

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ, МЕЛИОРАЦИИ И
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Е.В. Дабах

**ПОНЯТИЕ О МИНЕРАЛАХ.
КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ.
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ**



Киров 2010

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ, МЕЛИОРАЦИИ И
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

Е.В. Дабах

**ПОНЯТИЕ О МИНЕРАЛАХ.
КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ.
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ**

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям
по основам геологии на агрономическом факультете

Киров 2010

УДК 631.4:552

Дабах Е.В. Понятие о минералах. Классификация минералов. Минералогический состав почв: Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по основам геологии на агрономическом факультете.- Киров: Вятская ГСХА, 2010.-25 с.

Рецензенты:

- зам. генерального директора - главный геолог ОАО НИПИИ «Кировпроект» Лемешко А.П.

- доцент каф. Почвоведения, агрохимии, мелиорации и землеустройства ВГСХА Тюлькин А.В.

Методические указания рассмотрены методической комиссией агрономического факультета ВГСХА и рекомендованы к печати (протокол №5 от 1 марта 2010г.).

В методических указаниях приведена краткая характеристика минералов, входящих в состав почвообразующих пород и почв, являющихся агрорудами, применяемых в сельском хозяйстве. Работа предназначена для студентов сельскохозяйственных ВУЗов.

© - Дабах Е.В., 2010

© - Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010

Введение

Цель методической разработки для лабораторно-практических занятий – оказать помощь студентам в изучении минералов, уделяя при этом особое внимание породообразующим, почвенным минералам и минералам-агрорудам.

На практических занятиях студенты должны:

1. Ознакомиться с внешним видом минералов, формами нахождения их в природе.
2. Изучить физические свойства минералов.
3. Отметить положение каждого минерала в классификации по химическому составу и указать его практическое значение.
4. Описать свойства и определить главнейшие породообразующие минералы.
5. Отметить минералы – источники элементов питания для растений.
6. Изучить минералы, входящие в состав разных фракций гранулометрического состава почв.
7. Результаты лабораторно-практической работы оформить в виде таблицы.

Понятие о минералах. Формы нахождения их в природе.

Минералы – природные химические соединения или самородные элементы, возникающие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности. Известно около 4 тысяч минералов. Изучением их занимается отрасль геологии – минералогия.

Большинство минералов – твердые вещества (кварц, полевые шпаты, кальцит и др.), но есть и жидкие (ртуть, вода, нефть), и газообразные (углекислота, сероводород и др.). Твердые минералы могут находиться в природе в кристаллическом и аморфном состоянии. Для кристаллических тел характерно упорядоченное расположение слагающих их частиц: атомов, ионов, молекул. Их отличительная особенность – анизотропность – неравносвойственность в различных направлениях. Кристаллизация в свободном пространстве приводит к образованию единичных кристаллов, друз, щеток – скоплений одиночных кристаллов, прикрепленных одним концом к общему основанию (горный хрусталь, кварц, галенит). Хорошо ограненные кристаллы в природе встречаются редко. По форме одиночного кристалла можно определить минерал. Например: галит, галенит, пирит имеют форму куба; кальцит – ромбоэдра; кварц, горный хрусталь – шестигранника. Сросшиеся одиночные монокристаллы образуют двойники («ласточкин хвост» – у гипса) и тройники.

Естественные скопления минералов называются минеральными агрегатами. Очень немногие минералы сохраняют в агрегатах свою форму. Строение минеральных агрегатов может быть следующим: зернистым – мелкие сросшиеся зерна кристаллов (оливин, апатит, пирит), землистым – напоминающим рыхлую почву (каолинит, охра), плотным (халцедон), призматическим, игольчатым, волокнистым (волокнистый гипс, роговая обманка, асбест, актинолит), листовым, чешуйчатым (слюды), радиально-лучистым (марказит).

Округлые агрегаты представлены конкрециями, секречиями, оолитами. Секречии образуются при заполнении округлых пустот в горных породах от краев к центру концентрическими слоями. Секречии крупных размеров (более 10мм в диаметре) называются жеодами, они часто заполнены кристаллами горного хрусталя, аметиста, кальцита и других минералов. Конкреции – шарообразные стяжения, которые растут от центра к периферии и часто имеют радиально-лучистое строение. Характерны для мелкокристаллических и аморфных минералов, хотя встречаются конкреции и хорошо окристаллизованных минералов (гипс, марказит). Оолиты – мелкие, округлые образования с радиально-лучистым или скорлупообразным строением (пиролюзит, боксит, кальцит). Аморфным веществом сложены натеки и пленки. Натечные формы – сталактиты и сталагмиты образованы лимонитом, кальцитом, а почки – малахитом, гематитом, арагонитом. Пленки (налеты, выцветы, примазки) покрывают тонким слоем поверхность минерала. Например, на кристаллах горного хрусталя встречаются пленки бурых гидроксидов железа. В трещинах можно обнаружить дендриты – древовидные пленки, напоминающие ветви хвойных растений, возникающие при быстрой кристаллизации в трещинах или при большой вязкости вещества. Дендриты образуют самородное золото, серебро, оксиды марганца и железа. Выцветы – периодически появляющиеся отложения солей (сульфатов, галоидов) на поверхности горных пород, сухих почв. В дождливые периоды они исчезают, в сухую погоду появляются.

Физические свойства минералов.

Минералы обладают определенными свойствами, позволяющими различать и диагностировать их. Физические свойства минералов, используемые для их определения, называются диагностическими.

Цвет минералов зависит от их структурных особенностей, присутствия в них красящих элементов (хромофор) и механических примесей. Например, если в структуру граната входит магний, то минерал

имеет кроваво-красный цвет (пироп), а если эти же позиции заняты кальцием – то желтоватый или зеленоватый цвет. Механическая примесь мельчайших кристаллов турмалина окрашивает бесцветный кварц в голубую окраску. «Загрязняющими» окраску механическими примесями могут быть бурые гидроксиды железа, органические вещества. Цвет минерала следует определять на свежем изломе, так как в процессе выветривания он может измениться, особенно у сернистых и мышьяковистых минералов. Для некоторых минералов цвет – основной диагностический признак. Например, аметист – фиолетовый, малахит – зеленый, рубин – красный. У некоторых минералов наблюдается ложная окраска, связанная с наличием трещин, мелких включений, тончайших пленок на поверхности. Отражение света происходит как от поверхности минерала, так и от поверхности включений и трещин, что воспринимается в виде радужной игры цветов. Это явление иризации. Оно характерно для лабрадорита, содержащего тончайшие включения пластинчатых кристаллов гематита по плоскостям спайности. Иризирующие пленки на поверхности минералов называют *побежалостью*. Разноцветная побежалость характерна для медьсодержащих минералов (халькопирита), одноцветная - золотистая – для бурого железняка - лимонита.

Цвет черты – цвет минерала в мелкораздробленном состоянии (порошке). Для определения цвета черты проводят куском минерала по неглазурованной фарфоровой пластинке – «бисквиту». Минерал не должен быть тверже бисквита, иначе он оставит не черту, а царапину. Цвет черты может отличаться от цвета минерала: гематит в куске черный, а в порошке – вишнево-красный, кальцит независимо от окраски имеет белую черту.

Прозрачность – способность вещества пропускать свет – зависит от физико-химических свойств вещества. Все минералы делятся на прозрачные (горный хрусталь, исландский шпат), полупрозрачные (сфалерит, киноварь, изумруд, халцедон, опал), непрозрачные (галенит, пирит, графит, магнетит). Прозрачны в тонких осколках полевые шпаты, пироксены, амфиболы.

Двойное лучепреломление характерно для некоторых прозрачных минералов и связано с различием показателей преломления по разным направлениям. Если через пластинку исландского шпата (разновидности кальцита) рассматривать какой-либо текст, то он будет двоиться.

Блеск минералов – способность их поверхности отражать свет. Различают минералы с металлическим блеском (пирит, халькопирит, галенит), полуметаллическим блеском тусклого металла (гематит, графит, киноварь) и неметаллическим блеском: стекляннм (силикаты), жирным (тальк и сера), алмазным (алмаз и касситерит), шелковистым (асбест и селенит), восковым (халцедон), перламутровым (слюда).

Твердость – сопротивление минерала царапанию – определяют в условных единицах по шкале Мооса (табл. 1).

Таблица 1

Шкала твердости

Твердость	
по шкале Мооса	полевая
1. Тальк 2. Гипс	мягкие минералы, царапаются ногтем
3. Кальцит 4. Флюорит 5. Апатит	средние, царапаются стальным ножом
6. Ортоклаз 7. Кварц 8. Топаз 9. Корунд 10. Алмаз	Твердые минералы не царапаются стальным ножом тв. больше 7 – царапают стекло тв. больше 8 – режут стекло тв. больше 10 – режут все

Ноготь имеет твердость 2.5, медная монета – 3, оконное стекло – 5–5.5, стальной нож – 5.5–6.

Спайность минералов – способность их раскалываться по определенным направлениям – плоскостям спайности. Встречаются минералы с весьма совершенной спайностью. Такие минералы легко расщепляются на пластинки, листочки, образуя ровные плоскости (слюды). Минералы с совершенной спайностью раскалываются с образованием

ровных блестящих плоскостей в двух (ортоклаз), трех (кальцит, каменная соль), четырех (флюорит), шести (сфалерит) направлениях. Несовершенная спайность обнаруживается с трудом на обломках минерала (апатит, берилл). У минералов с весьма несовершенной спайностью плоскости спайности отсутствуют (корунд, кварц, касситерит).

Излом определяет характер поверхности, возникающей при расколе минерала. Ровный излом дают минералы, обладающие спайностью. Поверхность раскола не по плоскостям спайности может быть следующей: раковистой – похожей на внутреннюю поверхность раковины (опал, халцедон, вулканическое стекло), неровной – без блестящих спайных участков (апатит), занозистой – напоминает излом древесины поперек волокон (асбест, гипс, роговая обманка), крючковой – поверхность излома покрыта мелкими крючками (самородная медь, серебро), землистой – у землистых минералов (каолинит, охра).

Плотность минерала зависит от его структуры и химического состава и колеблется от 0.9 – у льда до 23 г/см³ – у осмистого иридия. Большинство минералов имеет плотность от 2.5 до 4.5. К легким относятся минералы с плотностью до 2.5, к средним – 2.4–4.0, к тяжелым – более 4 г/см³. Непрозрачные минералы с металлическим блеском (пирит, магнетит) обычно тяжёлые, прозрачные со стекляннным блеском – легкие (кварц, гипс, галит, ортоклаз).

Магнитность – способность минералов действовать на магнитную стрелку или притягиваться к магниту – характерна для железосодержащих минералов: магнетита, пирротина.

Растворимость в кислотах – важное свойство минералов класса карбонатов растворяться в 10% растворе соляной кислоты. Кальцит и малахит растворяются в ней на холоде, магнезит – при нагревании, а доломит – только в раздробленном виде.

Вкус характерен для растворимых в воде минералов: для галита – соленый, сильвина – горько-соленый, квасцов – кислый. Легкорастворимые

минералы растворяются на языке (карналлит), нерастворимые – липнут к языку (каолинит, галлуазит).

Запах возникает при трении желваков фосфорита (жженой кости), при нагревании серы и янтаря, при выбивании искр из пирита и марказита (сернистого газа); запах чеснока характерен для минералов, содержащих мышьяк.

Ковкость – свойство ковких минералов при ударе молотком сплющиваться и закругляться по краям, в то время как **хрупкие** минералы при ударе раскалываются на мелкие куски. При царапании хрупких минералов образуется порошок, а на поверхности ковких остается блестящий след.

Классификация минералов

В основу классификации минералов (по А.Г. Бетехтину) положен кристаллохимический принцип. Все минералы подразделяются на несколько классов, из которых главнейшими являются: 1) силикаты, 2) оксиды и гидроксиды, 3) карбонаты, 4) фосфаты, 5) сульфаты, 6) галоиды, 7) нитраты, 8) сульфиды, 9) самородные элементы.

К классу оксидов и гидроксидов относятся кислородные и водные соединения металлов и металлоидов. На их долю приходится около 17% массы земной коры. К этому классу относятся такие важнейшие минералы как кварц, лимонит, гематит, магнетит, боксит, пиролюзит и др.

Карбонаты – соли угольной кислоты – H_2CO_3 составляют до 1,8% массы земной коры. Карбонаты являются источником питания растений кальцием, магнием и некоторыми другими элементами, обладают исключительным признаком – реагируют с разбавленной соляной кислотой, выделяя при этом пузырьки CO_2 . Важнейшие минералы этого класса: кальцит, доломит, магнезит, сидерит, сода.

Нитраты или селитры – это производные солей азотной кислоты. Содержание их в земной коре незначительно, поскольку минералы этого класса легко растворимы в воде. Нитраты – ценные минеральные удобрения. Наиболее распространены натриевая (чилийская) и калиевая (индийская) селитры.

Фосфаты – соли фосфорной кислоты H_3PO_4 – составляют не более 0,1% массы земной коры. Минералы этого класса являются ценными агрономическими рудами, к ним относятся: апатит, фосфорит, вивианит.

Сульфаты – соли серной кислоты H_2SO_4 . На их долю приходится 0,1% массы земной коры. К ним относятся ангидрит, гипс, мирабалит, барит и др. Гипс и ангидрит являются ценными агрономическими рудами.

Галоиды – это соли галогеноводородных кислот – $HC1$, HF , реже HBr и HI . Наибольшее значение имеют хлористые соединения (хлориды) – соли соляной кислоты. Многие из них хорошо растворимы в воде. Огромные залежи их образовались в кембрийский и пермский периоды. Минералы этого класса (сильвин, сильвинит, карналлит) являются калийными агрорудами.

Сульфиды – соли сероводородной кислоты H_2S – составляют 0,25% массы земной коры. Они не относятся к породообразующим минералам, но являются рудами многих важнейших металлов: железа, меди, цинка, свинца, ртути. К сульфидам относятся: пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, аурипигмент, киноварь и др.

Самородные элементы – класс минералов, включающий химические элементы, находящиеся в земной коре в свободном состоянии. Это алмаз, графит, сера, золото, платина, природные газы: O , N , H и др. Общая масса их около 0,1% от массы земной коры.

В таблице 2 представлены минералы перечисленных классов, участвующие в образовании пород и почв, являющиеся агрорудами и имеющие значение для сельского хозяйства.

Классификация минералов

Класс	Главные минералы	Формула	Отличительные признаки	Происхождение	Участие в породо- и почвообразовании, применение в с/х
1	2	3	4	5	6
Оксиды и гидроксиды	Кварц	SiO ₂	Тв. 7, неметаллический блеск, отсутствие спайности, шестигранные кристаллы с поперечной штриховкой на гранях.	Магматическое, пневматолитовое, гидротермальное, гипергенное.	Породообразующий минерал кислых магматических, метаморфических и осадочных обломочных пород. Входит в состав крупных фракций почв.
	Опал	SiO ₂ *nH ₂ O	Аморфная разновидность кремнезема тв. 5.5-6.5, стекловидное строение, раковистый излом, полупрозрачный.	Продукт выветривания силикатов и почвообразования. Гидротермальное.	Входит в состав пород осадочного химического и органического происхождения, минеральной части почв. Образует прослойки и заполняет трещины в породах, формируя псевдоморфозы.
	Халцедон	SiO ₂	Скрытокристаллическая разновидность кремнезема, структура скрытокристаллическая или волокнистая, просвечивает в краях, восковой блеск, плотный.	Химическое осадочное-выпадает из растворов, образуется при выветривании силикатов.	Выстиляет пустоты в породах, входит в состав метаморфических и осадочных пород.
	Боксит	Al ₂ O ₃ *nH ₂ O	Кирпично-красный, красно-бурый, оолитовое строение, землистый, легкий.	Осадочное химическое – на дне озер и морей, образуется при латеритном выветривании.	Входит в состав латеритных кор выветривания и почв, способствуя оструктуриванию почв.
Лимонит	Fe ₂ O ₃ *nH ₂ O	Ржаво-бурый, охряно-желтый, аморфный, матовый. Встречается в виде конкреций,	Продукт химического выветривания железосодержащих	Содержится в корах выветривания, встречается в торфяниках, придает бурую	

	Пирролюзит	MnO ₂	желваков, натеков. Цвет и черта – черные, матовый, мягкий, строение оолитовое или землистое.	минералов. Образуется в зоне выветривания марганцевых минералов.	окраску почвам и породам. Применяют в качестве микроудобрения в с/х, образует конкреции в почвах.
--	------------	------------------	---	---	--

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
	Гематит	Fe ₂ O ₃	Цвет вишнево-красный, черный, черта вишнево-красная, блеск полуметаллический.	Метаморфическое.	Железная руда.
	Магнетит	Fe ₃ O ₄	Сильно магнитен, черта черная, твердый.	Метаморфическое.	Железная руда.
	Гетит	FeOOH	Ржаво-бурые цвет и черта, призматические кристаллы редки, чаще встречаются натечные формы, конкреции, землистые массы.	Продукт ферралитного выветривания в экваториальных и тропических областях.	Находясь в тонкодисперсных фракциях почв влияет на их свойства – емкость поглощения. В кислых почвах способен к необменной сорбции анионов.
	Гиббсит	Al(OH) ₃	Белый, блеск стеклянный, слоистый.		
Карбонаты	Кальцит (Разновидность – исландский шпат).	CaCO ₃	Стеклянный блеск, совершенная спайность в трех направлениях, тв. 3, бурно вскипает при действии разбавленных соляной и уксусной кислот.	Гидротермальное, осадочное органогенное, образуется в процессе выветривания.	Породообразующий минерал известняков, используемых для известкования кислых почв.
	Доломит	CaCO ₃ *MgCO ₃	Тв. 3.5-4, стеклянный блеск, вскипает с разбавленной соляной кислотой в порошке.	Метасоматоз, осадочное химическое.	Породообразующий минерал, используется в качестве удобрения.
	Магнезит	MgCO ₃	Реагирует с подогретой соляной кислотой, зерна удлиненной формы.	Гидротермальное, метасоматоз, аморфный магнезит образуется при химическом выветривании силикатов Mg.	Породообразующий минерал метаморфических пород.

	Сидерит	FeCO_3	Желтый, бурый, вскипает при действии нагретой соляной кислоты. Капля кислоты на поверхности сидерита окрашивается в желтый цвет благодаря образованию FeCl_3	Гидротермальное. Осаждается в морских бассейнах.	Руда на Fe. Встречается в болотных почвах вместе с вивианитом как нераскристаллизовавшийся гель.
--	---------	-----------------	---	--	--

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
	Сода	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Растворим в воде и в HCl. Белый, серый, желтоватый, встречается в зернистых агрегатах, на воздухе теряет воду и белеет.	Осадочное химическое.	Встречается в виде белых налетов, выцветов, корочек на поверхности почвенных частиц в засушливых районах.
Нитраты	Натриевая селитра	NaNO_3	Белый, бесцветный, желтоватый. Блеск стеклянный, мягкий, образует налеты, пласты, имеет солоноватый, холодящий вкус, растворим в воде, при нагревании с углем дает вспышку.	Биогенное.	Азотнокислая агроруда.
	Калийная селитра	KNO_3	Дает более яркую вспышку, блеск стеклянный и шелковистый.	Биогенное, химическое.	Азотнокислая агроруда. Встречается в виде выцветов и налетов в почвах и породах, образуя пухлые солончаки в сухих областях Казахстана.
Фосфаты	Апатит	$[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})]$	Хибинский – мелкозернистый, сахаровидный, забайкальский – образует таблитчатые, призматические кристаллы со стеклянным блеском, тв. 5, цвет белый, зеленый, голубой, бурый.	Магматическое.	Агроруда на фосфор.
	Фосфорит	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$	Амфорный минеральный	Осадочное, химическое	Фосфорнокислая агроруда,

	Вивианит	(ClF) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	агрегат, смесь апатита с кальцитом, гипсом и др. Образует желваки, конкреции. Черный, бурый, темно-серый. При трении образцов друг о друга появляется запах жженой кости. В свежем состоянии бесцветен, на воздухе синеет, зеленеет, затем становится бурым, тв. 1.5-2.	и биогенное. Биохимическое.	особенно эффективен на кислых почвах. Фосфорнокислая агроруда. Встречается в болотных почвах с лимонитом и сидеритом.
--	----------	---	--	------------------------------------	--

1	2	3	4	5	6
Сульфаты	Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Тв.2, белый, серый, бесцветный, желтоватый, розовый, черта белая, спайность весьма совершенная, плотный, землистый, листоватый, волокнистый. Образует землистые массы, отдельные кристаллы, двойники, друзы, растворим в воде и HCl.	Осадочное химическое, образуется в процессе выветривания.	Гипсовая агроруда. Используется для нейтрализации засоленных почв – замещения Na^+ в ППК на Ca^{2+} . Источник Ca и S для кормовых: клевера и люцерны.
	Ангидрит	CaSO_4	Тв.3-3.5, слабо растворим в HCl, цвет белый, сероватый, голубой, красноватый.	Осадочное химическое, образуется при дегидратации гипса.	Гипсовая агроруда.
	Мирабилит (глауберова соль)	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Бесцветный с желтоватым или зеленоватым оттенком, вкус солоноватый, горьковатый, при реакции с HCl «не вскипает»	Осадочное химическое.	Химическое сырье.
Галоиды	Галит	NaCl	Стеклянный блеск, соленый вкус, спайность совершенная в трех направлениях по кубу.	Осадочное химическое.	В пищевой и химической промышленности.
	Сильвин	KCl	Цвет различный, тв.1.5-2, легко растворим в воде, вкус горькосоленый.	Осадочное химическое.	Калийная агроруда.
	Сильвинит Карналлит	$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Смесь галита с сильвином. Красный, тв. 2-3, горько-соленый, легко растворим в воде, гигроскопичен, на воздухе расплывается и становится жирным. При растворении издает треск в результате «лопания» пузырьков газа, находящихся в нем.	Осадочное химическое. Осадочное химическое.	Калийная агроруда. Калийная агроруда.
	Флюорит	CaF_2	Тв.4, стеклянный блеск,	Магматическое,	Минерал шкалы твердости.

кубические кристаллы.

осадочное.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Сульфиды	Пирит	FeS_2	Латунно-желтый, черта черная, тв.6-6.5, металлический блеск. В зоне окисления неустойчив, образует сульфаты, карбонаты, гидроксиды железа.	Магматическое, осадочное.	Сырье для получения серной кислоты. Огарки используются как источник микроэлементов. Встречается в глинах, почвах. Продукт окисления – медный купорос – применяют для борьбы с вредителями с/х культур.
	Халькопирит	CuFeS_2	Золотисто-желтый с пестрой побежалостью, тв. 3.5-4, черта черная. В зоне выветривания легко окисляется до сульфатов Cu и Fe.	Гидротермальное.	
	Сфалерит	ZnS	Сильный алмазный блеск, весьма совершенная спайность, цвет черты бурый, коричневый.	Гидротермальное, образуется при восстановлении сульфатов и карбонатов.	
	Аурипигмент	As_2S_3	Лимонно-желтый цвет и черта, тв.1-2.	Гидротермальное.	
Самородные элементы	Сера	S	Светло-желтый, неметаллический блеск, при горении выделяет сернистый газ с удушливым запахом.	Пневматолитовое, вулканическое, при восстановлении сульфатов и окислении сульфидов.	Получают перекись мышьяка, используемую для борьбы с вредителями Применяется для борьбы с вредителями и как микроудобрение.

Наиболее распространенными в земной коре являются минералы класса силикатов. Они имеют более сложную структуру по сравнению с другими минералами, основным элементом ее является кремнекислородный радикал-тетраэдр, обладающий четырьмя свободными валентными связями (рис. 1а). В зависимости от характера сочленения и расположения тетраэдров в кристаллической решетке возникают различные виды структур. В таблице 3 представлена характеристика наиболее распространенных минералов этого класса.

К подклассу слоистых силикатов относятся глинистые минералы, являющиеся основным компонентом тонких фракций суглинистых и глинистых пород, а также почв. В их структуре помимо слоя кремнекислородных тетраэдров (рис. 2а) присутствует слой алюмогидроксильных октаэдров (рис. 2б).

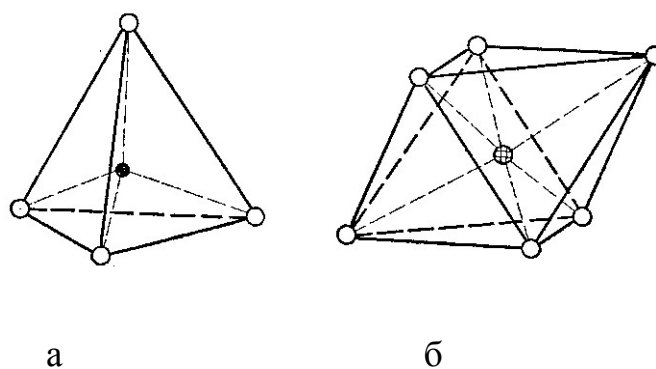


Рис. 1. а - кремнекислородный тетраэдр, в центре которого находится ион кремния, в вершинах – ионы кислорода; б – алюмогидроксильный октаэдр, в центре которого находится ион алюминия, в вершинах - ионы гидроксила.

Классификация минералов класса силикатов

Подкласс	Структурные особенности	Главнейшие минералы	Отличительные признаки	Происхождение	Участие в породо- и почвообразовании, применение в с/х
1	2	3	4	5	6
Островные	Островки одиночных, двойных и т.д. тетраэдров сгруппированы в кольца, связанные через катионы Mg^{2+} , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} .	Оливин	Оливково-зеленый цвет, большая твердость 6,5–7, блеск стеклянный, черта отсутствует.	Магматическое.	Породообразующий минерал основных и ультраосновных магматических пород. Магнезиальное удобрение: MgO 40–45%
Ценные	Кремнекислородные тетраэдры соединены в непрерывные цепочки через две общие вершины. В составе катионов: Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Ti.	Авгит	Темно-зеленый, черный, бочкообразные, призматические кристаллы, встречаются в темноокрашенных породах.	Магматическое.	Породообразующий минерал основных и, реже, средних магматических пород.
Ленточные	Тетраэдры составляют двойные цепочки-ленты, соединенные катионами, связанными с гидроксильными группами.	Роговая обманка	Темно-зеленый, черный цвет, игольчатые или призматические кристаллы. Встречаются в светлоокрашенных породах.	Магматическое, метаморфическое.	Породообразующий минерал средних и кислых магматических и метаморфических пород.
Слоистые силикаты и алюмосиликаты	Тетраэдры соединены через три общие вершины и образуют слой-лист	Тальк	Светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-серый, белый. Мягкий – тв. 1, жирный на ощупь, черта белая.	Метаморфическое.	Используется в производстве ядохимикатов для борьбы с вредителями с/х растений.

		Серпентин	Желтовато-зеленый, темно-зеленый, черный. Полосчатый, пятнистый, черта белая, спайность отсутствует, встречаются прожилки асбеста.	Метаморфическое.	Агроруда на магний. Содержит 43% MgO.
--	--	-----------	--	------------------	---------------------------------------

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	Слой кремнекислородных тетраэдров соединен со слоем алюмогидроксильных октаэдров через общие вершины, в которых находится кислород, образуя структуру типа 1:1. – двухслойные пакеты соединяются друг с другом водородными связями.	Каолинит	Белый цвет, белая черта, землистое, плотное строение, жирный на ощупь, пачкает руку.	Продукт выветривания полевых шпатов и алюмосиликатов.	Входит в состав минеральной части почв, обуславливает ее поглотительную способность, влияет на физические и физико-механические свойства. ЕКО каолинита не превышает 10 мэкв/100г.

	<p>Между двумя слоями тетраэдров – слой алюмогидроксильных октаэдров – структура типа 2:1. Трехслойные пакеты, имеющие отрицательный заряд за счет изоморфного замещения Si^{4+} на Al^{3+} в тетраэдрах, либо Al^{3+} на Fe^{2+} и Mg^{2+} в октаэдрах, связаны через катионы, находящиеся в межпакетном пространстве</p>	<p><u>Слюды:</u> – Мусковит Биотит Флогопит</p> <p><u>Гидрослюды:</u> Иллит</p>	<p>Перламутровый блеск, листоватые, чешуйчатые агрегаты, весьма совершенная спайность. Светлая слюда, содержит Al в октаэдрах. Черного цвета, содержит Fe в октаэдрах. Бурая, зеленовато-бурая слюда, содержит Mg в октаэдрах.</p> <p>Цвет светло-коричневый, зеленоватый, твердость 1-2, образует землистые массы.</p>	<p>Магматическое, метаморфическое.</p> <p>Продукт выветривания слюд и почвообразования.</p>	<p>Входят в состав почвообразующих пород, минеральной части почв. Содержат от 9 до 12% K_2O, ЕКО 10-15мэкв/100г.</p> <p>Входит в состав тонких фракций почв, ЕКО 20-40мэкв/100г, содержит 6-9% K_2O.</p>
--	---	---	---	---	--

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

		Глауконит	Зеленого цвета, твердость 2-3, блеск матовый, у плотных разностей – стеклянный, жирный. Представлен округлыми образованиями, песчаниками.	Морского химического происхождения, образуется при участии микроорганизмов.	После термической обработки используется как калийное удобрение. Используется как смягчитель жесткости воды.
	В межпакетное пространство помимо катионов входит 4 молекулы воды на элементарную ячейку. Заряд локализован в тетраэдрах. Имеют подвижную кристаллическую решетку.	Вермикулит	Бурый, желтовато-бурый, золотисто-желтый, жирный блеск, при нагревании червеобразно изгибается, увеличиваясь в объеме в 10-15 раз.	Продукт выветивания слюд.	Входит в состав минеральной части почв. Используется для улучшения структуры тяжелых почв и в качестве субстрата для выращивания растений на питательных растворах. ЕКО 60-150мэкв/100г. Способен к необменной фиксации К из раствора.
	Минералы с лабильной решеткой типа 2:1, отличаются низким зарядом пакета и высокой способностью к межпакетной сорбции катионов.	Монтмориллонит Нонтронит Бейделлит	Окраска светло-зеленая, белая. Образует плотные землистые массы. При увлажнении набухает, увеличиваясь в объеме в 20 раз, при нагревании сжимается.	Продукт выветривания слюд, возможно, синтеза при рН выше 7.	Входит в состав глинистых пород и тонких фракций почв, влияет на их физико-механические и физико-химические свойства, ЕКО 50-120мэкв/100г.

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	<p>Четырехслойные пакеты типа 2:1:1. Избыточный заряд трехслойного пакета компенсируется дополнительным октаэдрическим слоем.</p> <p>Избыточный заряд трехслойного пакета компенсируется «островками» – фрагментами октаэдрического слоя.</p> <p>Аморфные алюмосиликаты, примерный состав: $n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot r\text{H}_2\text{O}$, часто содержат Fe, реже Mg, Ca, K.</p>	<p>Хлорит</p> <p>Почвенный хлорит</p> <p><u>Аллофаны</u></p>	<p>От темно- до светло-зеленого, черта белая, зеленовато-белая. Листоватые, чешуйчатые агрегаты с весьма совершенной спайностью.</p> <p>От голубого до зеленого, блеск стеклянный до жирного, образуют натечные агрегаты.</p>	<p>Метаморфическое</p> <p>Продукт выветривания и почвообразования. Образуются в процессе выветривания.</p>	<p>Породообразующий минерал метаморфических пород (сланцев). Входит в состав пылевой и илистой фракций почв. ЕКО 10–40 мэкв/100г.</p> <p>Входит в состав тонко дисперсных фракций определенных горизонтов некоторых типов почв.</p> <p>Входят в состав почв, способствуют их оструктуриванию.</p>
Каркасные	Непрерывный каркас состоит из связанных между собой через кислороды всех вершин тетраэдров.	<p><u>Калиево-натриевые полевые шпаты:</u></p> <p>Ортоклаз</p> <p>Микроклин</p> <p><u>Натриево-кальциевые полевые шпаты или плагиоклазы:</u></p>	<p>Тв. 6, стеклянный блеск, совершенная спайность в двух направлениях под углом 90°.</p> <p>Угол между плоскостями спайности отличается от прямого на $3,5-4^\circ$.</p>	<p>Магматическое, метафорическое.</p> <p>Пегматитовое.</p>	<p>Породообразующие минералы кислых и средних магматических пород. Содержатся в крупных фракциях почв. В тонкораздробленном виде могут служить источником калийного питания растений K_2O 12,7–16,9%.</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Водные каркасные алюмосиликаты	Кристаллическая решетка имеет большие полости, молекулы воды с ней связаны слабо.	Альбит	Белый, тв. 6–6.5, спайность совершенная в двух направлениях. Содержит анортита. 1–105	Магматическое, пегматитовое	Породообразующий минерал кислых магматических и метаморфических пород.
		Олигоклаз	Содержит анортита 10–30%		
		Андезин	Содержит анортита 31–50%	Магматическое	Породообразующий минерал кислых магматических и метаморфических пород. Породообразующие минералы средних магматических пород.
		Лабрадор	Содержит анортита. Темно-серый, зеленовато-серый с синим отливом по плоскостям спайности. 51–70%		
		Битовнит	Содержит анортита 71–90%		
		Анортит	Кальциевый плагиоклаз. Грязно-белый, красноватый, тв.6.		Породообразующие минералы основных магматических пород.
		<u>Фельдшпаты:</u> Нефелин	Желтоватый, красновато-бурый, серый, жирный блеск, царапает стекло, спайность отсутствует.	Магматическое.	
			<u>Цеолиты</u>	Обладают способностью к обратимому катионному обмену без разрушения кристаллической	Гидротермальное, метаморфическое, экзогенное.

			решетки.		
--	--	--	----------	--	--

Минералы, входящие в состав почв и почвообразующих пород, делят на первичные и вторичные.

Первичные минералы переходят в мелкозем из разрушенных плотных магматических, метаморфических или осадочных пород в процессе выветривания почти целиком. Они сосредоточены во фракциях крупнее 0.001мм, не обладают поглотительной способностью, но составляют основу для вторичного минералообразования. По степени возрастания устойчивости к выветриванию первичные минералы можно поставить в ряд:

1. Карбонаты - кальцит, доломит
2. Оливин
3. Пироксены (авгит)
4. Амфиболы (роговая обманка, актинолит)
5. Биотит, хлорит, эпидот
6. Плагиоклазы средние и основные (анортит, лабрадор, битовнит)
7. Плагиоклазы кислые (альбит, олигоклаз)
8. Калиево-натриевые полевые шпаты (ортоклаз, микроклин)
9. Апатит
10. Кварц

Вторичные минералы представляют собой продукт трансформации первичных минералов или являются новообразованными в процессе почвообразования и выветривания. Они сосредоточены в тонкодисперсных фракциях почв и почвообразующих пород, представлены, главным образом, глинистыми минералами, минералами оксидов Fe и Al, аллофанами, минералами-солями. К вторичным глинистым минералам относятся минералы группы каолинита, монтмориллонита, хлорита (последние могут быть первичными и вторичными), гидрослюды. Минералы класса оксидов-гидроксидов - гематит, гетит, гиббсит - встречаются в иллювиальных горизонтах подзолистых почв, желтоземах и красноземах. Аллофаны образуются в почвах при взаимодействии кремнекислоты с гидроксидами алюминия, высвобождающимися при разрушении

первичных и вторичных минералов. Минералы-соли, наиболее распространенные в почвах, - кальцит, доломит, сода, гипс, ангидрит, галит, а в переувлажненных почвах - сульфиды Fe, вивианит, сидерит.

Минералогический состав почв

Минералогический состав почвообразующих пород и почв существенно меняется по фракциям гранулометрического состава. Основными почвенными минералами крупных фракций являются кварц, полевые шпаты, слюды (табл. 4). В частности, гравий (3-1мм) состоит из обломков пород и, в меньшей степени, зерен первичных минералов. Песчаная фракция (1-0,05мм) состоит из обломков первичных минералов, преимущественно кварца и полевых шпатов (ортоклаза), а также роговой обманки, плагиоклазов. В гранулометрической фракции размером более 0,25мм - максимальное содержание кварца. Крупнопылеватая фракция (0,05-0,01мм) по минералогическому составу сходна с песчаной. Легкая фракция (с плотностью $< 2,5 \text{ г/см}^3$) частиц размером 0,25-0,01мм представлена кварцем, полевыми шпатами, карбонатами, слюдами, хлоритами, плагиоклазами. При выветривании полевых шпатов, слюд высвобождается один из главных элементов питания растений – калий. Тяжелыми минералами (с плотностью более $2,5 \text{ г/см}^3$) крупных фракций являются биотит, роговые обманки, эпидот, авгит, ильменит, циркон, рутил, гематит, гетит, оливин. По содержанию тяжелых минералов (в % от массы почвы) судят о богатстве почв. Многие первичные минералы тяжелой фракции являются источниками микроэлементов – меди, кобальта, цинка, молибдена, железа, а также магния и кальция.

Во фракции средней пыли (0,01-0,005мм) повышенное содержание слюд, придающих ей повышенную пластичность, связность. Во фракции тонкой пыли (0,005-0,001мм) сосредоточены как первичные, так и вторичные минералы. Последние придают ей способность к коагуляции, структурообразованию,

поглощению, а также неблагоприятные свойства – низкую водо- и воздухопроницаемость, высокую набухаемость, липкость, плотное сложение.

Илистая фракция (размер частиц менее 0,001мм) состоит из минералов группы каолинита, гидрослюды, монтмориллонита, хлорита, почвенного хлорита, смешаннослойных минералов. Помимо перечисленных глинистых минералов в составе ила встречаются тонкодисперсный кварц, ортоклаз, мусковит, аллофаны, минералы класса оксидов и гидроксидов железа и алюминия, карбонаты. Благодаря огромной площади поверхности и наличию заряда на сколах кристаллов, в межпакетных пространствах и на поверхностях глинистых минералов, эта фракция отличается высокой поглотительной способностью, входящим в нее коллоидам (размер частиц 10^{-5} - 10^{-7} м) принадлежит особая роль в оструктуривании почв.

Таблица 4

Минералогический состав гранулометрических фракций почв

Фракции		Размер частиц, мм	Минералогический состав
Скелет почвы	Камни	Более 3	Обломки пород, кварц, полевые шпаты
	Гравий	3-1	
Физический песок	Песок крупный	1-0,5	Кварц, К-Na-полевые шпаты, плагиоклазы, роговая обманка, пироксены, слюды, хлорит, карбонаты, оливин и др.
	Песок средний	0,5-0,25	
	Песок мелкий	0,25-0,05	
	Пыль крупная	0,05-0,01	
Физическая глина	Пыль средняя	0,01-0,005	Слюды, хлорит, гидрослюды, монтмориллонит, бейделлит, вермикулит, каолинит, гетит, лепидокрокит, тонкодисперсные: кварц, полевые шпаты, карбонаты, аллофаны и др.
	Пыль мелкая	0,005-0,001	
	Ил	Менее 0,001	

Литература

1. Борголов И.Б. Сельскохозяйственная геология.- Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000.-320с.
2. Орлов Д.С. Химия почв.- М.: Изд. МГУ, 1992.- 400с.
3. Павлинов В.Н., Кизевальтер Д.С., Лин Н.Г. Основы геологии: Учеб. для вузов.- М.: Недра, 1991.-270с.
4. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие.- Тула: Гриф и К, 2005.-336с.
5. Толстой М.П. Геология с основами минералогии.- М.: Агропромиздат, 1991.-398с.

Учебное издание

Елена Валентиновна Дабах

Понятие о минералах. Классификация минералов.

Минералогический состав почв

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям

Редактор Окишева И.В.

Заказ № _____. Подписано к печати _____

Тираж 200 экз. Формат 60x84 1/16

Бумага_____. Усл.п.л._____ Цена договорная

ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия»

610017, г.Киров, Октябрьский пр-т, 133

Отпечатано в типографии Вятской ГСХА