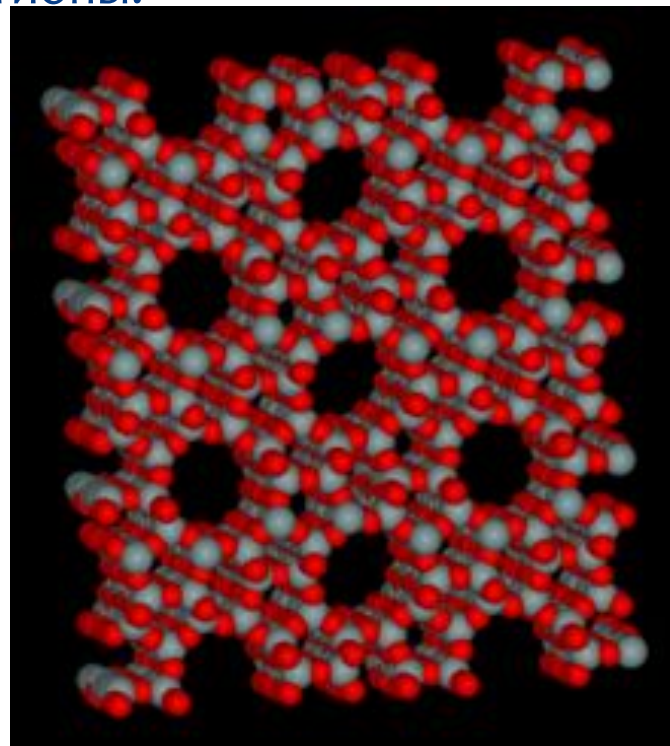


# ЦЕОЛИТЫ

Работу выполнил студент 4 курса Прокопенко Иван

# Цеолиты

- \* Цеолиты — большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стекляннным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену — они способны селективно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы.



# Происхождение цеолитов

- \* По происхождению цеолиты — гидротермальные, экзогенные, реже метаморфические минералы. Встречаются в миндалинах вулканических пород, в песчаниках, аркозах и граувакках; в трещинах и пустотах гнейсов и кристаллических сланцев. Месторождения незначительны по объёму, но многочисленны и известны во всём мире.
- \* Распространены довольно широко, главным образом, в низкотемпературных гидротермальных жилах, а также в миндалинах и трещинах эффузивных пород, где образуются как продукт поствулканических процессов.
- \* Цеолиты получают также искусственно.

# Применение цеолитов

Искусственно синтезированные цеолиты (пермутиты) находят широкое применение в водоочистительных приборах в качестве адсорбентов, ионообменников, молекулярных сит; применяют в качестве доноров и акцепторов электронов. Используются в вакуумных насосах сорбционного типа. Также цеолиты получили весьма широкое применение как катализаторы многих процессов нефтехимии и нефтепереработки и как гетерогенные катализаторы. Широко используются в аналитической химии в качестве цеолит-модифицированных электродов; для обнаружения газов; для разделительных и концентрационных методов.

- \* Применяется в аквариумистике, в качестве адсорбента, и ионообменника, в качестве замены либо в дополнение к активированному углю. Кроме того, применяется как наполнитель для кошачьего туалета.
- \* Цеолит используется как кормовая добавка для животных и птиц, восполняющая потребность в минералах и улучшающая обмен веществ за счет своих адсорбционных качеств. В качестве кормовой добавки желательнее использовать мягкие цеолиты (ломонтит), так как твердые разновидности (клиноптитолит) могут раздражать желудочно-кишечный тракт.
- \* Цеолиты широко применяются, как замена фосфатов, в стиральных порошках.

# Общая формула цеолитов

- \* Общая формула Ц.  $Me_x/n[A_1XSi_yO_2(X+Y)] zH_2O$ , где Me – металл, n – его степень окисления, x – число атомов алюминия, y – число атомов кремния, z – число молекул воды.

# Природные цеолиты

- \* Природные цеолиты образуют прозрачные бесцветные кристаллы любых кристаллографических систем; размер от нескольких см до нескольких мкм. Твердость по минералогической шкале 3–5; плотность 1800–2250 кг/м<sup>3</sup> (у бариевых цеолитов – 2500–2700).
- \* Образуются природные цеолиты в основном в условиях относительно невысоких температур (до 250–300 °С) и давлений (до нескольких тыс. атмосфер) в последней стадии гидротермального процесса и приурочены к вулканогенным толщам базальтового, андезитового, риолитового состава, в которых заполняют пустоты и трещины, или образуют цемент туфов; происхождение Ц. п. связано также с диагенезом осадков морей, щелочных солёных озёр, при взаимодействии туфов с перовыми водами. При этом образуются промышленные скопления, которые разрабатываются как месторождения Ц. С повышением температуры образуются относительно менее гидратированные Ц.
- \* Месторождения в России – в Закавказье, Закарпатье, на Камчатке; за рубежом – в Новой Зеландии, Японии, США, Исландии.

# Цеолиты искусственные

Из почти ста искусственных цеолитов на практике широкое применение находят три типа: А – Na [AlSiO<sub>4</sub>] 23 H<sub>2</sub>O, X – Na [AlSi<sub>1-1,5</sub> O<sub>4-5</sub>] 34H<sub>2</sub>O и Y – Na [AlSi<sub>1,5-3</sub>O<sub>5-8</sub>] 34 H<sub>2</sub>O.

- \* Цеолит типа А не имеет природных аналогов, X и Y близки к фожазиту. А, X, Y синтезируют нагреванием до 100 °С либо гелей, образующихся при смешении растворов алюмината натрия и жидкого стекла или золя кремневой кислоты, либо смеси растворов едкого натра с прокалённым каолином. Полученные кристаллы (размером несколько мкм) подвергают грануляции.
- \* Природные и искусственные цеолиты проявляют ионообменные, а после удаления из их полостей молекул воды (при нагревании) адсорбционные свойства, которые в сочетании с жёстким размером входов в полости и каналы придают свойства молекулярных сит и селективных ионообменников. В случаях, когда катионами служат поливалентные катионы, главным образом, Се и др. редкоземельные элементы, гидроний или водород, Ц. обнаруживают свойства катализаторов.
- \* Цеолиты используются для выделения и очистки углеводородов нефти и как катализаторы, а также для очистки, осушки и разделения газов (в том числе воздуха), осушки фреонов, извлечения радиоактивных элементов, создания глубокого вакуума и т.д.

# Синтез цеолитов

- \* Синтез цеолитов в промышленности проводится при умеренных температурах (обычно ниже  $200^{\circ}\text{C}$ ), что соответствует условиям их образования в осадочных отложениях. Другими условиями синтеза являются: высокореакционный исходный материал, например алюмосиликат гели; высокое значение pH (до 14), получаемое введением щелочей или других сильных оснований; давление насыщенных паров воды; перенасыщение компонентов геля для получения большого числа кристаллов.
- \* Возможности получения цеолитов с заданной структурой и составом определяются температурой, составом алюмосиликатных систем и особенно природой щелочного компонента. В ряде случаев результаты синтеза зависят также и от состояния исходных реагентов используемых при синтезе. Если синтез цеолитов осуществляется путем нагревания щелочных алюмосиликатных гелей, предварительно полученных смешением растворов силикатов и алюминатов, то при выбранной температуре природа кристаллизующихся цеолитов и состав кристаллов зависят только от состава гелей.



# Синтез цеолитов

- \* Однако некоторые Na-цеолиты (например, Na-морденит) не могут быть синтезированы из силикаалюмогелеи, получаемых смешением силикатных и алюминатных растворов. Высококремнеземный синтетический фожазит (цеолит Ка-У) в принципе может быть получен из таких силикаалюмогелеи, но кристаллизуется не воспроизводимо и не в виде чистой фазы. Поэтому при синтезе этих высококремнеземных натриевых цеолитов используются другие источники  $\text{SiO}_2$  (золи  $\text{SiO}_2$ ). При применении затравок синтез цеолита Na-Y может быть легко осуществлен и из алюмосиликатных гелей. В качестве таких затравок могут быть применены кристаллы цеолита Na-X и даже гели (аморфные затравки).
- \* Малые добавки порошков кристаллических цеолитов могут оказывать существенное влияние на процесс гидротермальной кристаллизации алюмосиликатных гелей и способствовать образованию новых кристаллических фаз.
- \* Так например затравки в виде кристаллов цеолита А выполняют роль растущих центров кристаллизации в условиях, когда эти кристаллы омываются щелочным алюмосиликатным раствором. В этих условиях скорость роста кристаллической массы пропорциональна массе кристаллов затравки и зависит от концентрации раствора.

# Распространённые представители группы цеолитов

- \* **Натролит** (от натрия и др.-греч. λίθος — камень), мезотип, — минерал, каркасный силикат из группы цеолитов. Мартин Генрих Клапрот дал это имя минералу в 1803 году.

Натролит, как и другие цеолиты, образуется преимущественно в эффузивных магматических породах в результате осаждения из поствулканических термальных водных растворов в пустотах и трещинах. Встречается в виде столбчатых и игольчатых кристаллов и радиально-лучистых агрегатов. Натролит растворяется в соляной кислоте с выделением кремнезёма.

- \* Натролитовая «щётка»
- \* Формула  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$
- \* Физические свойства
- \* Цвет Белый, бесцветный, красный, желтоватый, красноватый
- \* Цвет черты Белая
- \* Блеск Стекланный
- \* Прозрачность Прозрачный — просвечивающий
- \* Твёрдость 5-5,5
- \* Спайность по {110} Средняя
- \* Излом Раковистый
- \* Плотность 2,25 г/см<sup>3</sup>
- \* Сингония Ромбическая (планальная)



# Распространённые представители группы цеолитов

- \* **Шабазит** или хабазит — минерал, силикат группы цеолитов, представленный кристаллами в виде ромбоэдров. Твёрдость 4,5. Плотность 2,08-2,16. Цвет белый, с желтоватыми либо розоватыми оттенками. Кристаллы обыкновенно ромбоэдрического габитуса, образующие двойники прораствания по базису. Встречается в виде прожилок, мелких друз, секреций.
- \* Под паяльной трубкой вспучивается, плавится с трудом, образуя просвечивающую пузырчатую эмаль. В соляной кислоте разлагается, при этом образуя илообразный кремнезём. Основными местами нахождения шабазита являются трещины и жеоды в эффузивных породах, в которых он образуются. Также шабазит был обнаружен в местах изменения вулканических туфов под действием минерализованных растворов, в гидротермальных жилах, в отложениях горячих источников.

# Распространённые представители группы цеолитов

## \* Шабазит -

- \* Формула  $(Ca,Na_2)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$
- \* Физические свойства
- \* Цвет Белый, с желтоватыми и розоватыми оттенками
- \* Цвет черты Белый
- \* Блеск Стеклообразный
- \* Твёрдость 4,5
- \* Спайность Несовершенная
- \* Излом Неровный
- \* Плотность 2,08-2,16 г/см<sup>3</sup>
- \* Сингония Триклинная



# Распространённые представители группы цеолитов

- \* **Гейландит** — минерал, каркасный силикат из группы цеолитов. Состав выражается формулой  $(Ca, Sr, K_2, Na_2)[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5H_2O$ .
- \* Встречается вместе с другими цеолитами, как вторичный минерал в пустотах (жеодах, миндалинах, трещинах) эффузивных пород основного состава — базальтов, андезитов и диабазов. Изредка и в малых количествах также в некоторых метаморфических и осадочных породах.

Под паяльной трубкой расслаивается со вспучиванием и плавится, образуя белую эмаль.

Гейландит впервые был обнаружен в Норвегии (Консберг).

# Распространённые представители группы цеолитов

## Гейландит

- \* Формула  $(Ca, Sr, K_2, Na_2)[Al_2Si_6O_{16}]$
- \* Физические свойства
- \* Цвет бесцветный или белый, жёлтый, кирпично-красного
- \* Цвет черты белый
- \* Блеск стеклянный, перламутровый
- \* Прозрачность полупрозрачный
- \* Твёрдость 3,5 - 4
- \* Плотность 2,18 - 2,2 г/см<sup>3</sup>
- \* Сингония моноклинная



# Распространённые представители группы цеолитов

\* **Стильбит** — водный алюмосиликат натрия и кальция, из семейства цеолитов.

Химический состав весьма изменчивый, выражается формулой  $\text{NaCa}_4(\text{Si}_{27}\text{Al}_9)\text{O}_{72}\cdot 28\text{H}_2\text{O}$ . Является низкотемпературным минералом, который обычно встречается с другими минералами группы цеолитов и халцедона в порах, трещинах и пустотах пород вулканического происхождения. Характеристика [править | править вики-текст]

\* Цвет белый, нежно-розовый, серый, кремовый или бесцветный. Может варьировать от желтого и светло-коричневого до темно-коричневого и оранжевато-красного. Образует таблитчатые или пластинчатые кристаллы. Весьма часто встречается в виде двойников и четверников с крестообразным сечением.

\* Минералы-спутники: кварц, эпидот, пренит, кальцит, халцедон, цеолиты, адуляр.

\* Местонахождения

\* Лучшие образцы стильбита добывают в Индии, в базальтовых карьерах из окрестностей Бомбея. В России стильбит встречается в Красноярском крае (Нидым, Амудиха и др.), известны его находки на Урале (Заплотный Камень и др.), в Забайкалье (Кличка), на Камчатке, в Якутии, Приморском крае. Встречается также в Крыму, например на Кара-Даге.

# Распространённые представители группы цеолитов

- \* Формула  $\text{NaCa}_4(\text{Si}_{27}\text{Al}_9)\text{O}_{72}\cdot 28\text{H}_2\text{O}$
- \* Физические свойства
- \* Цвет белый, бесцветный, красный, розовый, светло-желтый, светло-коричневый переходящий в тёмно-коричневый, кремовый
- \* Цвет черты белый
- \* Блеск стеклянный, перламутровый
- \* Прозрачность прозрачный, полупр
- \* Твёрдость 3,5 - 4
- \* Плотность 2,2 г/см<sup>3</sup>
- \* Сингония моноклинная





# Распространённые представители группы цеолитов

\* **Ломонтит** — минерал, водный алюмосиликат кальция из группы цеолитов. Его молекулярная формула  $\text{Ca}(\text{Si}_4\text{Al}_2)\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Своё название минерал получил в честь французского минералога Ж. Ломонта, который в 1785 году собрал образцы в свинцовых рудниках Бретани. Рене-Жюст Гаюи в 1809 году дал этому минералу название Laumonit..

\* Ломонтит (Горный музей в Мадриде)

\* Формула  $\text{Ca}(\text{Si}_4\text{Al}_2)\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

\* Примесь Na, K, Fe

\* Физические свойства

\* Цвет Белый, серый, желтоватый, коричневатый, золотисто-коричневый, бесцветный переходящий в розовый

\* Цвет черты Белый

\* Блеск Стекланный, перламутровый

\* Прозрачность Прозрачный, полупрозрачный, просвечивающий

\* Твёрдость 3,5-4

\* Спайность совершенная по  $\{010\}$  и  $\{110\}$

\* Излом Неровный

\* Плотность 2,23-2,41 г/см<sup>3</sup>

\* Сингония Моноклинная



# Распространённые представители группы цеолитов

\* Сингония моноклинная. Габитус: для ломонтита характерны мелкие призматические кристаллы с ромбовидным сечением и скошенным концом. Двойники обычно по  $\{100\}$ . Твёрдость по шкале Мооса 3,5-4. Блеск стеклянный, перламутровый. Спайность совершенная по  $\{010\}$  и  $\{110\}$ . Излом неровный. Цвет белый до серого, за счет примесей может быть розовым, желтоватым, коричневатым, золотисто-коричневым, бесцветным переходящий в розовый. Цвет черты белый. Очень хрупкий. Плотность 2,23 - 2,41. Является сильным пирозлектриком (его кристаллы не имеют центра симметрии). Проявляет свойства молекулярного сита. В HCl ломонтит образует студенистый осадок. В пламени свечи плавится.

\* Легко обезвоживается в условиях низкой влажности или при действии сухого воздуха, переходя в леонгардит — дегидратизированную разновидность ломонтита.

Спасибо за внимание