

روش کاربردی دفع آلودگی های رزین های تبادل یون آنیونی (نتایج انجام روش در نیروگاه شهید محمد منتظری)

محمد جعفر صالحی
نیروگاه شهید محمد منتظری
ایران

واژه های کلیدی: اصلاح ، رزین تبادل یون ، آلودگی

چکیده

نیروگاه شهید محمد منتظری دارای دو تصفیه خانه تولید آب بی یون در دو فاز ۱ و ۲ میباشد هر چند این دو تصفیه خانه دارای خطوط تولید آب بی یون با ظرفیتهای فن آوریهای متفاوت می باشد ولی ترتیب قرار گرفتن فیلترهای تبادل یون آنها یکسان و بترتیب بصورت کاتیون ضعیف ، کاتیون قوی ، آنیون ضعیف ، کاتیون قوی و آنیون قوی می باشد. آلودگیهای رزینهای آنیون بالاحص آنیون قوی علاوه بر کاهش ظرفیت تبادل یون آنها ، باعث برهم خوردن رفتار شیمیایی عادی واحدهای تولید آب بی یون شده و موجب می گردند که اولاً جهت رسیدن به شرایط شیمیایی مناسب بعد از فیلتر آنیون قوی از جمله هدایت الکتریکی ، مقدار مصرف آب جهت شستشوی بعد از احیاء و زمان سیر کولاسیون افزایش یابد. همچنین باعث افزایش مقدار مصرف آب جهت شستشوی بعد از احیاء و یا شستشوی قبل از سرویس

فیلترهای مخلوط می گردند. ثانیاً سرعت افت هدایت الکتریکی کاهش پیدا می کند . بنابراین جهت دفع این آلودگیها و عبارتی رفع اشکالات پیش آمده روشی عملی که بتواند در واحد تولید آب بی یون مورد استفاده قرار گیرد هدف مطالعات ، بررسیها ، عملیات و این مقاله می باشد.

مهمترین آلودگی ها

آلودگی رزینهای تبادل یون توسط مواد و شرایط گوناگون ایجاد میگردد و به انواع مختلف تقسیم میگردد که اهم آنها عبارتند از:

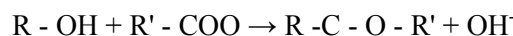
۱. آلودگی توسط مواد آلی و کلوئیدها
۲. آلودگی توسط فلزات سنگین بویژه آهن
۳. آلودگی توسط جلبکها و باکتریها
۴. آلودگی توسط چربی و روغن

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

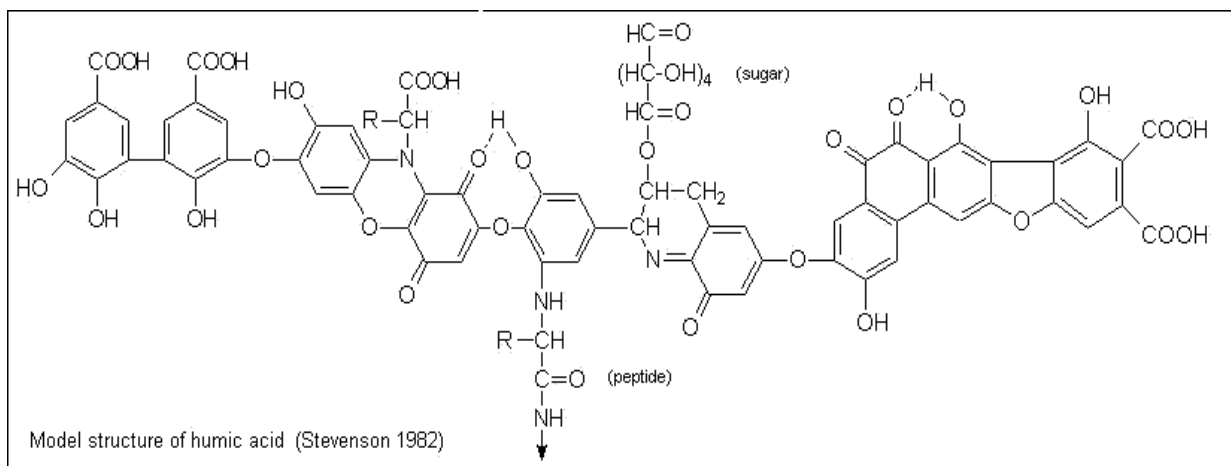
چگونگی آلودگیها و دفع آنها

۱-آلودگی توسط مواد آلی و کلونیدها

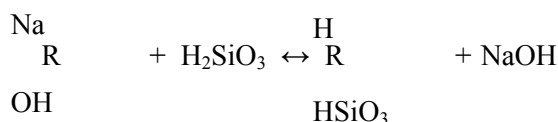
رزینهای تبادل کننده یونی با یونهای معدنی بخوبی تبادل یون را انجام می دهند ولی در مورد مولکولهای آلی هر چه مولکولها بزرگتر و سنگین تر می گردند بعلت تحرک کم آنها ، در هنگام تبادل یون یون ، عمل تبادل در آنها بکندی صورت می گیرد. وجود گرادیان غلظت در داخل و خارج رزین باعث نفوذ مولکولی این مواد به داخل خلل و فرج رزین شده و با وجود سرعت نفوذ کم آنها این مولکولها در سرتاسر رزین پخش می گردند. اسیدهای آلی موجود در خاک و نمکهای آنها که معمولا دارای وزن مولکولی بین ۱۰۰ تا ۵۰۰۰۰ هستند در آب محلول می باشند. این اسیدها و نمکهای آنها توسط رزینهای دارای پایه بازی قوی بصورت زیر تبادل یون می نمایند:



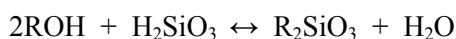
علاوه بر واکنش تبادل یون فوق مواد آلی میتواند بصورت جذب سطحی روی رزینهای آنیون قوی مستقر گردند و باعث ایجاد پوشش در محل‌های تبادل یون شده و میزان تبادل یون آنها را کاهش دهد. البته جذب این مواد توسط رزینهای آنیون ضعیف بمراتب کمتر است ولی گذشت زمان میتواند مقادیر جذب شده روی آنها را قابل توجه و چشمگیر نماید و باعث بروز اشکالاتی برای رزینهای آنیون ضعیف نیز بشود. گرادیان غلظت داخل و خارج رزین در هنگام نفوذ به داخل خلل و فرج رزین باعث استقرار مواد آلی در دهانه های این خلل و فرج و انسداد آنها بشوند و با توجه به سطوح زیاد تبادل داخلی رزین و مسدود شدن خلل و فرج ها میزان زیادی از ظرفیت رزینها را کاهش دهند. یکی از این مواد آلی اسید هیومیک و نمکهای آن می باشد که ساختمان مولکولی آن در زیر آورده شده است.



شکل ۱: ساختمان مولکولی اسید هیومیک



واکنش تبادل یون در رزین آنیونی قوی معمولی:



کلونیدها که اغلب دارای بارهای منفی ضعیفی می باشند میتوانند جذب رزین شده و با استقرار خود روی رزین خاصیت آمفوتری را در آن ایجاد نمایند. یعنی رزین آنیونی علاوه بر خاصیت تبادل یون آنیونی که دارد خاصیت کاتیونی نیز پیدا می کند.

واکنش تبادل یون در رزین آنیونی قوی آمفوتر شده:

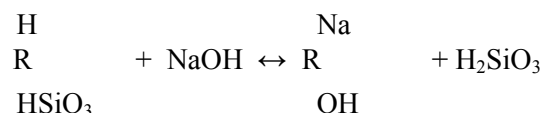
نیترات و نیتريت و کلريد نمايان خواهند شد که همگی آنها می‌توانند بعنوان یک آنیون با قدرت جذب قوی تر نسبت به OH^- جهت جدا کردن آلودگی‌های آلی در رزین‌های آنیونی مورد استفاده قرار گیرند اگر در بین آنیون‌های در دسترس فراوانترین و ارزاترین آنها را انتخاب کنیم Cl^- ناشی از نمک طعام مد نظر قرار خواهد گرفت. Cl^- یک آنیون قوی تر از OH^- از نظر تمایل جذب روی رزین آنیون قوی می‌باشد که در عمل نیز مشاهده شده است. این قدرت جذب بمراتب بیشتر است اگر OH^- نیز وجود داشته باشد و عبارتی اگر PH محیط بالا باشد آنیون Cl^- علاوه بر چیرگی بر جاذبه بین کربوکسیلات ماده آلی و کلونیدها با رزین، جذب سطحی اغلب مولکول‌های آلی و کلونیدها را کاهش و حلالیت مواد آلی را در آب افزایش می‌دهد. بنابراین آب نمک قلیائی می‌تواند بعنوان یک پاک کننده آلودگی مواد آلی و کلونیدها از رزین مورد استفاده قرار گیرد.

در بعضی از موارد که آلودگی رزین شدید و روش استفاده از آب نمک قلیائی کار ساز نباشد می‌توان از یک آنیون که اکسید کننده نیز باشد مثل OCl^- (آب ژاول) استفاده نمود این آنیون علاوه بر تبادل یون باعث تخریب و شکست مولکول‌های مواد آلی و کلونیدها نیز می‌شود که استفاده از آن بسیار موثر خواهد بود اما باید در نظر داشت که بعلت خاصیت اکسید کنندگی بسیار قوی آب ژاول این ماده می‌تواند زیان‌های سخت و جبران ناپذیری به ساختمان رزین که یک ماده آلی است وارد نماید. بنابراین استفاده از این روش برای رزین بسیار مخاطره آمیز بوده و تنها در صورتیکه روش‌های کم خطر دیگر موثر واقع نگردند مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این صورت لازم است احتیاطات کافی معمول گردد.

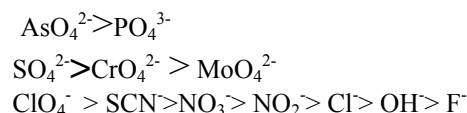
۲- آلودگی توسط فلزات سنگین بویژه آهن

آهن و آلومینیوم و ... نیز می‌توانند روی رزین آنیون قوی جذب گردند. با جذب شدن این مواد که عمدتاً آهن می‌باشند (این آلودگی بعنوان آلودگی آهن یا مسمومیت توسط آهن شناخته می‌شود) روی سطوح فعال تبادل یون رزین باعث کاهش یافتن عمل تبادل یون می‌گردند.

آلودگی‌های مواد آلی که بعلت جذب سطحی این مواد صورت گرفته، در هنگام احیاء با سود بصورت نمک سدیمی آنها در خواهند آمد و در هنگام شستشوی بعد از احیاء با آب بی یون بمرور نمک‌های تشکیل شده هیدرولیز شده و سدیم‌ها جای خود را به H^+ موجود در آب داده و عملاً باعث تولید NaOH می‌گردند بطوریکه در خروجی قلیائیت فنلی بوضوح قابل مشاهده می‌باشند. از آنجائی که این جایگزینی با سرعت کم صورت می‌گیرد زمان شستشوی بعد از احیاء و سیرکولاسیون که آن نیز به همین علت انجام می‌شود افزایش و سرعت افت هدایت الکتریکی کاهش می‌یابد. خاصیت آمفوتریک ایجاد شده در رزین نیز باعث می‌شود که رزین آنیونی که کاتیونی هم شده است در هنگام احیاء واکنش زیر را داشته باشد:



در این صورت در هنگام احیاء مانند اشکال اول باعث افزایش مقدار مصرف آب جهت شستشوی بعد از احیاء و زمان سیرکولاسیون و کاهش سرعت افت هدایت الکتریکی می‌گردد. اشغال سطوح فعال و باندهای تبادل یون توسط آلودگی‌های فوق همگی باعث کاهش ظرفیت رزین می‌گردند و کاهش ظرفیت رزین کاهش تولید را به همراه خواهد داشت که این نتیجه ای جز کاهش راندمان تولید از نظر زمان و مصرف مواد شیمیایی در بر نخواهد داشت. اگر تمایل جذب آنیون‌ها را توسط یک رزین آمونیوم کوارترنر (آنیون قوی) مرتب کنیم خواهیم داشت:



در مورد رزین‌های آنیون ضعیف تمایلات تقریباً یکسان می‌باشند. همانطور که مشاهده می‌شود آنیون‌های فوق بجز F^- همگی تمایل جذب بیشتری نسبت به OH^- روی رزین آنیون قوی دارند اما در بین آنها بعضی فوق العاده سمی و یا بسیارگران قیمت و کمتر در دسترس می‌باشند. اگر کم خطرترین آنها را در نظر بگیریم نمک‌های فسفات و سولفات و

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

چربی و روغن بصورت جذب سطحی بر روی رزین باقی می‌ماند جهت دفع آلودگی آنها می‌توان از یک ماده فعال سطحی (SURFACTANT) استفاده نمود. جهت جلوگیری از واکنش بین ماده فعال سطحی (SURFACTANT) و رزین این ماده نبایستی از نوع یونی باشد.

تمامی آلودگیهای فوق که در زمان تولید واحد تولید آب بی یون روی رزین مستقر می‌گردند در هنگام احیاء عادی با سود، بطور کامل از رزین جدا نمی‌گردند و در هر سیکل تولید مقداری از مواد جذب شده روی رزین باقی خواهند ماند. با افزایش مقدار سیکلهای تولیدی مقدار ماندگی روی رزین افزایش می‌یابد و نهایتاً اگر آنها دفع نگردند و روز به روز به آنها افزوده شود باعث ایجاد اشکالاتی در فرآیند تولید آب بی یون خواهند شد.

دفع عملیاتی آلودگیها

عملیات در دو بخش آزمایشگاهی (جهت بدست آوردن یک روش قابل اطمینان، موثرومناسب) و بخش عملیات در محل (انجام روش بدست آمده روی فیلتر موجود در واحد تولید آب بی یون و گرفتن نتایج عملی از آن) انجام گردید. جهت انجام عملیات، رزینهای آنیونی قوی و ضعیف مورد استفاده در واحد تولید آب بی یون شماره ۴ تصفیه خانه فاز ۱ که بترتیب رزینهای Lewatit MP500, Lewatit MP64 می باشند مورد استفاده قرار گرفتند.

الف- آزمایشگاهی

هدف از عملیات آزمایشگاهی اولاً بدست آوردن یک روش مناسب (از نظر هزینه و قابلیت انجام) جهت دفع آلودگیهای رزین مورد نظر و ثانیاً آزمایش ظرفیتهای رزین قبل و بعد از عملیات و بررسی مقدار افزایش ظرفیت رزین بعلت دفع آلودگیها توسط روش بدست آمده می باشد. جهت انتخاب مناسب ترین آنیون با توجه به مرجع شماره ۲ نمکهای یک ظرفیتی $\text{NH}_4\text{NO}_3, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{NaNO}_3$ همراه با سود برای دفع مواد آلی رزینهای آنیونی قوی تقریباً مشابه NaCl

آلودگی آهن می بایستی توسط یک ماده که موجب حل شدن آهن روی رزین و وارد شدن به درون فاز آبی گردد انجام شود. بعبارت دیگر بایستی از ماده ای استفاده نمود که بتواند آهن روی رزین را حل و داخل فاز آبی نماید. در این مورد میتوان از اسیدهای قوی مثل اسید کلریدریک و اسید سولفوریک و یا با توجه به افزایش حلالیت آهن وقتی از ظرفیت ۳ به ۲ تبدیل می شود از احیاء کننده های قوی مثل دی تیونایت سدیم (هیدرو سولفیت سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)) استفاده نمود. بدین ترتیب اسیدها باعث حل شدن اکسیدهای آهن و رفتن به داخل فاز آبی می گردند و دی تیونایت سدیم باعث تبدیل Fe^{3+} به Fe^{2+} شده و چون حلالیت Fe^{2+} در آب بیشتر از Fe^{3+} است عملاً باعث حل شدن آهن روی رزین می گردد.

۳- آلودگی توسط جلبکها و باکتریها

تحت شرایطی خاص وقتی منابع آب خام ورودی به سیستم رزینی دارای آلودگی باشد رزینها ممکن است توسط باکتری یا جلبک آلوده گردد بویژه این آلودگی وقتی که رزینها برای مدت نسبتاً طولانی و بدون افزودن مواد نگهدارنده (پررزو کننده) ذخیره شده باشند یا رزینها در سیستم در موقعیتی قرار گرفته باشند که جریان آب یا اصلاً وجود نداشته باشد یا خیلی کم باشد (مثل فضاهاى مرده داخل ستونها)، اگر شرایط رشد باکتریها از نظر PH و درجه حرارت نیز مناسب باشند باکتریها رشد نموده و میتوانند روی سطوح فعال تبادل یون مستقر و خلل و فرج رزینها را مسدود نمایند. جهت بر طرف نمودن باکتریهای روی رزینها بایستی بنحوی آنها را از بین برد. در این رابطه میتوان از موادی مانند پراستیک اسید ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$) و یا فرمالدئید (فرمالین، CH_2O) استفاده نمود.

۴- آلودگی توسط چربی و روغن

چربی و روغن بصورت جذب سطحی بر روی رزین باقی می ماند و باعث پوشیده شدن سطوح فعال تبادل یون و مسدود شدن خلل و فرج رزینها می گردند. از آنجائی که

گردد ادامه می‌یافت در این حالت نمونه پساب تقریباً شفاف و بی‌رنگ به نظر می‌رسید.

جهت دفع آهن از رزین آزمایشاتی جهت تعیین غلظت (درصد وزنی) بهینه محلولهای اسید سولفوریک ۴، اسید کلریدریک و نمک دی‌تیونایت سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) انجام گردید که نتایج آنها در جدول شماره ۱ ارائه شده‌اند. لازم به توضیح است که آهن استخراج شده با استفاده از دی‌تیونایت اغلب دو ظرفیتی بوده‌اند در صورتیکه آهن استخراج شده توسط اسیدهای سولفوریک و کلریدریک حاوی هر دو گونه دو و سه ظرفیتی بودند.

آزمایشات جدول شماره ۱ مجدداً برای محلولهای ۳ و ۵ درصدی دی‌تیونایت سدیم تکرار شد بدین صورت که رزین بازیابی شده با محلولهای ۳ و ۵ درصد دی‌تیونایت سدیم مجدداً تحت همان شرایط با محلول ۳ و ۵ درصدی دی‌تیونایت سدیم با حجم ۲/۵ برابر بمدت ۴۸ ساعت در تماس قرار داده شد و نتایج حاکی از آن بوده که حداکثر مقدار آهن که می‌توان با این روش از رزین خارج نمود همان مقدار 60 meq/Lit resin می‌باشد و تکرار نتیجه‌ای در بر نخواهد داشت. بنابراین با توجه به نتایج حاصل بهترین و اقتصادی‌ترین ماده شیمیایی جهت استخراج آهن از بین سه ماده شیمیایی اسید سولفوریک ۴، اسید کلریدریک و نمک دی‌تیونایت سدیم، نمک دی‌تیونایت سدیم با غلظت ۳-۲ درصد وزنی در شرایط زمان حداقل ۴۸ ساعت و دما درجه حرارت محیط می‌باشد. نکته قابل توجهی که وجود دارد این است که نفوذ اکسیژن در محلول حاوی آهن استخراج شده از رزین در محلولهای دی‌تیونایت سدیم می‌تواند با آهن موجود واکنش داده و به اکسید آهن تبدیل و محلول و حتی رزینها را تیره و سیاه‌رنگ نماید بنابراین مجموعه محلولها و رزین از هوا کاملاً عایق (ایزوله) بودند. رنگ رزین‌ها قبل از اضافه نمودن دی‌تیونایت سدیم قهوه‌ای رنگ بوده و بعد از تماس ۴۸ ساعته با محلولهای با غلظت بیشتر از ۲ درصد دی‌تیونایت سدیم کاملاً سفید شده بودند که بعد از احیاء با سود مجدداً رزینها مقداری رنگ قهوه‌ای بخود گرفتند.

عمل می‌کنند ولی NaCl از نظر اقتصادی و فراوانی انتخاب آنیون Cl⁻ ناشی از نمک طعام را اولویت می‌بخشد بنابراین نمک طعام بعنوان تامین کننده آنیون جهت دفع مواد آلی در نظر گرفته شد جهت غلظتهای بهینه و درجه حرارت و زمان مورد نیاز برای محلولهای نمک طعام و سود آزمایشاتی صورت گرفت که نتایج زیر بعنوان بهترین شرایط حاصل گردید:

غلظت نمک طعام ۱۲-۸ درصدوزنی غلظت سود ۲/۵-۱/۷ درصد وزنی
درجه حرارت ۴۰-۳۵ درجه سانتی گراد
زمان حدود ۱۲ ساعت
میزان حجم محلول دفع مواد آلی ۲-۲/۵ برابر حجم رزین

همچنین آزمایشاتی دیگر نشان میدهند که استفاده از محلول قلیا و نمک بصورت مجزا باعث افزایش راندمان شستشو می‌گردد. بطوریکه در آزمایشات انجام شده روی نمونه رزین آنیون قوی خط ۴ Lewatit MP500 برای یک میزان دفع آلودگی به ازاء ۹ مرحله شستشو با آب نمک و قلیا بصورت مخلوط، ۷ مرحله شستشو با آب نمک و قلیا بصورت مجزا مورد استفاده قرار گرفت.

جهت اندازه گیری میزان آلودگی جدا شده از رزین موجود در پساب با توجه به وقت گیر بودن اندازه گیری مواد آلی محلول و عدم ضرورت دانستن مقدار عددی آن و تعداد زیاد این آزمایشات اندازه گیری بصورت میزان رنگی شدن محلول صورت گرفت و جهت مورد استفاده بودن، از کلمات مبهم پر رنگ و کم رنگ خودداری و با توجه به رنگ محلول میزان جذب محلولهای رنگی پساب شستشو را در طول موج ۴۴۰ نانومتر بدست می‌آوردیم و با یکدیگر مقایسه می‌کردیم نمونه شاهد در اندازه گیری محلول نمک ۸ درصد بود که با قرار دادن آب بی‌یون به جای آن تفاوتی مشاهده نمی‌شود. عملیات شستشو تا جایی که جذب محلول رنگی پساب در طول موج ۴۴۰ نانومتر و با سل ۵ سانتیمتری کمتر از ۰/۰۸

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

(مقدار جذب محلول پساب با سل ۵ سانتیمتری در طول موج ۴۴۰ نانومتر کمتر از ۰/۰۸ گردد) ۷ سیکل و جهت رزینهای کارکرده آنیون ضعیف خط ۴، ۳ سیکل بدست آمد. مقدار مصرف آب بی یون جهت شستشوی پس از احیاء رزینها برای رزینهای آنیون ضعیف خط ۴ تقریباً به ۱/۳ مقدار مورد نیاز جهت رزین بازیابی نشده و برای رزینهای آنیون ضعیف خط ۴ تقریباً ۴۰٪ مقدار مورد نیاز جهت رزین بازیابی نشده بدست آمد. مقدار آب بی یون جهت شستشوی پس از احیاء برای رزینهایی که با محلول دی تیونایت سدیم آهن زدائی شده با رزینهایی که با آب نمک و قلیا بازیابی شده بودند تفاوتی نداشت. حذف آهن فقط باعث افزایش ظرفیت رزین آنیونی می‌گردد. با توجه به آزمایشات انجام شده سود، رزین آنیون قوی سولفات رانسبت به رزین آنیون قوی کلره بمراتب بهتر احیاء می‌کند و مقدار یون باقیمانده کلر پس از احیاء بمراتب بیشتر از یون باقیمانده سولفات می‌باشد. از طرفی یون سولفات براحتی رزین کلره را سولفات می‌نماید لذا با توجه به کلره بودن رزین بعد از بازیابی ابتدا توسط اسید سولفوریک ۲-۱/۵ درصد و یا نمک سولفات مثل سولفات سدیم با غلظت ۲-۳ درصد رزین را سولفات و سپس رزین را با سود احیاء نمود.

ماده شیمیایی استخراج کننده آهن از رزین	غلظت (درصد وزنی)	مقدار آهن استخراج شده از رزین meq/lit resin
محلول اسید کلریدریک (HCl)	2.5	1.20
	5	1.47
	7.5	1.87
محلول اسید سولفوریک (H ₂ SO ₄)	10	2.67
	1.5	0.67
	2.5	1.00
محلول دی تیونایت سدیم (Na ₂ S ₂ O ₄)	5.0	1.33
	0.1	0.53
	0.5	13.33
	1.0	26.67
	2.0	50.00
	3.0	54.00
	5.0	60.00

جدول شماره ۱ - تعیین غلظت بهینه مواد آهن زدا از رزین *

* رزین مورد آزمایش رزین آنیون قوی کار کرده خط ۴ (Lewatit MP500) بوده و مقدار حجم محلول ماده شیمیایی ۲/۵ برابر حجم رزین و زمان قرار داشتن محلول روی رزین ۴۸ ساعت بوده است.

در آزمایشگاه ظرفیت رزینهای کارکرده و بازیابی شده مورد استفاده در فیلترهای آنیونی اندازه گیری شده و در جدول شماره ۲ آورده شده است. همچنین تعداد سیکل مورد استفاده جهت بازیابی رزینهای کارکرده آنیون قوی خط ۴ تا جایی که رنگ محلول پساب نهائی از نظر چشمی ناچیز باشد

نوع رزین	ظرفیت کارکرده (eq/lit)	ظرفیت بازیابی شده (eq/lit)	ظرفیت کار نکرده (eq/lit)	ظرفیت طبق کاتالوگ (eq/lit)	درصد افت ظرفیت کارکرده به کار نکرده	درصد افزایش ظرفیت بازیابی شده به کارکرده
آنیون قوی MP500	0.803	0.869	1.05	1.1	23.5	8.2
آنیون ضعیف MP64	1.04	1.09	1.48	1.3	29.7	4.8

جدول شماره ۲ - جدول ظرفیت رزین ها

اندازه گیری حجم رزین در حالت اشباع رزین صورت گرفته است و رزینها Lewatit می باشند.

صد در صد اولیه خط به نظر می رسد که راه حل تعویض رزینها باشد. روش انجام شده در آزمایشگاه جهت زدایش مواد آلی و آهن و استفاده از نتایج آن می تواند روش عملی جهت عملیات در محل را مشخص نماید بنابراین عملیات بایستی شامل مراحل زیر باشد:

نتایج موجود در جدول ۲ افت ظرفیت و کارکرد خط ۴ را نشان میدهد و البته بعد از حدود ۱۰ سال بهره برداری مداوم از خط ۴ اعداد دور از انتظار نیست همچنین عملیات دفع آزمایشگاهی آلودگیها از رزینها باعث مقداری افزایش ظرفیت رزینهای آنیونی شده است بنابراین جهت رسیدن به کارکرد

ب - عملیات در فیلترهای خط ۴

با استفاده از روش ۷ مرحله ای بدست آمده در قسمت آزمایشگاهی عملیات روی رزینهای فیلتر آنیون قوی Lewatit MP500 صورت گرفت بصورتی که رزینها به داخل فیلتر رزرو وارد و بین فیلتر رزرو و مخلوط کن نمک یک مدار جهت سیرکولاسیون برقرار گردید. یک انشعاب بخار به داخل مخلوط کن نمک وارد و تا رسیدن محلول به دمای 35-40°C بخار تزریق می گردید پس از ۷ سیکل شستشو با آب نمک و قلیا با توجه باینکه جذب پساب کمتر از ۱/۲۰ جذب پساب مرحله اول رسیده بود و بصورت چشمی تقریباً شفاف بود تصمیم به پایان مرحله اول گرفته شد. در هنگام اجرای مرحله سوم جهت بهم خوردن محلول دی تیونایت داخل فیلتر و همچنین تحت فشار قرار دادن فیلتر برای جلوگیری از نشت اکسیژن به داخل فیلتر از کپسولهای گاز ازت استفاده شد.

جهت رزینهای فیلتر آنیون ضعیف Lewatit MP64 فقط مراحل ۱ و ۲ انجام شد که مرحله اول پس از سه سیکل شستشو با آب نمک و قلیا خاتمه یافت. روی نمونه های جداگانه از هر دو رزین آنیونی قوی وضعیت فوق آنالیز ظرفیت صورت گرفت که با نتایج بدست آمده در مرحله آزمایشگاهی یکسان بودند.

با انتقال رزینها به داخل فیلتر مربوطه در خط ۴ و احیاء خط مدت زمان سیرکولاسیون جهت رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر کمتر از یک ساعت و بیست دقیقه بود در صورتیکه در قبل از انجام عملیات این زمان بیشتر از ۶ ساعت بود.

نکته قابل تاملی که در مرحله بهره برداری مشاهده شد این بود که خط پس از رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر در هنگام سیرکولاسیون پس از در سرویس قرار گرفتن با رسیدن آب خروجی فیلتر کاتیونی به فیلتر آنیونی هدایت آن مجدداً بالا رفته و پس از مدتی رو به کاهش می گذاشت که این حاکی از باقی ماندن مقداری از خاصیت آمفوتریک رزین در آن می باشد. و احتمالاً اگر عملیات شستشو با آب نمکی و قلیا بیشتر ادامه پیدا می کرد نتیجه رضایت بخش تر می

۱. استفاده از سیکلهای متوالی شستشوی موادآلی بامحلولهای نمک طعام ۸٪ وزنی و قلیای ۲٪ وزنی تا جایی که مقدار مواد آلی در پساب آخرین مرحله ناچیز باشد. عملیات در مدت حدود ۱۲ ساعت در درجه حرارت ۳۵-۴۰ درجه سانتیگراد با حجم مایع حدود ۲/۵-۲ برابر حجم رزین انجام می گردد.

برای اندازه گیری مواد آلی میتوان از روشهای آزمایشگاهی استفاده نمود که طولانی می باشند همچنین می توان از مقدار رنگ پساب بصورت مقایسه ای (همانطور که قبلاً هم بیان شد تکرار سیکلهای شستشو تا جایی که مقدار جذب پساب در طول موج ۴۴۰ نانومتر با سل ۵ سانتیمتری کمتر از ۰/۰۸ گردد ادامه می یابد)

۲. شستشوی رزین با آب بی یون تا وقتیکه قلیائیت خروجی به کمتر از 250 ppmCaCO₃ برسد.

۳. وارد نمودن محلول ۲/۵ - ۲ درصد دی تیونایت سدیم روی رزین بمدت حدود ۴۸ ساعت درحالی که فیلتر از اکسیژن هوا کاملاً عایق باشد.

۴. درین محلول فوق و فیلتر با آب بی یون با حدود ۵ برابر حجم رزین شستشو یابد.

۵. عبور محلول ۲ - ۱/۵ درصد اسید سولفوریک از روی رزین جهت جدا شدن کامل یونهای کلر از روی رزین تا جایی که حدوداً خروجی فیلتر با ورودی یکسان آن گردد.

دراین مرحله می توان از نمک سولفات سدیم با غلظت ۲-۳ درصد نیز استفاده نمود.

۶. شستشوی رزین با آب بی یون تا وقتیکه مقدار اسیدیتته خروجی فیلتر به کمتر از 250 ppmCaCO₃ برسد.

در صورتیکه در مرحله ۵ بجای اسید از نمک سولفات سدیم استفاده شده باشد شستشوی رزین با حداقل ۳ برابر حجم رزین توسط آب بی یون لازم است.

۷. فیلتر با مقدار ۱/۵ برابر حجم محلول سود مصرفی در هنگام احیاء عادی احیاء گردد.

بنابراین این روش میتواند بصورت موثر در فیلترهای حاوی رزینهای تبادل یون آنیونی مورد استفاده قرار گیرد.

گردید. همچنین ΔP (اختلاف فشار ورود و خروج) فیلتر آنیونی مقدار قابل ملاحظه‌ای (نسبت به قبل یعنی از حدود 0.95 atm به 0.6 atm در دبی $80 \text{ m}^3/\text{hr}$) کاهش داشت.

منابع :

ج- عملیات در خطوط ۱-۳ فاز ۱

۱. محمد چالکش امیری/اصول تصفیه آب/ نشر ارکان/ ۱۳۷۶

۲. عبدالکریم بی نظیر/مقاله روسی روشهای احیاء خواص تبدلی رزینهای متخلخل و غیر متخلخل/مسکو/۱۹۷۱

3. John J. Maguire and coworkers/Handbook Of Industrial Water Conditioning/Betz/1996

4. Catalogs Of Manufactured Resins Companies Such As Lewatit and Purolite

با توجه به نتایج خوب و رضایت بخش روی رزینهای آنیونی خط ۴ و با توجه باینکه خطوط ۱ و ۲ و ۳ فاز ۱ دارای مشکل افت هدایت الکتریکی در خروجی فیلتر آنیون دوم که حاوی رزینهای آنیون قوی Proulita A450 می باشند بودند اقدام به اجرای عملیات بجز مرحله تزریق دی تیونات سدیم در هر سه فیلتر آنیون دوم این خطوط گردید و نتایج آن عبارت از تقریباً حذف زمانهای افت هدایت الکتریکی تا تا رسیدن به هدایت الکتریکی کمتر از $1 \mu\text{s}/\text{cm}$ (که قبل از دفع مواد آلی به ترتیب 36 و 20 و 12 ساعت بودند) بود. همچنین سرعت افت هدایت الکتریکی خروجی این فیلترها بهبود یافته و بسرعت به مقدار $0.2-0.3 \mu\text{s}/\text{cm}$ می رسد بطوریکه قبلاً بجز در مورد خط ۲ هیچگاه به کمتر از $0.5 \mu\text{s}/\text{cm}$ نمی رسید ولی اکنون در کمتر از ۲ ساعت به مقدار مذکور می رسد.

نتیجه

روش بدست آمده از عملیات آزمایشگاهی و انجام آن روی فیلترهای آنیون قوی کلیه خطوط تصفیه خانه آب بی یون فاز ۱ نیروگاه شهید محمد منتظری و آنیون ضعیف خط ۴ حاکی از موفق و کارآمد بودن روش پیشنهاد شده جهت دفع مواد آلی و کلوئیدی رزینهای آنیونی بویژه آنیون قوی و در مورد خط ۴ حذف آهن از رزینهای آنیون قوی می باشد. مهمترین مزایای این روش را میتوان بصورت زیر خلاصه نمود:

۱. دفع موثر مواد آلی و کلوئیدی

۲. دفع تقریباً تمامی مقادیر آهن جذب شده قابل دفع

۳. سادگی عملیات اجرایی