

بسمه تعالی

شیمی رزینها و کاربرد آنها در تصفیه آب

تهیه کننده: رضا قره محمودلی

شرکت مدیریت تولید برق نکا

فروردین ۱۳۷۸

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۵	تاریخچه
۱۰	موارد استفاده رزین مبدل یونی در تصفیه آب و صنایع
۱۲	تهیه رزین‌ها
۱۶	ضریب‌گزینش
۱۹	انواع رزینهای تعویض یونی
۲۷	نحوه واکنش در رزینهای مبدل یونی و مقدار اتصالات عرضی
۳۲	تفاوت های رزینهای Porous-type و gel- type
۳۵	علل مسمومیت رزینهای مبدل یونی
۴۰	احیاء رزینها
۴۲	مشخصات رزینهای مبدل یونی

فهرست شکلها و نمودارها

<u>صفحه</u>	<u>شماره شکل</u>
۸.....	۱
۱۳.....	۲
۱۵.....	۳
۱۸.....	۴
۲۷.....	۵
۲۸.....	۶ و ۷
۳۳.....	۸
۳۴.....	۹ و ۱۰
۳۷.....	۱۱

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>شماره جدول</u>
۱۴.....	۱
۲۵.....	۲
۲۶.....	۳
۲۹.....	۴
۳۰.....	۵
۳۱.....	۶
۴۳.....	۷
۴۵.....	۸
۴۸.....	۱۰ و ۹
۴۹.....	۱۱
۵۰.....	۱۲
۵۴.....	۱۳
۵۷.....	۱۴
۵۸.....	۱۵
۵۹.....	۱۶
۶۰.....	۱۷

بسمه تعالی

مقدمه

آب ترکیب منحصر بفرد و بسیار جالب شیمیایی است که از دو عنصری که در دمای معمولی گاز هستند، تشکیل یافته است. هیدروژن عنصری است که می سوزد در حالیکه اکسیژن برای سوزانیدن لازم است، معیذا آب خودش آتش را خاموش می کند. بشر و دیگر موجودات بدون آب قادر به ادامه حیات نیستند، و کمتر صنایعی هستند که با آب سر و کار نداشته باشند، و در عین حال آب مسئله ساز بسیاری از صنایع است. تغییر شکل اصلی این آبها عبارت از تولید ابر از اقیانوسها و دریاها و برگشت مجدد آن بصورت باران و برف. البته این نزولات آسمانی بوسیله رودخانه ها و جریان های سطحی مجدداً به اقیانوسها بر می گردند. مواد مختلفی که با این آبها تماس پیدا میکنند، ترکیب نهایی آب را می سازند. آبهایی که روی خشکیهای زمین قرار دارند دارای سه طبیعت اصلی بوده و عبارتند از:

الف: ۱- آبهای سطحی که از درون زمینهای شنی یا نواحی کشاورزی می گذرند.

۲- آبهای سطحی که از درون مجاری یازمینهای خاکی و قلیایی می گذرند.

ب: چشمه ها و رودخانه ها

ج: آب چاههای عمیق

آبهای سطحی که از زمینهای شنی و کشاورزی عبور می نمایند معمولاً شیرین هستند، ولی حاوی مقادیر زیادی مواد آلی می باشند. آبهای سطحی که از مجاورت زمینهای خاکی و قلیایی می گذرند، معمولاً سختی داشته و از نظر وجود مواد آلی در سطح متوسط می باشند، این موضوع شامل چشمه ها و رودخانه ها نیز می شود.

آب چاههای عمیق که مواد آلی در بر نداشته، ولی دارای سختی می باشند.

تصفیه آب مورد علاقه سه گروه میباشد، مهندسی عمران برای زه کشی و تاسیسات جمع آوری و تصفیه فاضلاب. علاقمند به دانستن روشهای تصفیه آب و فاضلاب می باشند. متخصصین کشاورزی برای

بهبود و بهره دهی زمین برای تولید محصولات کشاورزی ، علاقمند هستند که آب با کیفیت خاصی به مصرف آبیاری برسد .

اما آب برای مهندسين شيمي از ويژگي خاصي برخوردار است . کمتر واحدي است که در آن یک مهندس شيمي باشد ولی آب به عنوان جزء اصلي آن واحد صنعتي نباشد .

بخاطر ظرفيت حرارتي بالای آب ، این ماده بصورت انتقال حرارت غير قابل جایگزین درآمده است . از این روی تقریباً همه واحدهای صنعتي به نحوی با آب سروکار دارند .

آب همیشه در حالت رسوب گذاری و یا خوردگی است . اگر یکی از این دو حالت در زمانی و یا مکانی که نمی بایستی اتفاق بیافتد ، رخ دهد ، آنگاه آب مسئله آفرین خواهد بود .

در آن صورت اختلالی در سیستم تولید بوجود خواهد آمد ، که ممکن است ، منجر به توقف واحد شود ، که این امر با قیمت و بهای محصولات تولید نشده و راه اندازی مجدد واحد صنعتي مستلزم هزینه زیادی می شود .

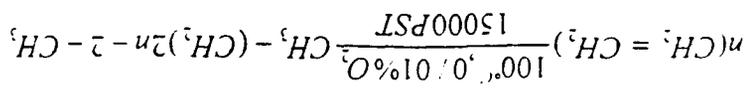
هدف از تصفيه آب ، تهیه آب مطلوب و مورد قبول برای صنایع و جلوگیری از این هزینه های اضافی است . که برای حذف این مواد زاید آب روشهای مختلفی وجود دارند . که عبارتند از :

الف - تقطير

این روش تنها روش تصفيه آب است که بطور صد در صد تمام ارگانیزمها (باکتری و ویروس وغيره) از آب ورودی جذب می شود . از نظر تئوري تقطير قادر به حذف تمام مواد غير فرار می باشد . اما در عمل بخاطر حمل ذرات مایع توسط بخار ممکن است که مقداری مواد جامد و نیز مواد کلوئیدی داشته باشیم . در آب تصفيه شده در این روش گازهای حل شده چون دی اکسید کربن و آمونیاک می تواند وجود داشته باشد .

ب - اسمز معکوس

این روش می تواند کل مواد جامد محلول در آب را تا نود و نه درصد کاهش دهد .



موتورهای اتیلی تشکیل شده است.

همه گازهای موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این گازها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

د- رزینهای ترموپلاستیک

این رزینها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این رزینها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

ه- رزینهای ترموسِت

این رزینها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این رزینها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

این رزینها در موتورهای اتیلی به صورت گازهای اتیلی تبدیل می شود.

جایی که تعداد n از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ است. واحدهای تکرار شونده در پلیمرهای ساخته شده ممکن است از پلیمریزاسیون تنها یک مونومر ساخته شود همانطوریکه در بالا برای مونومر اتینن نشان داده شده است. رزینهای مبادله کننده ممکن است بوسیله یک یا دو روش تهیه شوند. روش اول بوسیله پلیمریزاسیون الکترولیت‌های آلی و روش دوم بوسیله پلی‌مریزاسیون مولکولهای مونومر آلی. نتیجه عمده روش اول یکنواخت بودن جرم رزینهاست در حالیکه نتیجه روش دوم که دامنه استفاده بیشتری دارد، کنترل بهتر درجه پیوند عرضی است که رزین با گروههای عامل یونی دارد. از این رو چون این رزینهای تعویض یونی در تصفیه آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند لذا در این جزوه به تاریخچه و ساختمان شیمی و طبقه بندی و احیاء و آلودگیها یا مسمومیت‌های رزینها اشاره و بحث میکنیم.

من الله التوفیق

تاریخچه رزین

برای اولین بار دو محقق انگلیسی در سال ۱۸۵۰ به نامهای تومسون و وی (way) بر روی این مبادله کننده ها مطالعاتی انجام داده و اعلام نمودند. زمانیکه محلولی از کودشیمیایی از درون ستون خاکی عبور میکند، کلسیم موجود در خاک توسط آمونیاک جایگزین می شود. در سال ۱۸۵۸، شیمیدان آلمانی بنان ایخمان متوجه گردید که پروسس تبادل یونی قابل برگشت است. با وجود این استفاده عملی از مبادله کننده های یونی تا سال ۱۹۰۵ به درازا کشید، در این سال شیمیدان آلمانی گانز از مبادله کننده های یونی برای صاف کردن آب استفاده کرد و یونهای کلسیم و منیزیم را به وسیله یون های سدیم از محیط عمل خارج ساخت. در نرم کننده های گانز از مواد مصنوعی مبادله کننده کاتیون آلومینوسیلیکات سدیم که اصطلاحاً زئولیت نامیده میشود استفاده شده بود.

بهره گیری از نرم کننده های گانز اشاعه چشم گیری یافت و به دلیل مصرف مواد دهمبادله کننده یونی در ۳۰ سال نخست از نوع زئولیت ها با مواد مشابه زئولیت ها واژه زئولیت نرم کننده زئولیت سدیم در صنعت مصطلح گردید. با وجودی که امروزه از زئولیت ها به ندرت استفاده می شود. برای تشریح هر نوع پروسس تبادل یونی اصطلاح نرم کننده زئولیت بکار میرود.

به زودی ماده تبادل زئولیت مصنوعی که گانز از آن استفاده میکرد توسط زئولیت طبیعی که شن سبز نام داشت؛ جایگزین گردید. شن سبز در مقایسه با زئولیت مصنوعی ظرفیت کمتری دارد. ولی از نظر ثبات فیزیکی استفاده از آن در صنعت مقرون بصرفه بیشتری است.

مرحله عمده پیشرفت در تبادل یونی در سال ۱۹۳۵، با ارائه ذغال سولفونه به عنوان یک مبادله کننده یونی شروع شد. در این گونه مبادله کننده ها عملاً از زئولیت کربنی، تحت عنوان

مبادله کننده های ذغال سولفونه استفاده می شود و بدین ترتیب ، صنعتگران توانستند مبادله یونی را به عملیات سیکل هیدروژن بسط داده و متد جدیدی علاوه بر کاهش قلبائیت ، در رابطه با سختی ارائه نمایند .

مدت کوتاهی پس از ارائه ژئولیت کربنی ، شیمیدانان انگلیسی آدامز (Adams) و هملز (Holmes) دو نمونه جدید مبادله کننده های یونی را به ترتیب زیر به صنعت معرفی کردند.

۱- مبادله کننده کاتیونی به صورت یک محصول تغلیظی فنل فرم آلدئید

۲- مبادله کننده آنیونی به صورت یک محصول تغلیظی پلی آمین ها و فرم آلدئید

با ظهور مبادله کننده های آنیونی ، خبرگان فن تصفیه آب بر این عقیده که می توان کلیه مواد معدنی موجود در آب را زدود و آب عاری از مواد معدنی بدست آورد، اعتقاد بیشتری یافتند . ولی با توجه عدم ثبات کافی مبادله کننده های آنیونی اولیه قادر به زدودن اسیدهای یونیزه شده بسیار ضعیفی چون اسید سیلیسیک یا اسید کربنیک نبودند .

پژوهش های انجام شده توسط دانشمند امریکایی دالهلیو (DALELIO) منجر به تولید مبادله کننده های یونی دارای ماده کوپلی مر شده استایرین به همراه اتصال جانبی با دی وینیل بنزن گردید .

این مبادله کننده ها علاوه بر ثبات زیاد در مقایسه با انواع قبلی اش ظرفیت زیادتری نیز دارد. مبادله کننده آنیون پلی استایرین دی وینیل بنزن ساخته شده در سال ۱۹۴۸ می تواند علاوه بر زدودن کلیه آنیونها ، اسیدهای ضعیفی چون سیلیسیک و کربنیک را نیز از محیط خارج سازد . به سخن دیگر ، زمانی که این روش قبلاً توسط مبادله کننده های کاتیون سیکل هیدروژن همراه شود ، کلیه مواد معدنی موجود در آب نیز قادر به زدوده شدن است .

از سال ۱۹۵۰ به بعد مبادله کننده های یونی پلی استایرین دی وینیل بنزن برای مصارف خاصی و ویژه ای به همراه طول عمر بیشتر مبادله کننده تعدیل شده است .

شاید ، مهمترین پیشرفت در بهبود ساختمان رزین ماکرو رتیکولار (Macroreticular) یا (خلل و فرج دار بزرگ) به انجام رسیده است .

بر خلاف ساختمان استاندارد رزین های ژله مانند ، کلیه رزین های ماکرو رتیکولار دارای خلل و فرج یا منافذ مجزا^{هسته} از رزین های کاتیونی ماکرو رتیکولار مقاومت بسیار زیادی در برابر تخریب های حرارتی یا اسموتیک و حملات اکسید کنندگی دارند . رزین های آنیونی ماکرور تیکولار بدلیل داشتن ساختمان خلل و فرج دار ، در برابر آلودگی آلی مقاومتر بوده و در واقع ، می توان برای ممانعت از آلوده شدن رزین های ژله ای توسط مواد آلی موجود در آب خام ، آنان را قبل از این گونه رزینها به کار گرفت . تداوم پژوهشی سازندگان اینگونه رزینها باعث بهتر شدن روشهای پروسسی و کاربرد آنان شده است .

منظره میکروسکوپی دانه های رزین مبادله کننده کاتیون استایرین دی وینیل سولفونه شده و دانه های رزین با بنیان کربوکسیلیک را در صفحه بعد ملاحظه میکنید .

رزین ها مبادله آنیون که به نحو وسیعی خلل و فرج دار بوده و قطری در حدود ۲۵ تا ۳۲ هزار آنگسترم دارند ، دامنه زدایش ذرات کلوئیدی و مولکولهای بزرگ آلی را نوید میدهد .

امروزه رزین های مورد استفاده در مبادله یونی صنایع دارای شبکه هیدروکربنی که در آنان گره های قابل یونیزه شدن قرار دارد ، میباشد .

امکان دارد ساختمان شبکه از مواد مختلف آلی انتخاب شود ، اما ساختمان پلی استایرین دی وینیل بنزن که در دهه ۱۹۴۰ تهیه گشت ، آن قدر مورد پسند صاحبان صنایع قرار گرفت که امروزه تقریباً کلیه رزین های در حال استفاده دارای این نوع ساختمان می باشند .

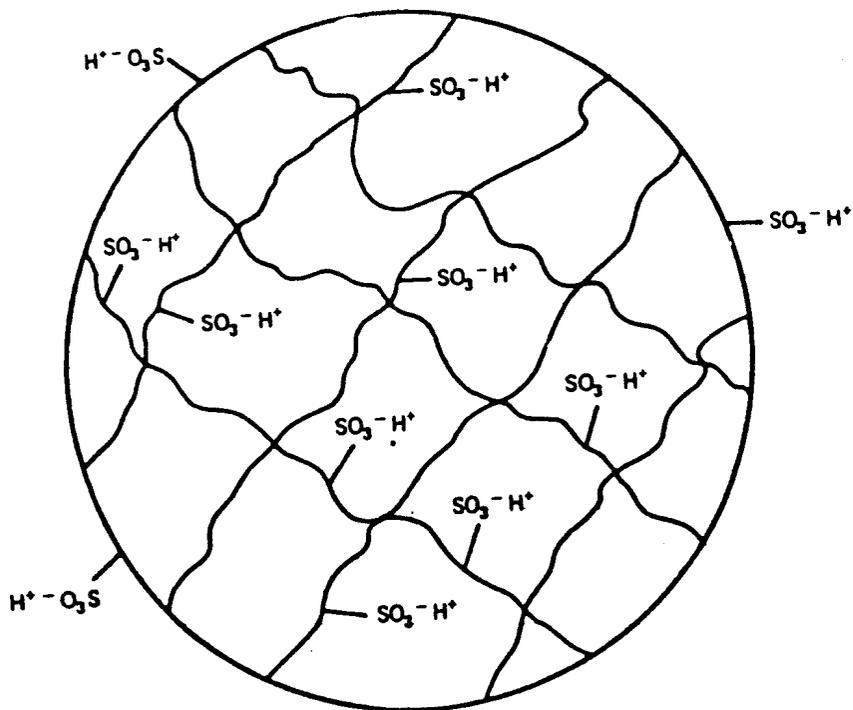
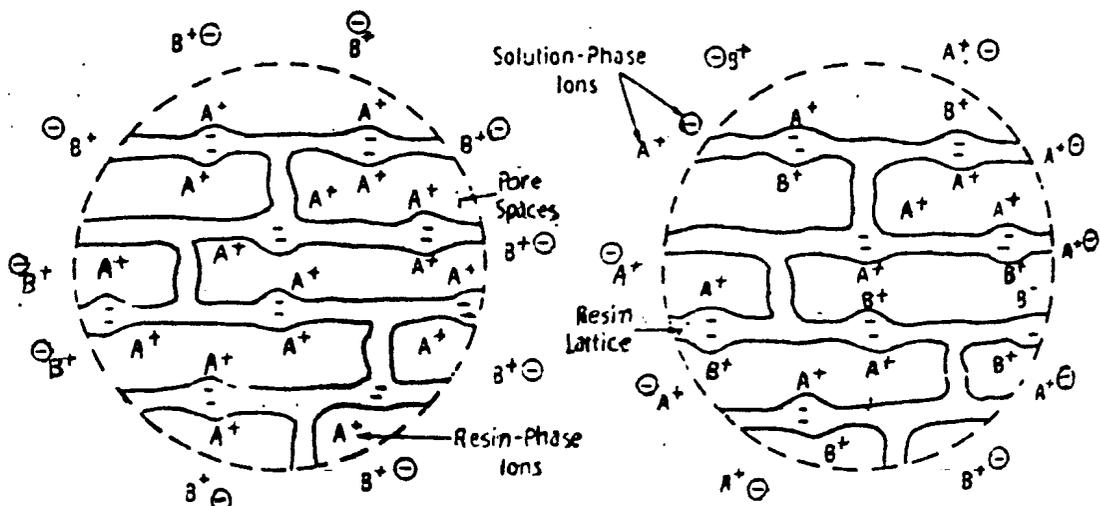


Figure 1. Cation-exchange resin schematic showing negatively charged matrix and exchangeable positive ions.

A. Initial State Prior to Exchange Reaction with Cation B^+

B. Equilibrium State After Exchange Reaction with Cation B^+



Schematic diagrams of a cation exchange resin framework with fixed exchange sites prior to and following an exchange reaction. (a) Initial state prior to exchange reaction with cation, B^+ ; (b) equilibrium state after exchange reaction with cation, B^+

1 - [منظره مکرر و سکوی دانشهای رزین مبادله کننده کاتیون]

گروه‌های قابل یونیزه شدنی که در درون دانه رزین وجود دارد، به آن خصوصیتی می‌بخشد که رزین را قادر به تمرکز دادن آب محتوی کاتیونهای بار مثبت و آنیونهای بار منفی در خود میکند. برخلاف ملکولهای آب، تنها یکی از گونه‌های یونی متحرک بوده، دیگری به ساختمان دانه متصل می‌باشد. مثل شکل شماره (۱) که شما تیک یک دانه رزین مبادله کاتیون اسید قوی را که دارای مناطق تبادل یون شامل رادیکالهای غیر محرک آنیونی (SO_3^-) و کاتیونهای محرک سدیم (Na^+) میباشد ارائه می‌کند.

مبادله یونی زمانی صورت می‌پذیرد که کاتیونهای کلسیم و منیزیم محتوی آب خام به داخل ساختمان دانه وارد شده، و کاتیونهای سدیم متعلق به ساختمان دانه بدرون آب وارد گردد بارهای منفی ثابت شده بر روی رزین، آنیونهای کلرور و سولفات محتوی آب را دفع کرده و در نتیجه به آنان اجازه ورود بداخل دانه را نمی‌دهد.

موارد استفاده رزین های مبدل یونی در تصفیه آب

- (۱) نرم کردن آب (Softening)
- (۲) حذف قلیائیت (Removal of alkalinity)
- (۳) گرفتن مواد معدنی و ایجاد آب بدون یون (Demineralisation)
- (۴) سیستم های مخلوط (Mixed-bed systems)
- (۵) سیستم سه تایی (Trilite system)

موارد استفاده رزین های مبدل یونی در صنایع قند

- (۱) نرم کردن آب مورد استفاده برای استخراج قند
(Softening water used for sugar extraction)
- (۲) نرم کردن محلول قند قبل از تبخیر
(Softening of sugar solution before evaporation)
- (۳) فرآیند Cryllus (the Cryllus Process)
- (۴) سیستم نو (new system)
- (۵) گرفتن مواد معدنی و گرفتن آب میوه بدون یون قبل از تبخیر
(Demineralisation if juice before evaporation)
- (۶) حذف رنگ از محلول غلیظ قندی (شربت) بعد از تبخیر
(Color removal from syrup after evaporation)
- (۷) فرآیند Quentin
- (۸) فرآیندهای دیگر تصفیه (Other treatment processes)

کاربردهای ویژه دیگر رزینهای مبدل یونی

- (۱) حذف فلزات (Recovery of metals)
- (۲) صنایع لبنیاتی (Dairy industries)

۳) صنایع کود سازی (Fertilizer industries)

۴) کاربرد در تولید کلر و سود سوزآور (Production of chlorine and caustic soda)

۵) صنایع دارو سازی (Pharmaceutical industries)

۶) کاتالیزورها (Catalysis)

مزایای استفاده از رزین های مبدل یونی بجای استفاده از آهک در تصفیه آب

۱) سرعت کار در رزینهای مبدل یونی بر خلاف آهک زنی بالا است .

۲) دستگاه در رزینهای مبدل یونی کوچک بوده و به فضای کمتری احتیاج دارد .

۳) به پرسنل کمتری نیاز دارد .

۴) واکنش حذف سختی و املاح کاملتر از آهک زنی است .

۵) سرمایه گذاری اولیه و ثانویه در مقایسه به آهک زنی بسیار کمتر است .

فرق رزین های مبدل یونی با الکترولیت ها

در رزینها همیشه یکی از دو یون قابل تعویض هستند ولی در الکترولیت ها هر دو یون (آنیونی و کاتیونی) قابل تعویض هستند . رزینهای مبدل یونی شامل بار مثبت کاتیونی و بار منفی آنیونی هستند و همانند الکترولیت ها اینها نیز از نظر بار الکتریکی خنثی هستند .

خواص رزین های مبدل یونی

۱) غیر محلول در آب باشند .

۲) خود تعویض کننده ها دارای یون باشند .

۳) فضای خالی در شبکه تعویض کننده وجود داشته باشد تا یونها بتوانند به آسانی در شبکه وارد یا از خارج شوند .

• تولید آب بدون یون با کیفیت و کمیت بالا بوسیله رزینهای مبدل یونی به چندین فاکتور بستگی دارد :

۱) به ترکیب آب خام (Composition of raw water)

۲) به حجم رزین (Resin volum)

۳) به کیفیت و مقدار (نمک برای رزینهای سدیمی و اسید برای رزینهای هیدروژنی) مورد استفاده برای احیا (Quality and amount of salt or acid used for regeneration)

۴) به دستور کار کامل بهره برداری (Strict observance of the operating instructions)

تهیه رزین ها :

اکثر رزینهای تعویض یونی که در تصفیه آب بکار می روند رزینهای سنتزی هستند که با پلیمریزاسیون ترکیبات آلی حاصل شده اند و روش عمومی تهیه این رزینها به شرح زیر است

الف) نخست استیرن را با دی وینیل بنزن مخلوط می کنند .

ب) به مخلوط آندو یک ماده پراکسید و یک عامل تثبیت کننده قطرات می افزایند تا بصورت قطرات معلق با اندازه معینی در بیایند .

ج) با حرارت دادن پلیمریزاسیون آغاز می شود و چون واکنش گرمازا است بایستی با یک ماده سرد کننده دما را کنترل نمود .

د) ذرات بتدریج ویسکوز شده و در نهایت بصورت دانه های کروی در می آیند و باید حرارت دادن آنقدر ادامه یابد تا پلیمریزاسیون کامل شود . دانه های حاصل شبکه پلی استیرن را تشکیل می دهند .

ه) برای تهیه تعویض کننده های کاتیونی دانه ها را با اسید سولفوریک ترکیب می کنند تا عامل SO_3H - به شبکه هیدرو کربن متصل شود و برای تهیه تعویض کننده های آنیونی شبکه را با کلرور متیل و یا آمین ترکیب می کنند .

در جدول شماره ۱ بصورت کامل نشان داده شده است .

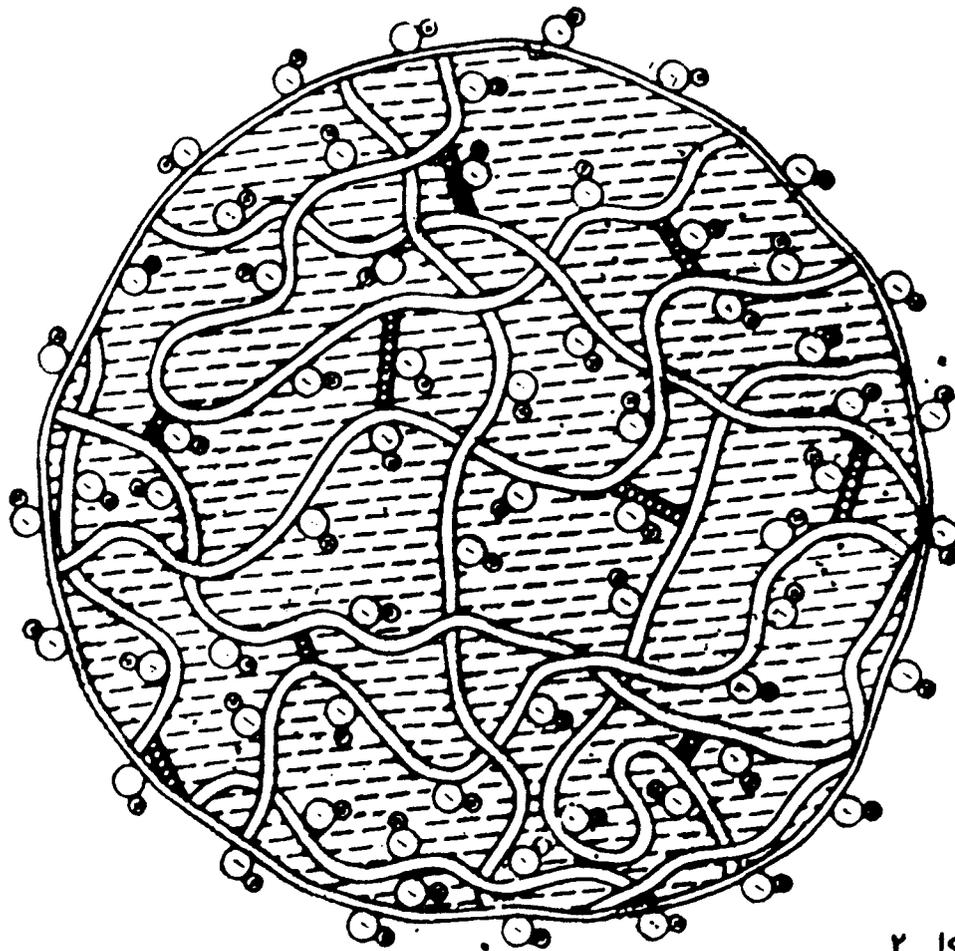
وقتی رزینها خشک می شوند زنجیرهای شبکه رزینی به هم نزدیک می شوند بطوریکه یونها نمی توانند به راحتی داخل رزینها نفوذ کنند . ولی وقتی در آب قرار داده می شوند با جذب آب متورم شده و زنجیرها از یکدیگر فاصله می گیرند و در نتیجه یونها به راحتی می توانند وارد شبکه رزین شده و یا از آن خارج شوند . درجه متورم شدن رزینها بستگی به درصد دی وینیل بنزن (D.V.B) دارد . مبدلهای یونی در حالت متورم شده منافذ زیادی دارند و هرچه درصد D.V.B بیشتر باشد ، اندازه منافذ کوچکتر و برعکس هر چه مقدار درصد D.V.B کمتر باشد اندازه منافذ بزرگتر است . رزینهای تجارتي در حدود ۲۰٪ - ۸ دی وینیل بنزن دارند .

در شکل زیر یک نوع رزین مبادله کننده کاتیونی اسید قوی آبدار نشان داده شده است .

⊖ FIXED NEGATIVELY CHARGED EXCHANGE SITE, i.e., SO_3^-
 ● MOBILE, POSITIVELY CHARGED, EXCHANGEABLE CATION, i.e., Na^+

||| POLYSTYRENE CHAIN

— DIVINYLBENZENE CROSS-LINK



شکل ۲

نمایش رزین مبادله کننده کاتیون اسیدی قوی آبدار

Type	Matrix	Reactive Group
strong cation	<p>Styrol + Divinylbenzol</p>	$-\text{SO}_3^\ominus$
strong anion	same Matrix	$-\text{N}(\text{CH}_3)_3^\oplus$ $-\text{N}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2^\oplus$
weak cation	<p>Acrylsäure + Divinylbenzol</p>	$-\text{COO}^\ominus$ $-\text{PO}_3\text{H}^\ominus$ $-\text{O}^\ominus$
weak anion	<p>Phenol + Formaldehyd</p>	$-\text{NH}_2^\oplus$ $=\text{NH}^\oplus$ $\equiv\text{N}^\oplus$

Table 1 : Characteristic chemical dates of ion exchangers

تعویض کننده های یونی بر اساس منافذی که دارند به micropores و macropores تقسیم می شوند و به همین دلیل به این تعویض کننده های یونی رزینهای منفذ دار می گویند. در شکل زیر ساختار رزینهای مبدل یونی نشان داده شده است. رزینهای مبدل یونی عموماً به دو فرم gel - type و porous - type مشاهده می شوند که در صفحات بعدی توضیح داده می شوند.

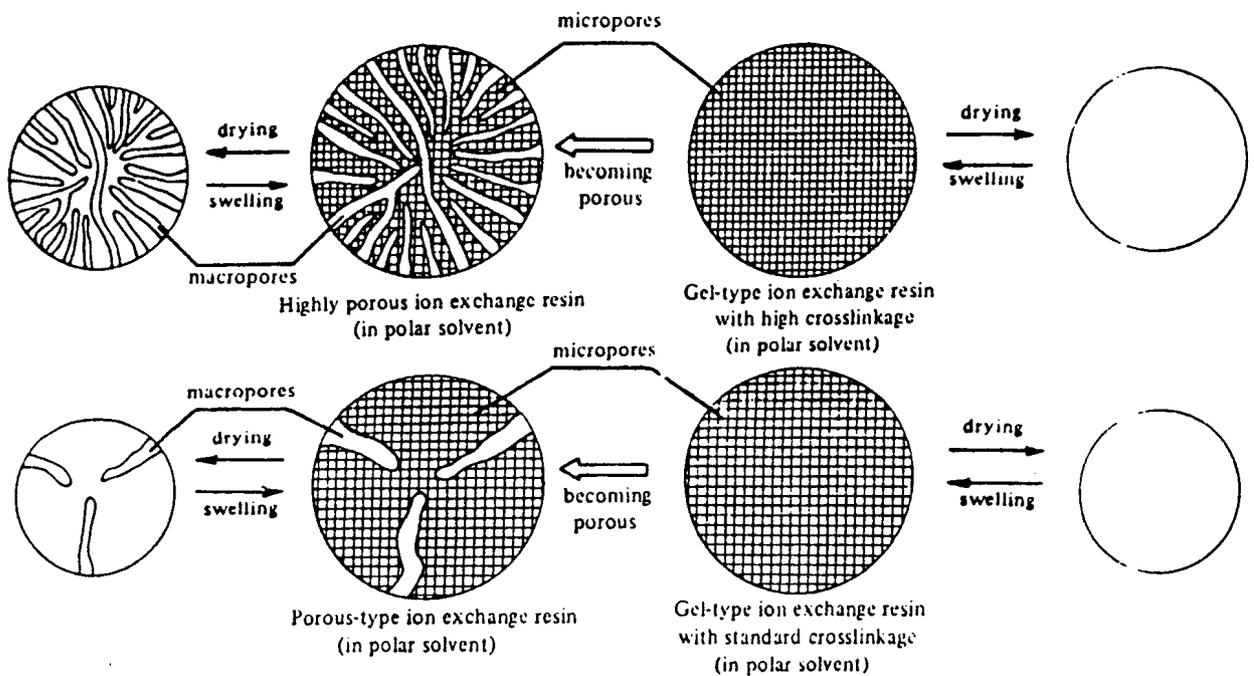


Fig. 3 Structure of ion exchange resins

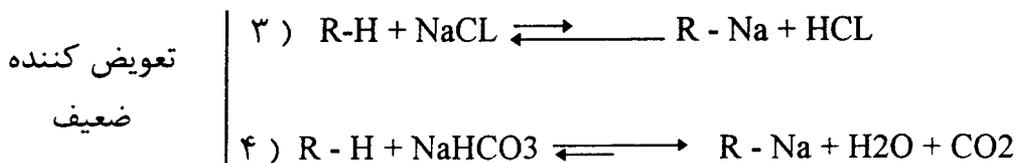
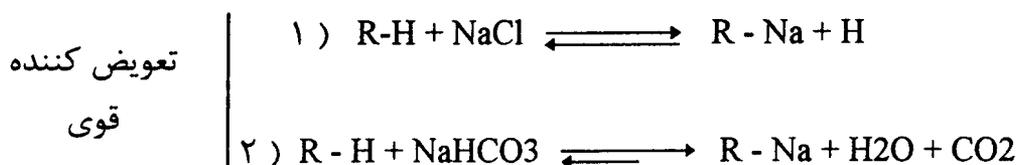
قدرت اسیدی یا بازی یک تعویض کننده را می توان بوسیله تیتراسیون معلوم کرد و تغییر در PH یک رزین را اندازه می گیرند . در مورد تعویض کننده های کاتیونی قوی PH از حدود یک ۱ شروع می شود و با افزایش قلیا تا حدود ۱۲ افزایش می یابد در حالیکه وقتی یک رزین کاتیونی ضعیف چون کربوکسیلیک را بدین صورت خنثی کنیم PH از حدود ۳ آغاز می شود و برای رسیدن به PH حدود ۱۲ احتیاج به قلیای بیشتری دارد .

وقتی که یک رزین آنیونی قوی را با اسید خنثی می کنیم PH از حدود ۱۳ شروع می شود تا به زیر ۲ کاهش یابد در حالیکه وقتی یک رزین آنیونی ضعیف را به این صورت خنثی کنیم PH از حدود ۸ شروع می شود و به اسید بیشتری نیاز است تا به ۲ برسیم .

ضریب گزینش (Selectivity Coefficient)

وقتی ما از تعویض کننده اسیدی قوی یا ضعیف صحبت می کنیم ، منظور بزرگی یا کوچکی درجه تفکیک یا درجه یونیزاسیون است . همانطور که منظور از اسید قوی مثل HCL به مفهوم آن است که این اسید بیشتر تجزیه می شود نه اینکه غلیظ تر است .

یک تعویض کننده اسید قوی براحتی می تواند نمک ها را به اسیدهای مربوطه تجزیه کند ، برعکس یک تعویض کننده اسیدی ضعیف تنها می تواند نمکهای اسیدهای ضعیف را تجزیه کند . واکنش های تبادل یونی را می توان به صورت های زیر نشان داد :

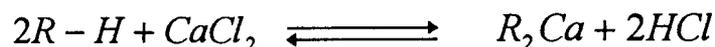


اندازه بردارها بزرگی تمایل به انجام واکنش را در جهت مربوطه نشان می دهد . دیده

می شود که تعویض کننده های کاتیونی اسیدی ضعیف ، بسختی می توانند نمکهای اسیدهای قوی را تجزیه کنند ، در حالیکه در مورد نمک های اسیدهای ضعیف با سرعت کافی عمل می کنند . از این جهت واکنش و بزرگی تمایل آن بستگی به ضریب گزینش (Selectivity Coefficient) دارد . برای واکنش (۱) ضریب گزینش چنین تعریف می شود:

$$Q_{RH} \rightarrow R - Na = \frac{[Na^+ R][H^+]}{[H^+ R][Na^+]}$$

اگر یون یک ظرفیتی باشد مقدار ضریب گزینش نزدیک به یک است . ولی برای یون های دو ظرفیتی ضریب گزینش به شرح زیر محاسبه می شود و معمولاً مقدار Q حدود ۲۰ - ۴۰ می باشد :



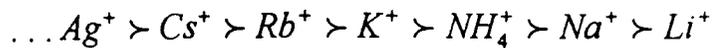
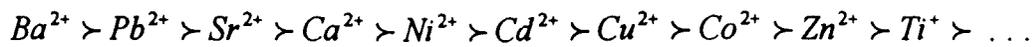
$$Q_{RH} \rightarrow R_2Ca = \frac{[Ca^{2+} R_2][H^+]^2}{[H^+ R]^2 [Ca^{2+}]}$$

توجه به دو نکته ضروری است :

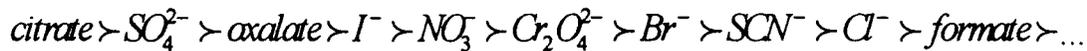
الف) در اینجا با یک فرآیند تعادلی سروکار داریم . بنابراین هر دو گروه تعویض شونده در هر دو فاز دیده می شوند که نسبت توزیع به ضریب گزینش بستگی دارد و از این رو است که می توانیم مواد تعویض یونی را با تغییر شرایط تعادل احیا کنیم .

ب) ضریب گزینش به بسیاری از عوامل خارجی چون فشار ، دما ، نوع یون ، نوع تعویض کننده ، غلظت یونها و ... در محلول بستگی دارد .

بطور کلی در غلظت کم در آب طبیعی هرچه ظرفیت یون بیشتر باشد ، با شدت بیشتری جذب رزین می شود . مثلاً یون سه ظرفیتی بیش از دو ظرفیتی آن هم بیش از یون یک ظرفیتی توسط رزین جذب می شود . حتی برای یونهایی با ظرفیت یکسان نیز ضریب گزینش متفاوت است و معمولاً هرچه وزن مولکولی بیشتر باشد قدرت جذب افزایش می یابد . مثلاً برای کاتیونهای رقیق عبارت است از :



و برای آنیون های رقیق داریم :



برای نمونه تا زمانیکه یون کلسیم در محیط وجود دارد احتمال جذب شدن یون نیکل توسط تعویض کننده کاتیونی اسید قوی بسیار ضعیف است. بنابراین در غلظت های پایین کاتیون در آب طبیعی، تعویض کننده کاتیونی به راحتی می تواند تعویض کاتیون ها را بر مبنای گزینش نسبی انجام می دهد.

اما چگونه واکنش معکوس انجام می شود یعنی رزین احیا (Regeneration) می شود؟ در واقع اگر ایزوترم تعادلی تعویض را در مورد یک تعویض کننده کاتیونی سدیمی رسم کنیم شکل زیر را خواهیم داشت :

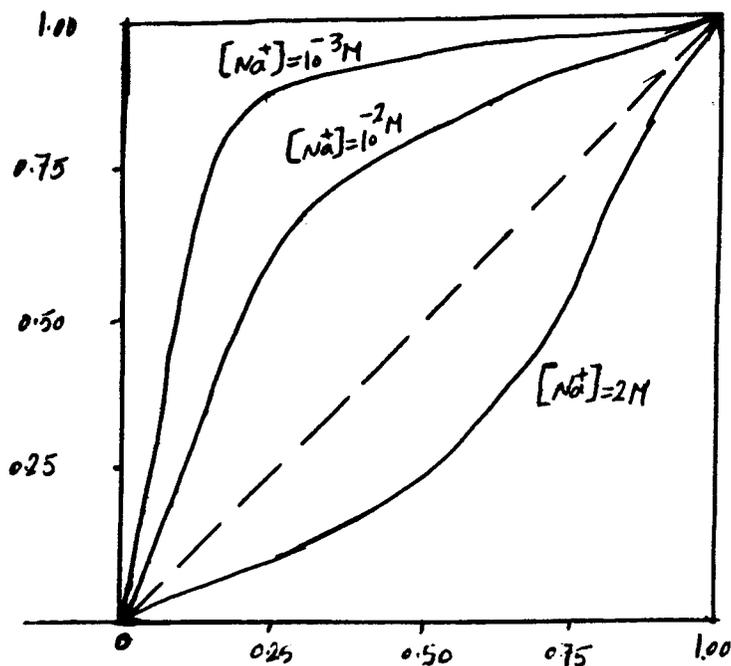


Fig -4 : Exchange isotherms for the reaction $Ca^{2+} + 2(Na^{+}R^{-}) \rightleftharpoons (Ca^{2+}R_2^{-}) + 2Na^{+}$

محور ها در شکل صفحه قبل بر حسب کسر مولی یون کلسیم یعنی $\frac{2[Ca^{2+}]}{2[Ca^{2+}] + [Na^+]}$ می باشد. محور عمودی کسر مولی یون کلسیم در تعویض کننده و محور افقی کسر مولی یون کلسیم در محلول را نشان می دهد. اگر هیچ گزینشی وجود نمی داشت، ایزوترم همان خط ۴۵ درجه می شد که معرف آن است که نسبت Ca^{2+} به Na^+ در تعویض کننده برابر همین نسبت در محلول است. در شکل شماره دیده می شود که گزینش تعویض کننده برای جذب یون کلسیم بطور قابل توجهی با افزایش رقت (dilution) سدیم در محلول افزایش می یابد. یعنی یک تعویض کننده بطور گزینشی یون کلسیم را با ترجیح بیشتری نسبت به یون سدیم در محلول در محلول رقیق حاوی $Na^+ - Ca^{2+}$ جذب می کند. شکل شماره توضیح می دهد که چرا یک تعویض کننده سدیمی می تواند بطور گزینشی یون Ca^{2+} را از یک محلول رقیق چون آب طبیعی حذف کند. حتی وقتی که $[Na^+] \ll [Ca^{2+}]$ باشد. در شستشوی رزین از محلول نمک طعام استفاده می شود که غلظت یون سدیم در آن محلول چندین ده هزار ppm است. اگر رزین در تماس با چنین محلول غنی از یون سدیم و بسیار رقیق تر از نظر یون کلسیم قرار گیرد ضریب گزینش رزین شروع به رها کردن یون کلسیم و جذب یون سدیم می نماید که باعث می شود سدیم دوباره به نقاط فعال رزین متصل شود که به آن احیاء رزین گویند. این مطالب در مورد تعویض کننده های آنیونی هم معمولاً صادق است.

انواع رزین های تعویض یونی

رزینها را می توان به دو گروه بزرگ تقسیم کرد :

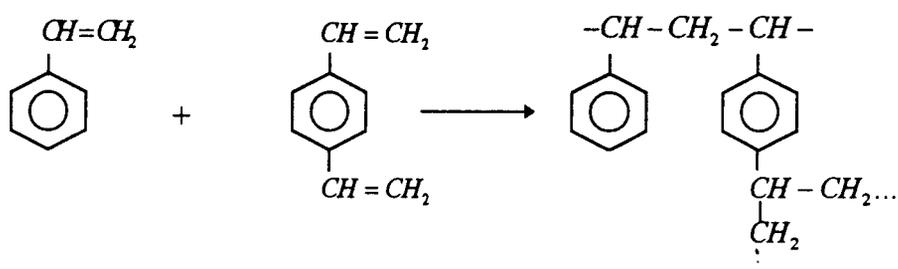
۱-رزینهای کاتیونی قوی $-SO_3H$ (گروههای سولفونیک اسید)	رزینهای کاتیونی (۱)	رزینها
۲-رزینهای کاتیونی ضعیف $-COOH$ (گروههای کربوکسیل)		
۱-رزینهای آنیونی قوی $-N^+R_3$ (آمینهای نوع چهارم) $-NR_2$	رزینهای آنیونی (۲)	
۲-رزینهای آنیونی ضعیف $-NHR$ (آمینهای نوع اول، دوم) $-NH_2$ و سوم		

که به شرح هر کدام از آنها می پردازیم :

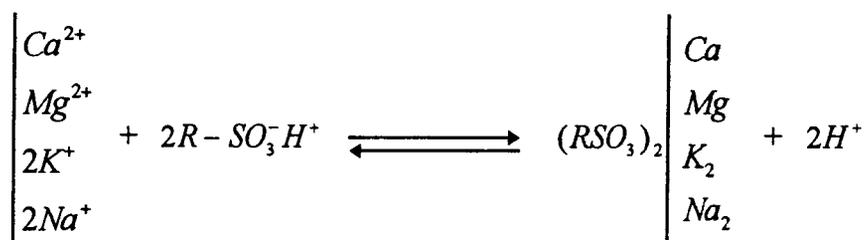
۱) رزین های کاتیونی قوی

بر حسب اینکه یون متحرک سدیم یا هیدروژن باشد، رزینهای کاتیونی سدیمی یا هیدروژنی اسیدی داریم. اهمیت تعویض کننده های کاتیونی هیدروژنی در صنعت بیشتر از تعویض کننده های سدیمی است و بحث اصلی ما روی این نوع رزینها معطوف می شود، با عنایت به اینکه تمام مطالب در مورد تعویض کننده های کاتیونی سدیمی هم صادق است.

عامل فعال این تعویض کننده ها، یک اسید قوی چون گروه سولفونیک $-SO_3H$ می باشد که در تهیه رزینها نحوه ساخت آن شرح داده شده است.

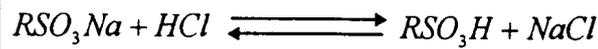


عامل فعال همانطور که گفته شد SO_3^- است و برای سادگی فرمول ساختمانی این نوع رزینهای کاتیونی هیدروژنی قوی را به $R-SO_3^-H^+$ نشان می دهیم. واکنش هایی که برای جذب کاتیون های آب توسط رزین انجام می شود، بصورت زیر است:



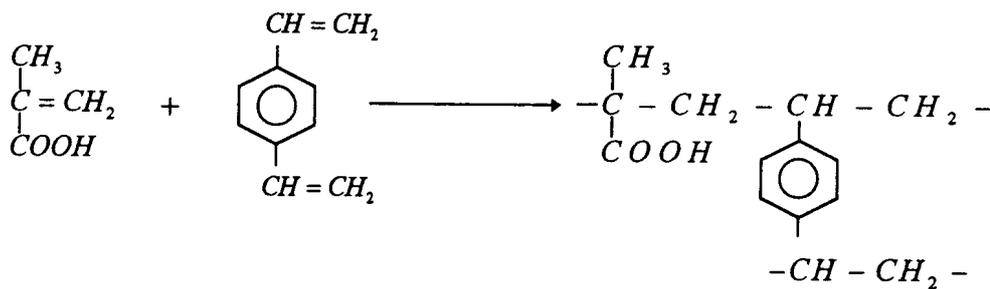
توجه شود که این واکنش دوطرفه است. در زمان بهره برداری از رزینها واکنش به سمت راست است یعنی کاتیون های محلول در آب توسط رزین جذب شده و در عوض یون هیدروژن آزاد می شود که منجر به کاهش PH محلول می گردد. در زمان احیا رزین با یک اسید قوی چون HCl یا H_2SO_4 واکنش به سمت چپ میل می کند و دوباره در نقاط فعال رزین هیدروژن می نشیند. یعنی رزین دوباره آماده جذب کاتیونها می شود، شستشو با رزین را احیا کردن رزین می گویند. رزینهای تعویض یونی هیدروژنی قوی را فقط با اسیدهای قوی باید احیا کرد. وقتی که رزینهای کاتیونی از نوع سدیمی در یک محلول

حاوی HCl و H_2SO_4 قرار داده شوند ، رزینها بصورت فرم هیدروژنی *Regeneration* می شوند .

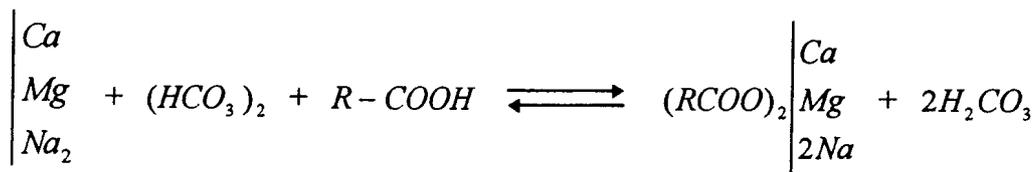


۲ - رزین های کاتیونی هیدروژنی ضعیف

عامل فعال این نوع تعویض کننده های اسیدی ضعیف ، گروه کربوکسیل ($-COOH$) می باشد . به خاطر وجود همین گروه ضعیف است که این نوع رزینها آن قسمت از کل کاتیونهایی که بصورت بی کربناتی می باشند را می توانند جذب کنند .



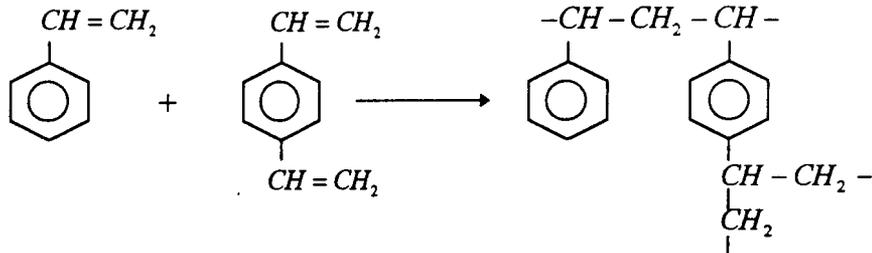
عامل فعال برای این نوع رزینها ، $-COO^-$ ، PO_3H^- و O^- می تواند باشد . رزینهای کاتیونی هیدروژنی ضعیف از نوع رزینهای *Acrylic* می باشند . واکنشهایی که برای جذب کاتیونهای آب توسط این رزین انجام می شود بصورت زیر است :



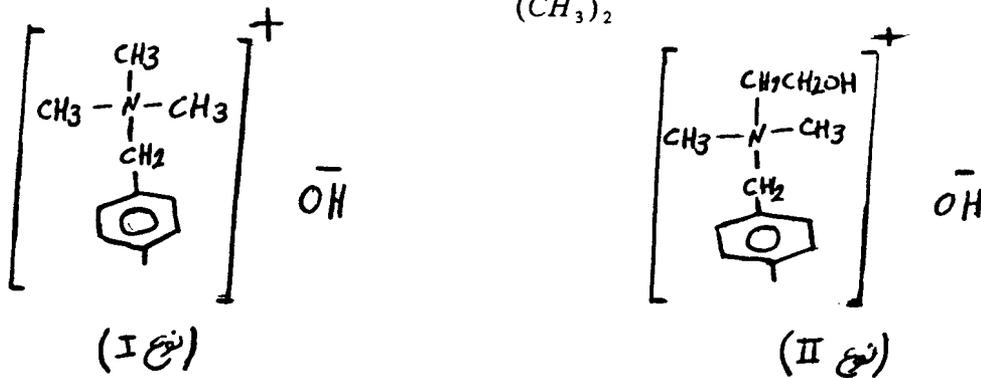
بنابراین بی کربنات های آب بصورت اسید کربنیک در می آیند و در نهایت به CO_2 تجزیه می شوند .

۳ - رزین های آنیونی باز قوی

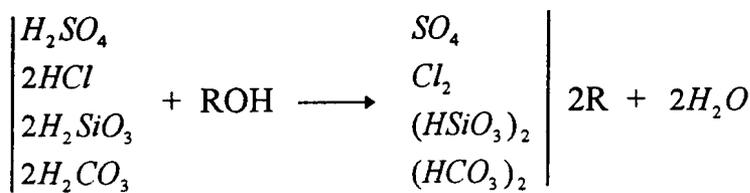
این نوع رزینها به دو فرم وجود دارند و عامل فعال دو فرم آمونیم چهار ظرفیتی است ولی با این تفاوت که فرم دوم روی یکی از گروههای متیل نشسته است. طرز تهیه آن همانند فرم رزینهای کاتیونی قوی می باشد.



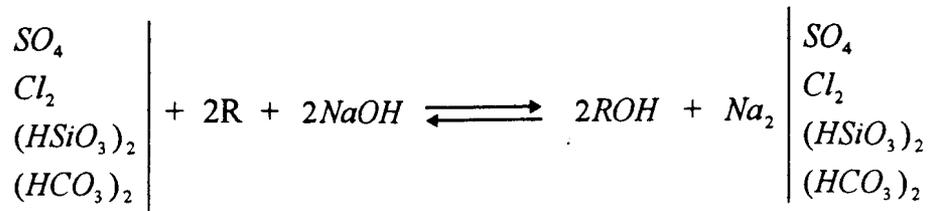
عامل فعال $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ و $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ می باشد.



تفاوت اصلی تعویض کننده های نوع I و II در تمایل به جذب (Affinity) آنها برای آنیون کلراید و هیدروکسید و نیز پایداری شیمیایی آنهاست. ظرفیت نوع I کمتر ولی پایداری از نوع II است. تعویض کننده های آنیونی قادرند بنیان تمام اسیدها، چه ضعیف و چه قوی را حذف کنند.

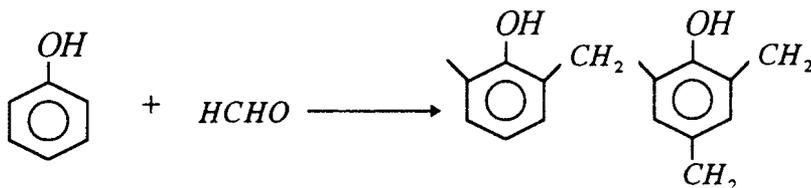


این نوع رزینها را فقط می توان با باز قوی نظیر سود احیا نمود.

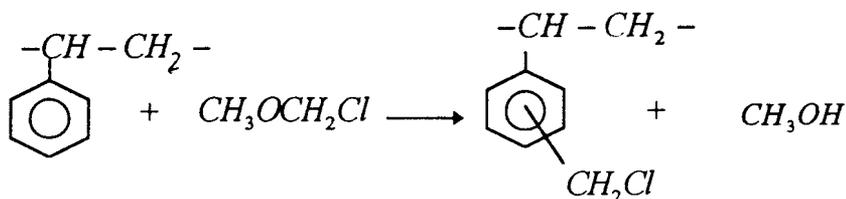


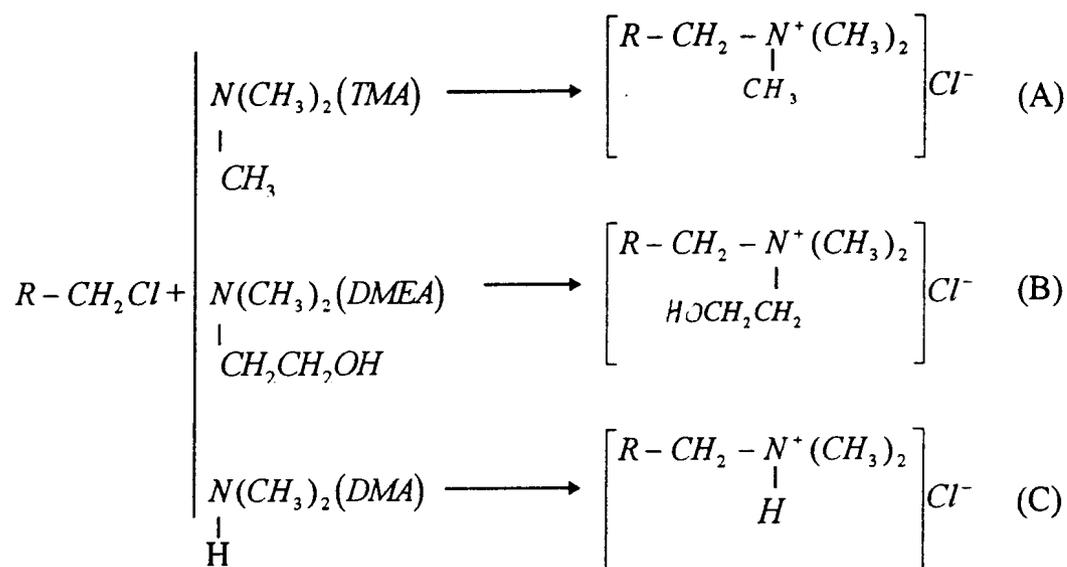
۴ - رزین های آنیونی ضعیف

عامل فعال این نوع رزینها آمین نوع اول (NH_2) ، نوع دوم ($-RNH$) و نوع سوم ($-NR_2$) می باشد. این نوع رزینها بخاطر عامل ضعیفی که دارند فقط می توانند بنیان اسیدهای خیلی قوی چون اسید کلریدریک یا سولفوریک را جذب کنند و قادر به جذب بنیان اسیدهای ضعیفی چون اسید کربنیک یا اسید سیلیسیک نیستند. ساخت این نوع رزینها به فرم زیر است :



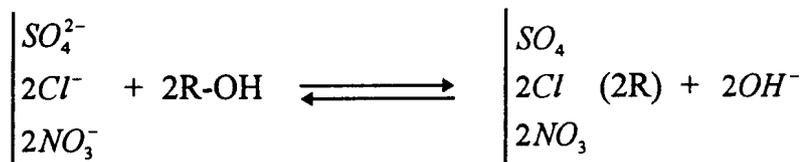
همانطور که گفته شد عامل فعال $-NH_2^+$ ، $=NH^+$ و $\equiv N^+$ می باشد. به عبارت دیگر می توان واکنش کلی را برای ساخت رزینهای نوع I ، II و ضعیف بصورت زیر نشان داد :





رزین نوع A به عنوان رزین آنیونی قوی نوع I و رزین نوع B به عنوان رزین آنیونی قوی نوع II و رزین نوع C به عنوان رزین آنیونی ضعیف شناخته شده است .

در رزینهای آنیونی ضعیف واکنش حذف اسیدهای قوی بصورت زیر است :

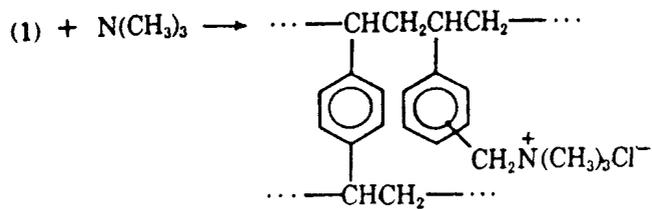
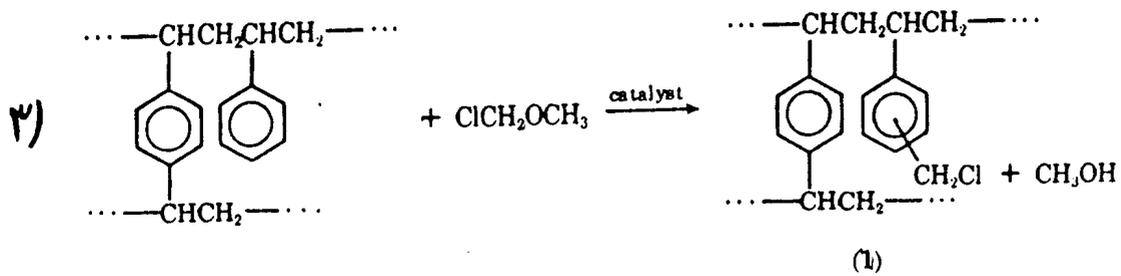
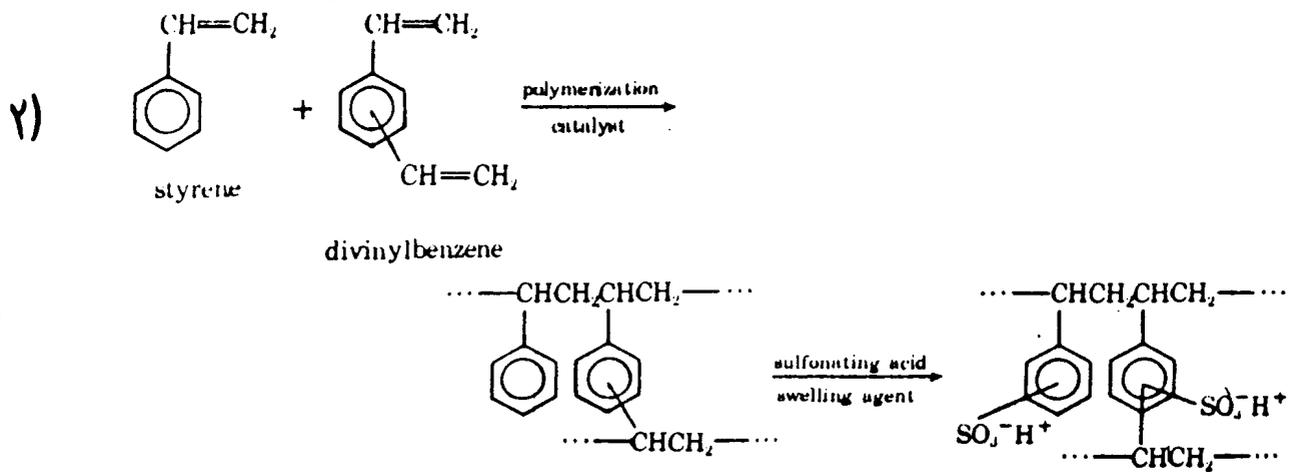
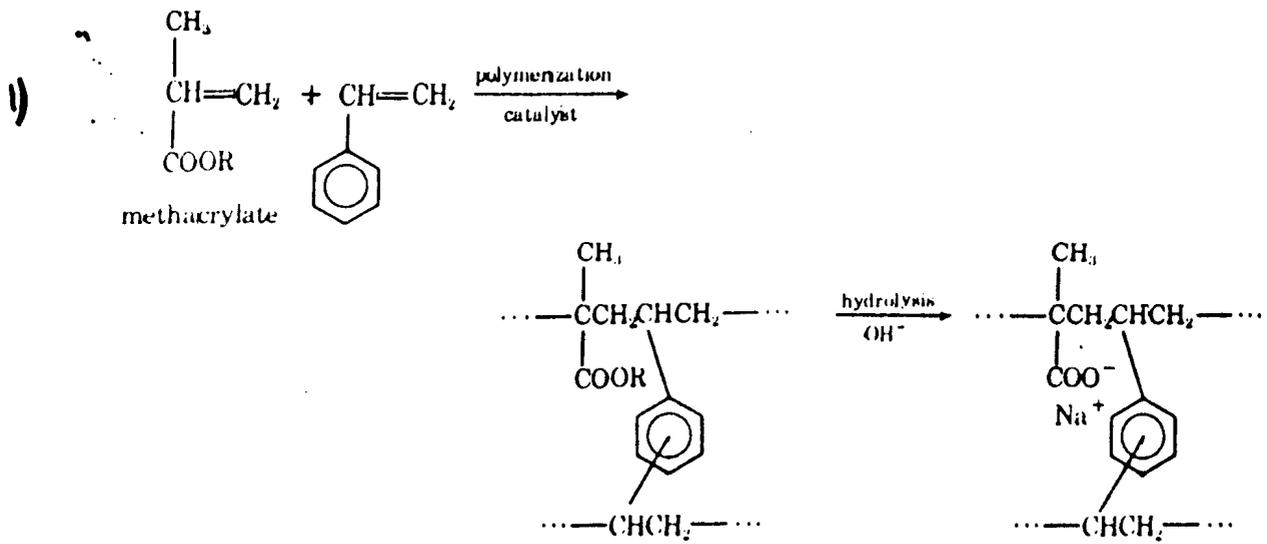


برای احیا این نوع رزینها می توان از سود استفاده کرد . علیرغم اینکه رزینهای فوق نمی توانند بنیان اسیدهای ضعیف را حذف کنند ولی در صنایع زیادی از آنها استفاده می شود و این بخاطر ظرفیت آنها برای حذف بنیان اسیدهای قوی است که بیشتر از تعویض کننده های بازی قوی می باشد . ظرفیت تعویض کننده های آنیونی ضعیف دو برابر نوع قوی می باشد .

RESIN IDENTIFICATION BY INFRA-RED SPECTROSCOPY

RESIN TYPE	IDENTIFYING PEAKS	REMARKS
Strong acid cation	1007, 1037, 1125	SO ₂ stretch
Weak acid cation	1700	C = O stretch
Strong base type I, anion (polystyrene)	890	N(CH ₃) ₃
Strong base type I (acrylic)	1660	Acrylic Anion Amide
Strong base type II anion	1080	NC ₂ H ₄ OH (CH ₂ OH stretch)
Weak base anion	890, 1080 absent	(Spectra otherwise
Mixed base type I & II	Ratio of 890, 1080	(similar to SBA

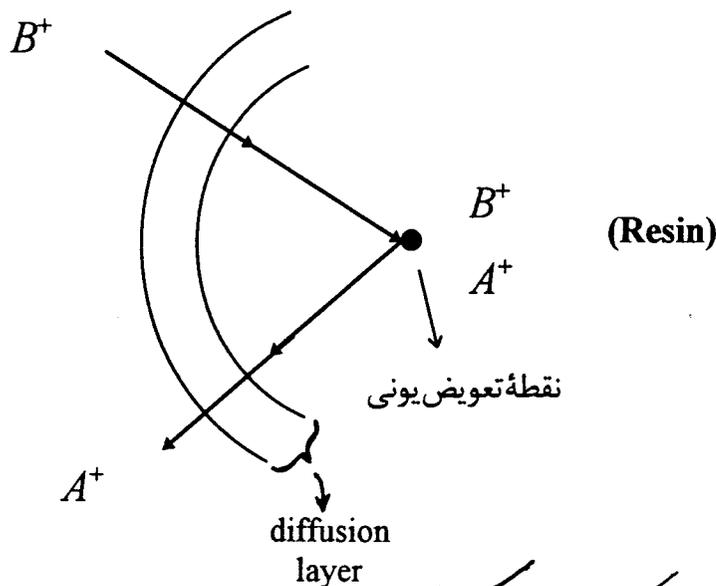
19



49

نحوه واکنش در رزینهای مبدل یونی

اگر یک رزین مبدل یونی بفرم A در داخل یک الکترولیت حاوی یونهای B^+ و Y^- کاملاً یکنواخت قرار گیرد (نحوه پیشرفت واکنش بصورت زیر نشان داده شده است) یون B^+ موجود در محلول به سمت رزین حرکت کرده و در حد فاصل بین محلول و رزین قرار می گیرد و سپس شروع به نفوذ از micropores ها می نماید تا به نقطه تعویض یونی برسد . در این نقطه تعویض انجام می گیرد و یون A^+ آزاد شده از طریق micropores ها به بیرون از رزین و بداخل محلول هدایت می یابد . یک لایه محلول که غلظت یونها در آن بیشتر است بنام diffusion layer (لایه نفوذ) بین سطح رزین و محلول بوجود می آید و سرعت واکنشها بستگی به نوع رزین دارد و هرچه دانه بندی رزین کوچکتر و درجه حرارت بالاتر باشد ، سرعت واکنش بیشتر می شود .



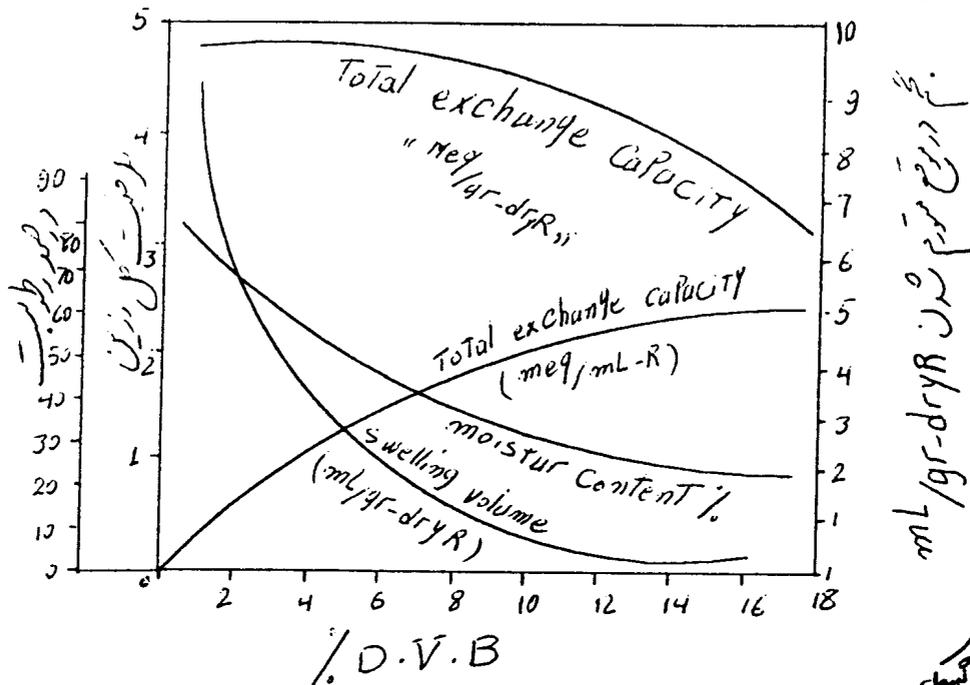
«متخل - نحوه واکنش در رزینهای مبدل یونی»

اندازه و مقدار اتصالات عرضی و خواص رزینهای مبدل یونی

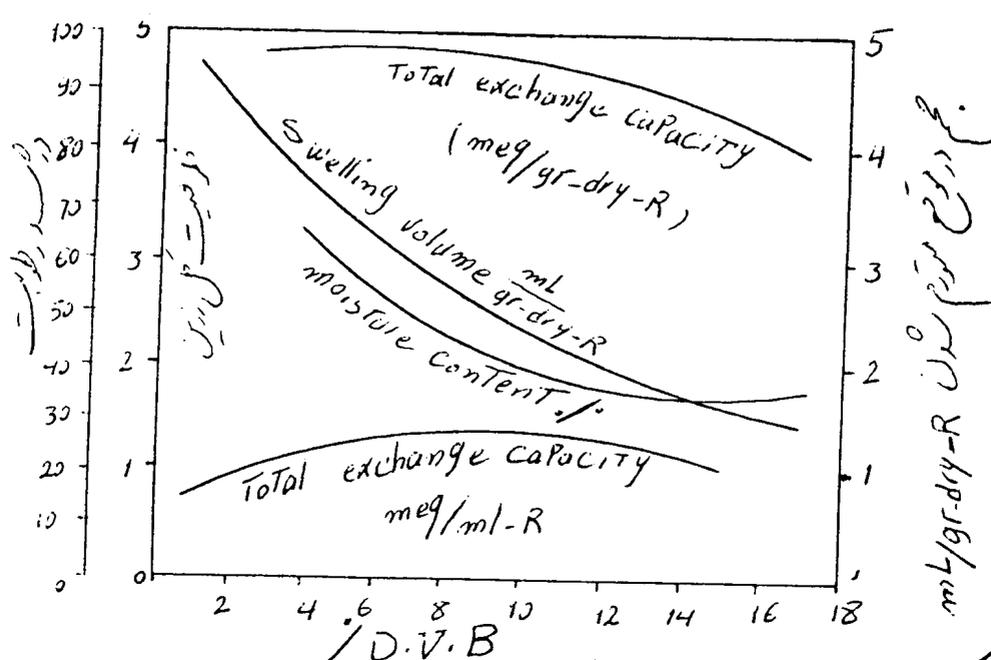
همانطوریکه توضیح داده شد رزینهای مبدل یونی مصنوعی از کوپلیمر استیرن و D.V.B تشکیل شده اند و گروههای تعویض شونده از طریق منافذ بسیار ریز micropores ها به آن

متصل شده اند . لازم به توضیح است که اندازه micropores ها یکسان نمی باشد و بستگی به درجه اتصالات عرضی یا crosslinkage دارند . قطر این منافذ بین ۹۰ - ۱۵ آنگستروم متغیر است .

خواص متفاوت رزینها بخاطر تفاوت ساختمان شبکه ای آنها می باشد . رابطه بین درصد D.V.B و ظرفیت تبدیلی ، مقدار رطوبت و حجم رزین در هنگام متورم شدن در رزینهای کاتیونی و آنیونی در شکل های زیر دیده می شود .



رابطه بین خواص رزین های کاتیونی و آنیونی با اتصالات عرضی



رابطه بین اتصالات عرضی بعضی از خواص رزین های آنیونی (I)

خواص رزینهای مبدل یونی با توجه به مقدار اتصالات عرضی (Cross - linkage)

مقدار اتصالات عرضی	خواص
هر چه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد	سهولت واکنش بیشتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد	تغییر حجم رزین بیشتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد	گرفته شدن منافذ رزین (fouling) آنیونی توسط مواد آلی کمتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد	راندمان احیا (regeneration) بیشتر خواهد بود
هر چه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد	تعویض گروههای مبدل شونده با یونهای بزرگ آسانتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی بیشتر باشد	ضریب جذب بیشتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی بیشتر باشد	متورم شدن غیز قابل برگشت رزینهای کاتیونی قوی آسانتر خواهد بود .
هر چه تعداد اتصالات عرضی بیشتر باشد	از بین رفتن گروههای مبدل یونی رزینهای آنیونی در اثر اکسیداسیون کمتر خواهد بود .

لذا با توجه به موارد ذکر شده انتخاب رزین با عنایت به درصد D.V.B باید با دقت و مشورت کامل صورت گیرد . با توجه به خواص ذکر شده در جدول بالا علت هر کدام از آنها را به تفصیل شرح می دهیم :

(۱) هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد ، سرعت واکنش بیشتر خواهد بود و علت آن این است که منافذ ریز micropores ها بزرگتر می شوند و نفوذ یونها آسانتر صورت می گیرد .

(۲) هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد ، تغییر حجم بیشتر خواهد بود . اینکه حجم رزینهای مبدل یونی در محلول هایی که دارای الکترولیت های مختلف حاوی یونهای مخالف هستند ، متغیر است و هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد ، تغییر حجم کمتر خواهد بود . بعضی وقتها در ستون های مبدل یونی که از رزین با درصد D.V.B کمتر استفاده می شود ، تغییرات ناگهانی حجم باعث بسته شدن ستون مبدل یونی می شود و یون زدایی رزین در این حالت کامل انجام نمی شود . در کروماتوگرافی هم اگر از این نوع رزین استفاده شده باشد ، تغییر حجم زیاد رزین باعث بروز مشکلاتی می شود .

۳) هرچه تعداد اتصالات عرضی بیشتر باشد، به همان نسبت ضریب گزینش هم بیشتر خواهد بود.

۴) رزینهای کاتیونی قوی موقع اکسید شدن، بطور غیر قابل برگشت متورم می شوند. هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد مقاومت در مقابل اکسیداسیون ضعیف و تمایل به تورم غیرقابل برگشت زیادتر می شود.

۵) اگر رزین آنیونی قوی اکسید شود، ظرفیت تبدالی رزین بخاطر از بین رفتن گروههای تبدالی و تبدیل آنها به گروههای بازی ضعیف و اکسیداسیون شبکه پلیمری کاهش می یابد. هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد، اکسیداسیون رزین آسانتر می شود.

% D.V.B	قبل از اکسیداسیون		بعد از اکسیداسیون			ظرفیت کل
	درصد رطوبت	ظرفیت شکافتن نمک ها (m_{eq})	درصد رطوبت	ظرفیت شکافتن نمک ها (m_{eq})	ظرفیت رزین آنیونی ضعیف (m_{eq})	رزین (m_{eq})
۲	۷۰	۶/۸	۸۹	۰/۰۵	۱/۶۴	۱/۶۹
۴	۵۹	۱۰/۶	۷۳	۱/۰۵	۲/۹۶	۴/۰۱
۶	۴۸	۱۲/۶	۵۲	۱/۶۵	۳/۲۰	۴/۸۵
۷	۴۷	۱۳/۴	۴۹	۲/۲۳	۴/۱۰	۶/۴۳
۸	۴۴	۱۳/۴	۴۵	۲/۴۵	۴/۱۴	۶/۵۹

۵-۲-۲ « جدول اکسیداسیون رزین آنیونی قوی نوع I بوسیله $NaCl$ »

هرچه اتصالات عرضی کمتر باشد، اکسیداسیون آسانتر صورت می گیرد.

۶- هرچه درصد اتصالات عرضی کاهش یابد *fouling* رزینهای آنیونی کمتر می شود. برعکس هرچه درصد اتصالات عرضی بیشتر باشد تمایل رزین برای پوشیده شدن با مواد آلی بیشتر می شود و امروزه برای آبهایی که حاوی مواد آلی هستند از رزینهای با اتصالات عرضی کمتر استفاده می شود. به عنوان مثال برای تصفیه محلولهای شکر با نتایج خوب سالهاست که از رزینهای با اتصالات عرضی کمتر با موفقیت استفاده می شود. اگر از رزینهایی با اتصالات عرضی استاندارد شده استفاده شود قدرت دیونیزه کردن و قدرت رنگ زدایی رزین

بعد از چند سیکل بهره برداری به شدت پایین می آید. تغییر مختصر در Cross - linkage باعث اثر خیلی زیاد در رزین می شود.

۷- هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد، راندمان احیا بیشتر می شود. رزینهای آنیونی و کاتیونی قوی که گروههای تعویض شونده آنها الکترولیتهای قوی هستند را نمی توان به آسانی احیا کرد مخصوصاً وقتی که تعداد و درصد اتصالات عرضی آنها بیشتر باشد

۸- هرچه تعداد اتصالات عرضی کمتر باشد تعویض گروههای مبادله شونده با یونهای بزرگتر آسانتر خواهد بود. زمانیکه واکنش تعویض یونی در micropores صورت می گیرد، همانند یک فیلتر در مقابل یونهای مخالف و بزرگ عمل می کند. در جدول زیر ظرفیت تبادل یونهای بزرگ برای رزینهای کاتیونی قوی که Cross - Linkage متفاوتی دارند آمده است:

یونهای بزرگ	% D.V.B			
	۲٪	۵٪	۱۰٪	۱۵٪
تترا متیل آمونیم	۱۰۰	۹۰	۶۹	۶۳
تترا متیل آمونیم	۱۰۰	۸۷	۶۳	۴۸
بنزیل تری متیل آمونیم	۱۰۰	۹۴	۸۰	۵۸
تری متیل -II-کتیل آمونیم	۱۰۰	۱۰۰	۷۱	۳۸
دی بنزیل دی متیل آمونیم	۱۰۰	۹۴	۴۴	۱۵
*** تری متیل آمونیم	۷۴	۴۸	۱۰	-

جدول ۲- «ظرفیت مبدل یونی برای یونهای بزرگ با رزینهای کاتیونی با درصد D.V.B متفاوت»

تفاوت های رزین های Gel - Type و Porous - Type

رزینهای Gel-Type دارای منافذ micropores هستند و یونها در داخل micropores ها تعویض می شوند. micropores ها در اثر متورم شدن در محلول های قطبی ایجاد می شوند ولی در حالت خشک و غیر قطبی وجود ندارند. (شکل ۲)

رزینهایی که micropores ندارند برای بهره برداری عملی چندان مناسب نیستند و علت آن این است که تعویض فقط در سطح رزین صورت می گیرد.

۲- رزینهای Porous - Type علاوه بر micropores ها دارای منافذ مخصوصی بنام macropores هستند. (شکل ۲)

علت ایجاد macropores در رزینها این است که سطح وسیعی در رزین ایجاد می شود و در موقع خشک شدن رزین، از بین نمی رود و راندمان رزین حتی در محلولهای قطبی بالا می رود. در شکل کاملاً از micropores متمایز می باشد.

۳- در رزینهای Gel - Type اتصالات عرضی کم باعث ایجاد micropores بیشتر می شود.

تفاوت رزین های Porous-Type با Gel-Type در شرایطی که Cross-Linkage یکسانی دارند

(۱) چون در داخل macropores های رزین نوع Porous آب جمع می شود لذا مقدار رطوبت افزایش می یابد.

(۲) ظرفیت تبدالی رزینهای نوع Porous در واحد حجم بخاطر منافذ کاهش می یابد.

(۳) ظرفیت تبدالی رزینهای نوع Porous با نوع Gel در واحد وزن خشک برابر و یا کمی بیشتر است.

(۴) سرعت تعویض یون در رزینهای نوع Porous سریع تر است. در رزینهایی که اتصالات عرضی بیشتری دارند این تغییرات زیادتر است.

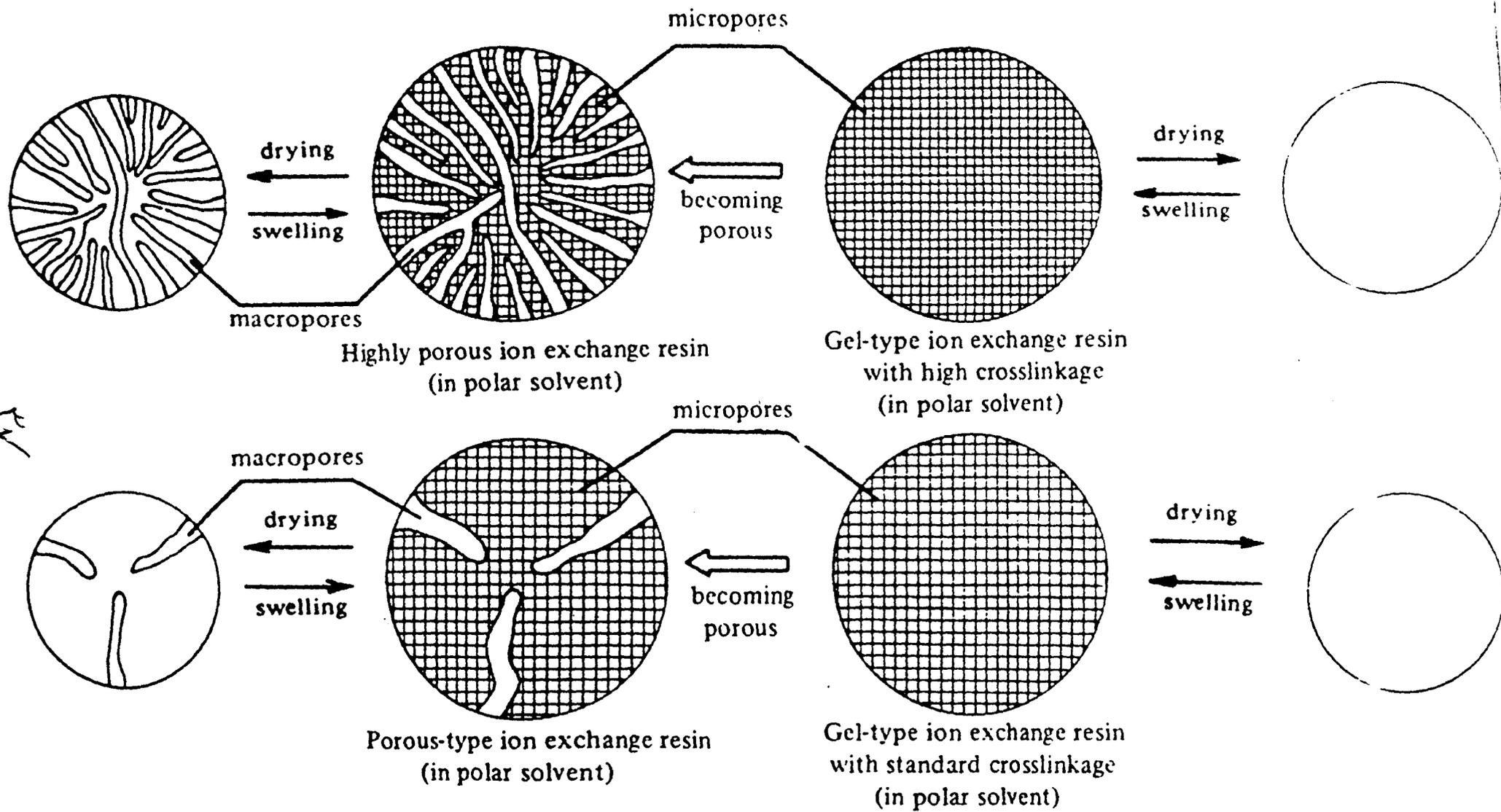
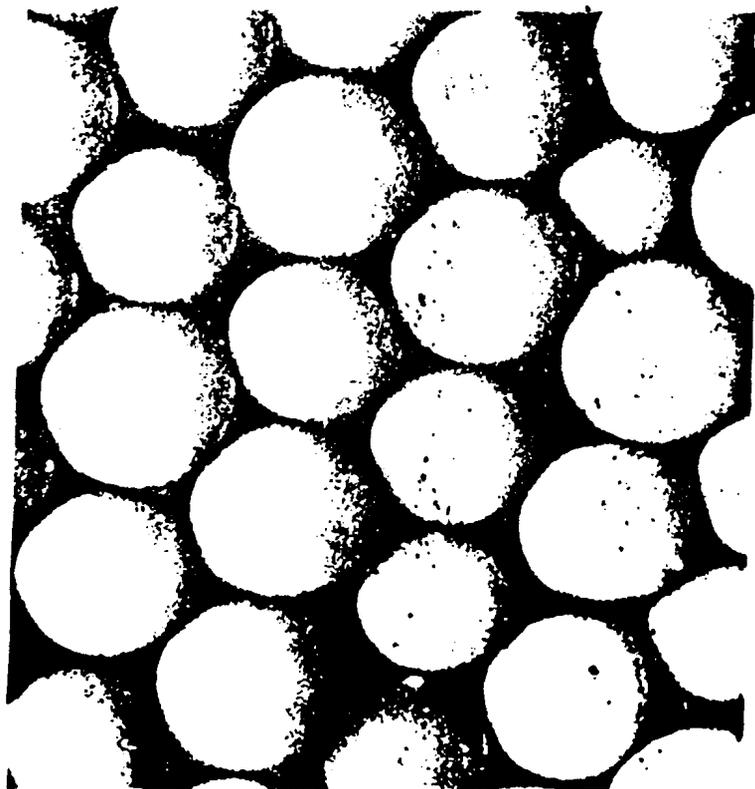


Fig. 8—Structure of ion exchange resins



شکل ۹ : منظره
میکروسکوپی دانه‌های
رزین مبادله کننده
کاتیون استایرین دی
وینیل بنزن سولفونه
شده (مش ۵۰-۲۰).



شکل ۱۰ : منظره
میکروسکوپی دانه‌های
رزین مبادله کننده
کربوکسیلیک (مش
۵۰-۲۰).

۳۸
۳۴

۵) مقاومت در مقابل organic fouling و انجام عمل زنگ زدایی در نوع Porous بهبود حاصل نموده است چون افزایش منافذ رزین اثری همانند کاهش اتصالات عرضی دارد.

۶) رزینهای نوع Porous می توانند حلال های غیر قطبی را جذب کنند ولی رزینهای نوع Gel نمی توانند.

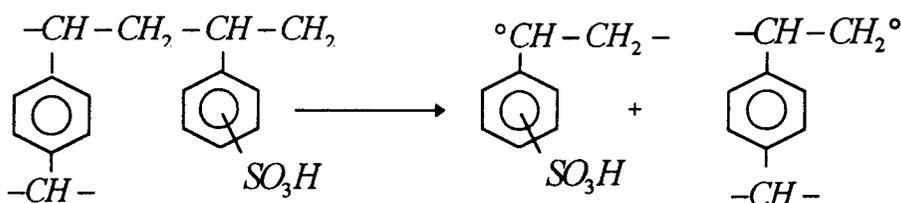
۷) دوام و پایداری فیزیکی در رزینهای نوع Porous افزایش می یابد برای اینکه micropores ها همانند بالشتک ضربات و تنش های حاصل از تغییر حجم را دفع می کنند.

لازم به توضیح است که porosity رزینهای مبدل یونی در حالت خشک بوسیله سطح ویژه و بر حسب $(m^2 / gr - dryR)$ بیان می شود و اندازه گیری این مقادیر در حالت خشک مهم است.

علل خراب شدن یا مسمومیت رزین های مبدل یونی

۱) اکسید شدن و متورم شدن غیر قابل برگشت رزین ها

رزینهای کاتیونی قوی از نوع استیرن هم از نظر شیمیایی مقاوم هستند و هم در مقابل حرارت ($100 - 120^{\circ}C$)، اما تمایل به اکسید شدن هم دارند. رزینهای نوع استیرنی وقتی که اکسیده شوند ساختمان شبکه ماتریکسی آنها می شکنند و رزین متورم شده و بحالت اول بر نمی گردد.



واکنش اکسیداسیون در حضور یونهای فلزی نظیر Fe^{2+} و Cu^{2+} بیشتر پیش می رود. رزینهایی که اتصالات شبکه ای آنها کم است بیشتر به اکسیداسیون و متورم شدن حساسند. در این حالت گروههای تعویض یونی تجزیه نمی شوند و ظرفیت کل تعویض کننده کاهش نمی یابد بلکه بخاطر متورم شدن ظرفیت واحد حجم کاهش می یابد. وقتی که آب خام حاوی مقادیر جزئی از یک ماده اکسید کننده نظیر یون کلر باشد در دراز مدت باعث متورم

شدن غیر قابل برگشت رزین می شود و چون مقدار متورم شدن بیشتر شود ذرات رزین نرم شده و شکل کروی خود را از دست می دهند و در نهایت شروع به انحلال می کنند . لازم به ذکر است که ذرات رزین نرم شده در عبور آب اختلال ایجاد می کنند .

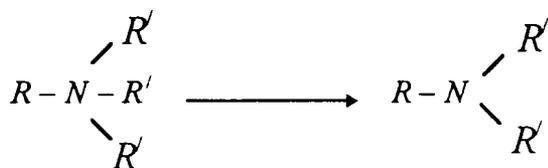
۲ - ایجاد رسوب بر روی رزین های مبدل یونی

از آنجائیکه رزینهای مبدل یونی نوعی پلی الکترولیت هستند و دارای بار الکتریکی می باشند، سطوح ذرات تمایل دارند که با مواد معلق پوشیده شوند و این پوشیده شدن باعث آسیب دیدن و خراب شدن رزین می شود . به عنوان مثال وقتی که یک آب سخت را بخواهیم با رزین کاتیونی از نوع سدیمی نرم کنیم ، اگر اکسید فریک و یا ذرات شبیه آن در اطراف رزین جمع شوند سختی باقی مانده اغلب افزایش می یابد و نیاز به بهبود رزین توسط اسیدهای معدنی پیدا می کند . در موقع احیا با اسید سولفوریک اگر مقادیر زیادی یون Ca توسط رزین جذب شده باشد $CaSO_4$ در داخل منافذ رزین رسوب می کند و آنها را می بندد و ظرفیت رزین به شدت کاهش می یابد و برای رفع آن باید رزین را با HCl شستشو داد .

۳ - تجزیه شدن گروههای تعویض کننده رزین آنیونی

چون گروههای تعویض شونده رزینهای آنیونی از گروههای آمینی هستند ، لذا نسبتاً ناپایدارند . همانطوریکه در صفحات قبلی ذکر شد ، رزینهای مبدل یونی آنیونی قوی به دو گروه تقسیم می شوند . آنیونی قوی نوع I و نوع دوم که به فرم های Cl و OH می باشند و معمولاً نوع I آنیونی به شکل Cl پایدارتر است .

وقتی که رزین آنیونی قوی اکسیده می شود گروههای مبدل یونی از نوع آمین نوع چهارم به آمین های نوع پایین تر تبدیل می شوند :



چون رزینهای آنیونی از نوع OH^- ناپایدار می باشند لذا نباید بعد از احیا آنها را به مدت

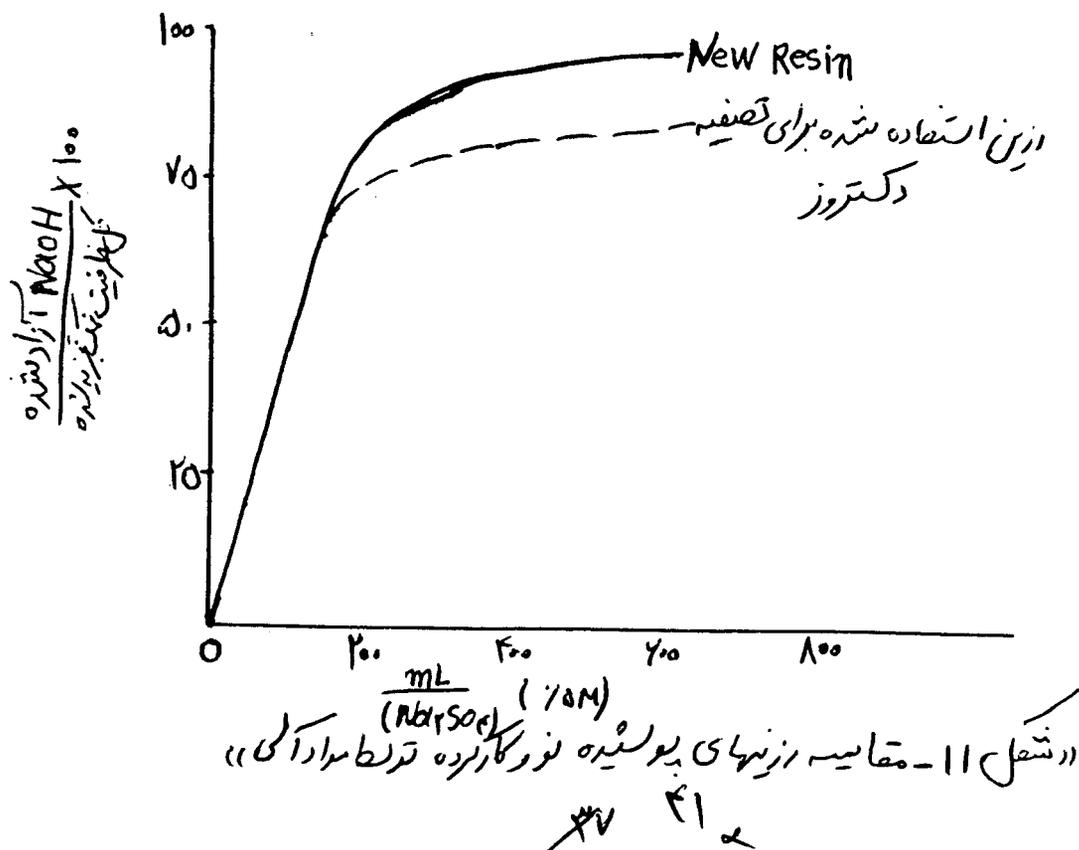
طولانی نگه داشت و موقع احیا آنها هم نباید درجه حرارت محلول احیا کننده خیلی بالا باشد چون باعث شروع تجزیه آنها می شود.

۴ - متورم شدن غیر قابل برگشت رزینهای مبدل یونی آنیونی

اگر رزینهای آنیونی قوی اکسیده شوند ، بصورت گروه تعویض شونده قلیایی ضعیف می شود . در چنین شرایطی مقدار رطوبت رزین کاهش می یابد و رزین فشرده تر می شود و وقتیکه شبکه ساختمانی رزین اکسیده شود ، اتصال های عرضی شکسته می شوند و بعضی مواقع رزین بصورت غیر قابل برگشت متورم می شود و معمولاً تشخیص بین این دو نوع اکسیداسیون مشکل است و بستگی به نوع رزین و شرایط اکسیداسیون دارد .

۵ - گرفتگی و پوشیده شدن رزین های آنیونی توسط مواد آلی

در تصفیه آب با رزینهای آنیونی بعضی وقتها خلوص آب تصفیه شده پس از چند سیکل بهره برداری پشت سر هم بطور ناگهانی کاهش می یابد . مثلاً در هنگام تصفیه دکستروز و ساکاروز با رزینهای آنیونی ، رزین بتدریج سیاه می شود و سرعت واکنش کاهش می یابد . در شکل شماره ۱۱ که در زیر آمده است ، سولفات سدیم ۰/۵ نرمال از ستون رزین عبور کرده است . شرایط رزین تازه با رزین استفاده شده برای تصفیه دکستروز با هم فرق دارد . مواد آلی منافذ ریز رزینها را می گیرد و به آن organic fouling می گویند .



۶ - ایجاد اشکال در تعویض کننده های آنیونی بخاطر وجود رسوب در آنها

همانند رزینهای کاتیونی ، بعضی مواقع قدرت تبادل رزینهای آنیونی هم در اثر جمع شدن ناخالص ها در روی آن کاهش می یابد . اسید سیلیسیک بعضی مواقع بر روی رزینهای آنیونی قوی جمع می شود و قدرت تبادل آنها را پایین می آورد و برای حذف آن استفاده از سود گرم در مقدار مناسب ضروری می باشد . اگر عمل احیا رزینهای آنیونی با آب سخت انجام گیرد اغلب $Mg(OH)_2$ روی رزین جمع شده و ظرفیت تبادل آن را کاهش می دهد . لذا برای احیا رزینهای آنیونی حتماً باید از آب نرم و بدون کاتیون استفاده شود .

۷ - حذف آهن و منگنز با رزین های مبدل یونی

با رزینهای کاتیونی چه نوع هیدروژنی و چه نوع سدیمی آن می توان آهن و منگنز را چون بقیه کاتیون ها حذف کرد اما باید نکاتی را رعایت نمود :

اولاً - باید دقت کرد که قبل از حذف آهن و منگنز توسط رزین هیچ هوایی با آب در تماس نباشد چون آنها را تبدیل به هیدروکسید آهن و منگنز غیر محلول نموده و در نتیجه روی ذرات رزین رسوب کرده و باعث آلوده شدن آن می گردند . لذا بهتر است برای جلوگیری از این امر آب چاه را مستقیماً بجای آنکه به مخازن بفرستیم به ستون های مبدل یونی پمپ نمائیم .

ثانیاً - محلول احیا کننده رزین هم باید عاری از هوا باشد . چون در این حالت هم آهن و منگنز آزاد شده توسط اسید یا نمک توسط اکسیژن بصورت رسوب در می آید و همان مشکل را بوجود می آورد . برای جلوگیری از این امر توصیه می شود که مواد احیا کننده مانند سولفیت سدیم به محلول نمک طعام اضافه شود تا اکسیژن را حذف نماید .

۸ - آلودگی با مواد آلی

بطور کلی ، آلودگی بندرت در مبادله کننده های کاتیون ، بویژه اگر در سیکل هیدروژن قرار داشته باشد ، دیده می شود . آلودگی مزبور اکثراً بدلیل اینکه مواد آلی بر روی مناطق مبادله کننده آنیونی راسب می گردند ، در مبادله کننده های آنیونی رخ می دهد . در نتیجه ته نشینی خلل و فرج رزین مسدود شده و باعث کاهش ظرفیت مبادله و پایین آمدن قابلیت

دوباره سازی رزین می شود . منشاء اصلی این نوع آلودگی ایجاد اسید فولیک ، اسید هیومیک و اسید تانیک از طریق فساد گیاهان و مواد نباتی می باشد . این اسیدها مواد آلی بسیار سنگین بوده و از نطفه نظر اسیدی در رده اسیدهای ضعیف قرار گرفته اند . همین طور دلیل دیگر آلودگی رزینهای آنیونی اکسیداسیون D.V.B می باشد . برای از بین بردن مواد آلی باید هر چند وقت یکبار رزینهای آنیونی را با دترجنت شستشو نمود .

۹ - آلودگی سیلیس

سیلیس از نظر فراوانی در خاک مقام دوم را دارد و در حدود ۲۷٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می دهد . یک ترکیب مهم و فراوان سیلیس که در آبها دیده می شود SiO_2 می باشد . مقدار SiO_2 در آبهای طبیعی حدود ۱۰۰ - ۱ ppm می باشد . حذف SiO_2 عموماً در رابطه با آبهای تغذیه دیگهای بخار مطرح می شود چون بویژه در رابطه با توربینهای بخار است که ضرر وجود SiO_2 بسیار مهم است . با پیشرفت تکنولوژی نیروگاهها حد مجاز غلظت SiO_2 به مرور زمان کمتر شده است چون برای کاهش هزینه نیروگاهها مجبورند فشار بخار را هر چه بیشتر افزایش دهند و هر چه فشار بخار افزایش یابد ، دردسر سیلیکا بیشتر خواهد شد .

تحقیقات انجام شده روی پره های توربین نشان می دهد که SiO_2 به سه طریق زیر می تواند روی پره ها بنشیند .

- ۱ - بد کار کردن بویلر بخاطر ایجاد کف
- ۲ - حمل قطرات مایع توسط بخار
- ۳ - تبخیر SiO_2 محلول در بخار

جمع شدن سیلیس غیر محلول بر روی رزینهای مبادله آنیونی سبب آلودگی رزین می گردد . در ضمن احیا غلط رزینهای سیلیکات به فرم اسید سیلیسیک محلول هیدرولیز می شود و این ماده بلافاصله در داخل دانه های رزین بفرم کلئیدی سیلیسیک پلیمریزه می شود . برای ممانعت از این نوع آلودگی می بایست بستر رزین را قبل از احیا با آب گرم تا حدود ۱۲۰ درجه فارنهایت گرم نمود و سپس برای احیا از هیدروکسید سدیم گرم شده استفاده کرد .

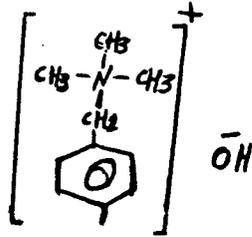
۴۳
۳

حذف SiO_2 را می توان به سه روش زیر انجام داد :

(۱) حذف توسط آهک - سودا زنی

(۲) جذب SiO_2 با ترکیبات منیزیم

(۳) حذف SiO_2 با استفاده از نوعی رزینهای تعویض یونی آنیونی بفرم زیر :



۱۰ - آلودگی میکروبیولوژی (M.B)

از آنجا که رشد میکروبیولوژی توسط بستر رزین تسریع می گردد ، این گونه آلودگی از اهمیت بسزایی برخوردار است . ترکیبات آلی تغلیظ شده توسط رزین مانند آمونیاک ، نیترات و غیره بستر مناسبی بای باکتریها بوده و در نتیجه باعث تشدید فعالیت M.B و آلودگی مزبور می شود . اینگونه رشد و آلوده شدن از نقطه نظر شیمیایی باعث تخریب رزین نمی شود ولی مسائلی از قبیل افزایش افت فشار در عرض بستر ، انسداد پره های جانبی - افقی توزیع کننده آب و محصول تصفیه بسیار آلوده را ایجاد می کند .

احیا رزین ها

احیا رزین معمولاً شامل چهار مرحله زیر است :

- ۱ - شستشوی معکوس برای تمیز کردن بستر رزین
- ۲ - تزریق ماده شیمیایی احیا کننده
- ۳ - شستشوی آهسته برای تماس بهتر و تسهیل در تبادل ماده احیا کننده با رزین
- ۴ - شستشوی سریع بخاطر حذف باقی مانده ماده احیا کننده برای آماده شدن دوباره دستگاه

معمولاً جهت آب در موقع سرویس و نیز در جهت تزریق ماده شیمیایی احیا کننده از بالا به پایین است که به روش parallel downflow (روش جریان هم جهت) معروف است .

در بعضی موارد جهت تزریق ماده شیمیایی از پایین به بالاست که به جریان مختلف جهت (counter flow) معروف است . در دستگاههای تعویض یونی معمول در صنایع ایران احیا رزین در خود سیستم انجام می شود . بنابراین دستگاههای تعویض یونی پیوسته (continious) نیست .

احیا رزین های کاتیونی اسیدی

همانگونه که گفته شد احیا رزینهای کاتیونی اسیدی هیدروژنی با اسید انجام می شود ، برای این منظور می توان از اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک استفاده کرد .

یک سری از مشهورترین رزینهای مورد مصرف در تصفیه آب در زیر آمده است :

رزینهای کاتیونی در سه گروه تقسیم بندی می شوند :

دسته اول : رزینهایی هستند که از ذغال بدست می آیند ، بدین صورت که ذغال را با اسید سولفوریک سولفونه کرده و گروه $-SO_3H$ وارد شبکه رزین می کنند . این کار را سولفونه کردن می گویند . می توان از تأثیر اسید بر روی ذغال گروه کربوکسیلیک اسید $-COOH$ وارد کرد .

دسته دوم : رزینهایی هستند که از سولفونه کردن یک کوپلیمر استیرن و دی وینیل بنزن بدست می آیند . همانگونه که قبلاً عنوان نمودیم دی وینیل بنزن باعث ایجاد شبکه (cross linkage) و در نتیجه محکم شدن ذرات رزین می شود . هرچه درجه ایجاد شبکه بیشتر باشد ، خواص هیدرولیکی رزین بهبود خواهد یافت ولی افزایش درجه ایجاد شبکه ، باعث کاهش قدرت جذب آب توسط رزین و نیز کاهش سرعت واکنش تبادل یون می شود . این نوع رزینها دارای پرزهای بلند و جدا از هم هستند و قادرند یونهای سنگین آب را راحت تر حذف کنند و نیز احیا این رزینها کاملتر انجام می شود .

دسته سوم : رزینهای کربوکسیلیک می باشند . این نوع رزینه محدودیت هایی دارند . ظرفیت تبادل این نوع رزینها برای آبهایی که قلیائیت آنها خیلی بیشتر از سختی است ، بسیار کم می شود .

همانگونه که می دانیم مقدار بی کربنات سدیم در چنین آبهایی زیاد است . عیب دیگر آنها این است که PH آب خروجی در طول مدت زمان سرویس بصورت وسیعی تغییر می کند .

رزینهای آنیونی در دو دسته تقسیم بندی می شوند :

دسته اول : رزینهای بازی قوی هستند که نوع آنها پلی آمین می باشد و دارای پرز بلند موسوم به Macro relicular Resin هستند . هرچه رزینهای بازی قوی متخلخل تر باشند در برابر آلاینده های آلی مقاومت بیشتری نشان می دهند . ظرفیت رزینهای نوع متخلخل تا اندازه ای بیشتر از نوع استاندارد می باشد . از رزینهای آنیونی با پرز بلند برای جاهایی که نشت سیلیکا کمترین مقدار را داشته باشد استفاده می شود . مشخصات فیزیکی این رزینها عبارتند از :

دانسیته	$42 \frac{lb}{ft^3}$
مقدار رطوبت	60-64 %
اندازه ذرات	16 - 50
اندازه مؤثر	0.43 - 52 mm

این رزین تا دمای $140^{\circ}F$ را می تواند تحمل کند .

دسته سوم : رزینهای بازی ضعیف می باشد .

مشخصات رزین های تبادل یونی

۱ - ظرفیت تبدالی : ظرفیت پذیرش یونها برای هر لیتر از رزین مبدل یونی می باشد . در نتیجه واحد ظرفیت $\frac{eq}{Lit - Resine}$ می باشد و یا ظرفیت جذب اکی والان های CaO بوسیله رزین که آن را ظرفیت حجمی مفید می گویند و به Usable Volume Capacity (U.V.C) نشان می دهند .

$$U.V.C = \frac{grCaO / Lit - Resine}{28}$$

باید توجه کرد که حجم رزین در حالت بک واش شده و احیا شده در محاسبات منظور می شود.

۲ - بازده مخصوص رزین یعنی اینکه چند متر مکعب آب را می توان در هر ساعت از یک متر مکعب رزین عبور داد. در اینجا می بایست زمان تماس لازم برای انجام عمل تعویض یونها مورد توجه قرار گیرد.

$$\text{بازدهی مخصوص} = \frac{m_{H_2O}^3}{h} \times m_R^3 = \frac{m_{H_2O}^3 \cdot m_R^3}{h}$$

۳ - سرعت بهره برداری از مقادیر فلوی آب ورودی (Q) در سطح ستون مبدل یونی (F) محاسبه شود.

$$\text{سرعت فیلتر اسیدی} = \frac{Q}{F} \left(\frac{m}{n} \right)$$

۴ - مقدار مصرفی شیمیایی بصورت تئوری برابر است با eq یونهای تعویض شده بر حسب

$$\frac{eqCaO}{Lit - R} \text{ یا } \frac{grCaO}{Lit - R}$$

در عمل مقدار مصرف مواد شیمیایی بیش از مقدار تئوری آن خواهد بود.

روش محاسبه رزین در تصفیه آب

$$Q.L.(TH \times 10) = R.UVC$$

L = مدت زمان بهره برداری برداری بر حسب h

Q = مقدار آب تصفیه شده بر حسب $\frac{m^3}{h}$

TH = سختی کل آب خام بر حسب $\frac{grCaO}{m^3}$

R = مقدار رزین مبدل یونی

ع/

←

ع/

U.V.C = ظرفیت حجمی مفید

حاصلضرب رزین در U.V.C برابر ظرفیت فیلتر بوده که بیانگر مقدار کل عوامل سخت کننده آب جذب شده بر حسب $gr CaO$ می باشد .

R. U.V.C = ظرفیت فیلتر

وقتی که سختی آب تغییر می کند مقدار آب تصفیه شده در یک سیکل بهره برداری نیز تغییر می کند . در نتیجه راندمان فیلتر اسیدی از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\text{راندمان فیلتر} = \frac{R.UVC}{TH \times 10} (m^3)$$

مقدار رزین مورد نیاز از رابطه زیر محاسبه می شود ک

$$R = \frac{TH \times 10 \times Q \times L}{U.V.C} (lit)$$

۴۸

۴۴

محصولات و کاربردهای آنها

کاربردها	طبقه بندی محصول
	<u>رزینهای پلی استیرینی</u>
- آب بدون املاح ، فرآیند عدم پخش سیال ، آب نرم شده	۱- رزین ژل کاتیونی اسیدی قوی
- تصفیه آب کندانسه ، جریان پیوسته ، فرآیند QUENTIN کاتالیزورها	۲- رزین ماکروپروس کاتیونی اسیدی قوی
- آب بدون املاح ، فرآیند عدم پخش سیال و ...	۳- رزین ژل آنیونی بازی قوی
- تصفیه آب کندانسه جریان پیوسته ، رنگ زدائی محلول قند	۴- رزین ماکروپروس آنیونی بازی قوی
- کاربردهای ویژه	۵- رزین ژل آنیونی بازی ضعیف
- آب بدون املاح ، قند بدون املاح	۶- رزین ماکروپروس آنیونی بازی ضعیف
	<u>رزینهای اکریلیکی</u>
- آب بدون قلیانیت	۷- رزین ژل کاتیونی اسیدی ضعیف
- حد محافظ ، کاربرد در صنایع داروسازی	۸- رزین ماکروپروس کاتیونی اسیدی ضعیف
- آمیخته بودن مواد آلی بالا با آب	۹- رزین ژل اکریلیکی آنیونی بازی قوی
- رنگ زدائی محلول قند	۱۰- رزین ماکروپروس اکریلیکی آنیونی بازی قوی
- آمیخته بودن مواد آلی بالا با آب	۱۱- رزین ماکروپروس اکریلیکی آنیونی بازی ضعیف
- فیلترهای شمعی ، آب بدون املاح با یابدون استفاده از ایندیکاتور رنگی عمومی	۱۲- رزینهای بستر مخلوط
-	۱۳- رزینهای هسته دار
- کاتالیزورها MTBE	۱۴- رزینهای کاتالیزوری

ادامه دارد
۴۹
۴۵

کاربردها	طبقه بندی محصول
<p>- حمل دارو ، فرآیندهای داروسازی</p> <p>- جذب سطحی در صنایع داروسازی و صنایع غذایی</p> <p>- حذف جیوه ، بازیافت فلزات ، کلسیم گیری از آب شور</p> <p>- حذف نیترات از آبهای آشامیدنی</p> <p>- کاربرد در صنایع غذایی برای نوع اصلاح شده ویژه</p> <p>- بازیافت شکر ، حذف رنگ و املاح ، استخراج بدون شوری</p>	<p>۱۵- رزینهای صنایع داروسازی</p> <p>۱۶- رزینهای جاذب</p> <p>۱۷- رزینهای کملکس کننده</p> <p>۱۸- رزینهای حذف نیترات</p> <p>۱۹- رزینهای نوع اصلاح شده صنایع غذایی</p> <p>۲۰- رزینهای مورد استفاده در روشهای کروماتوگرافی و صنایع شکر</p>

۵۰

چک لیست قبل از تست رزین

(سنوال از مشتری)

- ۱- آیا رزین هنوز وجود دارد؟ (کنترل فیزیکی حجم رزین)
- ۲- آیا آب نفوذکننده تغییر کرده است؟ (تجزیه و تحلیل اخیر ضروری است)، (کنترل ظرفیت تئوری)
- ۳- آیا از نظر مکانیکی دستگاه یا سیستم در وضعیت خوبی است؟ (کنترل جریان، کنداکتومتر، درجه)، (کنترل دمای آب، والوهای باز و بسته و نازل‌های بدام اندازه رزین)
- ۴- نرخ جریان آب برگشت چک شود (دمای آب، مخصوصاً زمستان و تابستان)
- ۵- زمان تماس، حجم، سطح و غلظت احیا چک گردد.
- ۶- آب برگشت توسعه یافته را توصیه نمائید. احیا دوباره بطور کامل چک گردد.
- ۷- واحد را باز کنید و بستر رزین را بازرسی نمائید. آب برگشت، جانبی و توزیع را چک کنید.
- ۸- رزین نمونه:

a: روش نمونه برداری از هسته اصلی رزین توسط لوله

b: روش ترکیب هوا

خصوصیات فیزیکی

اطلاعات مربوط به خدمات فنی	UNIT	خصوصیات رزین
- شرایط فیزیکی - شکافها و شکستگیها - مربوط به هیدرولیکی	% %	زمینه چشمی (a) کمی (b) کیفی
- چک کردن تجزیه و تحلیل اندازه صحیح ذرات - تأیید نمونه در ارتباط با مکان نمونه گیری	-	درجه بندی یا کلاس
قشر پوشیده شده رزین و ازین بردن آن از طریق مراحل تمیزکاری	-	ته مانده ها
- وجود سولفات کلسیم ، منیزیم بی کربنات و کلسیم بی کربنات و منیزیم هیدروکسید	-	جداسازی
وجود مواد خارجی غیر قابل حل	-	ماده خارجی
آهن ، سیلیس ، حلالها	-	بارگیری غیر طبیعی
- تحت سولفوناسیون - Porosity نادرست (در مقایسه با مواد جدید معادل)	-	عیب یا نقص رزین
- آیا رزینها با مشخصات ما تطابق دارد؟ - دلیل ازین رفتن بالای Headloss یا نمونه (خیلی اندک) - دلیل نیستیک ضعیف / ظرفیت کم (خیلی زیاد) - دلیل بی ثباتی اسمتیک با احیاء ضعیف (خیلی زیاد)	% انباشتنگی	اندازه ذرات

خصوصیات شیمیائی

اطلاعات مربوط به خدمات فنی	UNIT	خصوصیات رزین
گروههای عملیاتی فعال (قبل و بعد از تمیزکاری)	Eq/lit	ظرفیت حجمی (قبل و بعد از تمیزکاری)
- گروههای عملیاتی فعال - وجود مواد آلوده کننده (در مقایسه با ظرفیت حجمی)	Eq/kg	ظرفیت وزنی (قبل و بعد از تمیزکاری)
- تغییر اتصالات عرضی - شواهد دال بر آلودگی	%	درصد رطوبت
- سایش رزینهای SBA - شرح آبکشی ضعیف - توانایی از بین بردن اسیدهای ضعیف	%	رزین پایه قوی (قبل و بعد از تمیزکاری)
- در صورت احیاء - وجود یونهای مشکل ساز - میزان بارگیری	% sites	فرم یونی به همان صورت دریافت شده
علت از دست رفتن عملکرد	% sites یا mg/lit	آلوده کننده ها

وضعیت بهره‌برداری غیرایده‌آل و تاثیر آنها بر رزینهای مبدل یونی

تاثیر بر رزینهای مبدل یونی	وضعیت بهره‌برداری
مکانیکی (از دست رفتن فشار)	نرخ جریان سرویس بالا
فشار اسمزی (از دست رفتن فشار و توزیع ضعیف)	غلظت بالای احیاء کننده
مکانیکی / اصطکاک	رزین بعد از احیاء بالا
اصطکاک (از دست رفتن فشار، از دست رفتن رزین)	نرخ انتقال بالای رزین
مکانیکی (نرخ زمینه بالا)	طرح دستگاه
- مکانیکی (مسدود شدن جمع کننده) - اصطکاک (خمیدگی در لوله‌ها و الوهای نامناسب و ...) - اسمزی (سیستم احیاء)	طرح هیدرولیکی
اصطکاک - مکانیکی	وضعیت بستر نامناسب

اطلاعات لازم برای تست رزینها

۱- نمونه گیری از رزین

۲- نام مشخصات و نوع رزین

۳- شماره مشخص

۴- پیرشدن رزین

۵- فرم یونی

۶- ترتیب بهره برداری و همترازی احیا

۷- اجرا و قدرت بارگیری

۸- تشخیص مواد مشکلزا

۵۵

۵۱

وضعیت شیمیائی رزینها

۱- ظرفیت حجمی

۲- ظرفیت وزنی

۳- ظرفیت نگهداری رطوبت

۴- نسبت پایه رزین قوی - پایه رزین ضعیف

۵- فرم یونی

۶- آلودگیهای شیمیائی

آلودگیهای شیمیائی رزینها

- تشخیص مسدود شدن رزینها

۱- مواد خارجی ویژه

۲- آهن - (بصورت سطحی یا درونی در رزین وارد شده باشد)

۳- مواد آلی

۴- سیلیس

۵- رسوب گذاری کلسیم / منیزیم

تکنیکهای تمیزکاری رزین‌ها

۱- بک واش (مواد خارجی و ذرات تمیزکاری میشوند)

۲- پاک سازی با هوا (زدودن دلمه‌ها)

۳- بستر خرده‌های رزین (ذرات شکسته و ریز)

۴- عقیم سازی (باکتریها)

۵- تمیزکاری با اسید (مسدود شدن با آهن)

۶- آب نمک - قلیایی (زدودن مواد آلی)

۷- سود گرم (زدودن سیلیس)

۸- پراکندگی (عدم انبوه کردن)

۹- سورفاکتانت (مسدود شدن با روغن)

وضعیت فیزیکی رزینها

(آزمایشهای میکروسکوپی)

۱- وضعیت فیزیکی (رزینهای نوع gel - Macroporous)

a - دانه‌های سوراخ‌دار

b - دانه‌های ترک‌دار

c - دانه‌های شکسته

d - دانه‌های ریز

۲- رنگ و بو

۳- ماده خارجی

۴- ته مانده‌ها

۵- جداسازی

۶- تغییر حجم

۷- توزیع اندازه ذرات

۵۸

روشهای شناسایی یا تشخیص رزینها

۱- میکروسکوپ

۲- محلول نمک اشباع شده

۳- استفاده از چشمها

۴- تیتراسیون

۵- اسپکتروسکوپی مادون قرمز (IR)

۵۹
α

۵۵

PRODUCTS AND APPLICATIONS

Product Categories	Applications
POLYSTYRENIC RESINS	

1. STRONG ACID CATION GEL	Water demineralisation, fluidised processes Water softening
2. STRONG ACID CATION - MACROPOROUS	Condensate treatment, continuous processes Quentin process, catalysis
3. STRONG BASE ANION - GEL	Water demineralisation fluidised processes.....
4. STRONG BASE ANION - MACROPOROUS	Condensate treatment, continuous processes, sugar decolourisation....
5. WEAK BASE ANION - GEL	Special applications
6. WEAK BASE ANION - MACROPOROUS	Water demineralisation Sugar demineralisation
ACRYLIC RESINS	

7. WEAK ACID CATION - GEL	Water dealkalisation
8. WEAK ACID CATION - MACROPOROUS	Buffer unit; pharmaceutical applications....
9. STRONG BASE ANION GEL - ACRYLIC	Treatment of water with high organics
10. STRONG BASE ANION MACROP - ACRYLIC	Sugar decolourisation
11. WEAK BASE ANION MACROP - ACRYLIC	Treatment of waters with high organics
12. MIXED BEDS	Cartridges; with or without colour indicator general demineralisation demineralisation;
13. NUCLEAR RESINS	Nuclear circuits
14. CATALYSIS RESINS	MTBE Catalysis
15. PHARMACEUTICAL RESINS	Drug carriers; pharmaceutical processes
16. ADSORBENT RESINS	Adsorption in pharmaceutical and food applications
17. CHELATING RESINS	Mercury removal, metal recovery, Brine decalcification
18. NITRATE REMOVAL RESINS	Nitrate removal from potable waters
19. FOOD GRADE RESINS	Special grades for food applications
20. SUGAR AND CHROMATOGRAPHIC RESINS (PCR)	Sugar decalcification, demineralisation and decolourisation; separation of sweeteners

20 CATEGORIES WITH MORE THAN 100 DIFFERENT RESINS,

IN PARTICULAR THE 'TAILOR MADE' PRODUCTS

G.
d
A4

PUROLITE ION EXCHANGE RESINS

ANION GENERAL PROPERTIES

ANION RESINS	TYPE	IONIC FORM	APPROXIMATE SHIPPING WT.		PARTICLE SIZE		WATER RETENTION %	TOTAL WET VOLUME CAPACITY MINIMUM equiv./litre	VOLUME CHANGE	WHOLE CLEAR BEADS MIN. %	REMARKS	
			g/l	lbs./cu.ft.	mm	mesh						%
Purolite A-600 A-600-OH A-600-C	Strong Base Type 1 Styrene DVB Clear Gel	Cl ⁻	704	44	+1.2	14	<5	43-48	14	Cl ⁻ → OH ⁻ +15%	90	Standard anion form bead resin used for demineralization. High Sphericity and Bead Hardness make it ideal in the "C" grade for condensate polishing
		OH ⁻	656	41	-0.3	52	<1	55	11		90	
		Cl ⁻	704	44	-0.4	36	<2	43-48	14		90	
Purolite A-400 A-400-OH A-400-C	Strong Base Type 1 Porous Styrene DVB Clear Gel	Cl ⁻	688	43	+1.2	14	<5	48-57	13	Cl ⁻ → OH ⁻ +20%	90	More porosity than A-600 to resist organic fouling. High whole bead and sphericity make it ideal for condensate polishing
		OH ⁻	640	40	+1.2	14	<5	60-70	10		90	
		Cl ⁻	688	43	-0.4	36	<2	48-57	13		90	
Purolite A-450 A-450-OH A-450-C	Strong Base Type 1 Opaque Gel Porous Structure	Cl ⁻	688	43	+1.2	14	<5	48-57	1.2	Cl ⁻ → OH ⁻ +20%	85	The porous open structure of this resin makes it resistant to organic fouling and gives it the ability to achieve low silica levels with a minimum amount of caustic soda
		OH ⁻	640	40	+1.2	14	<5	60-70	0.9		85	
		Cl ⁻	688	43	+1.2	14	<5	48-57	1.2		85	
Purolite A-300	Strong Base Type 2 Styrene DVB Beads	Cl ⁻	704	44	+1.2	14	<5	40-45	1.15	Cl ⁻ → OH ⁻ +10%	90	A high capacity gel good for demineralization in the OH ⁻ form or dealkalization, sulfate and nitrate removal in the salt form
Purolite A-300-E	Strong Base Type 2 Styrene DVB Beads	Cl ⁻	704	44	+1.2	14	<5	40-45	1.4	Cl ⁻ → OH ⁻ +10%	90	Ideal where taste and odor are critical
Purolite A-250	Strong Base Type 2 Opaque Gel	Cl ⁻	704	44	+1.2	14	<5	40-50	1.3	Cl ⁻ → OH ⁻ +10%	85	An easily regenerated resin which is resistant to organic fouling
Purolite A-200 Purolite A-200C	Strong Base Type 2 Clear Gel	Cl ⁻	696	43.5	+1.2	14	<5	45-54	1.3	Cl ⁻ → OH ⁻ +15%	90	An easily regenerated resin with high capacity for use where low rinse volume is desirable. It is ideal for counter current operation and floating beds
Purolite A-850	Strong Base Type 1 Acrylic	Cl ⁻	672	42	+1.2	14	<5	58-62	1.2	Cl ⁻ → OH ⁻ +15%	92	An acrylic strong base designed for high organics.
Purolite A-500 A-500-C	Strong Base Type 1 Macro	Cl ⁻	688	43	+1.2	14	<2	53-58	1.1	Cl ⁻ → OH ⁻ +15%	90	High physical and osmotic shock stability. Ideal for organics in the salt form
Purolite A-510	Strong Base Type 2 Macro	Cl ⁻	672	42	+1.2	14	<2	53-60	1.2	Cl ⁻ → OH ⁻ +10%	90	High capacity but all the same qualities of A-500.
Purolite A-100	Weak Base Macro Styrene DVB Bead	Free Amine	660	40	+1.2	14	<5	50-60	1.3	Free Amine to HCL +20%	90	Good capacity at a very high efficiency of regeneration. High physical and osmotic stability.

AD 7 13

PUROLITE ION EXCHANGE RESINS

DEMINERALIZATION GRADE GENERAL PROPERTIES

DEMINERALIZATION GRADE RESINS	TYPE	IONIC FORM	Regeneration %	APPROX. SHIPPING WEIGHT g/l	PARTICLE SIZE 800 mesh %	VOLUME CAPACITY MIN. equiv. per litre	% CATION IN MIXTURE	PERFECT BEADS MIN. %	REMARKS
Purolite MB-400	Mixed Bed Strong Acid Gel Strong Base Gel	H/OH	99/90	710	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	0.6	40	90	A high quality resin mixture suitable for general demineralization processes. It is especially effective for use at high flow rates and intermittent use.
Purolite MB-450	Mixed Bed Strong Acid Gel Strong Base Gel	H/OH	99/90	710	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	0.6	40	90	A resin mixture designed for efficient demineralization over the widest range of conditions. It is very efficient when used to treat waters high in organics.
Purolite MB-400IND	Mixed Bed Strong Acid Gel Strong Base Gel	H/OH	99/90	710	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	0.6	40	90	Resin mixture which contains a colour indicator to determine exhaustion of the resin.

PUROLITE ION EXCHANGE RESINS

NUCLEAR GRADE GENERAL PROPERTIES

NUCLEAR GRADE RESINS	TYPE	IONIC FORM	Regeneration %	APPROX. SHIPPING WEIGHT g/l	PARTICLE SIZE 800 mesh %	VOLUME CAPACITY MIN. equiv. per litre	WATER RETENTION %	PERFECT BEADS MIN. %	REMARKS
Purolite NRW-100N	Strong Acid Cation Gel	H ⁺	99.5	800	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	1.9	49-55	90	Nuclear cation with high % conversion and low metal ions.
Purolite NRW-600	Strong Base Anion Gel	OH ⁻	OH 95 min CO ₃ 5 max Cl ⁻ 0.5 max SO ₄ 0.5 max	670	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	1.1	55-60	90	Highly regenerated nuclear anion with low salts.
Purolite NRW-37	Mixed Bed Strong Acid Gel Strong Base Gel	H/OH	99/90	710	+1.2 14 <5 0.3 52 <1	0.7	60 MAX	90	Nuclear mixed bed used for high purity water.

OK
x 47

PUROLITE ION EXCHANGE RESINS

CATION GENERAL PROPERTIES

CATION RESINS	TYPE	IONIC FORM	APPROXIMATE SHIPPING WT.		PARTICLE SIZE mm 800 mesh %	WATER RETENTION %	TOTAL WET VOLUME CAPACITY MINIMUM equiv./litre	VOLUME CHANGE	WHOLE CLEAR BEADS MIN.	REMARKS
			g/l	lbs./cu.ft.						
Purolite C-100	Strong Acid Cation Exchanger	Na ⁺	848	53	+1.2 14 <5 0.3 52 <1	44-48	1.9	Na-H 5%	95	A Premium D.V.B. resin. Suitable for industrial water softening and deionization. Very high bead strength making it optimum for high flow rates.
C-100H		H ⁺	800	50	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	49-55	1.9	Na-H 5%	95	
C-100NH ₄		NH ₄ ⁺	825	51.5	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	42-46	2.0	—	95	
C-100E		Na ⁺	848	53	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	46-51	1.9	Na-H 5%	90	
Purolite C-100x10C	Strong Acid Cation Exchanger 10% X L	Na ⁺	865	54	+1.2 14 <2 -0.4 36 <2	40-43	2.2	Na-H 5%	95	A Premium D.V.B. resin. Resists oxidative attack. Increased density makes it easier for separation in a mixed bed. Excellent for both deionization and softening.
C-100x10HC		H ⁺	816	51	+1.2 14 <2 -0.4 36 <2	47-50	2.0	Na-H 5%	95	
Purolite C-150C	Strong Acid Cation Exchanger Macroporous	Na	800	50	+1.2 14 <2 -0.4 36 <2	48-53	1.8	Na-H 4%	95	Resistant to osmotic shock and oxidative degradation. Used in hot lime softening.
C-150HC		H ⁺	752	47	+1.2 14 <2 0.4 36 <2	53-57	1.9	Na-H 4%	95	
Purolite C-105	Weak Acid Cation Acrylic	H ⁺	752	47	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	45-53	4.2	—	99	Recommended for dealkalization, steam flooding and softening.
Purolite C-106	Weak Acid Cation Acrylic	H ⁺	780	49	+1.2 14 <5 -0.3 52 <1	48-53	3.0	—	80	

NOTE: All cations are available in a coarse "C" grade. "C" grade is typically <2.0% thru 0.4mm or as requested.

at
4/20

Ion Exchange Resins Table of Equivalents

PUROLITE	DUOLITE	AMBERLITE	LEWATIT	DOWEX	KASTEL	IMAC	RELITE/IONAC
Weak Cation							
C-105	C433	IRC 84	CNP	CCR-2	C 101	Z 5	CNN
C-106	C464	IRC 50	—	—	—	—	CC
Strong Cation							
C-100	C 225	IR-120	S-100	HCR-W2	C 300	C 12	CF
C-100E	C 20	—	—	—	—	—	—
C-100 x 10	C 255	IR 122	S 115	HGR-W2	C 300 AGR	C 14	—
C-150	C 26	IR 200	SP 120	MSC-1	C 300 P	C 8 P	CFS
C-155	C 261	IR 252	SP 112	88	C 321 P	—	CFZ
Weak Anion							
A-110	A 30B	IRA 47	—	WGR-2	A 100	A 27	—
A-103	A 368	—	MP 62	—	—	A 24	—
A-100	A 378	IRA 93/94	MP 64	MWA-1	A 101	A 20	A 329
A-830	A 374	XE 236	—	—	—	—	MG 1
A-840	A 375	IRA 68	CA 9222	—	—	A 105	—
Strong Anion							
A-400	A 113	IRA 402	M 504	SBR-P	—	S 5-40	—
A-450	A 101	—	—	—	—	—	—
A-600	A 109	IRA 400	M 500	SBR	A 500	—	3A
A-200	A 116	IRA 410	M 600	—	—	S 5-42	2A
A-250	A 102	—	—	—	—	—	—
A-300	A 104	—	—	SAR	A 300	—	—
A-300 E	—	—	—	—	—	—	—
A-500	A 161	IRA 900	MP 500	MSA-1	A 500 P	S 5-50	3 AS
A-500 P	A 171	IRA 904	MP 500 A	—	A 510	259	3 AZ
A-510	A 162	IRA 910	MP 600	MSA-2	A 300 P	—	2 AS
A-850	A 132	IRA 458	—	—	—	—	—
Nuclear							
NRW-400	ARA 9366	IRN 78	—	—	—	—	—
NRW-300	—	—	—	—	—	—	—
NRW-100N	ARC 9351	IRN 77	—	—	—	—	—
NRW-37	ARM 9381	IRN 150	—	—	—	—	—

46
x
40