

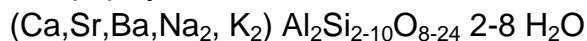
ЗЕОЛИТИ И НИВНА УПОТРЕБА

Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф.д-р Виолета Стефанова
*Универзитет “Гоце Делчев” Штип,
Факултет за природни и технички науки,
Институт за геологија*

Терминот зеолит е воведен од страна на Cronstedt во 1756 година. Зеолит е грчки збор кој што значи камен што врие, бидејќи зеолитите се минерали кои апсорбираат вода која со загревање врие поради брзото излегување на водата од структурата на кристалот.

Досега се откриени околу 40 видови на природни зеолити и околу 150 синтетички добиени видови со можност за добивање на уште повеќе. Постојат минерали како на пример бикитаит, визеит и др кои имаат зеолитски својства и структура слична на зеолитите, но сепак се разликуват од класичните зеолити. Таквите минерали се наречени *зеолитоиди*.

Општата формула на зеолитите е:



Содржината на молекулите на вода зависи од односот Al : Si и карактеристиките на кристалната структура.

Односот Al : Si е променлив во извесни граници. Промената на содржината на силициум доведува и до структурни промени т.е. промени во поврзувањето на силициско-кислородните и алуминиско-кислородните тетраедри. За зеолитите кои се сиромашни со силициум се карактеристични прстени изградени од 4 тетраедра, за оние кои се со средна содржина на силициум се карактеристични прстени од 6 тетраедра, а за зеолитите богати со силициум прстени од 5 тетраедри. Зеолитите со поголема содржина на силициум содржат повеќе молекули на вода кои ги испуштаат на температура од околу 150°C, додека зеолитите со помала содржина на силициум имаат помал број на молекули на вода и ги испуштаат на повисока температура од околу 500°C. Отпуштањето и примањето на водата се врши постепено, така што можат да се следат промените во физичките и оптичките својства кои се предизвикани од промената на содржината на водата. Оваа структурна карактеристика овозможува измена на катјоните. Како резултат на тоа, Ca и Na се заменуваат со K, Mg, Fe. Некои автори прстенестиот карактер на зеолитските структури го користат за структурна систематизација на зеолитските минерали.

Зеолитите се поделени во три групи: влакнести, листести и коцкасти. Кај влакнестите зеолити четворочлените прстени се поврзани со петиот прстен во вид на ланци кои се паралелни со оската “с”. Помеѓу себе ланците се поврзани со заеднички атоми на кислород. Во каналите помеѓу ланците се наоѓаат јони

на Na^+ и молекули на вода. Кај листестите zeолити прстените се поврзани во слоеви. Како резултат на ваквата структура овие zeолити имаат совршена цепливост која е паралелна со слоевите.

Кај изометричните или коцкасти zeолити четворочлените, шесточлените и осмочлените прстени се поврзани во вид на кафези кои помеѓу себе се поврзани со заеднички атоми на кислород. Во шуплините се наоѓаат големи катјони и молекули на вода.

Zeолитите по боја се обично безбојни или бели. Понекогаш можат да бидат црвени, розови, зелени, кафеави. Сјајноста им е стаклеста, седефаста или земјеста. Тврдината е помеѓу $3\frac{1}{2}$ и $5\frac{1}{2}$, а густината е од 2.0 до 2.5.

Според експерименталните податоци, zeолитите се образуваат како метастабилни фази во полето на стабилност на фелдспатите и кварцот, а како стабилни фази се фиксираат надвор од тоа поле во температурен интервал од 100° до 250°C . Во седиментните карпи можат да се формираат и при обична температура. Можат да се образуваат и во покасните етапи на пегматитскиот процес и во контактено метасоматските наоѓалишта. Редовно се појавуваат во шуплините на вулканските карпи во асоцијација со калцит, доломит, лискун и кварц. Тие може да бидат и продукт на хидротермална алтерација на други тектосиликати. Во морските или езерските средини настануваат со девитрификација на вулканско стакло и алтерација на плагиокласите кои се наоѓаат во туфовите и вулканската пепел. Поради тоа тие често може да се најдат во бентонитите.

Видови на zeолити

Група на Натролит- Натролит, Паранатролит, Паулингит, Гонардит, Мезолит, Сколецит, Томсонит, Офретит

Група на Ломонтит-Ломонтит

Група на Морденит - Морденит, Ерионит, Офретит, Фериерит, Дакиардит

Група на Стилбит - Стилбит, Стелерит, Гускрикит, Барерит, Епистилбит, Југаваралит, Коулсит

Група на Хојландит– Клиноптилолит, Хојландит, Морденит, Мазит, Лаумонтик, Мерлиноит

Група на Хабазит-Хабазит, Гмелинит, Левин, Вилхендерсонит, Едингтонит,

Група на Аналцим - Аналцим, Ваиракит, Полуцит, Фожазит, Белбергит, Паулингит

Група на Жизмондин –Жизмондин, Гобинсит, Гаронит, Партеит, Гмелинит, Амицит, Госекрецит

Група на Хармотом- Хармотом, Филипсит, Монтесомаит

Група на Мацит-Мацит, Перлиалит

Група на Брустерит-Брустерит

Употреба на зеолитите

Зеолитите се сметат за целосно корисни и широко употребувани минерали, чија употреба во иднина ќе се зголемува уште повеќе. Откривањето на зеолитите во 1756 година во форма на големи ширококораспространети, лесно експлоатибилни скоро мономинерални наоѓалишта во туфоидни седиментни карпи во САД и други земји отвори ново поглавје за овие корисни индустриски минерали чии карактеристики се искористени во индустријата, земјоделието и животната средина.

Употреба на зеолитите во градежништвото

Многу објекти во Запотек – Мексико се изградени од блокови од масивен клиноптилолитски туф кој сеуште се користи за изградба на станбени куќи во регионот. Лесно сечивиот и фабрициран *tuffo giallo napolitano* богат со хабазит и филипсит во централна Италија се користи уште од времето на Римската империја и целиот град Неапол е изграден од него. (Aiello 1995) Бројни катедрали во Централна Европа се изградени од зеолитски туф кој се вадел од каменолом во областа *Laacher see* во Германија. Високата содржина на силициум во *tuffo giallo napolitano* го неутрализира вишокот на варовник во цементот кој оцврстува. Порано куќите во Западна Америка биле градени со локален *egionit*. Тие биле отпорни на аридната клима.

Во САД речиси еден милион долари е заштеден за време на градба на 240 милји долгиот аквадукт во Лос Анџелес со замена на 25% од потребниот портланд цемент со ефтин туф богат со клиноптилолит. Зеолитот се користи како антикорозивен додаток во цементот и во производството на лесни конструкции и изолациони градежни материјали.

Употреба на зеолитите за третман на градски отпадни води

Ames., Mercer et al ја демонстрирале ефикасноста на клиноптилолитот да го отстранува NH_4^+ од градските и земјоделски отпадни води. Со клиноптилолит се одстранети 97% NH_4^+ од канализационите води во Таһое-Труске. Додавањето на прашкаст клиноптилолит во отпадните води пред аерацијата го зголемува трошењето на O_2 и седиментацијата, што резултира во блато од кое може многу полесно да се одстрани водата и потоа сувиот остаток да се користи како ѓубриво. Нитрификацијата на блатото се забрзува со помош на клиноптилолит, кој селективно го заменува NH_4^+ од отпадната вода и овозможува идеална средина за растење на нитрификациони бактерии, кои потоа го оксидираат NH_4^+ до нитрат. Liberti et al. опишале процес на одстранување на нутриентите наречен RIM-NUT кој користи селективна замена на клиноптилолит и еден органски остаток за да се одстрани N_2 и P од канализационите води. Зеолитите исто така се користат и за остранување на Pb^{2+} и Cd^{2+} од отпадните води Colella et al 1995, Petruzzeelli et al. 1999, Peterson 1993. Исто така се користат како потповршински пропустливи бариери за миграција на загадувачите на подземните води. Bowman et.al. 2000

Употреба на зеолитите за деконтаминација на радиоактивна отпадна вода

За одстранување на изотопите на цезиум и стронциум од отпадните води се користат туфови богати со клиноптилолит, шабазит и филипсит. Robinson et al. 1995. Во текот на чернобилската катастрофа била ослободена 30-40 пати поголема радиоактивност од онаа на атомските бомби кои биле фрлени врз Хирошима и Нагасаки. За одстранување на радиоактивните изотопи ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{89}Sr , ^{90}Sr , во чернобилската катастрофа се искористени околу 500 000 тони зеолитизирани карпи кои главно содржале клиноптилолит.

Деконтаминацијата на водата за пиење од реката Дњепар е извршена со употреба на ситно прашкаст клиноптилолит и алуминиум сулфат.

Употреба на зеолитите во третман на отпадот на животните

При третман на отпадот од животните природните зеолити можат придонесат кон :намалување на миризбата и зголемување на задржливоста на азотот на отпадот од животните; контролирање на содржината на влага за полесно справување со изметот; прочистување на метанскиот гас продуциран со анаеробна дигестија на ѓубрето. Во Бугарија со додавање на 10% клиноптилолит во кравјето млеко е намалена концентрацијата на радионуклеиди на цезиум за 30%. Помешан со отпадот или спакуван во кутии кои висат од таванот клиноптилолитот се користи за прочистување на воздухот во кокошарниците. Додаден во кутиите за исхрана на стоката клиноптилолитот значајно го намалува развојот на NH_3 и смрдеата.

Употреба на зеолитите во земјоделство

Во земјоделството, клиноптилолитот претставува извор за бавно ослободување на калај. Зеолитите го подобруваат растот кај растенијата, ја подобруваат инфилтрацијата на водата, на подолг временски период го подобруват квалитетот на почвата, го редуцират губитокот на соли, ги задржуваат нутриентите во кореновата зона за да можат растенијата да ги користат при потреба. Ова води до поефикасно користење на натриум и калиум. Зеолитите со нивната алкалност помагаат во одржувањето на потребната рН вредност. Главно се користат K^+ или NH_4^+ заситени клиноптилолити. (Allen and Ming 1995). Поимот зеопонични може да се примени за одгледувањето растенија во секаква вештачка почва во која зеолитните минерали прават значајна компонента, пр. во микрогравитациони средини или во лунарни населби. (Ming et al. 1995). Првите зеопонични вселенски зеленчуци пораснати од семе се мали коренчиња од рдоква произведени на МИР ОС во 1990 год. (Ivanova et al. 1990).

Употреба на зеолитите во медицината

Во последните неколку децении, повеќе научници, ги преферираат природните видови на зеолит хојландит, клиноптилолит и шабазит во биохемиската и биомедицинската индустрија. Се користат како детоксиканти, деконтаминати и антибактериски препарати. Тие исто така се користат во хемодијализата. Открито е дека филипситот и некои од синтетичките зеолити се добра средина

за филтрација за одстранување на NH_4 од апаратите за време на хемодијализата, овозможувајќи со тоа прочистениот раствор да биде повторно употребен за дијализа. Природните зеолити се многу поевтини за разлика од циркониум фосфатниот јонски изменувач кој моментално се користи. Во Куба се користат природни зеолити како неутрализатори на киселините во стомакот кои се закана за стомачните чирови. Зеолитите се користат и за запирање на акутната дијареа при труење со храна. Тие ги врзуват микотоксините стварајќи стабилни соединенија. Го зголемуваат антиоксидантното ниво во телото. Го запираат надворешното крварење. Ги врзуваат слободните радикали во телото. Ги намалуваат болките во мускулите предизвикани од млечната киселина. Го стабилизираат и регулираат имунолошкиот систем. Употребата на зеолити е ефективна и во третманот на стапалата на спортистите. Во Куба вообичаена пракса е прашина од зеолити да се користи за запрашување на коњите и кравите во случај на појава на рани. Иако не е спроведена систематска студија во рудниците и мелниците каде работниците се изложени директно на зеолит во случај на повреда кај нив раните заздравуваат многу побрзо.

Употреба на зеолити во индустријата за хартија

Во индустријата за производство на хартија зеолитите се користат како полнител за намалување на мирисот и лепливоста.

Употреба на зеолити во индустријата за пластика

Зеолитите се користат и во индустријата за пластика. Тие придонесуваат за намалување на мирисот, редуција на испарливите органски соединенија како и за зголемување на пропустливоста.

Употреба на зеолити во производството на гуми

Во производството на гуми зеолитите се користат за зголемување на тврдината, зголемување на коефициентот на издолжување до кинење, зголемување на густината, зголемување на затегнувачката цврстина и за зголемување на точката на палење.

Употреба на зеолитите како украсни камења

Томсонит кој е еден од поретките зеолити, се користи како украсен камен. Неговите нодули може да се таложат по морското дно или на плажите. Томсонитските нодули имаат концентрични прстени кои по боја се црни, бели, потокалови, розови, црвени и повеќе нијанси на зелена. Некои нодули имаат инклузии на бакар.

Заклучок

Врз основа на горе изнесеното може да се заклучи дека зеолитите се минерали кои наоѓаат широка употреба. Зеолитските минерали овозможуваат адсорпција, катјонска измена, дехидратација-рехидратација и др. што допринесува за нивната употреба во одвојувањето на кислородот од воздухот, во одвојувањето на NH_3 од водата за пиење и отпадните градски води, одстранување на Cs Sr од нуклеарниот отпад, како додаток во исхраната на

добитокот, како додаток во почвата за да се подобри СЕС, како дезодоранс во шталите, пепељарите, фрижидерите и спортската опрема, како бактерицид, инсектицид и антацид за луѓе и животни и како украсни камења.

Денес се познати многу повеќе синтетички зеолити одколку природни но и на природните зеолити им се зголемува значењето и употребата во различни гранки на човековата активност.

Литература

Ivanova, T., Stoyanov, G., Stoilov, P., Kostov, S., Sapunova 1997 Zeolite gardens in space. Во G. Kirov, L. Filizova O. Petrov natural zeolites Sofia 95 ;3-10

Allen, E.R. and D.W. Mining 1995 recent progress in the use of natural zeolites in agronomy and horticulture. Во D.W. Mining and Mumpton izd. Natural Zeolites 93 occurrence properties, Use: 477-490

Aiello, R., 1995 tuffs as building materials in Italy 589-602

Colella, C., 1996. Ion exchange equilibria in zeolite minerals. Mineral deposita 31: 554-562

Bowman, R.S., et al 2000 Uptake of cations, anions, and nonpolar organic molecules by surfactant-modified clinoptilolite rich tuff.

Coombs et al 1997 Recommended nomenclature for zeolite minerals Commission on New Minerals and mineral Names. Can miner 35: 1571-1606

Ming, D., W., D.J. Bata, D.C. Golden, C. Galindo 1995 Zeoponic plant growth substrates for space applications, 477-490.

Mumpton, F.A 1978 natural zeolites A new industrial mineral commodity. 3-27 New York.

Peterson, S.L 1993 Carbonatized natural zeolites for removal of lead from wastewaters 153-155 Idaho.

Petruzzelli, D., et al 1999. Lead removal and recovery from battery wastewaters by natural zeolite clinoptilolite. 677-694

Pond, W.G 1995 Zeolites in animal nutrition and health: 449-457

Sersale, R. 1995 Zeolite tuff as a pozzolanic addition in the manufacture of blended cements 603-612.

Tchernev, D. 1997 Zeolites in solar energy and refrigeration applications 449-457

Kallo and Onyestyk 1997 Particular catalytic properties of clinoptilolite 176-177 Neapol