

Лекція №4

Цеоліти як адсорбенти та основа сучасних каталізаторів.

Структура, здатність до модифікування.



Цеоліти (від грец.) zéo — киплю і
líthos — камінь



Первинні одиниці цеолітного каркасу

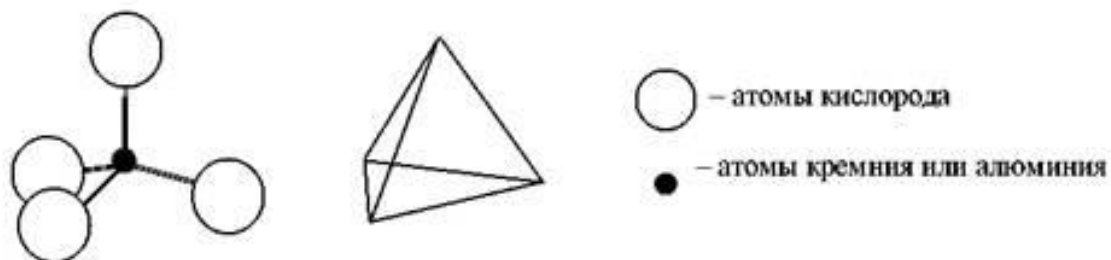


Рисунок 3.5 – Алюминиево- и кремниевокислородные тетраэдры

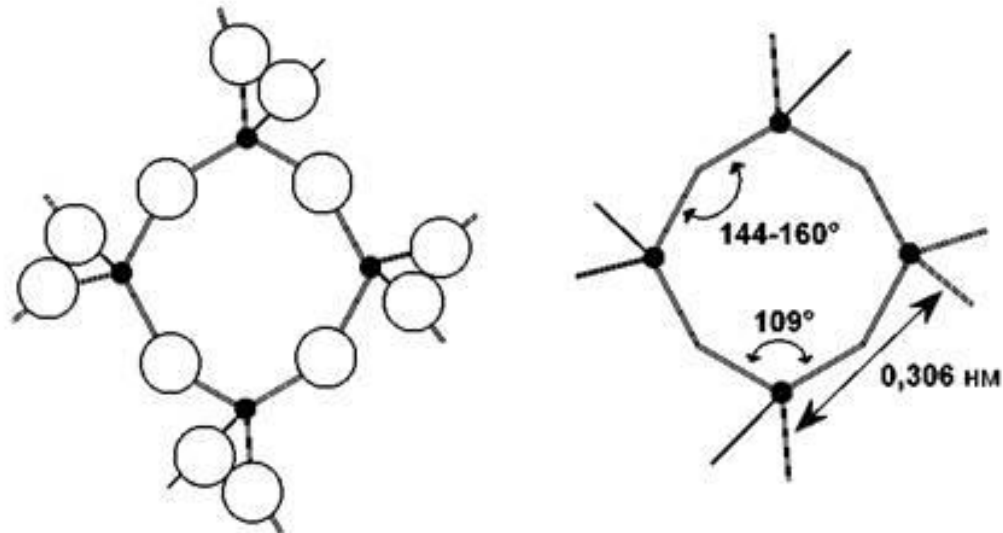
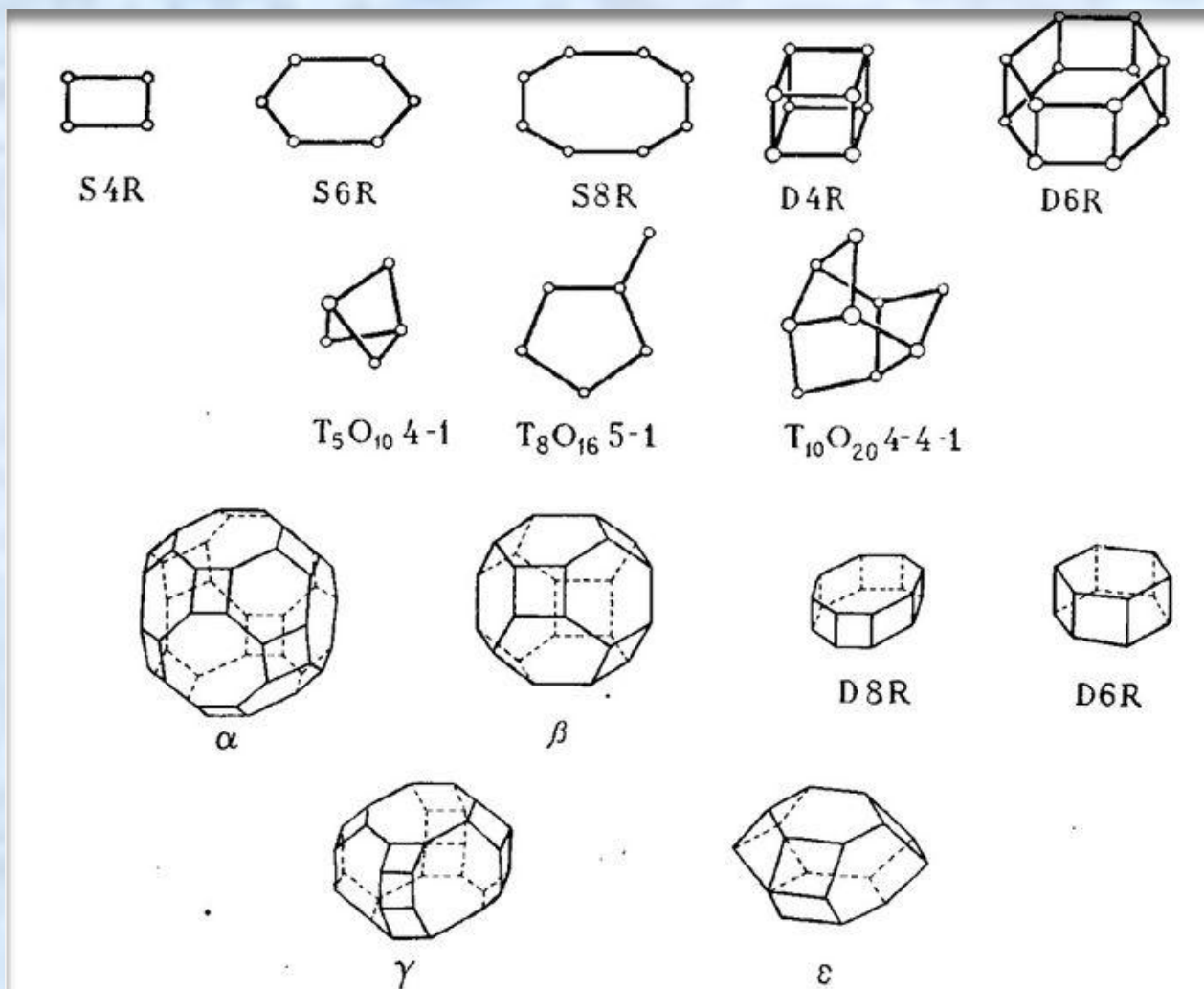
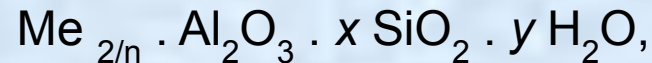


Рисунок 3.6 – Фрагмент кристаллической структуры цеолита

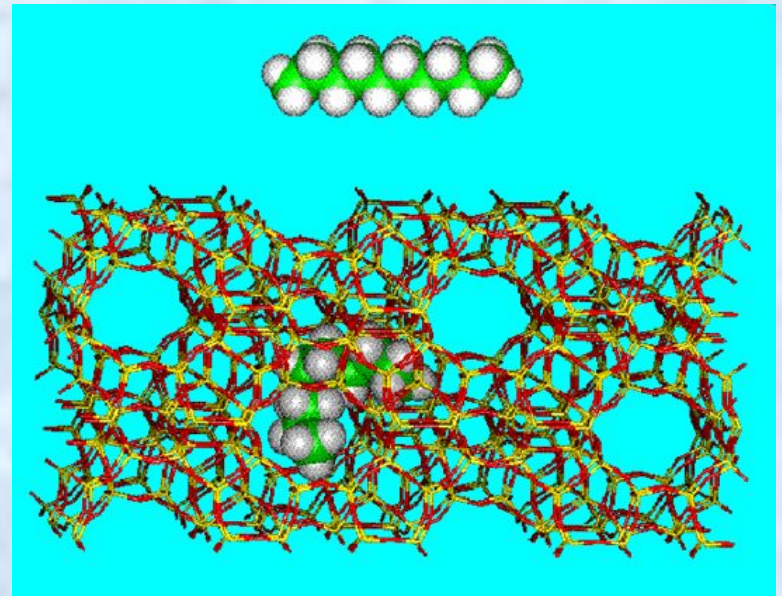
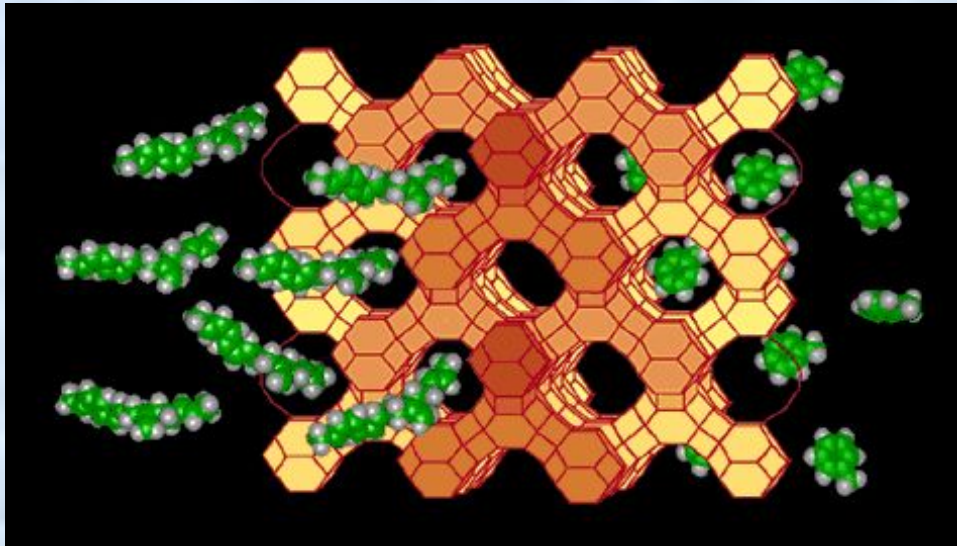
Вторинні структурні одиниці цеолітів



Цеоліти - пористі алюмосилікати з різним співвідношенням SiO_2 та Al_2O_3 регулярної кристалічної структури з порожнинами молекулярних розмірів.



де x – як правило дорівнює чи більше 2, оскільки тетраедри алюмінію, з'єднуються тільки з тетраедрами кремнію; n – валентність.





1925 р. – стали відомими властивості цеолітів як молекулярних сит
1937 р. – в Англії Баррер Р.М. почав вивчення цеолітів
1950 рр. – синтез синтетичних цеолітів Р.М.Баррером

Номенклатура цеолітів

1. За назвами природних аналогів

- фожазит, морденіт, еріоніт, шабазит

2. Латинськими буквами

- A, B, X, Y

3. Грецькими буквами

- α , β , ω

4. Аббревіатури

- ZSM-5, ZK-4, EU-1, FU-1, ITQ-1

5. Трибуквенний код

- FAU, MOR, MFI

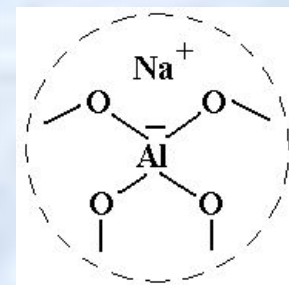
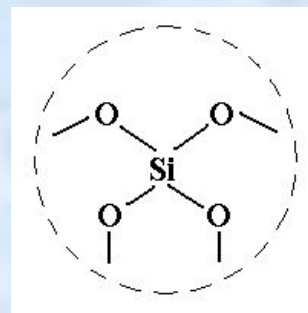
Кристалічна структура цеоліту типу Y



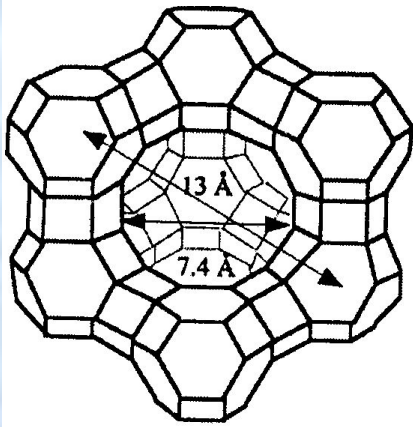
Природний фожазит

Базові характеристики цеолітів

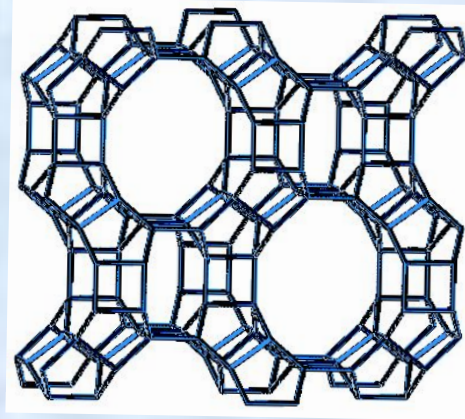
Тип цеоліту Характеристика	A	X	Y	M (морденіт)	ЦВК, ЦВМ, ZSM-5 (висококремнеземні)
$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (<i>m</i>)	2	2,1-3,5	4-6	10	>30
Діаметр вхідного вікна, Å	3-5	8	8	7	5,6
Відносна сила кислотності декатіонованих форм	HX < HY < HM < HZSM-5				



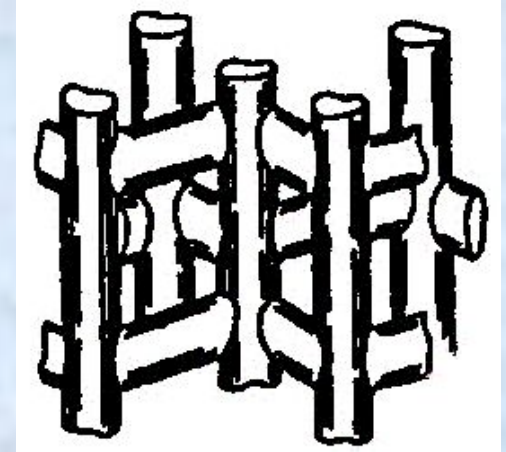
Схематична передача пористих структур поширених цеолітів з різними входними вікнами: широкими - фожазит (FAU), морденіт (MOR); середніми - пентасил ZSM-5 (MFI); вузькими - цеоліт типу А (LTA)



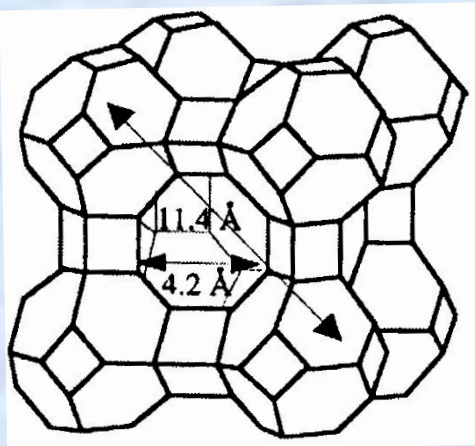
FAU (X, Y)



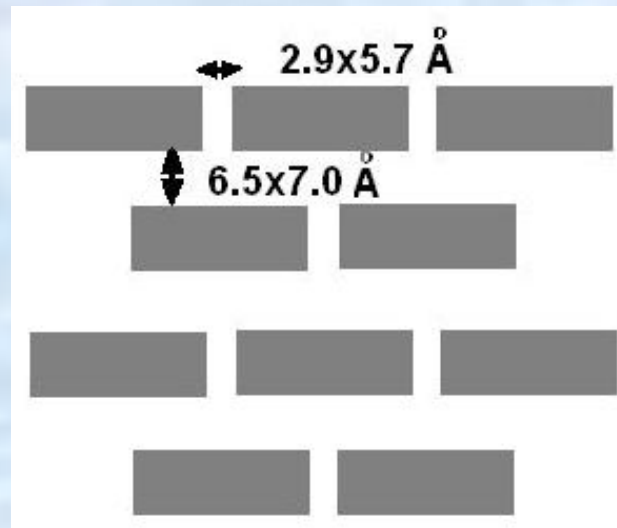
MOR



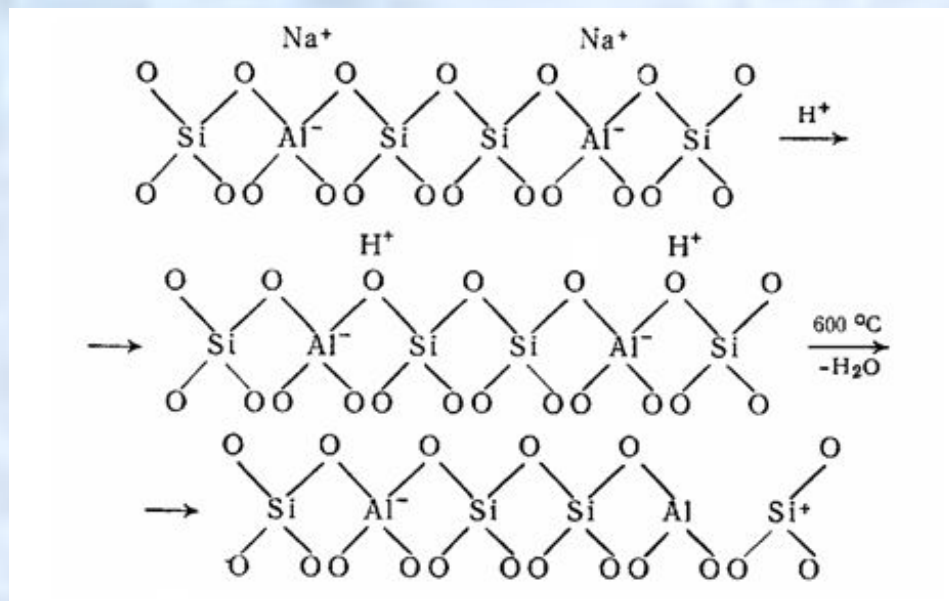
MFI



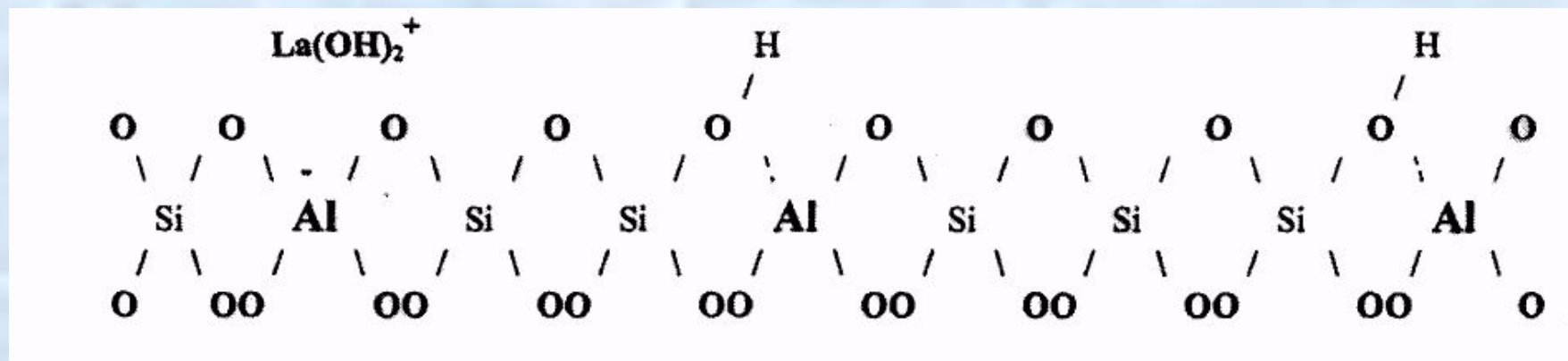
LTA (A)

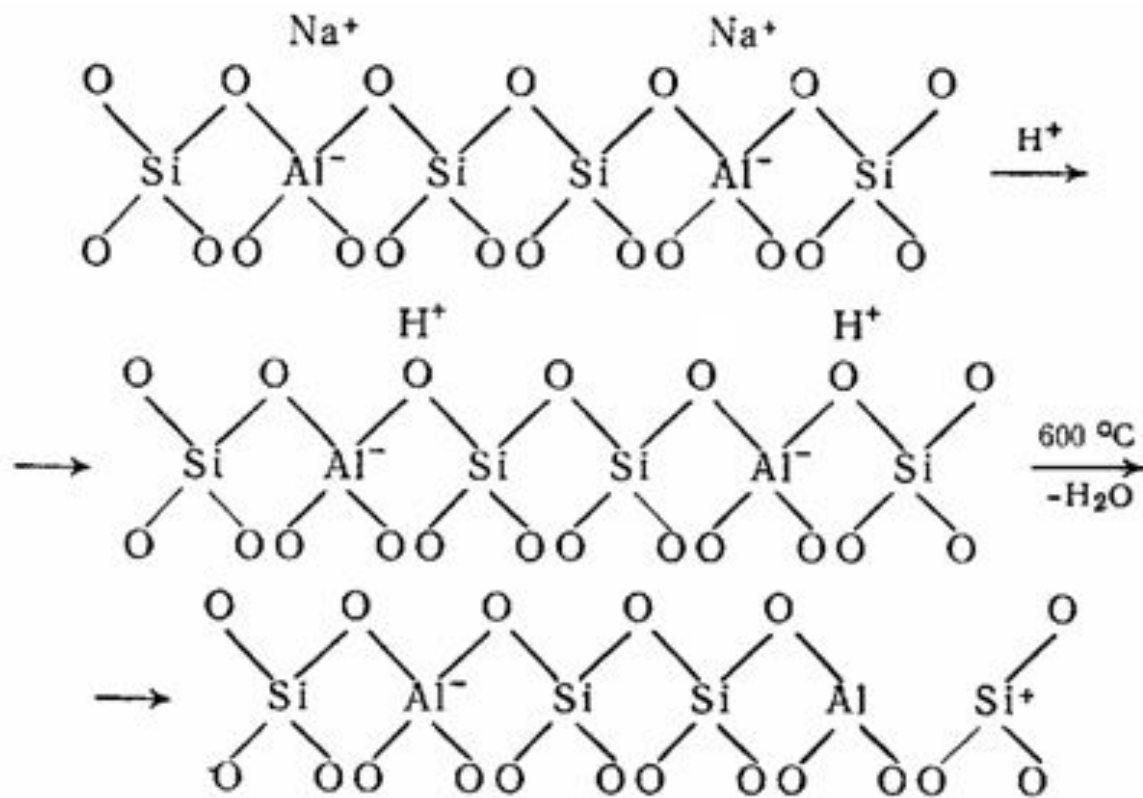


Декатіонування цеоліту



Лантан-декатионований цеоліт Y





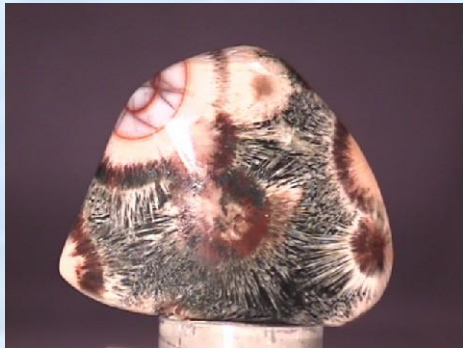
Деякі приклади природних цеолітів

Цеоліт	Алюмосилікатний модуль $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (m)	Розмір пор, Å	Пористо-канальна структура
Анальцим	4 (3,6÷5,6)	2,6	Одновимірна
Філіпсит	4,4 (2,6÷4,4)	4,2x4,4 2,8x4,8	Тривимірна
Жисмондин	2 (2,24÷2,98)	3,1x4,4	Тривимірна
Югавараліт	6	3,6x2,8	Двовимірна
Еріоніт	6 (5,8÷7,4)	3,6x5,2	Тривимірна
Омега	7 (5,0÷12)	7,5	Одновимірна
Гідросодаліт	2	2,2	Тривимірна
Шабазит	4 (3,2÷6,0)	3,7x4,2	Тривимірна
Гмелініт	4 (3,8÷4,92)	3,6x3,9 7,0	Тривимірна
Натроліт	3 (2,88÷3,16)	2,6x3,9	Двовимірна
Едингтоніт	3	3,5x3,9	Двовимірна
Фер'єрит	11	4,3x5,5 3,4x4,8	Двовимірна
Епістильбіт	6 (5,16÷6,04)	3,2x5,3 3,7x4,4	Двовимірна
Гейландит	7 (4,94÷7,46)	4,0x5,5 4,0x7,2	Двовимірна

Природні цеоліти



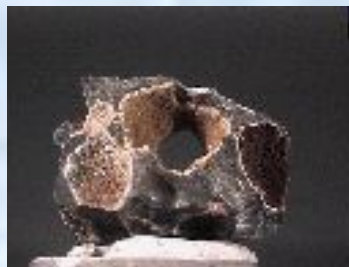
ТОМСОНІТ



ТОМСОНІТ
(полірований)



НАТРОЛІТ



ЕРІОНІТ



ПОЛЮСІТ
(природний і оброблений)



ГМЕЛІНІТ



ШАБАЗИТ



СТЕЛЕРІТ

Цеоліти (від грец.) zéo — киплю і
líthos — камінь



Механізм очищення цеолітом крові в шлунково-кишковому тракті



ЦЕОЛИТ в Казахстане



СОСТАВ ЦЕОЛИТА

- ГУМИНОВАЯ КИСЛОТА
- ЦЕОЛИТ
- БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ
- КИСЛОРОД
- ВИТАМИНЫ
- МИНЕРАЛЫ
- АМИНОКИСЛОТЫ

"Цеолит природный" концентрат минеральный кормовой

Минеральная добавка для животных и птиц

- ✚ Укрепляет иммунную систему, нормализует обмен веществ.
- ✚ Используется в качестве энтеросорбента, улучшающего и нормализующего деятельность желудочно-кишечного тракта.
- ✚ Способствует появлению и сохранности здорового потомства.
- ✚ Обеспечивает естественный блеск шерсти, здоровый рост, силу, восстановление защитных способностей организма

Подходит для всех видов животных и птиц

argokrtk.com

Синтетичні цеоліти



Класифікація цеолітів за термічною стабільністю

- *Малостійкі* – не витримують температури вище 125-250 °С;
- *Середньої стійкості* – руйнуються при 300-600 °С;
- *Високотемпературно стійкі* – витримують 600-800 °С.

**Адсорбційні характеристики цеолітвмісної мікросфери (1),
катализаторів на її основі (1к й 1'к), NaY-Росія (4), NaY-Linde (5),
Engelhard (6), Grace/Davison (7), Уфа (8)**

№ пп	Характеристика и ее размерность	Образец							
		1	1к	1'к	4	5	6	7	8
1	Поверхность по БЭТ, м ² /г	498.7	308.5	344.5	704	879	162.3	55.3	407.3
2	Поверхность по Ленгмюру, м ² /г	620.3	386.3	431.6	874	-	202.2	69.0	512.4
3	Удельная поверхность (ВН) пор в диапазоне диаметров 1.7-300 нм по адсорбции, м ² /г	176.5	204	204.9	32	-	47.8	18	357.7
4	Удельная поверхность (ВН) пор в диапазоне диаметров 1.7-300 нм по десорбции, м ² /г	195.9	230	227.2	41	36	55.1	23	419.1
5	Поверхность микропор, м ² /г	359.1	143.6	158.1	650	843	117.8	37.6	97.2
6	Удельный объем (ВН) пор в диапазоне диаметров 1.7-300 нм по адсорбции, см ³ /г	0.322	0.366	0.339	0.033	0.028	0.079	0.050	0.42
7	Удельный объем (ВН) пор в диапазоне диаметров 1.7-300 нм по десорбции, см ³ /г	0.339	0.385	0.361	0.038	-	0.086	0.056	0.45
8	Объем микропор, см ³ /г	0.158	0.063	0.070	0.286	0.327	0.051	0.017	0.042
9	Средний диаметр пор (4V/A) по Ленгмюру, Å	29	41	35	15	-	24	34	42
10	Средний диаметр пор (4V/A) по адсорбции (ВН), Å	73	72	66	42	-	66	110	47
11	Средний диаметр пор (4V/A) по десорбции (ВН), Å	69	68	64	38	-	63	97	43

Ізотерми низькотемпературної адсорбції азоту для зразків ЦВМС (1-3), NaY-Росія (4), NaY-Linde (5), Engelhard (6)

