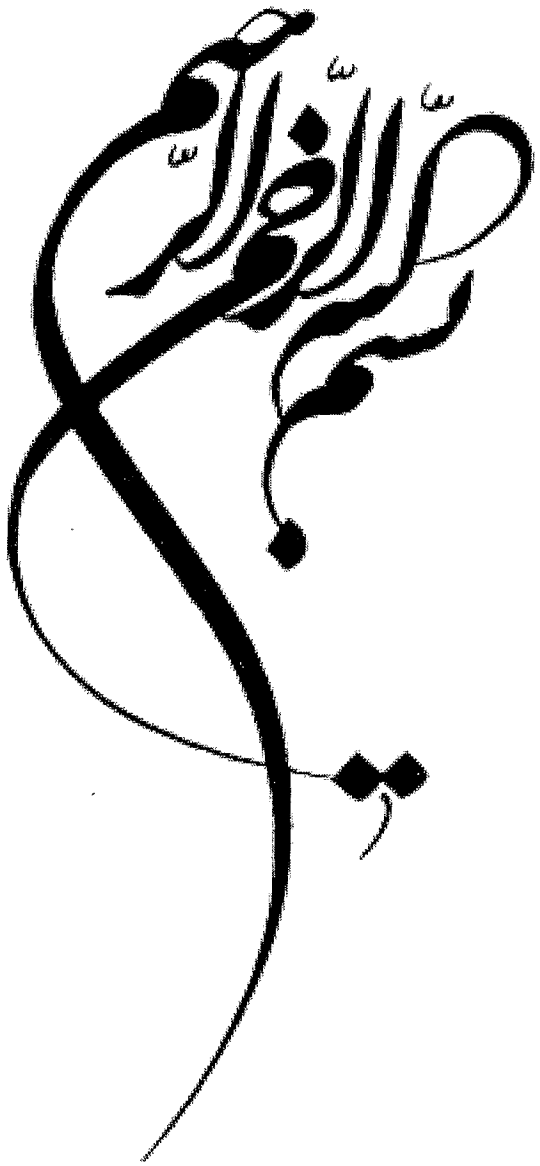
٨٧/١/١٠٠٥٩٣
٨٧/١٠/١١



١٠٧٦٠٣

دانشگاه شهید بـهشتی
دانشکده علوم
گروه شیمی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد

(گرایش شیمی فیزیک)

عنوان:

ساخت کاتالیست کراکینگ بستر سیال (FCC)

استاد راهنما:

دکتر محمد حسن پیروی

نگارش:

مینا مظفری

۱۳۸۶/۱۰/۰۷

بهمن ماه ۸۶

۱۰۷۶۰۳

تاریخ .....
شماره .....
پیوست.....

دانشگاه شهید بهشتی

بسمه تعالی

«صورتجلسه دفاع پایان نامه دانشجویان دوره کارشناسی ارشد»

تهران ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳ اوین
تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره ۲۰۰/۳۸۷۹/ت/د مورخ ۸۶/۱۱/۶ جلسه هیأت داوران ارزیابی پایان نامه مینا مظفری به شماره شناسنامه ۲۲۷۷ صادره ازشمیران متولد۱۳۵۹دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته شیمی – شیمی فیزیک

با عنوان :

ساخت کاتالیست فرایندFCC

به راهنمائی:

دکترمحمد حسن پیروی

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۱۴تشکیل گردید و براساس رأی هیأت داوری و با عنایت به ماده ۲۰ آئین نامه کارشناسی ارشد مورخ ۷۵/۱۰/۲۵ پایان نامه مزبور با نمره ۱۹٫۲۵ و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

۱ -استاد راهنما: آقای دکتر محمد حسن پیروی

۲-استادمشاور:----------

۳- استاد داور: آقای دکتر مهدی رشید زاده

۴- استاد داورونماینده تحصیلات تکمیلی : آقای دکتر فرزاد دیهیمی

۵- معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده : آقای دکتر خسرو جدیدی

هرگز نومیدوار از فراز صخره های سخت زندگی

آینده را نظاره مکن

با ایمان به توان خویش از آن میانه راهی بگشا

به دنیای زیبای فرداها

و بدان که در امتداد هر راه که بر می گزینی

همواره دشواری در کمین است

که اگر زندگی نام آسانی داشت

دیگر بر زمین، تلاش معنای خویش

از کف می داد

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

که وجودشان تفسیری از

محبت، فداکاری و

صداقت است.

به نام پروردگاری که اندیشه های خصمانه را تار و مار می کند

و با یاد او توفیق می یابم.

سپاس و تقدیر فراوان از جناب آقای دکتر پیروی،

استاد فرهیخته ای که همواره از راهنمایی های

ارزنده ایشان در تمامی مراحل این

پروژه بهره مند بودم.

از همکاران و دوستان گرامی ام صمیمانه ترین تشکرات را دارم.

چکیده:

در این تحقیق زئولیت Y با استفاده از ترکیب مولی ۵,۹ Na_2O : Al_2O_3:۱۰ SiO_2: ۱۸۰H_2O از سدیم سیلیکات و سدیم آلومینات به ترتیب حاوی مقادیر (28.8% SiO_2 ، 13.6% Na_2O) و (41%Na_2O،51%Al_2O_3) به دست می آید. سپس با محلول نیترات آمونیوم در دمای ۱۰۰°Cبه مدت سی دقیقه سه بار تبادل یون می شود. در مرحله بعدی کلسینه شده تا فرم هیدروژنه زئولیت به دست آید.

آزمایشات راکتوری در راکتور بستر ثابتی که به طور مستقیم به GC متصل است انجام گرفت. خوراک، نرمال هپتان، با فلوی ۲cc/h تزریق شد. تمام واکنش ها در محدوده دمایی ۴۸۰-۵۷۰°C انجام گرفت. فعالیت کاتالیست های K، KHY_1، KHY_2، KHY_2HZSM-5 ، HY_2 ، HZSM-5 وcat-cracker بررسی شد. فلوی هیدروژن در تمامی واکنش ها ۳۰ cc/h در نظر گرفته شد. گزینش پذیری و درصد تبدیل تمام کاتالیست ها محاسبه شده و با هم مقایسه شدند.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مشخصات فیزیکی و شیمیایی زئولیت و اثر آنها روی نفوذ

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ نوع زئولیت ها ۲

۱-۲-۱ سیستم های حلقوی اکسیژن دار شش عضوی ۷

۱-۲-۲ سیستم های حلقوی اکسیژن دار هشت عضوی ۷

۱-۲-۳ سیستم های حلقوی اکسیژن دار ده عضوی ۸

۱-۲-۴ سیستم های منفذ مضاعف ۱۰

۱-۲-۵ سیستم های حلقوی اکسیژن دار دوازده عضوی ۱۱

۱-۲-۶ سیستم های بزرگتر از حلقه های اکسیژن دار دوازده عضوی ۱۲

۱-۲-۷ زئولیت های تجاری موجود ۱۲

۱-۳ روش های تغییر مشخصات شیمیایی وفیزیکی زئولیت ۱۳

۱-۳-۱سنتز زئولیت ۱۳

۱-۳-۱-۱ سنتز ۱۳

۱-۳-۲-۱ Post Processing زئولیت ها ۱۹

۱-۳-۲ نسبت SiO_2/Al_2O_3 ..... ۲۱

۱-۳-۳ اندازه بلور ۲۲

۱-۳-۴ جایگزینی دیگر اتم ها در چهار چوب ۲۳

۱-۳-۵ ناحیه بندی (Zoning) ۲۴
۱-۳-۶ تبادل کاتیونی ۲۴
۱-۳-۷ تغییرات شیمیایی بعد از سنتز ۲۶
۱-۳-۸ بخار دادن ۳۱
۱-۳-۹ افزایش اندازه حفرات (خاصیت مزوپری) ۳۲
۱-۴ اثرهای دیگر ۳۴
۱-۴-۱ کلسینه کردن ۳۴
۱-۴-۲ ادغام کردن چسباننده ۳۴
۱-۴-۳ نشست کک ۳۵

فصل دوم: فرآیند کراکینگ کاتالیستی سیال

۲-۱ مقدمه ۴۱
۲-۱-۱ فرآیند کراکینگ کاتالیستی (قلب پالایشگاه) ۴۴
۲-۲ تاریخ نوع آوری FCC ۴۶
۲-۲-۱ از کراکینگ گرمایی تا کراکینگ کاتالیستی ۴۷
۲-۲-۲ تکامل واحدهای کراکینگ کاتالیستی سیال ۵۰
۲-۲-۳ پیشرفت ها در کاتالیست های FCC از خاک رس طبیعی تا زئولیت ها ۵۴
۲-۳ فرآیند تجاری کراکینگ کاتالیستی ۵۶
۲-۳-۱ کراکینگ کاتالیستی، بیان تکنولوژی های در دسترس ۵۶
۲-۳-۲ کراکینگ کاتالیستی، تحت لیسانس تکنولوژی اصلی ۵۸
۲-۴ توضیح فرآیند FCC ۶۱
۲-۴-۱ ذخایر سوختی، نفت‌گاز ۶۱

۲-۴-۲ کاتالیست FCC، کاتالیست زئولیت USY ۶۴
۲-۴-۳ رایزر، منطقهٔ بخار شدن و انجام واکنش ۶۴
۲-۴-۴ جداسازی کاتالیست ، منطقهٔ غیر درگیر(disengaging) و سیکلون ها ۶۶
۲-۴-۵ بخش عریانساز، بازیابی هیدروکربن ها ۶۷
۲-۴-۶ رژنراتور، دوباره فعال کردن کاتالیست ۶۸
۲-۴-۷ رایزر، رژنراتور، واحدهای موازنهٔ گرمایی (Heat Balance) ۶۹
۲-۵ کاتالیست FCC ۷۱
۲-۵-۱ جزء تشکیل دهندهٔ کاتالیست FCC، زئولیت ۷۴
۲-۵-۱-۱ مقدمه ۷۴
۲-۵-۱-۲ شیمی زئولیت ۷۵
۲-۵-۱-۳ زئولیت های بکار رفته در کاتالیست FCC ۷۷
۲-۵-۱-۴ ساختار زئولیت X و Y ۷۸
۲-۵-۱-۵ سنتز زئولیت های Y و USY ۸۱
۲-۵-۱-۶ خواص زئولیت ۸۳
۲-۵-۱-۷ خواص زئولیت، اندازهٔ سلول واحد ۸۴
۲-۵-۱-۸ خواص زئولیت، مقدار عناصر خاکی های کمیاب ۸۵
۲-۵-۱-۹ خواص زئولیت، محتوای سدیم ۸۶
۲-۵-۱-۱۰ پایداری زئولیت، از زئولیت Y تا زئولیت USY ۸۷
۲-۵-۲ جزء تشکیل دهندهٔ کاتالیست FCC، ماتریکس ۹۰
۲-۵-۳ جزء تشکیل دهندهٔ کاتالیست، پرکننده و چسباننده ۹۲
۲-۵-۴ کاتالیست FCC، ناپایداری ها ۹۲

۲-۵-۵ غیرفعال شدن کاتالیست های FCC ، فلزات سنگین و کک ۹۳
۲-۶ شیمی واکنش های FCC ۹۴
۲-۶-۱ کراکینگ گرمایی، مکانیسم واکنش ۹۵
۲-۶-۲ کراکینگ کاتالیستی، مکانیسم واکنش ۹۸
۲-۶-۲-۱ واکنش های کراکینگ ۱۰۳
۲-۶-۲-۲ واکنش های ایزومریزاسیون ۱۰۴
۲-۶-۲-۳ واکنش های انتقال هیدروژن ۱۰۵
۲-۶-۲-۴ سایر واکنش ها، هیدروژن زدایی و نشست کک ۱۰۷

فصل سوم: کاتالیست های فرآیند FCC

۳-۱ مقدمه ۱۰۹
۳-۲ تکنیک های تولید کاتالیست ۱۱۰
۳-۲-۱ زئولیت معمول (REY, REHY, HY) ۱۱۰
۳-۲-۲ زئولیت USY ۱۱۱
۳-۲-۳ روش Engelhard ۱۱۳
۳-۳ خواص کاتالیست تازه ۱۱۳
۳-۳-۱ توزیع اندازهٔ ذره (PSD) ۱۱۳
۳-۳-۲ مساحت سطح (SA) ، $\frac{m^2}{g}$ ۱۱۵
۳-۳-۳ سدیم (Na)، wt% ۱۱۵
۳-۳-۴ عناصرخاکی کمیاب (RE)، wt% ۱۱۵
۳-۴ آنالیز کاتالیست تعادلی ۱۱۶

۳-۴-۱ خواص کاتالیستی ۱۱۸
۳-۴-۱-۱ تبدیل (فعالیت) ۱۴۱
۳-۴-۱-۲ فاکتور کک (CF) ، فاکتور گاز (GF) ۱۲۰
۳-۴-۲ خواص فیزیکی ۱۲۰
۳-۴-۲-۱ مساحت سطح (SA)، $\frac{m^2}{g}$ ۱۲۰
۳-۴-۲-۲ دانسیتهٔ حجمی ظاهری (ABD)، $\frac{g}{cc}$ ۱۲۰
۳-۴-۲-۳ حجم منفذ (PV) ، $\frac{cc}{g}$ ۱۲۱
۳-۴-۲-۴ قطر منفذ (Å) ۱۲۱
۳-۴-۲-۵ توزیع اندازهٔ ذره (PSD) ۱۲۱
۳-۴-۳ خواص شیمیایی ۱۲۱
۳-۴-۳-۱ آلومینا (Al_2O_3) ۱۲۲
۳-۴-۳-۲ سدیم (Na) ۱۲۲
۳-۴-۳-۳ نیکل (Ni)، وانادیم (V)، آهن (Fe)، مس (Cu) ۱۲۲
۳-۴-۳-۴ کربن (c) ۱۲۴
۳-۵ مدیریت کاتالیست ۱۲۵
۳-۶ ارزیابی کاتالیست ۱۲۹
۳-۷ افزودنی ها ۱۳۲
۳-۷-۱ پیش برندهٔ CO ۱۳۳
۳-۷-۲ مادهٔافزودنی SOx ۱۳۴

۳-۷-۳ ZSM-5 ..... ۱۳۶
۳-۸ رام سازی (Metal Passivation) ۱۳۸
۳-۸-۱ آنتیموان ۱۳۹

فصل چهارم: بخش تجربی

۴-۱ مقدمه فصل چهارم ۱۴۰
۴-۲ مواد شیمیایی مورد استفاده و مشخصات آنها ۱۴۰
۴-۳ تهیه زئولیت Y ۱۴۱
۴-۳-۱ تجهیزات مورد استفاده در این بخش ۱۴۱
۴-۳-۲ طرز تهیه زئولیت Y ۱۴۱
۴-۳-۳ فیلتر کردن و شستشو و خشک شدن رسوب زئولیت ۱۴۲
۴-۴ استفاده از پراش اشعه ایکس (XRD) ۱۴۲
۴-۵ ساخت زئولیت HY_1 از زئولیت Y ۱۴۳
۴-۶ ساخت زئولیت HY_2 از زئولیت Y ۱۴۴
۴-۷ طرز تهیه سیلیکا سل ۱۴۴
۴-۸ کاتالیست های تهیه شده و مساحت سطح (BET) هرکدام ۱۴۷
۴-۹ کراکینگ کاتالیستی با استفاده از کاتالیست های آماده شده در بخش اول و مقایسه با کاتالیست تجاری ۱۴۸
۴-۹-۱ وسایل مربوط به آزمایشات تست راکتوری ۱۴۸
۴-۹-۲ آزمایشات راکتوری کراکینگ کاتالیستی ۱۴۹
۴-۱۰ محاسبهٔ سرعت فضایی ۱۶۰
۴-۱۱ محاسبهٔ میزان کک‌گیری کاتالیست ۱۶۱

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱ نتایجی که می توان از بخش سنتز استنتاج نمود..... ۱۶۳

۵-۲ نتایجی که می توان از بخش آزمایشات کراکینگ کاتالیستی استخراج نمود..... ۱۶۸

فصل اول

مشخصات فیزیکی و

شیمیایی زئولیت ها

و

اثر آنها روی نفوذ

۱-۱ مقدمه

نفوذ درون بلوری زئولیت به وسیله تعداد زیادی از عوامل فیزیکی- شیمیایی تحت تاثیر قرار می گیرد[۱]. این عوامل عبارتند از :

- اندازه، شکل، قطبیت مولکول های نفوذ کننده
- هندسه کانال زئولیت، اتصالات، ابعاد
- ترکیب شیمیایی ساختار، برای مثال نسبت SiO_2/Al_2O_3
- نوع کاتیون، اندازه، توزیع بار و غلظت
- نقص شبکه برای مثال، نقص انباشتگی
- مواد خرده ریز داخل راه های نفوذی
- ذخایر کربنی درون زئولیت یا نزدیک منفذ آن
- (Zoning) ناحیه بندی آلومینا یا سیلیکا درون زئولیت
- ریخت شناسی و اندازه بلور زئولیت

بعضی از این عوامل شامل ریخت شناسی، اندازه بلوری و هندسه زئولیت هستند که ضرورتاً در سنتز زئولیت ثابت اند. دیگر خصوصیات شان از قبیل ترکیب شیمیایی، چارچوب و ناحیه بندی می توانند توسط عملیات هیدروترمال یا شیمیایی پس از سنتز بهبود یابند. نوع و غلظت کاتیون معمولاً طی فرمولاسیون نهایی کاتالیست زئولیت فعال یا جاذب تغییر می کند.

نقص های شبکه و خرده های فراوان سیلیکا یا آلومینا در هر مرحله می تواند وارد شود. عوامل بحرانی دیگر از جمله ذخایر کربنی تا زمانی که کاتالیست استفاده نشده وجود ندارند. برای یک ارتباط دقیق بین نفوذ پذیری زئولیت و خواص زئولیت همواره نیاز است که همه این عوامل به صورت کمّی باشند، حتی اگر ما مقادیر خاص هر یک از پارامترها را تعیین کنیم، هنوز هیچ مدل پذیرفته شده ای وجود ندارد که به صورت تئوری به ما اجازه دهد تا نفوذپذیری گونه های متفاوت در زئولیت را محاسبه

کنیم. در عوض، توسط مطالعات تک متغیری، فهم جهت و مقدار عددی تغییرات در نفوذپذیری توسط تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی زئولیت وارد می شود. بنابراین این فصل تلاش می کند که یک دید کلی کیفی را فراهم کند که چطور این عوامل نفوذپذیری را تحت تاثیر قرار می دهند و به طور عمده چطور آنها می توانند برای تولید خواص نفوذی دلخواه در کاربرد هایی از جمله جداسازی انتخابی و کاتالیست شدن گزینش پذیر نسبت به شکل کنترل یا دست کاری شوند.

این بخش با بحث کوتاهی در مورد انواع زئولیت های موجود شروع خواهد شد و سپس روی خواص فیزیکی کلی زئولیت ها و اینکه چگونه آنها تغییر می کنند متمرکز می شویم. سپس راجع به خواص شیمیایی زئولیت بحث خواهد شد. سرانجام اثرات کک گیری، بخار دادن، کلسینه کردن و ادغام کردن زئولیت در ماتریکس شرح داده خواهد شد.

۱-۲ نوع زئولیت ها

طبیعت برای ما ۵۰ نوع زئولیت آلومینو سیلیکات مختلف را فراهم کرده است. کاربرد موفقیت آمیز تبادل یونی زئولیت های طبیعی در تولید آنالوگ های سنتزی آنها بسیار جالب توجه است. امروزه، تلاش های مداوم در سنتز زئولیت در نهایت ۱۰۰ ساختار متفاوت زئولیت تولید کرده است. جدول (۱-۱) ساختار های زئولیت های متفاوت شناخته شده، هندسه کانال آنها و اتصالات آنها را لیست کرده است[۲].

جدول (۱-۱) ساختارهای زئولیت موجود

IUPAC Code[a]	Zeolite	Channel Size[b]	Comment
-CLO	Cloverite	20[t] and 8[t]	Not connected
VFI	VPI-5	18[v]	
AET	$AlPO_4$-8	14[v]	
AFI	$AlPO_4$-5	12[v]	
AFR	SAPO-40	12[v] and 8[v]	Interconnected
AFS	MAPSO-46	12[v] and 8[vv]	Interconnected
AFY	CoAPO-50	12[v] and 8[vv]	Interconnected
ATO	$AlPO_4$-31	12[v]	
ATS	MAPO-36	12[v]	
*BEA[c]	Beta	12[t]	
BOG	Boggsite	12[v] and 10[v]	Interconnected
BPH	Beryllophosphate-H	12[v] and 8[vv]	Interconnected
CAN	Cancrinite	12[v]	
EMT	EMC-2	12[t]	
FAU	Faujasite	12[vvv]	
GME	Gmelinite	12[v] and 8[vv]	Interconnected
LTL	Linde Type L	12[v]	
MAZ	Mazzite	12[v] and 8[v]	Not connected
MEI	ZSM-18	12[v] and 7[vv]	Interconnected
MOR	Mordenite	12[v] and 8[v]	Interconnected
MTW	ZSM-12	12[v]	
OFF	Offretite	12[v] and 8[vv]	Interconnected
ROG	Roggianite	12[v]	
AEL	$AlPO_4$-11	10[v]	
AFO	$AlPO_4$-41	10[v]	
DAC	Dachiardite	10[v] and 8[v]	Interconnected
EPI	Epistilbite	10[v] and 8[v]	Interconnected
EUO	EU-1	10[v]	With large side pockets
FER	Ferrierite	10[v] and 8[v]	Interconnected
HEU	Heulandite	10[v] and 8[vv]	Interconnected
LAU	Laumontite	10[v]	
MEL	ZSM-11	10[t]	
MFI	ZSM-5	10[t]	
MFS	ZSM-57	10[v] and 8[v]	Interconnected
MTT	ZSM-23	10[v]	
NES	NU-87	10[vv]	
PAR	Partheite	10[v]	
STI	Stilbite	10[v] and 8[v]	Interconnected
TON	Theta-1	10[v]	
-WEN	Wenkinte	10[vv] and 8[v]	Interconnected
-CHI	Chiavennite	9[v]	
LOV	Lovdarite	9[v] and 8[v]	Interconnected
ABW	Li-A	8[v]	(Barrer and White)
AEI	$AlPO_4$-18	8[t]	
AFT	$AlPO_4$-52	8[t]	
APC	$AlPO_4$-C	8[vv]	
APD	$AlPO_4$-D	8[vv]	
ATN	MAPO-39	8[v]	
ATT	$AlPO_4$-12-TAMU	8[vv]	

IUPAC Code[a]	Zeolite	Channel Size[b]	Comment
ATV	$AlPO_4$-25	8[c]	
AWW	$AlPO_4$-22	8[c]	
BIK	Bikitaite	8[c]	
BRE	Brewsterite	8[c,e]	
CAS	Cesium aluminosilicate	8[c]	(Araki)
CHA	Chabazite	8[f]	
DDR	Deca-dodecasil 3R	8[c,f]	
EAB	TMA-E	8[c,f]	
EDI	Edingronite	8[g]	
ERI	Erionite	8[f]	
GIS	Gismondine	8[f]	
GOO	Goosecreekite	8[f]	
JBW	NaJ	8[f]	(Barrer and White)
KFI	ZK-5	8[f] and 8[f]	Not connected
LEV	Levyne	8[c,e]	
LTA	Linde Type A	8[f]	
M ER	Merlinoite	8[f]	
MON	Montesommaite	8[c,e]	
NAT	Natrolite	8[f]	
PAU	Paulingite	8[f] and 8[f]	Not connected
PHI	Phillilpsite	8[f]	
RHO	Rho	8[f] and 8[f]	Not connected
THO	Thomsonite	8[g]	
YUG	Yugawaralite	8[c,e]	

[a] For interrupted frameworks, the three-letter code is preceded by a hyphen.
[b] Number of oxygen atoms forming the ring opening.
[c] The asterisk in front of the code denotes a well-defined subunit for which pure end members have not been obtained.
[d] One-dimensional channel.
[e] Two-dimensional channel.
[f] Three-dimensional channel.

جدول به صورت نزولی از زئولیت با بیشترین تعداد T اتم ها (اتم های چهار وجهی) در بزرگترین حلقه آن، Cloverite، که حلقه اکسیژن ۲۰ عضوی دارد تا زئولیت های شامل حلقه های اکسیژن ۸ عضوی از قبیل Yugawaralite سازمان یافته است.

معرفی سه حرف همراه نام های آنها کدهای نوع ساختار است که توسط کمیسیون IUPAC روی نام گذاری زئولیت تعیین شده است .

نامگذاری وابسته به زئولیت ها و مواد از نوع زئولیت (از این به بعد برای سادگی لغت زئولیت ها آورده می شوند) می تواند کاملا گیج کننده باشد . در حقیقت مواد مشابه ای اغلب به وسیله چندین نام مختلف شناخته شده اند. مواد با ساختار بلورین مشابه اما با عناصر مختلف مثل T اتم اغلب یک نام معادل دارند. جدول (۱-۲) نام هایی که به طور گسترده پذیرفته شده اند را برای ساختار های بر مبنای سیلیکات متفاوت و نام های معادل آنها یا نام های ایزوتوپ های بلوری آنها لیست کرده است[۲].

جدول (۱-۲) مواد از نوع زئولیت میکرو پر (سیلیکات ها)

IUPAC Code	Zeolite	Isotypic Framework Structures
AFI*	$AlPO_4$-5	SAPO-5, SSZ-24
ANA*	Analcime	$AlPO_4$-24, Ammonioleucite, Cs-D, Hsianghualite, Kehoeite Leucite, Na-B, Pollucite, Viseite, Wairakite
AST*	$AlPO_4$-16	Octadecasil
BEA	Beta	Tschernichite
BPH*	Beryllophosphate-H	Linde -Q
CAN*	Cancrinite	ECR-5, Tiptopite
CHA*	Chabazite	CoAPO-44, CoAPO-47, LZ-218, Linde D, Linde R, ZK-14, SAPO-34
DAC	Dachiardite	Sverlozarite
DDR	Deca-dodecasil 3R	Sigma-1
EDI	Edingtonite	K-F, Linde F
EMT	EMC-2	Hexagonal Faujasite, ECR-30, ZSM-20, ZSM-3, CSZ-1, Breck structure Six, BSS
ERI*	Erionite	$AlPO_4$-17, LZ-220, Linde T, (Erionite–Offretite intermediate)
EUO	EU-1	TPZ-3, ZSM-50
FAU*	Faujasite	Linde X, Linde Y, SAPO-37, LZ-210, ECR-30, ZSM-20 ZSM-3, CSZ-1
FER	Ferrierite	FU-9, ISI-6, NU-23, Sr-D, ZSM-35
GIS*	Gismondine	Amicite, Garronite, Gobbinsite, MAPSO-43, Na-P1, Na-P2
HEU	Heulandite	Clinoptilolite, LZ-219
JBW	NaJ	Nepheline hydrate
KFI	ZK-5	P and Q
LAU	Laumontite	Leonhardite
LEV*	Levyne	SAPO-35, ZK-20, LZ-132
LTA*	Linde Type A	Alpha, LZ-215, Na-A, SAPO-42, ZK-4, ZK-21, ZK-22
LTL	Linde Type L	Perialite, LZ-212
LTN	Linde Type N	NaZ-21
MAZ	Mazzite	LZ-202, Omega, ZSM-4
MEL	ZSM-11	Boralite D, Silicalite 2, TS-2
MER	Merlinoite	K-M, Linde W
MFI	ZSM-5	Silicalite, AMS-1B, AZ-1, BOR-C, Boralite C, Encilite, FZ-1, LZ-105, NU-4, NU-5, TS-1, TSZ, TSZ-III, TZ-01, USC-4, USI-108, ZBH, ZKQ-1B, ZMQ-TB
MOR	Mordenite	Na-D, Ca-Q, Zeolon, LZ-211
MTN	ZSM-39	CF-3, Dodecasil-3C, Holdsite
MTT	ZSM-23	EU-13, ISI-4, KZ-1
MTW	ZSM-12	CZH-5, Nu-13, Theta-3, TPZ-12
NAT	Natrolite	Gonnardite, Mesolite, Scolecite
NON	Nonasil	ZSM-51
OFF	Offretite	Linde T (ERI-OFF structural intermediate), LZ-217, TMA-O
RHO*	Rho	Pahasapaite, LZ-214
SOD*	Sodalite	$AlPO_4$-20, Bicchulite, Danalite, G, Genthelvite, Hauyn, Helvin, Nosean, Tugtupite
STI	Stilbite	Stellerite, Barrerite
TON	Theta-1	ISI-1, KZ-2, Nu-10, ZSM-22

* Materials characterized as both silicates and phosphates.

برای بعضی از این سیلیکات ها ساختار های ایزوتوپ با فسفر به جای سیلیسیم سنتز شده اند. این ساختارها با نشان ستاره مشخص می شوند. در نهایت ۱۸ ساختار تک اضافی فسفات دار سنتز شده اند که آنالوگ های ساختاری شامل سیلیسیم ندارند. آنها به همراه دیگر مواد که ساختار یکسانی دارند در