.

ХАЛЦЕДОН. Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Цвет желтый, светло-коричневый, темно-бурый, красный. Черты не дает. Сплошной, плотный, натечный или желваки; иногда в пустотах мелкие кристаллы кварца. Спайность отсутствует. Излом плоскораковистый. Часто в изломе дает острые режущие края.

ОПАЛ. Цвет желтый, бурый, красный. Черты не дает. Студнеобразные натечные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

ГРАНАТЫ. Характерны вросшие или наросшие отдельные кристаллы в виде ромбических додекаэдров, тетрагональных триоктаэдров; также встречается в виде вкраплений неправильной формы зерен в породе. Сингония кубическая. Черты не дает.

Цвет зеленый.

АКТИНОЛИТ (лучистый камень). Цвет светло-зеленый до темно-зеленого. Дает черту. Сплошные игольчатого строения массы; игольчатые кристаллы расходятся лучами.

РОГОВАЯ ОБМАНКА. Цвет темно-зеленый. Сплошные массы игольчатого и призматического строения, удлинённые, призматические, плоские кристаллы. Сингония моноклиновая. Встречается преимущественно в светлоокрашенных магматических породах.

АМАЗОНИТ (полевой шпат). Цвет светло-зеленый. Черты не дает. Спайность в двух направлениях. Сплошной, зернистый, плотный.

КВАРЦ. Блеск стеклянный, в изломе жирный. Цвет зеленоватый. Черты не дает. Спайность отсутствует. Сплошной плотный.

ОПАЛ. Цвет зеленый. Черты не дает. Студнеобразные натечные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

ОЛИВИН. Цвет оливково-зеленый, желтовато-зеленый до темно-зеленого. Черты не дает. Сплошные зернистые массы или вкрапления в породе. Встречается в магматических породах. Разрушаясь, переходит в серпентин.

Цвет голубой, синий, фиолетовый.

ХАЛЦЕДОН. Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Блеск восковой. Цвет голубой, синеватый. Черты не дает. Сплошной, плотный, натечный; иногда в пустотах мелкие кристаллы кварца. Излом плоскораковистый. Часто в изломе дает острые режущие края.

ОПАЛ. Цвет голубой. Черты не дает. Студнеобразные натечные образования, ноздреватые накипи, желваки, сталактиты, агрегаты, напоминающие по внешнему виду строение дерева (окаменелое дерево).

АМЕТИСТ (кварц). Цвет фиолетовый. Прозрачный. Спайность отсутствует. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, друзы; иногда сплошной, плотный. Сингония гексагональная.

Цвет темно-серый, черный.

ЛИМОНИТ (бурый железняк). Цвет черный. Черта ржаво-бурая. Натечные образования. Сплошной плотный, натечный; также сталактиты, конкреции, жеоды, оолиты.

ГЕМАТИТ (красная охра). Цвет вишнево-красный.

МАГНЕТИТ (магнитный железняк). Цвет черный. Черта черная. Магнитный. Вросшие и выросшие кристаллы в виде октаэдров и ромбических додекаэдров, сплошные зернистые, плотные и рыхлые (магнитный песок) массы, вкрапления; также россыпи. Сингония кубическая.

ХРОМИТ (хромистый железняк). Цвет железно-черный. Черта бурая. Сплошной зернистый, плотный или в виде вкраплений в породе, встречается в темноокрашенных магматических породах и в серпентинах (змеевиках).

ФОСФОРИТ. Цвет темно-серый, черный. Дает черту. Желваки, имеющие угловатую или округлую форму; шарообразный. Внутри у шарообразных разновидностей наблюдается радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издается запах жженой кости. Встречается среди осадочных пород.

КРЕМЕНЬ (халцедон). Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Матовый. Цвет черный. Черты не дает. Сплошной плотный. Излом плоскораковистый. Края обломков острые.

РАУХТОПАЗ (кварц). Блеск стеклянный, в изломе желтоватый. Цвет дымчатый. Слабо прозрачный. Черты не дает. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, друзы; также сплошной плотный или в виде вкраплений. Сингония тригональная. На гранях кристалла продольная штриховка. Окраска минерала пестрая, многоцветная, зонарная.

БЛАГОРОДНЫЙ ОПАЛ. Цвет радужный. Черты не дает. Сплошной плотный. Излом неровный.

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

ЯШМА (халцедон). Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Окраска многоцветная (серовато-голубая, желтая, красная, бурая, сургучно-красная, зеленая, почти черная). Сплошная плотная. Излом неровный. Часто наблюдаются прожилки.

АГАТ (халцедон). Скрытокристаллическая плотная разновидность кварца. Окраска различная. Строение полосчатое.

ТУРМАЛИН. Вросшие и выросшие кристаллы в виде призмы, имеющие в разрезе форму сферического треугольника. Сингония тригональная. На гранях кристалла продольная штриховка. Разные части кристалла различно окрашены.

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

Цвет белый или минерал бесцветный.

ТОПАЗ. Отдельные выросшие, реже вросшие кристаллы. Сингония ромбическая. Грани призмы покрыты продольной штриховкой. Спайность совершенная в одном направлении.

БЕРИЛЛ. Вросшие и выросшие шестиугольные призматические кристаллы с продольной штриховкой на гранях, друзы, зернистые массы. Сингония гексагональная. Просвечивает или прозрачный. Спайность отсутствует.

КОРУНД. Кристаллы веретенообразной или бочонковидной форм, выросшие в породе. Сингония тригональная. Спайность отсутствует.

АЛМАЗ. Оставляет царапину на корунде. Кристаллы. Сингония кубическая. Встречается в россыпях. Спайность совершенная в трех направлениях.

Цвет бурый, коричневый, розовый, красный.

БЕРИЛЛ. Цвет винно-желтый, розовый. Вросшие и выросшие шестиугольные призматические кристаллы с продольной штриховкой на гранях. Сингония гексагональная.

ТОПАЗ. Цвет винно-желтый, розовый, красный. Прозрачный. Сингония ромбическая. Грани призмы покрыты продольной штриховкой. Спайность совершенная в одном направлении.

КОРУНД. Цвет красный, розовый, желтовато-серый, желтый. Прозрачный. Плотный. Мелкозернистый. Кристаллы веретенообразной или бочонковидной форм, выросшие в породе. Сингония тригональная.

Цвет голубой, синий.

АКВАМАРИН (берилл). Цвет синеваато-голубой. Прозрачный. Вросшие и выросшие шестиугольные призматические кристаллы с продольной штриховкой на гранях. Сингония гексагональная.

ТОПАЗ. Цвет голубоватый. Прозрачный. Отдельные кристаллы. Сингония ромбическая. Грани призмы покрыты продольной штриховкой. Спайность совершенная в одном направлении.

САПФИР (корунд). Цвет синий. Прозрачный. Кристаллы веретенообразной и бочонковидной форм, вросшие в породу. Сингония тригональная.

АЛМАЗ. Оставляет царапину на корунде. Цвет синеватый. Кристаллы. Сингония кубическая. Встречается в россыпях.

КОРУНД. Цвет голубовато-серый, голубой, синий, фиолетовый. Сплошной мелкозернистый, плотный.

Цвет черный.

НАЖДАК (корунд). Сплошной мелкозернистый.

ТУРМАЛИН (шерл). Вросший и нарощие кристаллы в виде призмы, имеющей в разрезе сферического треугольника. Сингония тригональная. На гранях кристалла продольная штриховка.

Окраска минерала многоцветная.

КОРУНД. Кристаллы веретенообразной или бочонковидной форм, вросшие в породу. Сингония тригональная.

ТОПАЗ. Отдельные нарощие, реже вросшие кристаллы. Сингония ромбическая. Грани призмы покрыты продольной штриховкой. Спайность совершенная в одном направлении.

III. КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

Для удобства изучения минералов их принято классифицировать, т.е. объединять в группы по ряду признаков – по их значению в хозяйстве, происхождению, форме кристаллов и т.д.

Наиболее распространенной и удобной формой является химическая классификация, которая строится на основе химического состава минералов. Согласно этой классификации минералы разделены на следующие классы:

- самородные элементы;
- сульфиды;
- галоиды;
- окислы;
- соли кислородосодержащих кислот;
- органические соединения.

Каждый класс делится на подклассы и группы минералов. Ниже приводится химический состав наиболее распространенных минералов, которые нужно знать для предварительного макроскопического определения горных пород.

Химический состав минералов

№ п/п	Название	Формула
	Самородные элементы	
1	Графит	O
2	Сера	S
	Сульфиды	
3	Молибденит (молибденовый блеск)	MoS ₂
4	Галенит (свинцовый блеск)	PbS
5	Халькоперит (медный колчедан)	CuFeS ₂
6	Пирит (серный колчедан)	FeS ₂
7	Сфалерит (цинковая обманка)	ZnS
8	Киноварь	HgS
9	Аурипигмент	As ₂ S ₃
	Галоиды	
10	Галит (каменная соль, поваренная соль)	NaCl
11	Сельвин	KCl
12	Флюорит (плавиковый шпат)	CeF ₂
	Оксиды	
13	Кварц	SiO ₂
14	Горный хрусталь	SiO ₂
15	Аметист	SiO ₂
16	Халцедон	SiO ₂
17	Опал	SiO ₂ *nH ₂ O
18	Корунд	Al ₂ O ₃
19	Боксит	Al ₂ O ₃ *nH ₂ O
20	Хромит (хромистый железняк)	FeCr ₂ O ₄
21	Гематит (красный железняк)	Fe ₂ O ₃
22	Железная слюдка	Fe ₂ O ₃
23	Лимонит (бурый железняк)	Fe ₂ O ₃ *nH ₂ O
	Соли кислородосодержащих кислот	
	Подкласс Карбонаты	
24	Кальцит (известковый шпат)	CaCO ₃
25	Доломит	CaMg (CO ₃) ₂

№ п/п	Название	Формула
26	Магнезит (магнезитовый шпат)	$MgCO_3$
27	Малахит	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$
28	Азурит (медная лазурь)	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
	Подкласс Сульфаты	
29	Ангидрит	$CaSO_4$
30	Гипс	$CaSO_4 \cdot nH_2O$
31	Барит (тяжелый шпат)	$BaSO_4$
	Подкласс Фосфаты	
32	Апатит	$Ca_6(PO_4)_3(F, Cl, OH)_2$
33	Фосфорит	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)_2$
	Подкласс Вольфраматы	
34	Вольфрамит	$(Fe Mn) Wo_4$
	Подкласс Силикаты	
35	Ортоклав	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
36	Микроклин	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
37	Лазурит	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
38	Лабрадор (плаггиоклаз)	$Ab_{38} An_{50} - Ab_{40} An_{30}$ (т.е. альбит) $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ + анортит $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_3$)
39	Оливин	$(Mg, Fe)_2(SiO_4)$
40	Диопсид	$CaMg(Si_2O_6)$
41	Родонит (орлец)	$Mn_5(Si_5O_{12})$
42	Роговая обманка	$(Ca, Na)_2(Mg, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Al)_2(OH)_2[(Si, Al)_4O_{11}]_2$ – состав непостоянный
43	Мусковит	$KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$
44	Биотит	$K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}][OH, F]_2$
45	Хлорит	$5(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 4H_2O$
46	Тальк	$3Mg \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$
47	Серпантин	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
48	Каолин (каолинит)	$2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$
49	Гранат	$Fe_3 \cdot Al_2 \cdot 3(SiO_4)_3$

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ

Таблица 1

Минералы с металлическим блеском

Минерал, химический состав, примеси	Сингония, облик кристалла, строение агрегата	Цвет минерала	Спайность	Твердость, ед.	Плотность, г/см	Отражатель- ная способ- ность, R %	Входит в состав горных пород	Особые признаки
		Цвет черты	Излом					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ГАЛЕНИТ; PbS Ag; Bi; Se	Кубическая, кубический, октаэдрический	Свинцово- серый	Совершен- ная по 3 направлени- ям	2-3	7,6	43	Известняки, песчаники, фосфориты	Электропрово- ден. Сфалерит, пирит, халько- пирит, марказит
		Белый	Ровный					
ХАЛЬКОПИРИТ CuFeS ₂ Au; Ag	Тетрагональная, тетраэдриче- ский, зернистый	Бронзово- желтый	Несовер- шенная	3,5-4,7	4,6-4,7	40-41,5	Колчеданные и медистые песчаники	Растворяется в HNO ₃ , магни- тен. Пирит – твердость 6-6,5; пирротин магнитен
		Бурый до черного	Раковистый					
ПИРРОТИН (магнитный колчедан) Fe ₈ S ₁₀ Ni; Co; Ag	Моноклинал- ная, гексаго- нальная	Бронзово- желтый	Несовер- шенная	3,5-4,5	4,6-4,8	36-37	Осадочные железноруд- ные место- рождения	Магнитен. Пирит, халько- пирит, магнетит немагнитны; троилит легко растворяется в HCl
		Темно- серый	Неровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
БОРНИТ Cu ₅ FeS ₄ Ag	Кубическая, кубический, зернистый	Темно- медно- красный	Несовер- шенная	3,0	5,3	26-27	Медистые песчаники и сланцы, габбро	Стабилен при температуре >228°С. Нике- лин, пирротин не содержат Cu
		Темно- серый	Раковистый					
ГАЛЛИТ CuCaS ₂	Тетрагональная, координацион- ная	Серый	Несовер- шенная	3,0-3,5	4,2	23-25	В герматито- вых и суль- фидных рудах	Растворим в воде, вкус соленый. Халь- козин, дигенит – плотность выше
		Темный, темно- серый	Неровный					
МЫШЬЯК As Sb; Fe; S	Тригональная, слоистая	Оловянно- белый	Совершен- ная в 1 направлении	3,5	5,6-5,8	50-62	В сольных горных породах	Горит при 604°С Сурьма, висмут
		Белый	Раковистый					
МЕДЬ Cu Au; Ag; Fe	Кубическая, кубический, октаэдрический, пластинчатый	Медно- красный	Несовер- шенная	2,5-3,0	8,4-8,9	61-89	В осадочных породах в виде конкреций	Ковкая и тягу- чая, электропро- водная Золото не растворяется в кислотах
		Медно- красный блестящий	Крючкова- тый					
СЕРЕБРО Ag Au; Hg	Кубическая, ко- ординационная. Кубический. Дендриты, проволочный	Серебряно- белый	Несовер- шенная	2,5-3	10,1-11,1	93-95,5	Непородо- образующее	Наилучший проводник электричества Платина не рас- творяется в кислотах
		Белый блестящий	Крючкова- тый					
ГРАФИТ C Si; Fe; Ca	Гексагональная. Пластинчатый, чешуйчатый	Темно- черный	Весьма со- вершенная	1,0	2,1-2,3	5-24	Метаморфи- зированные гнейсы	Электропровод- ник, коэффици- ент трения низкий Молибден – го- лубовато-серый
		Черный	Раковистый					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЖЕЛЕЗО Fe Ni; Co	Кубическая. Зернистый, чешуйчатый	Стально-серый	Совершенная в 1 плоскости	4-,50	7,31-7,8	58-64	Песчаники, алевролиты, глины и др. г.п. руды, базальты	Магнитен, электропроводен Ферроплатина – плотность 17-19
		Железо-черный	Крючкова-тый					
СВИНЕЦ Pb Ag; Au; Sb	Кубическая. Октаэдрический. Зернистый	Свинцово-серый	Несовершенная	1,5	11,4-13,3	-6,0	Полевой шпат, слюды	Сильно ядовит, радиоактивен Платина – твердость 4-4,5
		Серый	Крючкова-тый					
ПЛАТИНА Pt Fe; Ni; Pb; Os; Gr	Кубическая, координационная. Изометрический	Белый до серого	Отсутствует	4-4,5	15-19	70-73	То же	Ковкий Серебро, железо растворяются в кислотах
		Серый	Раковистый					
ЗОЛОТО Au Ag; Cu; Bi; As; Pd; Rh; Sb; Hq	Кубическая. Октаэдрический. Зернистый, чешуйки	Золотисто-бледный	Отсутствует	2,5-3	15,6-19,3	47-86	–	Не реагирует на кислоты
		Желто-блестящий	Крючкова-тый					
МАГНЕТИТ FeO*Fe ₂ O ₃ Mg; Ni; V	Кубическая. Октаэдрический. Зернистый.	Черный	Отсутствует	5-6	4,9-5,2	20-22	В гранито-сиенитовых породах	Сильно магнитен Гематит, ильменит, хромит – не магнитен
		Темно-серый	Неровный					
ГЕМАТИТ Fe ₂ O ₃ Ti; Si; MgH ₂ O	Тригональная. Таблитчатый, чешуйчатый. Пластинчатый	Черный	Отсутствует	5,5-6,0	5,0-5,3	25	Осадочные пегматиты, апатитомагнетитовые руды	Магнитен Магнетит и ильменит – черная черта Хромит – бурая черта
		Буро-красный	Неровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛИМОНИТ $\text{HfFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Si; Fe; Mn	Тонкокристаллический, натечный, почковидный	Бурый до буровато-желтого	Несовершенная	4-5,5	3,3-4,0	17	Глины, бокситы, марганцевые руды	Гематит, марганцевые минералы – плотность 5,2-5,3
		Желто-бурый	Неровный, раковистый					
ЦИНК Zn Сb	Тетраидальная, координационная. Зернистый	Белый серовато-белый	Совершенная	2	6,7-7,2	66-84	Вкрапленность в базальтах и россыпях	Хрупкий Сурьма – твердость 3,0-3,5
		Серый	Ровный					

Таблица 2

Минералы с полуметаллическим блеском

Минерал, химический состав, примеси	Сингония, облик кристалла, строение агрегата	Цвет минерала;	Спайность	Твердость, ед.	Плотность, г/см	Отражатель- ная способ- ность, R %	Входит в состав горных пород	Особые признаки
		Цвет черты	Излом					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТОРИТ Th(SiO ₄) U; Ce; Fe	Тетрагональная. Призматиче- ский. Зернистый	Оранжево- желтый	Совершен- ная	4,5-5	3,8-6,6	1,84-1,90	Грани- тоиды, пегматиты	Растворяется в HCl с выделе- нием SiO ₂ Циркон – твердость 7-7,5
		Бурый	Раковистый					
ОРТИТ Ca(Ce La Th) Fe + (Al Fe) ₂ [SiO]	Моноклиная, островная. Пластинчатый. Часто мекамит- ный	Черный	Несовер- шенная	5,5-6	2,8-4,2	1,75-1,82	Граниты, сиениты	Растворяется в HCl с выделе- нием SiO ₂ Чевкинит содержит Ti
		Темно- бурый	Раковистый					
ЧЕВКИНИТ Ce (Fe Ti) * [TiO ₄] ₂ [Si ₂ O ₇] ₂	Моноклиная. Пластинчатый. Метамиктный	Черный	Несовер- шенная	5,5-6	4,4-4,9	1,9-2,05	Щелочные граниты, сиениты	Растворяется в HCl с выделе- нием SiO ₂ Ортит, гадолинит
		Темно- бурый	Раковистый					
ЭВКСЕНИТ (Y Ca CeU Th) * (Nb Ta Ti) ₂ O ₆	Ромбическая. Призматиче- ский. Метамиктный	Бурый до черного	Несовер- шенная	5,5-6,5	4,5-5,4	2,06-2,24	Граниты, пегматиты	Растворяется в H ₂ SO ₄ Эшинит, самар- ский ферсмит в кислотах не растворяются
		Буро- желтый	Раковистый					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЭШИНИТ (Ce Ca Th) (Ti Tb) ₂ (OOH) ₆	Ромбическая. Призматический. Метамиктный	Буровато- черный	Несовер- шенная	5-6	4,9-5,87	2,26	Щелочные пегматиты	В кислотах не растворяется Самарскит, эвксинит
		Бурый	Раковистый					
МИКРОЛИТ (Na Ca) ₂ Ta ₂ * O ₆ (O, OH, Fe)	Кубическая. Октаэдрический. Метамиктный.	Бурый, красно- зеленый	Несовер- шенная	5-5,5	5,9-6,4	1,93-2,03	Граниты, пегматиты, карбонаты	Слабо растворя- ется в H ₂ SO ₄ Пирохлор радиоактивен
		Буроватый	Раковистый					
ФЕРГУСОНИТ Y (Nb Ta)O ₄ * Ti; Th; U; TR	Тетраидальная. Бипирамидаль- ный. Таблитча- тый	Бурый до черного	Несовер- шенная	5,5-7	5,6-6,0	2,05-2,19	Граниты, пегматито- вые жилы	Частично растворяется в H ₂ SO ₄ при кипячении Эвксенит, са- марскит, эшинит
		Светло- бурый	Неровный, раковистый					
ЛОПАРИТ (Na Ca Ce) (Nb Ti)O ₃ K; Cr; Fe	Кубическая, каркасная. Кубический	Буровато- черный	Несовер- шенная	5,5-6	4,75-4,89	2,1-2,38	Нефелино- вые сиени- ты и пег- матиты	Растворяется в HF Перовскит растворяется в H ₂ SO ₄
		Коричнево- бурый	Неровный					
ПЕРОВСКИТ CaTiO ₃ ; Na' Nb; Fe	Ромбическая, каркасная. Кубический	Буро-черный	Несовер- шенная	5-6	7,5-10,6	11-21	Пегматиты, скарны	Растворяется в кислотах HCl и H ₂ SO ₄ Хромит, магнетит
		Коричнево- бурый	Раковистый					
УРАНИНИТ UO _{2+k} Th; Tr	Кубическая. Кубический. Гвоздевидный	Черный	Несовер- шенная	6,5-7,5	8,4-10,0	13-16	Пегматиты, граниты, метамор- фических горных пород	Растворяется в кислотах Торианит, ортит, чевкинит
		Буровато- черный	Неровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТОРИАНИТ ThO ₂ Pb; Tr; U	Кубическая. Кубический. Зернистый	Темно-серый до черного	Несовершенная	5-6	4,02-6,36	1,95-2,49	Граниты, пегматиты	Слабо растворяется в HNO ₃ , H ₂ SO ₄ Уранинит, тортит, циркон
		Зеленовато-бурый	Раковистый					
БРАНЕРИТ Uti ₂ O ₆ Ca; Pb; Fe; TR	Моноклинная, каркасная. Призматический	Желто-бурый до черного	Несовершенная	5-6	4,02-6,36	1,95-2,49	Граниты, пегматиты	Слабо растворяется в HNO ₃ , H ₂ SO ₄
		Зеленовато-бурый	Раковистый					
МИКРОЛИТ (Na, Ca) ₂ Ta ₂ O ₆ (O, OH, F) Th, U, Ti, Tr	Кубическая. Октаэдрический, метамиктный	Бурый, красный, зеленый, желтый	Отсутствует	5-5,5	5,9-6,4	1,93-2,03	Граниты, пегматиты, карбонаты	С трудом растворяется в H ₂ SO ₄ Пирохлор радиоактивен

Таблица 3

Минералы без металлического блеска

Минерал, химический состав, примеси	Сингония, облик кристалла, строение агрегата	Цвет минерала	Спайность	Твердость, ед.	Плотность, г/см	Отражательная способность, R %	Входит в состав горных пород	Особые признаки
		Цвет черты	Излом					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ФЛЮОРИТ CaF ₂ Ce; Y; Th; U	Кубическая. Кубический. Зернистый	Бесцветный, белый	Совершенная	4	3,18	1,434	Вкрапленности в различных породах	Растворяется в H ₂ SO ₄ с выделением в HF Криолит – тв. 2,5; Кварц – тв. 7
		Фиолетово-красный	Раковистый					
СИЛЬВИН KCl Na; Rb; Br; I	Кубическая. Кубический. Землистый	Бесцветный, белый, красный	Совершенная	2	1,993	1,490	Соляные залежи	Растворяется в воде. Горький Галит, карналлит – плотность выше
		Серо-белый	Ровный					
ГАЛИТ NaCl K; Br; I	Кубическая. Кубический. Зернистый	Бесцветный, белый. Желтый	Совершенная	2-2,5	2,168	1,544	Соляные залежи	В 100 см ³ H ₂ O при 0°С растворяется 35,5 г. Сильвин, карналлит
		Бело-синий	Ровный					
ОПАЛ SiO ₂ ; *nH ₂ O* Al; Fe; Ca; Na	Аморфный, рыхлый, сталактиты, конкреции	Бесцветный, желто-зеленый	Совершенная в 1 направлении	5,5-6,5	1,9-2,2	1,40-1,46	Кремнистые осадочные горные породы	Растворяется в HF и KOH Халцедон, аллофан – твердость выше, плотность ниже
		Бело-серый	Раковистый					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛАЗУРИТ Na_6Ca_2 $[\text{Al}^*\text{SiO}_4]^*(\text{SO}_4)$	Кубическая. Додекаэдрический, октаэдрический	Ярко-синий, голубой	Несовершенная	5,5-6	2,38-2,45	1,495-1,522	Известняки на контакте со щелочными горными породами	Растворяется в кислотах с выделением SiO
		Зеленовато-синий	Раковистый					
ПИРОЛЮЗИТ MnO_2	Тетрагональная, цепочная. Призматический, порошковатый	Серый до черного	Несовершенная	6-6,5	5,07-5,24	27-37	В осадочных марганцевых месторождениях. Лимоний	Растворяется в HCl с выделением Cl
		Черный	Неровный					
КВАРЦ SiO_2 Al ; Fe ; Na ; Li	Тригональная, каркасная. Призматический. Зернистый	Бесцветный, бело-серый	Несовершенная	7,0	2,65	1,553	Жилы во многих горных породах	Растворяется в HF
		Бледно-золотисто-желтый	Раковистый, неровный					
ХАЛЦЕДОН SiO_2	Плотный, натечный. Сталактиты	Белый до темно-серого	Отсутствует	6,5	2,57-2,64	1,539	Жилы в эффузивных горных породах	Растворяется в HF и в щелочах
		Серо-зеленый	Неровный					
МУСКОВИТ KA_2 $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^*(\text{OH})_2$ Li ; Nh ; Ba	Моноклинная. Пластинчатый. Листоватый	Бесцветный, бело-зеленый	Весьма совершенная	2,5-3	2,76-3,10	1,558-1,624	Кислые изверженные и метаморфические горные породы	В кислотах не растворяется
		Изумрудно-зеленый	Ровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
БИОТИТ $K(MgFe)_3 *$ $[AlSi_3O_{10}] * (OH)_2$ Ti; Mn; Na; Rb	Моноклинная. Пластинчатый. Чешуйчатый	Бурый, черно-зеленый	Весьма совершенная	2,5-3	2,71-3,30	1,610	Изверженные и метаморфические горные породы	Разлагается в H_2SO_4 с образованием скелета SiO_2
		Бурый	Ровный					
ЧАРОИТ $K(CaNa)_2 *$ $[Si_4O_{10}](OH)$	Моноклинная. Тонковолокнистый	Сиренево-фиолетовый	Совершенная	4-5	2,54	1,554	Метаморфические горные породы	В кислотах и щелочах не растворяется
		Светло-фиолетовый	Ровный					
ИЛЬМЕНИТ $FeTiO_3$ Mn; Mg	Тригональная, координационная. Таблитчатый, изометрический, зернистый	Железно-черный до стально-серого	Отсутствует	5-6	4,6-4,48	17	В магматических породах, магматит, гематит	В кислотах не растворяется, слабомагнитен
		Черный	Неровный, раковистый					
ПОЛИГАЛИТ $K_2Ca_2 Mg[SO_4] *$ $2H_2O$	Триклинная, островная. Пластинчатый. Зернистый	Бесцветный, белорозовый	Совершенная	2,5-3	2,72-2,78	1,567	Морские соляные осадочные горные породы	Разлагается в воде с выделением гипса Пикромерит – $p = 1,95$
		Белорозовый	Ровный					
ТАЛЬК $Mg_3[Si_4O_{10}]_2 *$ $(OH)_2$ Fe; Al; Ni	Моноклинная. Пластинчатый. Чешуйчатый	Белый до светло-зеленого	Весьма совершенная	1	2,78	1,589	Метаморфические и ультраосновные горные породы	В кислотах не растворяется, жирный на ощупь Пирофиллит – реакция на Al; Хлориты, слюды
		Серый	Ровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>ПИРОФИЛАИТ $Al_2[Si_4O_{10}] * (OH)_2$ Mg; Fe; Cr</p>	<p>Моноклинная. Пластинчатый. Чешуйчатый</p>	<p>Белый до светло-зеленого</p>	<p>Весьма совершенная</p>	<p>1-1,5</p>	<p>2,652,90</p>	<p>1,600</p>	<p>Метаморфические сланцы</p>	<p>Растворяется в кислотах Тальк – отрицательная реакция на Al</p>
		<p>Серый</p>	<p>Ровный</p>					
<p>ГЛАУКОНИТ $[(SiAl)_4O_{10}]$ $(OH)_2 * nH_2O$</p>	<p>Моноклинная. Землистый, тонкочешуйчатый</p>	<p>Зеленый до темно-зеленого</p>	<p>Совершенная</p>	<p>2-3</p>	<p>2,2-2,8</p>	<p>1,610</p>	<p>Осадочные горные породы морского происхождения</p>	<p>Разлагается в HCl с образованием SiO₂ Хлориты – плотность выше</p>
		<p>Зеленоваточерный</p>	<p>Ровный</p>					
<p>ТОПАЗ $Al_2[SiO_4]F_2$</p>	<p>Ромбическая, островная. Призматический</p>	<p>Бесцветный, желто-голубой</p>	<p>Совершенная в одном направлении</p>	<p>8</p>	<p>3,49-3,56</p>	<p>1,617</p>	<p>Граниты, пегматиты, грейзены</p>	<p>В кислотах не растворяется Кварц – меньшие n и p, отсутствует спайность, фенакит – больший n</p>
		<p>Розовый</p>	<p>Неровный</p>					
<p>ВОЛАСТОНИТ $Ca_3[Si_3O_9]$ Fe; Mn; Mg</p>	<p>Триклинная, цепочечная. Пластинчатый</p>	<p>Белый и серо-желтый</p>	<p>Совершенная в одном направлении</p>	<p>5</p>	<p>2,87-3,09</p>	<p>1,635</p>	<p>Мраморизованные известняки, кристаллические сланцы</p>	<p>Растворяется в HCl с выделением SiO₂ Тремолит – волокнистый; диопсид – нерастворим в HCl</p>
		<p>Серый</p>	<p>Неровный</p>					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>РОГОВАЯ ОБМАНКА $\text{NaCa}_2(\text{MgFe})_4^*$ $(\text{Al, Fe})^*$ $[(\text{SiAl})_8\text{O}_{22}]^* (\text{OH})_2$</p>	<p>Моноклинная. Призматический, короткостолбчатый</p>	Светло-зеленый до черного	Совершенная по 2 направлениям	5,5-6	3,1-3,3	1,63-1,72	<p>Метаморфические и изверженные горные породы, амфиболы</p>	<p>В кислотах не растворяется Минералы группы пироксенов</p>
		Серо-бурый	Ровный					
<p>ОЛИВИН $(\text{Mg Fe})_2^* [\text{SiO}_4]$</p>	<p>Ромбическая. Призматический. Зернистый</p>	Бесцветный желто-зеленый до черного	Несовершенная	6,5-7	3,217	1,670	<p>Основные и ультраосновные горные породы</p>	<p>Растворяется с выделением студенистого SiO_2 Пироксены, гранаты, гуммит, хондродит</p>
		Серый	Раковистый					
<p>МОНТМОРИЛОНИТ $\text{Na}_{0,7} \text{Al}_{3,3}$</p>	<p>Моноклинная, слоистая. Зернистый</p>	Светло-желтый до желто-бурого	Совершенная по 1 направлению	1-2	2,4-3,0	-	<p>Осадочные и метаморфические горные породы</p>	<p>При замачивании набухает</p>
		Серо-бурый	Неровный, раковистый					
<p>ОРТИТ $(\text{CaCe})_2 (\text{AlFe})_3$ $[\text{SiO}_4]^* [\text{Si}_2\text{O}_7]^* \text{O}$</p>	<p>Моноклинная, островная. Таблитчатый</p>	Бурый до черного	Несовершенная	5,5-6	3,4-4,2	1,714	<p>Граниты, сиениты, гнейсы, пегматиты</p>	<p>Смолистый блеск, растворяется в HCl с выделением SiO_2 Ильваит – иные оптические свойства</p>
		Бурый	Неровный, раковистый					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
АНГИДРИТ $\text{Ca}[\text{SO}_4] * \text{Sr}$	Ромбическая. Островная. Изометриче- ский	Бесцветный, бело- голубой	Совершен- ная по 2 на- правлениям	3,5	2,98	1,614	Осадочные горные по- роды мор- ского про- исхожде- ния	Растворяется в кислотах Барит не растворяется в кислотах; целестин – большие п и р
		Фиолетовый	Ровный					
МИРАБОЛИТ $\text{Na}_2[\text{SO}_4] * 10 * \text{H}_2\text{O}$ Mg	Моноклинная. Призматиче- ский	Бесцветный, белый	Совершен- ная в 1 на- правлении	1,5-2	1,49	1,397	Отложения соляных озер	При +38°C переходит в NaSO Тенардит, сода легко растворяются в воде
		Белый	Раковистый					
ГИПС $\text{Ca}[\text{SO}_4] * 2\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная. Волокнистый	Бесцветный белый	Совершен- ная по 3 на- правлениям	2,0	2,32	1,530	Осадочные горные по- роды, из- вестняки, глины	Растворяется в HCl Кальцит растворяется в HCl; Брусит – большой R
		Серо- желтый	Неровный					
МОНАЦИТ (Ce,La,Th) * $[\text{PO}_4]$	Моноклинная. Таблитчатый	Желто- оранжевый до бурого	Несовер- шенная	4,9-5,4	5-5,5	1,84	Граниты, гнейсы, пегматиты	Слабо растворяется в HCl, радиоактивен Циркон, ксенотим, титанит
		Бурый	Неровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
НАТРОН (сода) $\text{Na}_2[\text{CO}_3] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Моноклинная. Островная. Призматический	Бесцветный, белый	Совершенная в 1 направлении	1,478	1,0-1,5	1,440	Осадочные отложения содовых озер	Легко растворяется в воде Мирабилит, эпсанит, тенардит слабо растворяются в воде
		Белый	Раковистый					
КАЛЬЦИТ $\text{Ca}[\text{CO}_3] \cdot \text{Mg}; \text{Fe}; \text{Mn}$	Тригональная, островная. Зернистый	Бесцветный, бело-серый	Совершенная	3	2,72	1,658	Осадочные и метаморфические горные породы	Легко растворяется в кислотах с выделением CO_2 Арагонит – при кипячении $\text{Co}(\text{No}_3)_2$ становится лиловым
		Белый	Раковистый					
ДОЛОМИТ $\text{CaMg}[\text{CO}_3]$	Тригональная, островная. Ромбоэдрический, пластинчатый	Бесцветный, бело-желтый до бурого	Совершенная	3,5-4	2,85-3,1	1,679	Осадочные горные породы	Слабо растворимый в холодной HCl Кальцит, магнезит, сидерит – твердость выше
		Бурый	Неровный					
МАГНЕЗИТ MgCO_3 Fe	Тригональная. Ромбоэдрический	Бесцветный, бело-желтый	Совершенная	4-4,5	3-3,05	1,700	Выветрелые ультраосновные горные породы	Легко растворяется в горячих кислотах Кальцит, доломит – пламя Ca ; Сидерит – магнитен
		Серый	Неровный					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
МАЛАХИТ $\text{Cu}[\text{CO}_3] * \text{Cu}(\text{OH})_2$	Моноклинная. Призматический, лучистый	Беловато-темно-зеленый	Совершенная	3,5-4	3,9-4,1	1,6-1,9	Медистые песчаники	Растворяется в HCl с выделением CO_2 Хризоколла, розазит, аурихальцит – меньше р
		Белесый	Неровный					
ХРОМИТ FeCr_2O_4	Кубическая, координационная. Октаэдрический, зернистый	Черный буроватый	Отсутствует	5,5-7,5	4,6-5,09	14	В дунтах, серпантинитах	Иногда магнитен Ильменит – черта черная
		Бурый	Неровный, раковистый					
СЕРА $\alpha - \text{S}$ Se; Te	Ромбическая, островная. Дипирамидальный	Желтый	Отсутствует	1,5-2	2,05-2,08	2,245	Осадочные горные породы	Горит, выделяя SiO_2 Сульфрурит, розикит
		Серо-желтый	Раковистый, неровный					
ЯНТАРЬ (сукуинит) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$	Аморфный. Округлые образования	Желтый до красного	Отсутствует	2-2,5	1,05-1,10	1,53-1,54	Песчано-глинистые отложения третичного возраста	Растворяется в бензоле, при трении электризуется Янтареподобные смолы-сукциниты
		Бурый	Раковистый					
АЛМАЗ C Si; Al; Ca; Mg; Fe; Ti; N	Кубическая. Кубический. Радиально-лучистый	Бесцветный, серо-желто-голубо-черного	Совершенная	10	3,47-3,56	2,419	Ультраосновные, эффузивные горные породы	При +850°C сгорает, люминесцирует. Лонсдэлит, чароит – плотность ниже
		Черный	Раковистый					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
СУРИК Pb_3O_4	Тетрагональная. Плотный, лучистый	Ярко-коричневато-красный	Несовершенная	2,5	9,1	2,42	Зоны окисления	Растворяется в HCl с выделением Cl Шафарцикит, керезит – твердость ниже p
		Желто-красный	Неровный					
КСЕНОТИМ VPO_4 Th: U	Моноклинная, пластинчатый	Желто-бурый, красноватый	Несовершенная	4-5	4,9-5,27	1,818	Граниты, пегматиты	В кислотах не растворяется Циркон – твердость 7, отрицательная реакция на P
		Желтый	Неровный					
КОРУНД Al_2O_3 Cr;Fe;Ti	Тригональная, координационная. Таблитчатый. Призматический	Бесцветный, синий (сапфир), красный (рубин)	Совершенная по отдельным плоскостям	9	3,95-4,10	1,767	Гнейсы, сиениты, пегматиты	В кислотах не растворяется Шпинель – оптически изотропна; сапфирин
		Серый	Раковистый, неровный					
АПАТИТ $Ca_5(PO_4)_3$ [(OH, F, Cl)]	Гексагональная, островная. Призматический. Пластинчатый	Белозеленый, голубой	Несовершенная	5	3,1-3,2	1,63	Магматические горные породы, нефелиновые сиениты	Растворяется в кислотах, сахаровидный Берилл – твердость 7-8
		Желто-бурый						
ФОСФОРИТ $Ca_5(PO_4)_3F$, Cl, $(SiO_2 CaCO_3)$	Скрытокристаллическая. Землистый. Конкреции	Белый, серо-бурый до черного	Несовершенная	2-5	2,2-3,2	1,63	Кремнисто-карбонатные породы	При трении выделяет запах жженой кости Фоссофиллит – спайность совершенная

1	2	3	4	5	6	7	8	9
АНАПАИТ $\text{Ca}_2\text{Fe}[\text{PO}_4]_2\text{X}$ $4\text{H}_2\text{O}$	Триклинная, каркасная. Таблитчатый	Зеленый, зеленовато- белый	Совершен- ная	3,5	2,81	1,59	Бурые железняки, глины	Легко растворя- ется в кислотах Вивианит
МАРКАЗИТ FeS_2	Ромбическая, таблитчатый. Бипирами- дальный, призматиче- ский, почко- видный	Латунно- желтый, серовато- зеленый	Ясная	5-6	4,85-4,90	44,5-55	В глинах, известня- ках	–
		Черный	Неровный					