

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОКСИДОВ И ГИДРОКСИДОВ

Цель работы: ознакомиться с коллекцией минералов класса оксидов и гидроксидов, изучить их основные диагностические признаки, условия образования и области применения.

Оборудование и материалы: минералы класса оксидов и гидроксидов; определитель минералов; шкала твердости Мооса; фарфоровая пластинка; спиртовка; магнит; концентрированная и 10 %-ная HCl; концентрированная KOH.

1. Общие сведения

В настоящее время известно примерно 200 минералов этого класса, которые составляют около 17 % земной коры. Из них на долю кварца приходится 12,6 %. Различают простые и сложные оксиды. Простые оксиды имеют общую формулу R_2O , RO , R_2O_3 и RO_2 , к сложным относятся комплексные оксиды, общая формула которых $RO \cdot R_2O_3$ и $RO \cdot R_2O_5$. В гидроксидах неперменной составляющей является H_2O или анион $(OH)^-$.

Окраска минералов-оксидов зависит от их состава. Соединения Mg, Al и др. бесцветны или имеют аллохроматическую окраску. Большинство оксидов Fe, Mn, Cr и др. обычно густо окрашены в темные, до черных, цвета. При этом многие из них прозрачны или просвечивают в тонких шлифах, обнаруживая преимущественно бурые и красные оттенки. Блеск таких минералов полуметаллический. Для некоторых оксидов характерны повышенные магнитные свойства (магнетит, гематит), иногда радиоактивность (U- и Th-содержащие).

В структурном отношении для большинства оксидов и гидроксидов характерен ионный тип связи. Кислород и гидроксильные группы обычно располагаются в вершинах тетраэдров и октаэдров, а катионы находятся в четверном или шестерном окружении кислорода. В зависимости от группировки атомов выделяют оксиды с координационными, островными, цепочечными, листовыми (слоевыми) и каркасными структурами. Среди оксидов широко распространено явление изоморфизма – гетеровалентного (титановые и тантало-ниобиевые соединения, оксиды железа) и изовалентного (между Fe^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^3 , Nb, Td) типов.

Физические свойства оксидов находятся в прямой связи с их структурой. Многие из них, обладая прочным кристаллическим строением, имеют большую твердость (6–9 по шкале Мооса), высокую химическую стойкость, тугоплавкость, низкую растворимость. Плотность зависит от состава, особенно высока она у оксидов Sn, Ta и U.

Значительно меньшей прочностью характеризуются решетки гидроксидов со слоистыми кристаллическими структурами. Слабая связь между отдельными слоями обуславливает их спайность, по которой они легко расщепляются на тонкие листочки. Гидроксиды двухвалентных металлов имеют низкую твер-

дость, которая увеличивается при замене катионами трехвалентных металлов. Твердость возрастает при наличии в структурах ионных групп $[\text{OH}]^{3-}$, например, у диаспора.

Форма нахождения оксидов в природе весьма разнообразна. Они встречаются как в виде хорошо образованных кристаллов (кварц, корунд, магнетит, рутил и др.), так и в виде сплошных зернистых масс и рыхлых или порошковидных агрегатов, часто скрытокристаллических (опал, халцедон, лимонит). Образуются оксиды как эндогенным путем – при магматических, пегматитовых и гидротермальных процессах (кварц, шпинель, рутил и др.) и при региональном и контактовом метаморфизме (корунд), так и в экзогенных процессах. Главная масса гидроксидов образуется в результате выветривания горных пород и окисления рудных минералов (гидраргиллит, лимонит), сосредотачиваясь в верхних частях земной коры, на ее границе с атмосферой, содержащей свободный кислород.

Основные диагностические характеристики оксидов и гидроксидов приведены в определителе минералов (табл. в приложении) и в табл. 12, 13.

2. Порядок выполнения работы

Пользуясь определителем минералов (табл. 9) произведите диагностику оксидов и гидроксидов, написать кристаллическую формулу, охарактеризовать физические свойства, описать условия образования и применения в производстве силикатных материалов. Результаты оформить в виде таблицы.

Наименование минерала и кристаллохимическая формула	Класс, подкласс	Тип структуры	Сингония и форма кристаллов	Цвет минерала	Цвет черты	Блеск
---	-----------------	---------------	-----------------------------	---------------	------------	-------

Продолжение таблицы

Твердость	Спайность, излом	Плотность, г/см ³	Прочие диагностические свойства	Происхождение	Применение
-----------	------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------	------------

Контрольные вопросы

1. Назовите типы структур оксидов и гидроксидов, приведите примеры минералов различных структур.
2. Какие оксиды относятся к простым, какие – к сложным? Приведите примеры.
3. Чем обусловлена высокая твердость корунда? Назовите его полиморфные разновидности.
4. Охарактеризуйте различие в структуре химической связи рутила, кварца, халцедона.
5. Назовите специфические свойства гематита, лимонита, магнетита.

6. По каким признакам можно различить минералы групп SiO_2 (кварц, халцедон, сердолик, агат, опал)? К какому еще классу минералов можно отнести SiO_2 ?
7. Укажите окраску минералов и цвет черты следующей группы минералов: пиролюзит, гематит, магнетит, кварц, корунд, лимонит, рутил.
8. Назовите типы химических связей оксидов и гидроксидов.
9. Назовите области применения кварца и его разновидностей.

Таблица 12

Характеристика оксидов

Минерал Формула	Сингония	Происхождение	Область применения	Месторождение
Периклаз MgO	Кубическая	Контактово-пневматолитовое	Огнеупорная промышленность (периклазовые огнеупоры). Для промышленных целей получают обжигом магнезита	Россия (Урал)
Шпинель MgAl_2O_4	Кубическая	Контактово-метасоматическое, изредка магматическое	Производство абразивов, огнеупоров, ювелирных изделий	Россия (Урал, Забайкалье), Таджикистан (Памир)
Магнетит Fe_3O_4 Титаномагнетит Хромомангнетит	Кубическая	Магматическое, контактово-метасоматическое, метаморфическое, встречается в магматических породах, происхождения	Железная руда, цементная промышленность (корректирующая добавка), производство ферромагнитной керамики	Россия (КМА, Урал, Карелия, Кольский полуостров), Украина (Кривой Рог)
Хромит FeCr_2O_3 Хромшпинелиды $(\text{Mg,Fe}) \cdot (\text{Cr,Al,Fe})_2\text{O}_4$	Кубическая	Магматическое в ультраосновных породах	Руда на хром, производство феррохрома, химическая промышленность	Россия (Урал), Армения
Перовскит CaTiO_3	Кубическая	Магматическое, встречается в контактовых известняках	Производство титансодержащей керамики и сварных материалов	Россия (Урал)
Касситерит SnO_2	Тетрагональная	Гидротермальное, контактово-метасоматическое	Руда на олово, производство красок, эмалей	Россия (Забайкалье) Казахстан
Пиролюзит MnO_2	Тетрагональная	Зоны окисления марганцевых минералов	Руда на марганец, стекольная, химическая промышленность	Украина, Грузия
Рутил TiO_2	Тригональная	Магматическое, метаморфическое, встречается в пегматитовых жилах	В стекольной, огнеупорной промышленности, для получения особых сортов стали, белил	Россия (Урал), Казахстан
Корунд Рубин Сапфир Al_2O_3	Тригональная	Метаморфическое, иногда магматическое, присутствует в россыпях	Абразивный материал, огнеупорная, электротехническая промышленность, ювелирное производство	Россия (Урал), Казахстан

Гематит Fe_2O_3	Тригональная	Гидротермальное, контактово-пневматолитовое, метаморфическое (железистые кварциты),	Железная руда, цементная промышленность (корректирующая добавка), производство ферромагнитной керамики	Россия (Курская магнитная аномалия –КМА, Урал), Украина (Кривой Рог)
Ильменит FeTiO_3	Тригональная	Магматическое	Руда на титан, производство ферротитана, титановых белил	Россия (Урал, Кольский полуостров)
Кварц Горный хрусталь Аметист Морион SiO_2	Тригональная (б-кварц), гексагональная (в-кварц)	Магматическое, гидротермальное (кварцевые жилы), метаморфическое (кварцит), экзогенное при раскристаллизации гелей кремнезема, биогенное (диатомит), при выветривании горных пород (кварцевый песок)	Получение диносовых огнеупоров; фарфора, фаянса, химической посуды, ювелирных изделий; песок – наполнитель для бетона; кварциты, кварцевые песчаники – строительный и отделочный материал	Россия (Урал, Сибирь), Украина (Волынь), Казахстан, Грузия
Халцедон Агат Оникс SiO_2	Аморфная	Экзогенное при раскристаллизации гелей кремнезема, в эффузивных породах	Для изготовления ступок, подпятников весов, в ювелирном производстве	Россия (Урал, Вост. Сибирь), Украина (Крым), Грузия
Опал Благородный опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Аморфная	Экзогенное – разложение силикатов при выветривании, гидротермальное в вулканических областях	Цементная промышленность (богатые опалом породы – трепелы, диатомиты, опоки), теплоизоляционный и шлифовально-полирующий материал, ювелирное производство	Россия (Урал, Саратовская обл., Камчатка), Грузия

Таблица 13

Характеристика гидроксидов

Минерал Формула	Сингония	Происхождение	Область применения	Месторождение
Брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Тригональная	Гидротермальное изменение ультрабазитов, в доломитах	Сырье для получения магнезия, производство магнезитовых огнеупоров, стекольное производство	Россия (Урал, Сибирь)
Диаспор AlO_2	Ромбическая	Экзогенное – в курах выветривания силикатных пород, гидротермальное	Руда на глинозем (бокситы)	Россия (Урал), Узбекистан
Гётит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая	Экзогенное – осадки минеральных источников, озер, болот, окисление железосодержащих минералов	Железная руда, производство керамических красок	Россия (Урал, Липецкая область), Украина (Крым, Кривой рог)
Гидраргиллит $\text{Al}(\text{OH})_3$	Моноклинная	Экзогенное – в курах выветривания силикатных пород	Руда на глинозем (бокситы)	Россия (Урал, Ленинградская область)

