

курс II

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

практика

Преподаватель:

доцент, кандидат г.-м. наук

Баранова Марина Илларионовна

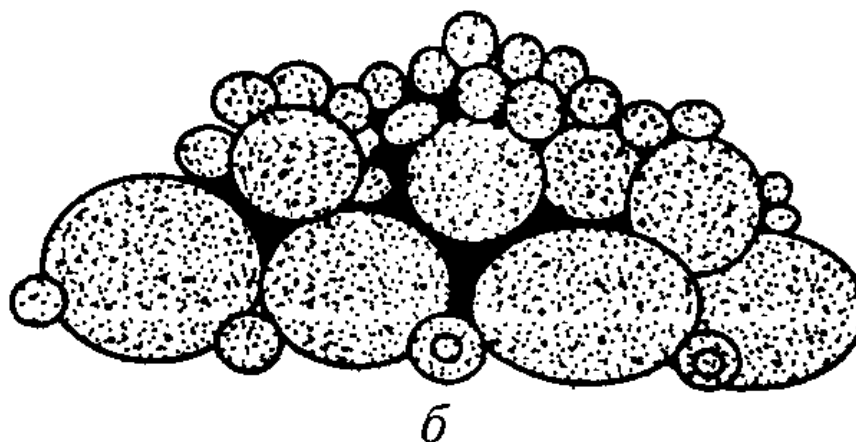
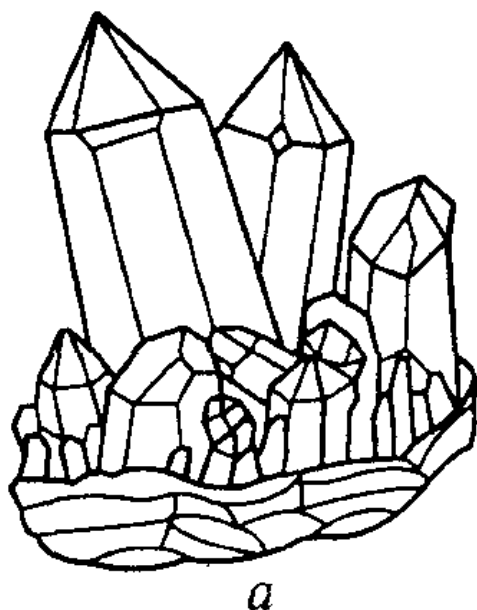


Минералы

Наука, изучающая минералы - минералогия

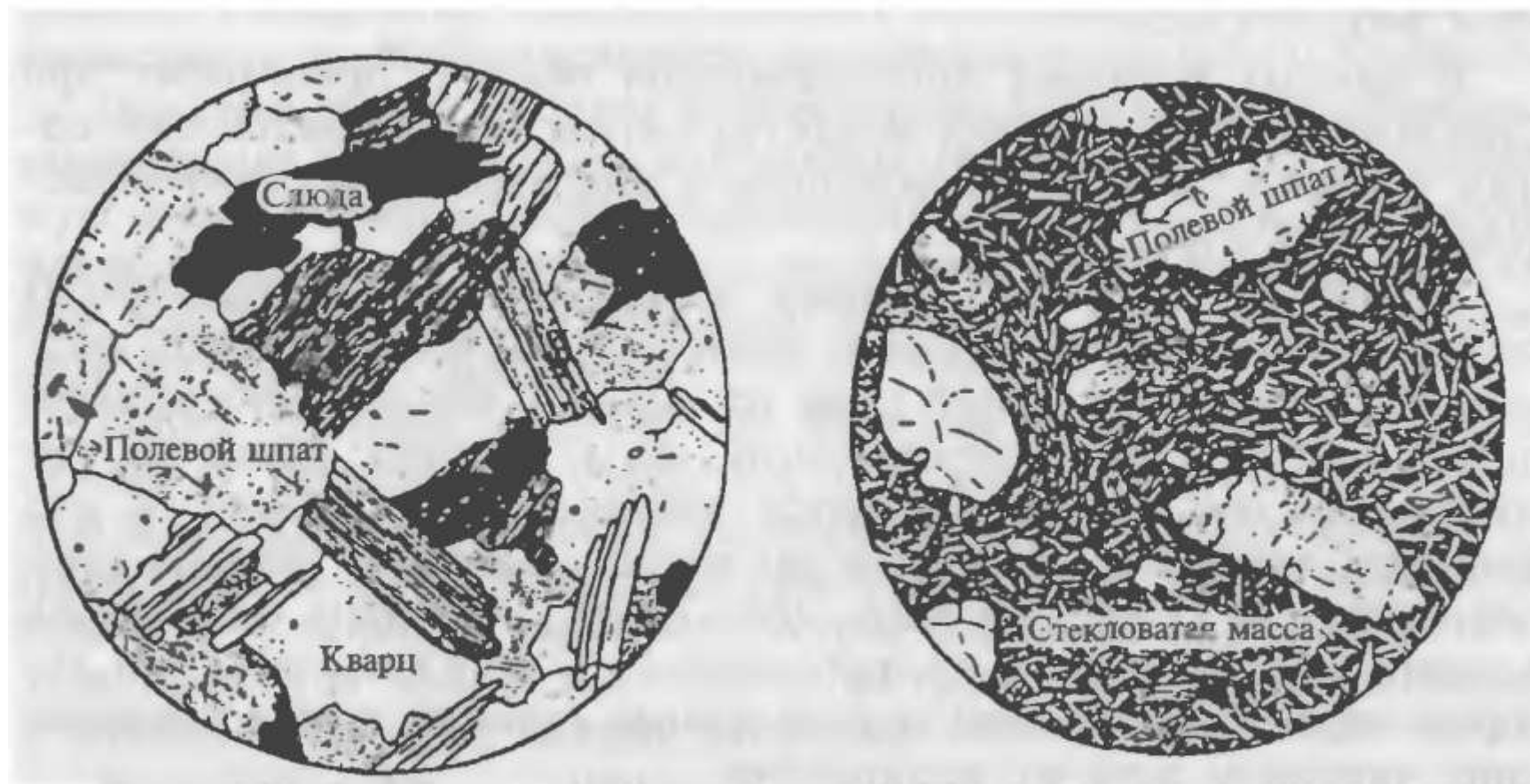
Минералы – природные тела, относительно однородные по химическому составу, внутреннему строению и физическим свойствам.

Состав минерала выражается химической формулой



- **Формы минералов в природе:**
а-кристаллическая, б-аморфная

**Кристаллы минералов и аморфное вещество в
магматических горных породах
(вид шлифа под микроскопом)**



Различают минералы:

-главные породообразующие (около 100),
например,

кварц, полевые шпаты,

кальцит, глинистые минералы

-второстепенные, или акцессорные, например,

галит, гранат, золото

-случайные минералы-примеси

В зависимости от условий образования различают:

- минералы ***магматического происхождения***, образующиеся при остывании и раскристаллизации магматического расплава (кварц, полевые шпаты);
- минералы ***осадочного происхождения***, образующиеся при выпадении в осадок химических соединений из водных растворов (галит, малахит, кальцит, гипс);
- минералы ***метаморфического происхождения***, образующиеся при воздействии на ранее существующие минералы факторов внутреннего энергии земли — давления, температуры, газов (серпентин/асбест, мусковит, хлорит).

На лабораторных занятиях изучаются:

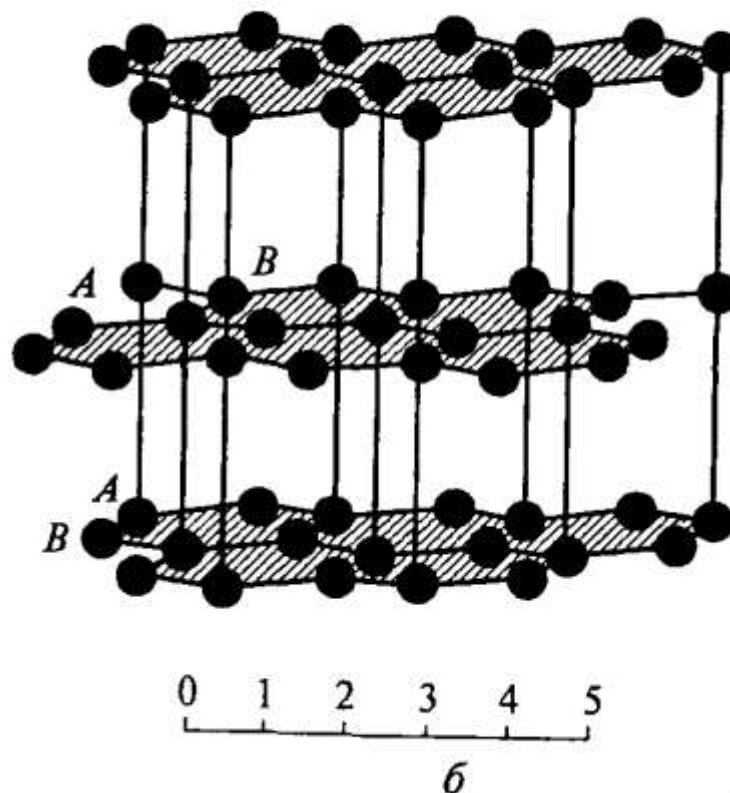
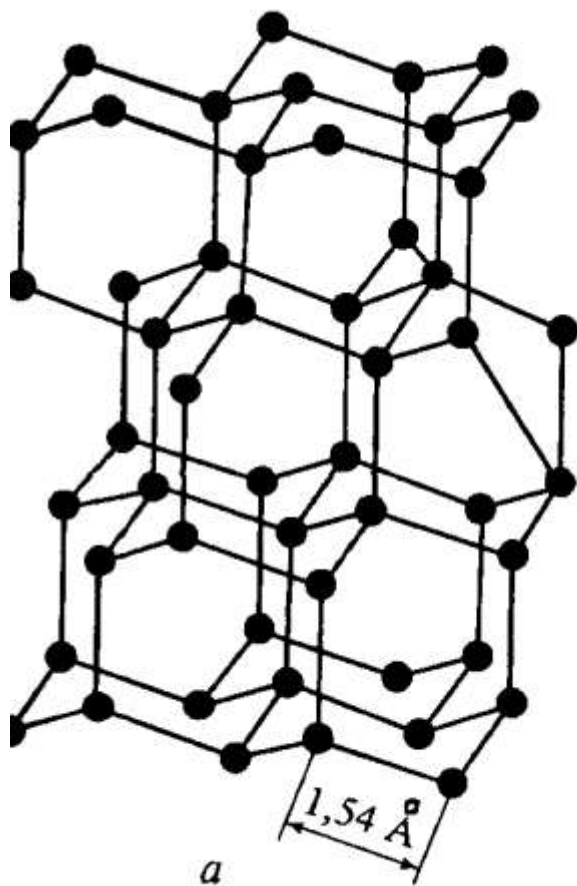
- **-минералы, служащие строительным каменным материалом или сырьем для изготовления строительных материалов (ГИПС,КАЛЬЦИТ и др.)**
- **-главные породообразующие минералы, используемые не самостоятельно, а в виде составной части грунтов – каменного материала, который может служить естественным основанием инженерных сооружений (КВАРЦ, ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ, РОГОВАЯ ОБМАНКА, ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ и др.)**
- **-минералы-вредные примеси, присутствие которых в грунтах или строительных материалах ухудшает их строительные свойства или создает агрессивную среду (ПИРИТ, ГАЛИТ).**

КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ

В основе принятой в настоящее время классификации минералов лежат химический состав и их кристаллическая структура, т.е. кристаллохимические признаки.

Кристаллическая форма обусловлена строением кристаллической решетки, которая зависит от химического состава и расположения атомов химического элемента, а также условий образования минерала.

Кристаллические решетки алмаза (а) и графита (б)



Способность минералов при одном и том же составе образовывать различные по строению кристаллические решетки называется **полиморфизмом**.

Согласно кристаллохимической классификации, выделяют **9 классов минералов**.

В земной коре примерно 92% всей её массы составляют минералы 2-х классов –

силикаты (75%) и оксиды (17%).

На долю остальных 7 классов, таким образом, приходится лишь около 8%.

Классы минералов и их типичные представители

- Силикаты – ОРТОКЛАЗ - $\text{K}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\text{6SiO}_2$
- Карбонаты – КАЛЬЦИТ - CaCO_3
- Оксиды – КВАРЦ - SiO_2
- Гидроксиды – ОПАЛ - $\text{SiO}_2n\text{H}_2\text{O}$
- Сульфиды – ПИРИТ - FeS_2
- Сульфаты – ГИПС - $\text{CaSO}_42\text{H}_2\text{O}$
- Галоиды – ГАЛИТ - NaCl
- Фосфаты – АПАТИТ - $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH},\text{F},\text{Cl})_2$
- Вольфраматы – ВОЛЬФРАМИТ - $(\text{FeMn})\text{WO}_4$
- Самородные элементы – АЛМАЗ - C

Формула кислоты	Название кислоты	Заряд кислотного остатка	Название соли
H_2SO_4	серная	SO_4^{2-}	сульфаты
HCl	соляная	Cl^-	хлориды
H_2CO_3	угольная	CO_3^{2-}	карбонаты
H_3PO_4	фосфорная	PO_4^{3-}	фосфаты
H_2SiO_3	кремниевая	SiO_3^{2-}	силикаты
HNO_3	азотная	NO_3^-	нитраты
H_2SO_3	сернистая	SO_3^{2-}	сульфиты
H_2S	сероводородная	S^{2-}	сульфиды

МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛОВ

Минералы в природе встречаются в виде:

- отдельных кристаллов.
- сростков и скоплений кристаллов (щеток, друз, секреций и др.);
- зернисто-кристаллических агрегатов различной крупности;
- сплошных скрытокристаллических агрегатов, кристаллы которых различимы только под микроскопом;
- аморфных, натечных масс, в которых зерна неразличимы даже под микроскопом.

Форма зерен минералов может быть:

- зернисто-однородная** - минеральная масса состоит из изометричных зерен;
- волокнистая** - минералы имеют форму вытянутых волокон (асбест);
- игольчатая, шестоватая** - зерна минералов имеют форму иголок, шестиков (роговая обманка);
- чешуйчатая** - зерна имеют форму чешуек (слюды);
- пластинчатая** - кристаллы имеют форму пластинок (гипс);
- землистая** - минеральные зерна представлены мельчайшими слабо различимыми частицами, растирающимися пальцами руки (кристаллы каолинита в виде глины).

Минералы с **кристаллическим строением** характеризуются **анизотропными** физическими свойствами, тогда как **аморфные минералы**, характеризующиеся беспорядочным расположением составляющих их химических элементов, имеют **изотропные свойства**.



Кристаллы аметиста



Горный хрусталь



Зернистый агрегат
галита и сильвина



Форма зерен:
Зернисто-однородная



Волокнистые
агрегаты



Игольчатые, шестоватые кристаллы

Роговая обманка

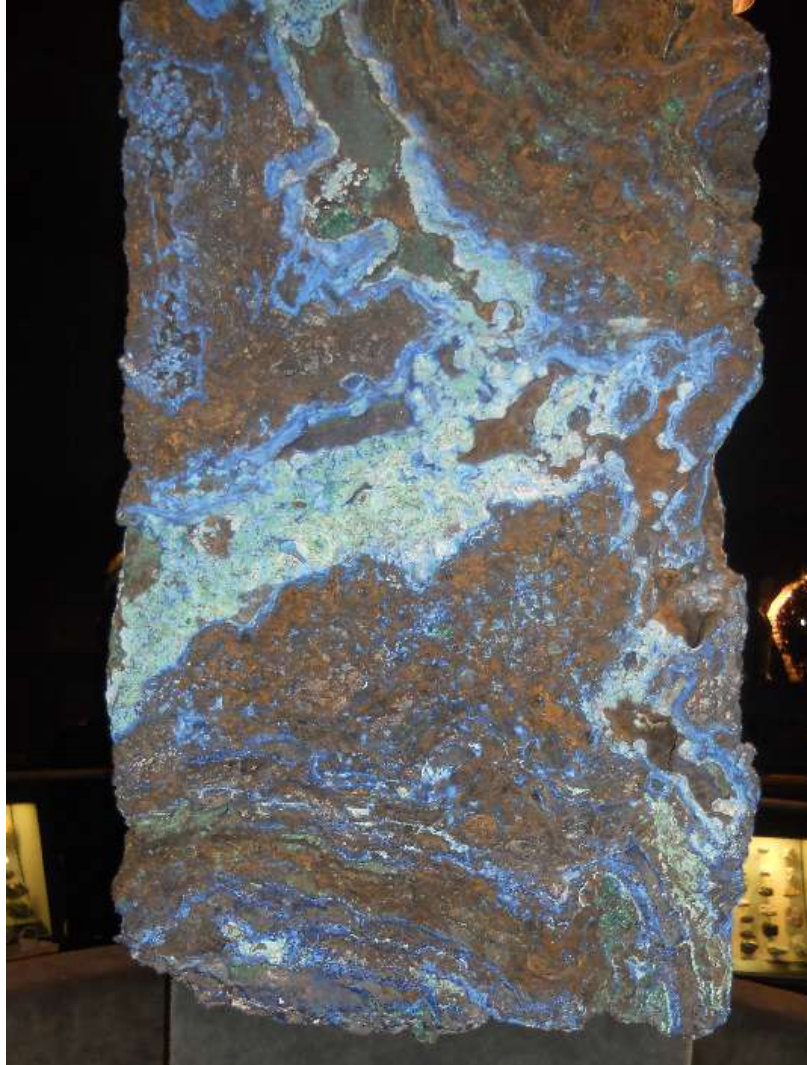


Чешуйчатая форма кристаллов биотита



Пластинчатая форма минералов гипса

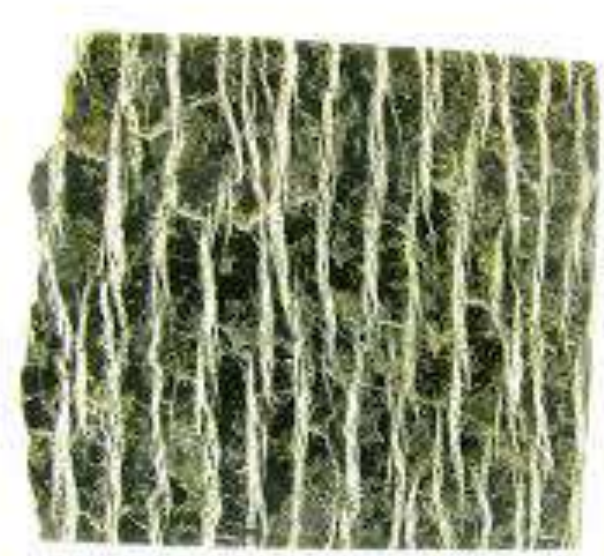




Землистая форма минералов малахита и азурита



12. Амфиболовый асбест и хризотил-асбест



- Волокна амфиболового асбеста, попадая в легкие человека, могут вызвать **онкологию**. Поэтому с 2005г. в странах Евросоюза и США его использование в строительстве запрещено.
- Длинноволокнистый хризотил-асбест выводится из легких человека за 14 дней. В РФ и в Украине из него производят шифер, плиты и др.

Методика изучения минералов:

– определение важнейших физических свойств:

- *цвета,*
- *блеска,*
- *спайности,*
- *излома,*
- *твёрдости,*
- *растворимость*
- *взаимодействие с соляной кислотой*

Цвет зависит от ***основного химического состава минерала***. Присутствие в минерале катионов магния, железа обуславливает черный, темно-зеленый, бурый цвета, алюминия, кальция, калия - светлые тона: белый, розовый.

Оказывают влияние на цвет минералов механические примеси

Блеск минерала обусловлен особенностями отражения света от свежей поверхности образца.

Различают следующие виды блеска:

-металлический - как блеск от полированной поверхности металла, им обладают сульфиды металлов (пирит, галенит и т. д.);

-алмазный - интенсивный блеск, свойственный немногим прозрачным минералам (алмаз);

-стеклянный, соответствующий блеску гладкой поверхности стекла, характерен для большинства прозрачных и просвечивающих минералов, имеющих гладкую поверхность - грани кристалла или плоскости спайности (кальцит, галит);

жирный блеск - от неровной, вогнуто-выпуклой поверхности минерала, кажется, что она как бы смазана тонкой пленкой жира (кварц на изломе);

-перламутровый - минерал блестит как перламутровая поверхность раковины, образуя радужные переливы. Перламутровый блеск проявляется вследствие отражения света от внутренних плоскостей спайности (пластинчатый гипс, мусковит);

-шелковистый блеск - у минералов тонковолокнистого и шестоватого сложения (асбест, роговая обманка);

-матовый блеск - у минералов землистого сложения (каолинит).

Излом - вид поверхности на изломе минерала.

Различают следующие виды излома:

-раковистый - с вогнутой, выпуклой concentрически волнистой поверхностью (как излом толстого бутылочного стекла - **кварц, халцедон**);

-заноистый - поверхность имеет вид ориентированных в одном направлении иголок - «заноэ» (**асбест, гипс - селенит, роговая обманка**);

-землистый - с матовой поверхностью, покрытой «пылью» (**каолинит, лимонит**);

-ровный (ступенчатый) по поверхностям спайности (**кальцит, ортоклаз**);

-зернистый - у минералов однородно-зернистого сложения (**мелкокристаллический кальцит**).

Спайность - способность кристалла минералов раскалываться по одному или нескольким направлениям, образуя ровные, параллельные зеркально-блестящие плоскости, называемые **плоскостями спайности**.

Спайность отражает внутреннее строение минерала и зависит от особенностей расположения атомов химических элементов в его кристаллической решетке и прочности связей между ними.

Различают *виды спайности*:

- весьма совершенная - спайность у минералов, четко расщепляющихся на отдельные листочки (**мусковит**) или пластинки с блестящими глянцевыми плоскостями;
- совершенная - на поверхности минерала хорошо видны зеркально-ровные плоскости, имеющие сильный стеклянный блеск (**кальцит, ортоклаз**),
- несовершенная - у минерала в этом случае преобладают поверхности неправильного раковистого излома с жирным блеском (**кварц**);

Твердость - способность минерала противостоять механическому воздействию (царапанию) острием какого-либо предмета известной твердости.

Твердость принято определять по **шкале Мооса**, состоящей из набора минералов, согласно которой каждый последующий минерал способен оставлять царапину на поверхности предыдущего

Балл твёрдост и	Минерал - эталон	Заменители
1	Тальк	Царапается мягким карандашом, легко скоблится ногтем
2	Гипс	Царапается ногтем
3	Кальцит	Латунная монета
4	Флюорит	Железный гвоздь
5	Апатит	Стекло, перочинный нож
6	Ортоклаз	Стальной нож, игла
7	Кварц	Напильник
8	Топаз	-
9	Корунд	-
10	Алмаз	-

талък



Класс силикатов

ГИПС



Класс сульфатов
 $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

КАЛЬЦИТ



**Класс
Карбонатов
 CaCO_3**

ФЛЮОРИТ

(Плавиковый шпат)



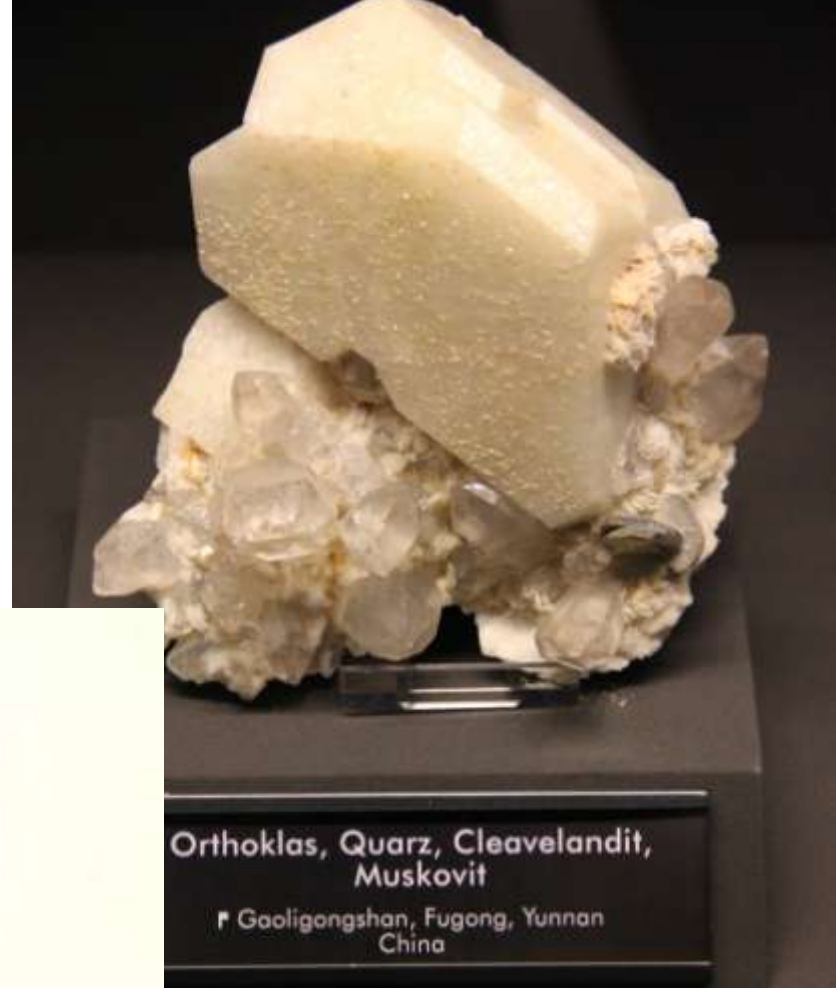
Класс галогенидов
 CaF_2

АПАТИТ



Класс фосфатов

ОРТОКЛАЗ



Класс силикатов
 $K[AlSi_3O_8]$

КВАРЦ



**Класс оксидов
и гидроксидов
 SiO_2**

ТОПАЗ



Класс силикатов
 $\text{Al}_2[\text{SiO}_2](\text{OH})_2$

КОРУНД



Класс оксидов
AL₂O₃

АЛМАЗ



Растворимость в воде

Некоторые минералы осадочного и метаморфического происхождения растворяются в воде. В зависимости от количества растворенного вещества в 1 литре воды различают:

- легкорастворимые (галит, сильвин)** - растворимость более 10 г/л;
- среднерастворимые (гипс)** - растворимость от 1 до 10 г/л;
- труднорастворимые (карбонаты)** - растворимость от 0,01 до 1 г/л;
- нерастворимые (алюмосиликаты)** - растворимость менее 0,01 г/л.

На интенсивность растворения влияют температура воды, ее химический состав, скорость течения (фильтрации) воды сквозь горную породу и её трещиноватость.

Реакция с соляной кислотой.

При взаимодействии соляной кислоты с минералами группы карбонатов (соли угольной кислоты: кальцит CaCO_3 , магнезит MgCO_3 и др.) происходит выделение углекислого газа, сопровождающееся образованием мелких пузырьков на поверхности капли кислоты (вскипание) и слабым шипением. Одни минералы разлагаются в куске под действием холодной кислоты (кальцит), другие в порошке (доломит), а некоторые только при нагревании (магнезит).

В полевых и лабораторных условиях для диагностики содержания в горных породах и грунтах карбонатов используют слабый 10%-й раствор соляной кислоты.

Лабораторный опыт

« Взаимодействие кальцита с соляной кислотой »



- 1) Данная реакция протекает при соприкосновении веществ.
- 2) Признаки реакции: выделение газа.
- 3) Тип реакции: реакция обмена.



Реакция обмена

Самый распространенный класс – **СИЛИКАТЫ** –
это **соли кремниевой кислоты**

Силикаты, содержащие в своем составе оксид алюминия, называются **алюмосиликатами**. Они наиболее распространены в природе (полевые шпаты)

*Минерал класса **силикатов** - каолинит - является основным продуктом разрушения горных пород и является главной составной частью белой глины.*

Из искусственных силикатов наибольшее значение имеют стекло, цемент и керамика.

10. Реакционная способность минералов.

Большая группа минералов обладает агрессивностью по отношению к бетону, их присутствие обуславливает химическое и физическое разрушение металлических и бетонных конструкций или значительно снижает их прочность. Такие минералы называют потенциально реакционно-способными и они являются вредными компонентами грунтов.

К ним относятся:

сульфиды (пирит и др.), сульфаты (гипс, ангидрит), окислы железа (лимонит), аморфные разновидности кремнезема (опал, халцедон), хлориды (галит, сильвин), асбест, слюда.

Заполнители (в бетоне) относятся к потенциально реакционноспособным, если количество растворенного кремнезема в них превышает 50 ммоль/л.

11. Тонковолокнистая разновидность серпентина — асбест широко используется как огнестойкий материал .

Последние исследования свидетельствуют, что тонковолокнистый асбест и изделия из него являются причиной неизлечимой болезни — *асбестоза*. Асбест, со временем расслаивается на мельчайшие волокна, попадает в легкие человека и способствует возникновению различных легочных заболеваний.

Применение строительных материалов, состоящих из асбеста, *полностью запрещено на территории ЕС (Европа) и почти полностью – в США. Ученые в России считают, что в запрете асбеста нет необходимости.*

Асбест является вредной, обладающей потенциально реакционной способностью примесью при изготовлении бетонов.

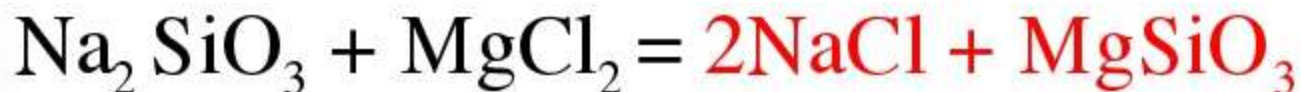
12. *Химические свойства силикатов:*

Взаимодействуют:

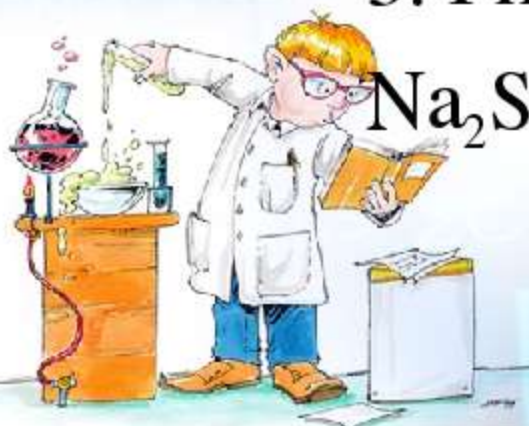
1. С кислотами:



2. С растворами солей:



3. Гидролиз



13. Физические свойства силикатов зависят от состава и строения.

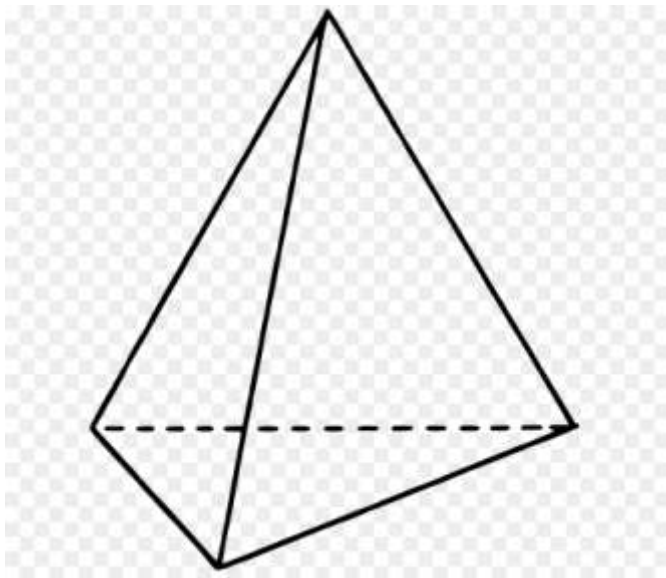
1. Часто силикаты образуют красивые прозрачные кристаллы, иногда - драгоценные камни (гранат, топаз, изумруд и др.).
2. Плотность - от 2 до 4 г/см³.
3. Твердость как низкая (тальк- 1), так и значительная (циркон 7,5).
4. При нагревании силикаты плавятся, либо разлагаются в твердом состоянии.

14. В чем состоит отличие кристаллической решетки глинистых минералов и как это отражается на свойствах глинистых грунтов (проницаемость)?

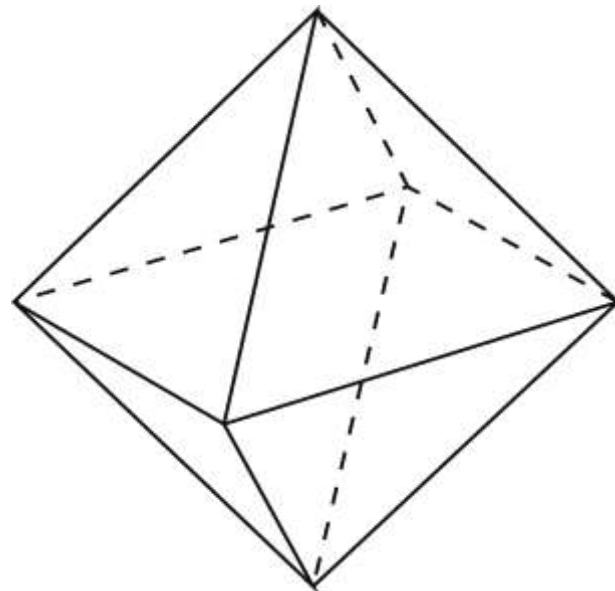
Глинистые грунты относятся к группе связных дисперсных. Они являются продуктом механического распада и химического разложения горных пород и представляют собой агрегаты **мельчайших глинистых частиц** чешуйчатого строения (слюда, хлорит и др.) размером менее 0,005 мм и песчаных частиц разных размеров.

Глинистые минералы относятся к слоистым (листовым) силикатам и состоят из бесконечного чередования сгруппированных в особом порядке двумерных сеток, образованных *кремнекислородными тетраэдрами и алюмокислородогидроксильными октаэдрами.*

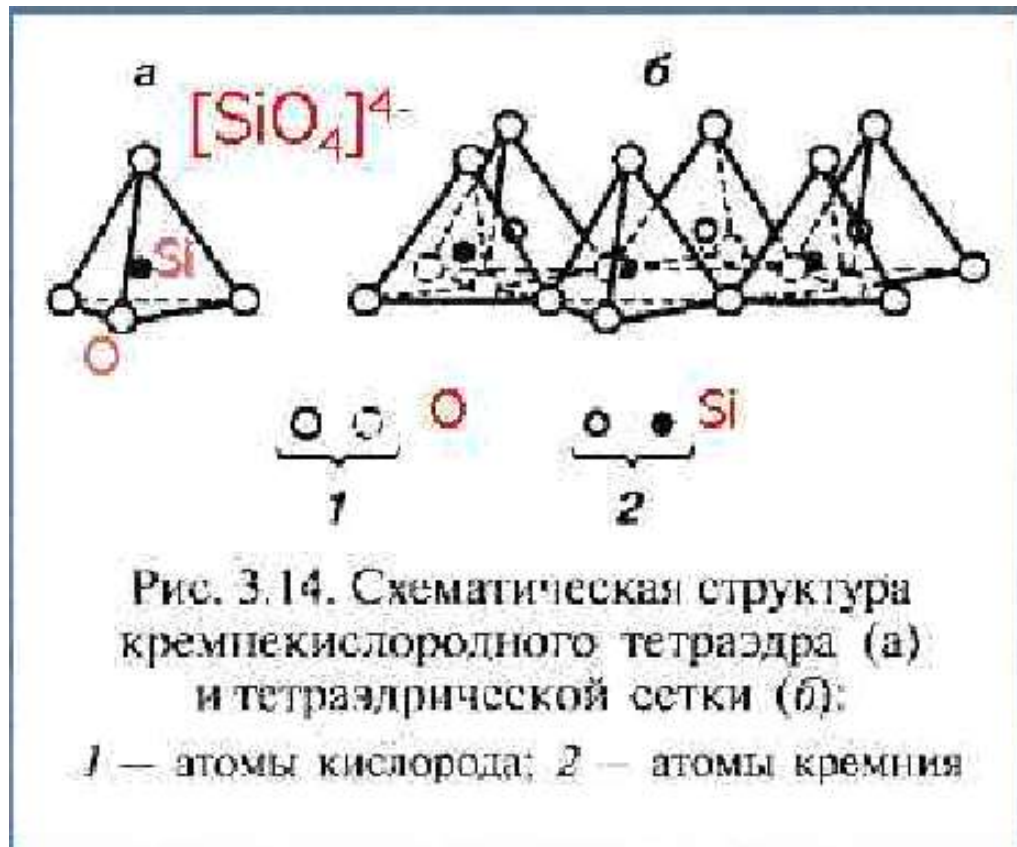
тетраэдр



октаэдр



Кремнекислородные тетраэдры располагаются в пределах сетки так, что все их вершины обращены в одну сторону, а основания лежат в одной плоскости, образуя плоскую сетку



Алюмоокислородогидроксильные октаэдры, соединяясь боковыми ребрами, также образуют упорядоченные двумерные сетки, в которых все октаэдры лежат параллельными гранями в одной плоскости

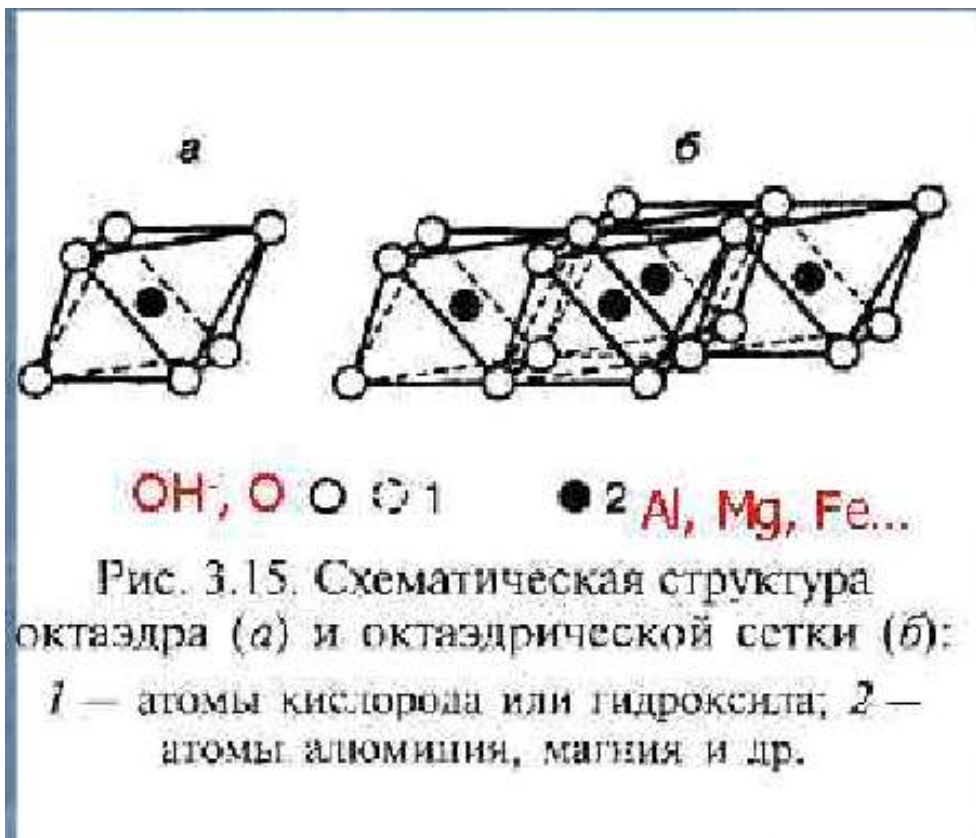


Схема кристаллических решеток глинистых минералов

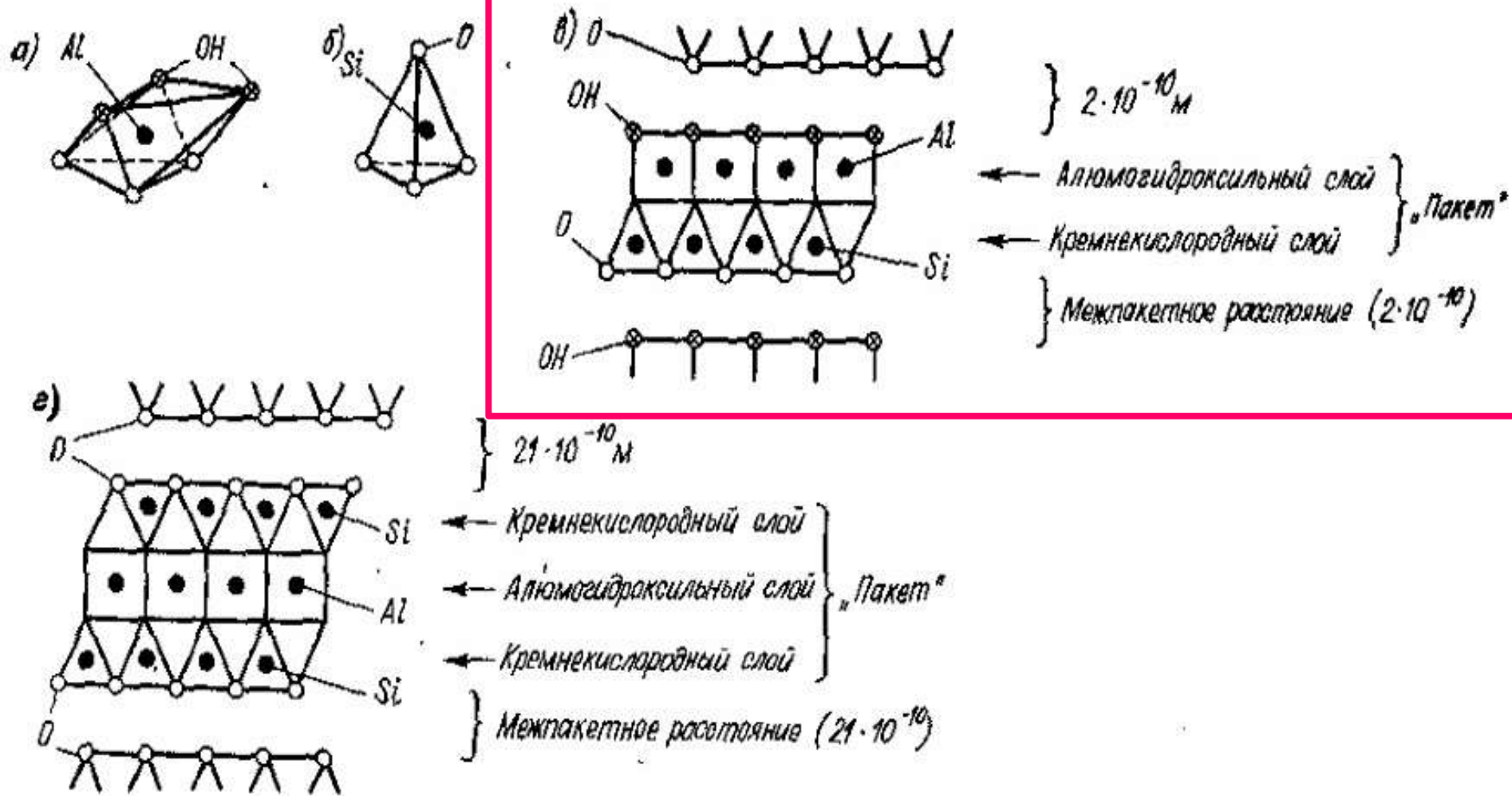


Схема кристаллических решеток глинистых минералов:

а – октаэдр; б – тетраэдр; в – решетка каолинита; г – решетка монтмориillonита

Проницаемость - способность грунта пропускать флюиды (жидкость или газ) при перепаде давления

В направлении слоистости пород ***проницаемость*** выше, чем в перпендикулярном направлении (явление анизотропии).

Глинистые грунты ***благодаря своей***
структуре ***обладают малым***
коэффициентом фильтрации и слабой
водопроницаемостью, они являются
отличным водоупором

15. Каолинизация — процесс изменения горных пород, ведущий к возникновению каолина за счёт преобразования различных глинозёмсодержащих минералов, в первую очередь полевых шпатов и слюда.

Каолинизация проявляется наиболее сильно в образовании каолиновой коры выветривания в результате процессов выветривания гранитов, сиенитов и др. полевошпатовых пород. При этом за счёт полевого шпата сначала образуется мелкочешуйчатая, богатая глинозёмом слюда — серицит, которая в дальнейшем гидратизируется и переходит в гидрослюда и каолинит

16.Сцементированные осадочные грунты (песчаники) имеют различные механические свойства и водостойкость в зависимости от состава скрепляющего их природного «цемента». Песчаники с кремнеземистым (кварцевым)цементом являются весьма прочными и стойкими в отношении выветривания, песчаники с гипсовым и глинистым цементом значительно менее прочны и резко меняют свои свойства под влиянием воды

Вопросы по теме МИНЕРАЛЫ

1. Какие группы минералов изучаются на лабораторных занятиях?
2. Перечислите диагностические признаки, по которым отличают минералы на лабораторных занятиях.
3. От чего, в общем случае, зависит цвет минерала?
4. Какие признаки лежат в основе классификации минералов?
5. Приведите диагностическую реакцию взаимодействия минералов класса карбонатов с соляной кислотой.
6. Что такое минерал? Как называется наука, изучающая минералы?

7. Назовите виды спайности минералов, как они внешне наблюдаются.

8. О чём свидетельствует реакция минерала с соляной кислотой?

9. Перечислите классы минералов – химических солей (с формулами их типичных представителей)

10. Причины ограничения содержания пирита в щебне каменных строительных материалов?

11. Чем обусловлен запрет, существующий в развитых странах, на использование асбестосодержащих строительных материалов в ПГС?

12. Охарактеризуйте химические свойства, типичные для минералов класса силикатов.

13. Охарактеризуйте физические свойства, типичные для минералов класса силикатов.

14. В чем состоит отличие кристаллической решетки глинистых минералов и как это отражается на свойствах глинистых грунтов?

15. Что такое реакция каолинизации полевых шпатов?

16. Как влияет химический состав природного цемента на физико-механические свойства сцементированных грунтов осадочного происхождения?