

یون زدایی از آب توسط استفاده همزمان از فرایندهای الکترودیالیز و تبادل یونی

لیلا پهلوانی، احمد محب، سید غلامرضا اعتماد

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی شیمی، کد پستی ۸۴۱۵۴

S8026714@sepahan.iut.ac.ir

چکیده

برای تولید آب عاری از یون همواره روشهایی بکار گرفته شده است. که هر یک با محدودیت ها و معایبی همراه است. در تحقیق حاضر به فرایند الکترودیالیزاسیون که برای تولید آب خیلی خالص و عاری از یون مناسب است پرداخته شده است. و تاثیر عواملی چون تغییر ولتاژ، دبی، غلظت، دما، تغییر ترکیب درصد رزین مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصل از تحقیق نشان می دهد که افزایش ولتاژ باعث بهبود عملکرد سیستم می گردد در صورتیکه افزایش دبی و غلظت خوراک اثر منفی بر روی جداسازی یونها دارد. همچنین در این فرایند بعلاوه تجزیه آب به یونهای H^+ و OH^- و همچنین نشت یون H^+ از غشاء تبادل آنیونی، تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی از محفظه خوراک متناسب با تغییر غلظت یونهای جدا شونده نمی باشد. همین طور اثر اختلاط رزین های بکار گرفته شده نیز این تحقیق نشان میدهد که استفاده از ترکیب وزنی ۷۵٪ رزین آنیونی و ۲۵٪ رزین کاتیونی جداسازی بهتری را به همراه دارد. همچنین تغییر دما نیز موجب بهبود نسبی عملکرد سیستم میگردد.

واژه های کلیدی: الکترودیالیز؛ الکترودیالیزاسیون؛ غشاء های تبادلگر یونی؛ رزین های تبادلگر یونی

مقدمه

بسیار کوچک در آب وجود دارند کاربرد روشهای فوق موثر نبوده و باید از روشهای مناسب دیگر استفاده نمود. لازم به توضیح است که وجود ذرات یونی در آب میتواند موجب بروز مشکلاتی از قبیل ایجاد رسوب در تجهیزاتی مانند دیگهای بخار، خوردگی در تاسیسات و لوله ها، ایجاد مزاحمت در واکنشهای شیمیایی صورت گیرنده در محیط های آبی و غیره گردد [۱] از موارد استفاده آب بدون یون میتوان به کار برد آن در نیروگاههای بخار [۲]، ایستگاههای فضایی [۳]، واحدهای تولید مواد شیمیایی و الکترونیک، صنایع دارویی [۴]، پزشکی و صنایع بسته بندی و ساخت نیمه هادیها [۵]، بیوتکنولوژی و ساخت شیشه های عینک [۶] و لقاح مصنوعی [۷] اشاره نمود.

آب بعنوان یکی از مهمترین مواد در زندگی بشری کاربردهای فراوانی دارد. آب حاصل از منابع طبیعی تقریباً همراه با مواد مزاحم و یونها می باشد که بسته به نوع مصرف مورد نظر بایستی با اعمال روشهای مناسب بعضی و یا حتی تمامی این آلودگیها را جدا نمود. این مواد مزاحم و حتی آلوده کننده میتواند به صورتهای مختلفی مثل مواد و ذرات معلق و کلوئیدی، مواد حل شده غیر الکترولیتی و الکترولیتی و مواد بیولوژیکی باشند. از روشهایی همچون ته نشینی، صاف کردن توسط بسترهای شنی و فیلترهای خاص، اسمز معکوس، کلر زنی، استفاده از مواد منعقد کننده و غیره جهت حذف بسیاری از این مواد استفاده میشود. در مورد مواد حل شده الکترولیتی که به صورت اجزا تفکیک شده

اساس فرایند EDI پیوسته

بصورت کلی یک سیستم EDI از یک سل مشابه سل الکترودیالیز (ED) تشکیل شده است که فضای مابین غشاهای آن با مخلوطی از رزین های تبادلگر پر شده است. در فرایند ED محلول یونی مورد استفاده در هنگام عبور از فضای مابین غشاءها تحت تاثیر میدان الکتریکی یونهای خود را از دست داده و یونها با گذر از غشاء مربوطه به سمت الکتروود با بار مخالف مهاجرت میکنند که این امر موجب کاهش تعداد یونهای موجود در محلول میگردد. از طرف دیگر در فرایند ستونهای تبادلگریونی (IE)، یونهای موجود در محلول جایگزین یونهای موجود در ساختار رزین گشته و بدین وسیله یونهای مزاحم از سیستم خارج میگردند. در این فرایند پس از مدتی رزین ها با یونهای مزاحم اشباع شده و برای احیا مجدد به عملیات شستشو توسط محلولهای اسیدی و بازی نیاز است.

در فرایند EDI از دو اثر حاکم بر فرایندهای ED و IE بصورت همزمان استفاده می شود. در این فرایند محلول حاوی یونهای مزاحم با عبور از فضای بین غشاءها ی نصب شده در سل در اثر برخورد با مخلوطی از رزین های تبادل یون، شروع به مبادله یون با رزین می نماید که با انجام اینکار یونهای جدا شونده با جذب بر روی رزین ها از محلول خارج شده و به نوعی در سیستم متوقف میشوند. در کنار این عمل با اعمال میدان الکتریکی توسط منبع تغذیه جریان مستقیم تعدادی از ملکولهای آب موجود در محلول به یونهای تشکیل دهنده آن، یون هیدروژن و هیدروکسید، تجزیه شده و این یونها تحت تاثیر میدان با عبور از غشاء مربوطه به سمت الکتروود با بار مخالف مهاجرت میکنند. ضمن انجام این عمل یونهای مزاحم جداشونده که با توقف بر روی رزین ها از محلول جدا شده اند نیز تحت تاثیر میدان الکتریکی از رزین جدا میگردند و مجدداً جای خود را به یونهای H^+ و OH^- داده و خود به طرف دیگر غشاء یا محفظه تغلیظ شونده مهاجرت می کنند. این عمل باعث می گردد که رزین بطور پیوسته و بدون نیاز به مواد شیمیایی

از روشهایی که جهت حذف یونهای موجود در آب و تولید آب یون زدایی شده بکار میروند میتوان به ستونهای تبادلگر یونی، الکترودیالیز و تبخیر کننده ها اشاره نمود روشهای مذکور با آنکه دارای کاربرد وسیعی هستند اما هر کدام دارای معایب و محدودیتهایی میباشند. به عنوان مثال میتوان به مصرف زیاد انرژی حرارتی در تبخیر کننده ها و محدودیت کاربرد ستونهای تبادلگر در ظرفیت های بالا و نیاز به سیستم احیا بدلیل اشباع شدن رزین ها که خود باعث طراحی پیچیده در این سیستم می شود [۲] اشاره نمود. از معایب فرایند الکترودیالیز برای یون زدایی میتوان به محدودیت ظرفیت آن و همچنین کاربرد میزان قابل توجهی از انرژی الکتریکی و عدم دست یابی به آب خیلی خالص بدلیل بوجود آمدن مسائلی چون ایجاد جریان محدود شونده (Limiting Current) و پدیده پلاریزاسیون غلظت اشاره نمود گرچه این روش مشکلاتی مثل شستشو و احیای رزین را در فرایند تبادلگرهای یونی به همراه ندارد. با توجه به محدودیت های فوق محققین همواره بر آن بودند که راه حل مناسبی برای فائق آمدن بر این مشکلات بیابند. از راه حل های ارائه شده در این مورد میتوان به استفاده همزمان از سیستم تبادل یون توسط رزین ها و سیستم غشایی الکترودیالیز اشاره کرد. که اختصاراً تحت عنوان الکترودیالیزاسیون (EDI)* نامیده میشود.

در تحقیقهای صورت گرفته بر روی این فرایند که بصورت تجاری در سال ۱۹۸۷ به بازار عرضه شده است [۸] سابقه ای برای یک تحقیق کلی بر روی فرایند بصورت عام که نتایج آن برای استفاده عموم منتشر شده باشد وجود ندارد و تمام نتایج موجود در منابع مربوط به کاربردهای این فرایند در موارد خاص یون زدایی ارایه شده اند.

در این مقاله به بررسی تاثیر عوامل و پارامترهای مختلف همچون اثر تغییر غلظت، تغییر دبی، تغییر دما و ترکیب درصد رزین در ولتاژهای مختلف برای یونهای متفاوت بر روی عملکرد سیستم EDI پرداخته شده است.

* Electrodeionization

در تحقیق حاضر تاثیر این عوامل مورد بررسی قرار گرفته اند و نتایج حاصل به صورت اجمالی ارایه شده است .

سیستم آزمایشگاهی

مهمترین بخش سیستم آزمایشگاهی را سل EDI تشکیل میدهد . این سل از پلاکسی گلاس و بفرم قاب و صفحه و به ابعاد $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ ساخته شده است . شکل ۲ شمایی از این قابها را نشان می دهد. این سل مجموعاً از ۵ قاب و ۳ محفظه تشکیل شده است. قاب اول و آخر ضمن اینکه نقش دیواره ابتدایی و انتهایی سل را به عهده دارند بهنوع تکیه گاهی برای قرار گیری الکترودها بکار رفته اند. در قابهای دوم و چهارم محللهایی برای ورود و خروج محلول شستشو دهنده الکترودها که نقش محلول تغلیظ شونده را نیز به عهده دارند تعبیه شده است. قاب سوم که توسط غشاهای تبادلگر آنیونی و کاتیونی از قابهای دوم و چهارم جدا شده اند بعنوان محفظه رقیق شونده در نظر گرفته می شود. این محفظه با مخلوطی از رزین های آنیونی و کاتیونی پر شده است در وجوه دو طرف این قابها سه کانال برای ورود و خروج محلولها تعبیه شده است و قابها توسط ۱۶ عدد پیچ به یکدیگر متصل شده و تشکیل سل را میدهند. برای جلوگیری از نشت محلولها از واشرهای کاغذی و چسب آبنندی مورد استفاده بدین منظور، استفاده شده است.

غشاهای بکار رفته در این سیستم با نام تجاری AR20045X22K412 از نوع تبادلگر آنیونی و به

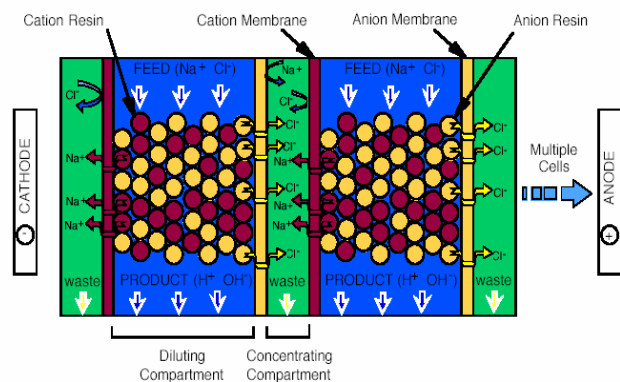
رنگ کهربایی و برای نوع کاتیونی محصول با نام تجاری CR67, MK111 و به رنگ زرد کمرنگ میباشد.

برای رزین های تبادل یونی نیز از نوع آنیونی با نام تجاری IRA-402 و به رنگ شیری و برای نوع کاتیونی از رزین با نام تجاری IRC-148 با رنگ زرد شفاف که هر دو ساخت شرکت Merck می باشند استفاده شده است.

الکترودهای مورد استفاده در این سیستم به صورت صفحاتی نازک به ابعاد تقریبی $8\text{cm} \times 8\text{cm}$ و جنس گرافیت به ضخامت ۴ میلیمتر برای آند و فولاد ضد زنگ به ضخامت ۲ میلی متر برای کاتد میباشد.

خارجی احیا گردد [۴] و [۹]. با اعمال این تکنیک عملاً از رزین بعنوان توقفگاهی برای یونها تا زمان عبور از غشاء استفاده می شود و لذا میتوان با کاربرد سطح غشاء کمتری عمل یون زدایی را انجام داد.

از نکات مثبت این فرایند میتوان به حضور همیشگی یونهای OH^- و H^+ که در اثر تجزیه آب در محیط وجود دارند اشاره نمود. عدم حضور این یونها در فرایند ED سبب ایجاد پدیده پلاریزاسیون غلظت می گردد.

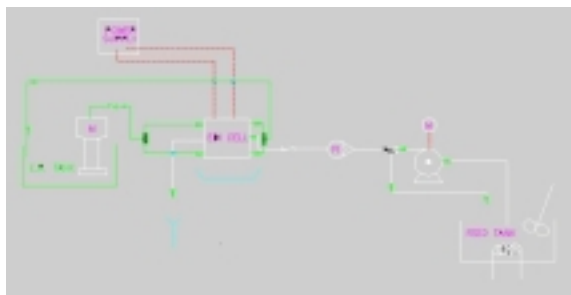


شکل ۱ نحوه فرایند

نکته قابل ملاحظه در فرایند EDI آن است که با وجود آنکه این سیستم دارای قابلیت بالای یون زدایی میباشد اما بدلیل تجزیه آب به H^+ و OH^- کاهش در هدایت الکتریکی محلول متناسب با کاهش در غلظت یونها مزاحم نمی باشد و وجود یونهای H^+ و OH^- بخشی از کاهش هدایت الکتریکی ناشی از خروج یونهای مزاحم را جبران می کنند.

از عوامل تاثیر گذار بر عملکرد فرایند EDI میتوان به غلظت محلول خوراک اشاره نمود. بصورت کلی این فرایند برای جداسازی یونهای موجود در محلولهای با غلظت کم مناسب می باشد و علت آن را می توان در محدودیت ظرفیت رزین های تبادل یون دانست.

از عوامل دیگر که میتواند بر عملکرد سیستم تاثیر داشته باشد دبی جریان خوراک و شدت میدان الکتریکی و همچنین دمای عملیات میباشد. همچنین میتوان به تاثیر نوع رزین و چگونگی اختلاط رزین های تبادلگر کاتونی و آنیونی اشاره نمود.



شکل ۳ نمودار فرایند انجام شده

برای تعیین دقیق غلظت یونهای فلزی از دستگاه جذب اتمی مدل VGP210 استفاده شده است.

در این تحقیق برای انجام آزمایشات از محلولهای نمکی با کاتیونهای Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} با غلظت های متفاوت استفاده شده است. محدوده این غلظت بعنوان مثال برای یون Na^+ از ۳ تا ۲۷ ppm تغییر نموده است.

آزمایشات در چهار شدت جریان ۱۳، ۲۰، ۳۰ و ۳۵ میلی لیتر بر دقیقه و در چهار سطح ولتاژ ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ ولت صورت گرفته است.

به جهت بررسی دما آزمایشات در دو دمای ۲۰ و ۴۰ درجه سانتی گراد انجام شده است.

همچنین اثر ترکیب درصد های مختلف از اختلاط انواع رزین ها نیز بررسی شده است.

میزان راندمان سیستم با R_f مشخص گردیده که به صورت زیر تعریف می گردد:

$$R_f = \frac{Cond._o - Cond._i}{Cond._i}$$

و میزان بازیابی به صورت زیر تعریف میگردد.

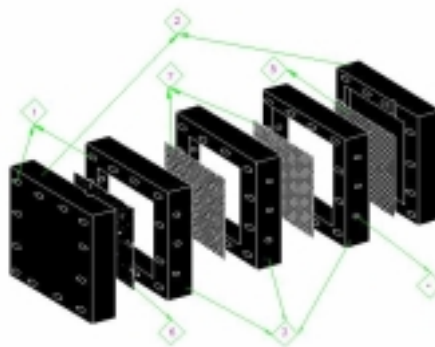
$$Recovery = \frac{Conc._o - Conc._i}{Conc._i}$$

نتایج

- تاثیر ولتاژبر هدایت الکتریکی محلول خروجی:

در شکل ۴ تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی با ولتاژ در دبی و غلظت ثابت نشان داده شده است.

همانطور که مشاهده می گردد با افزایش اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو الکترود شدت جریان الکتریکی عبوری از



شکل ۲ شمایی از قابها

۱:محل پیچ ها ۲:قابهای کناری ۳:قابهای میانی ۴: الکترود آند ۵:الکترود کاتد ۶:محل ورود خوراک ۷: غشائهای تبادلگر

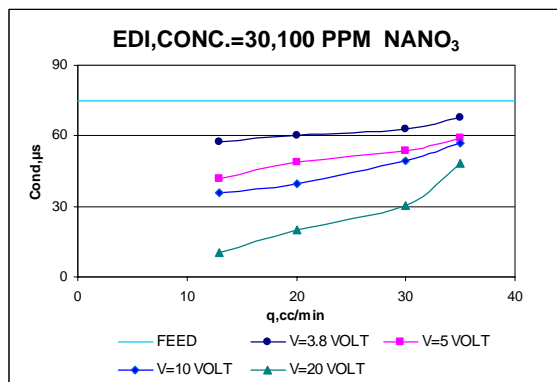
نحوه عملکرد سیستم

توسط یک پمپ دیافراگمی جریان خوراک پس از عبور از یک اندازه گیر جریان (FI) وارد محفظه خوراک می گردد و پس از کاهش میزان غلظت یونها در تانک محصول جمع میشود. نمونه گیری از محصول خروجی بعد از رسیدن سیستم به حالت پایدار انجام میگردد. از یک پمپ غوطه ور برای به جریان در آوردن محلول شستشوی الکترودها* استفاده میشود. محلولهای شستشو دهنده آند و کاتد پس از خروج از سل مجدداً بهم آمیخته شده و به تانک محلول شستشو دهنده الکترودها وارد میگردد تا مجدداً مورد استفاده قرار گیرد.

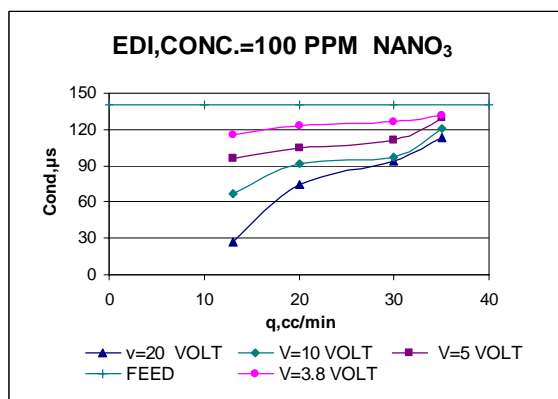
لازم به توضیح است که یونهای عبور کرده از غشاءها نیز به این محلولها اضافه میشوند و این محلولها ضمن شستشوی الکترودها جهت جلوگیری از تجمع حبابهای گازی هیدروژن و اکسیژن تولید شده بر روی الکترودها نقش محلول تغلیظ شونده را نیز به عهده دارند. شمایی از این فرایند در شکل ۳ آورده شده است. اندازه گیری میزان قابلیت هدایت محلولها توسط کندانکتومتر* مدل HANNA HI 8633 و اندازه گیری pH توسط pH متر مدل pmt Model 1004 صورت گرفته است.

* Electrode rinse

* Conduct meter



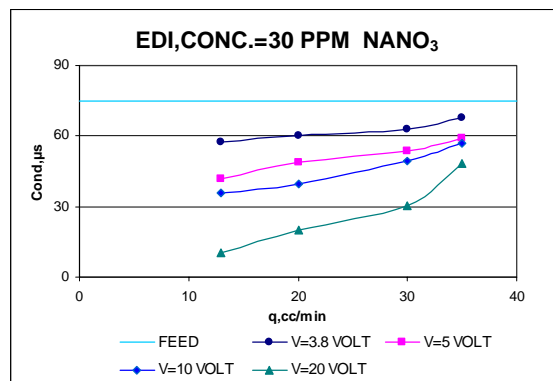
شکل ۵ تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی در دو غلظت ۳۰ PPM و ۱۰۰ PPM



شکل ۶ تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی در دبی های مختلف

- تاثیر ولتاژ بر میزان بازیابی یونهای مختلف برای مقایسه این اثر از یونهای منیزیم و آلومینیوم در مقایسه با یون سدیم با غلظت های یکسان در خوراک استفاده شده است. همانطور که در شکل ۷ مشاهده میگردد با افزایش ولتاژ در دبی و غلظت ثابت از هر کدام از یونها، میزان کاهش غلظت یون کوچکتر بیشتر از یونهای بزرگتر و ظرفیتی میباشد. دلیل این روند را در این واقعیت می توان یافت که علی رغم آنکه یون سدیم دارای بار الکتریکی کوچکتری نسبت به دو یون دیگر می باشد ولی بعلت تحرک بیشتر بواسطه کوچکی میزان جداسازی آن در مقایسه با دو یون دیگر در ولتاژهای پایین بیشتر می باشد. اما این روند همواره یکسان نیست و با افزایش ولتاژ میزان کاهش یون منیزیم بسیار بیشتر از یون سدیم و

غشاء افزایش می یابد و باعث افزایش مهاجرت یونهای مزاحم از محفظه رقیق شونده می گردد. در نتیجه میزان یون زدایی از سیستم افزایش یافته و هدایت الکتریکی محلول کاهش می یابد.

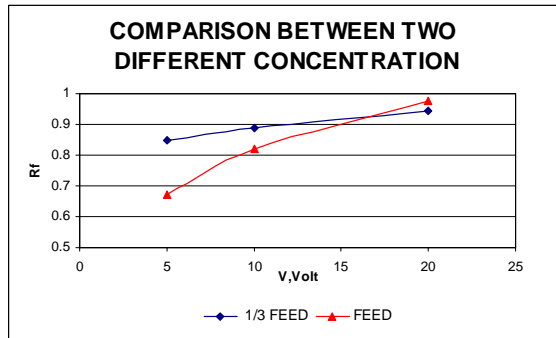


شکل ۴ تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی با ولتاژ در دبی و غلظت ثابت.

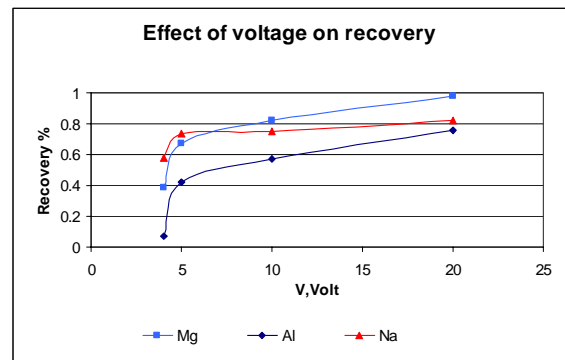
- تاثیر غلظت بر هدایت الکتریکی محلول خروجی: شکل ۵ تغییرات هدایت الکتریکی محلول را در دو غلظت مختلف نشان میدهد. همانطور که گفته شد افزایش غلظت سبب کاهش میزان یون زدایی از سیستم میگردد و بهتر آن است که برای غلظت های بالای یون و یک طراحی خاص دستگاه توسط روشهای دیگر مقدار یون موجود در خوراک را کاهش داد یا از فرایند EDI در ۲ یا ۳ مرحله استفاده نمود. زیرا در این حالت با افزایش غلظت محلول خوراک، رزین ها ظرفیت کافی جهت توقف یونها را ندارند.

- تاثیر دبی و زمان ماند در شکل ۶ تغییرات هدایت الکتریکی محلول خروجی از سل در دبی های مختلف ارایه شده است. همانطور که در شکل آمده است با افزایش دبی زمان ماند سیال درون سل کاهش مییابد و یونها فرصت کافی برای تبادل با رزینها را ندارند و در نتیجه راندمان فرایند کاهش مییابد.

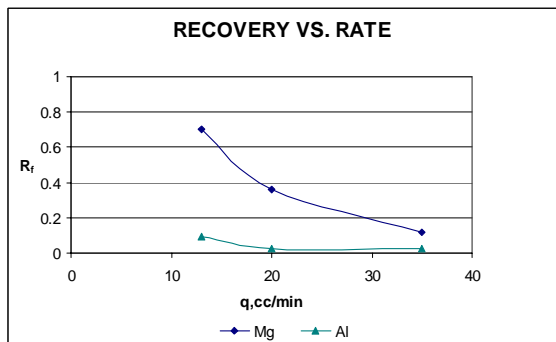
آلومینیوم می باشد و این امر بدلیل خاصیت رزین ها در مورد سختی زدایی می باشد.



شکل ۸ تاثیر غلظت بر روی بازیابی یونها



شکل ۷ تاثیر ولتاژ بر میزان بازیابی یونها در غلظت های یکسان از یونهای مختلف



شکل ۹ تاثیر دبی بر روی بازیابی یونها

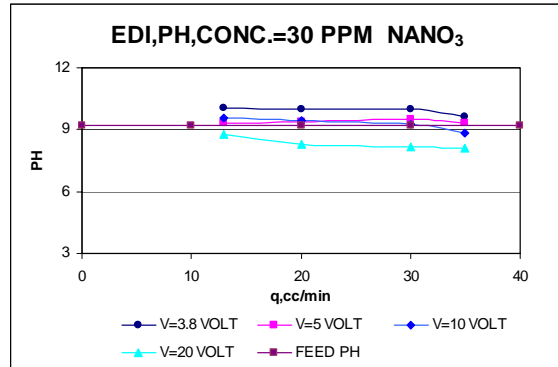
- تغییرات pH در فرایند EDI با تغییرات دبی و ولتاژ

در شکل ۱۰ با افزایش ولتاژ در دبی و غلظت ثابت با کاهش pH مواجه هستیم و این امر بدلیل آن است که با افزایش ولتاژ در بخش آند واکنش الکترودی منجر به تولید پروتون بیشتری میگردد و بدلیل صحیح عمل نکردن غشاءهای آنیونی که نشسته پروتون را سبب می گردند در محلول خروجی از محفظه خوراک کاهش pH مشاهده می گردد. در ولتاژهای پایین pH محلول خروجی از pH خوراک نیز بیشتر میگردد و این به آن دلیل است که در اثر تجزیه آب رقابت بین H^+ و Na^+ یا هر یون مثبت دیگری برای عبور از غشاء کاتیونی از یک طرف و OH^- و NO_3^- و یا هر یون منفی دیگر برای عبور از غشاء آنیونی وجود دارد. در این رقابت H^+ بدلیل جرم و حجم کوچکتر از Na^+ در رقابت خود برتری دارد در صورتیکه برتری OH^- نسبت به NO_3^- ضعیف تر می باشد. لذا H^+ پیش از OH^- از غشاء مربوط به خود عبور

- تاثیر غلظت بر روی بازیابی یونها همانطور که در شکل ۸ مشاهده می گردد با کاهش غلظت در فرایند EDI میزان بازیابی بسیار بهتر صورت گرفته است اما با افزایش ولتاژ میزان بازیابی به یکدیگر نزدیک میگردد. دلیل این اتفاق را نمی توان به صورت زیر خلاصه نمود: در ولتاژهای پایین تجزیه آب کمتر اتفاق افتاده و احیا رزین بصورت ضعیف تری انجام میگردد و نقش رزینها کمتر ظاهر می گردد و بازیابی بیشتر در غلظت های پایین صورت میگردد. اما با افزایش ولتاژ نقش رزینها موثر تر بوده و با توان بیشتری عمل کرده و در نتیجه با افزایش بازیابی در غلظت های بالا روبرو خواهیم بود. این آزمایش با یون منیزیم انجام شده است.

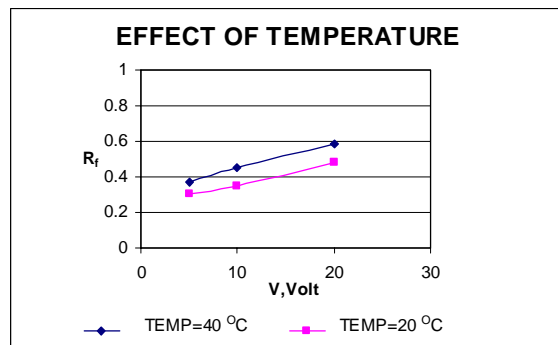
- تاثیر دبی بر روی بازیابی یونها با مشاهده شکل ۹ مشخص میگردد که با افزایش دبی میزان بازیابی کاهش می یابد و این مورد مخصوصا در مورد یونهای ۲ ظرفیتی منیزیم محسوس تر است و به نظر می رسد که بدلیل جوابگو نبودن رزینها در مورد حذف یون آلومینیوم با وجود پایین بودن میزان بازیابی آن، افزایش دبی تاثیر محسوسی در درصد بازیابی ندارد.

کرده و نتیجتاً در سیستم با افزایش غلظت یون OH^- مواجه بوده که بنوبه خود افزایش pH محلول خروجی نسبت به pH خوراک را به همراه دارد. این اتفاق در ولتاژهای بالا تر نیز وجود دارد ولی بدلیل آنکه نشت هیدروژن در سیستم در ولتاژهای بالاتر شدیدتر است اثرات بالا کمتر مشاهده میگردد.



شکل ۱۰ بررسی تغییرات PH با تغییرات ولتاژ ودبی

بررسی تاثیر دما در این فرایند در شرایط ثابت عملیاتی از نظر غلظت خوراک، دبی و اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو الکترود افزایش دما سبب بهبود عملکرد سیستم و افزایش میزان جداسازی می گردد. افزایش دما سبب تحرک بیشتر یونها شده و کاهش ویسکوزیته محلول را در پی خواهد داشت اثر تغییر دما بر روی کاهش میزان یونها در ولتاژهای مختلف در شکل ۱۱ ارایه شده است.



شکل ۱۱ تاثیر دما در فرایند EDI

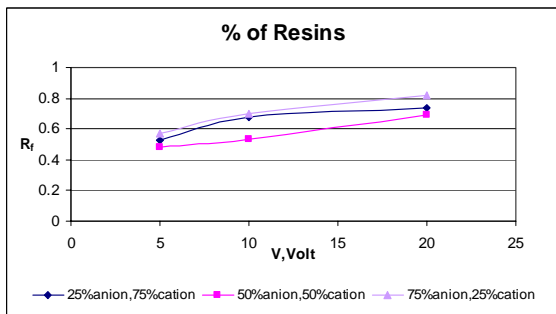
• بررسی تاثیر ترکیب درصد رزین در این آزمایش ۳ ترکیب مختلف از رزین ها در نظر گرفته شده است

۱. ۲۵٪ وزنی از رزین آنیونی و ۷۵٪ وزنی از رزین کاتیونی

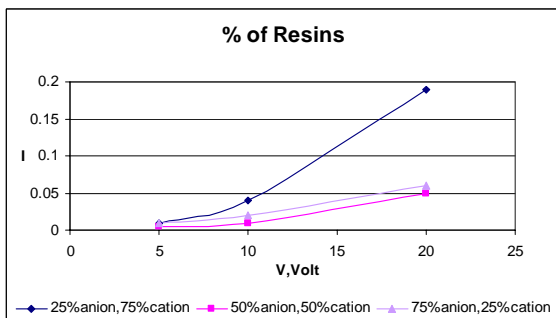
۲. ۵۰٪ وزنی از رزین آنیونی و ۵۰٪ وزنی از رزین کاتیونی

۳. ۷۵٪ وزنی از رزین آنیونی و ۲۵٪ وزنی از رزین کاتیونی

همانطور که در نمودارهای رسم شده شکل ۱۲ مشهود است در صورت استفاده از ترکیب ۷۵٪ وزنی از رزین آنیونی و ۲۵٪ وزنی از رزین کاتیونی در شرایط ثابت عملیاتی میزان یون زدایی در ولتاژ و دبی ثابت بالاتر از زمانی است که از ترکیب های دیگر استفاده شود. اما این در صورتی است که میزان انرژی بیشتری مصرف گردد این مورد در شکل ۱۳ آمده است. به منظور بهینه سازی در سیستم از ترکیب ۵۰٪-۵۰٪ وزنی از هر کدام از رزین های تبادلهگر یونی استفاده شده است.



شکل ۱۲ ترکیب درصد رزین و تغییرات Rf



شکل ۱۳ ترکیب درصد رزین و تغییرات I

water without regeneration chemicals ";The electrochemical Society Interface Vol.7 ,N3,(1998) 26-29

7. Wiemer, K.E.; Anderson, A.; Stewart, B.; "the importance of water quality for media preparation "; Human production Vol. 13 (1998) 160-172

8. Wang, J., Wang, S., Jin, M " A study of the electrodeionization process high purity water production with RO/EDI system" ;Desalination 132 (2000) 349-352

9. Gazni, G; "Electrodeionization for high purity water production "; Millipore corporation; AICHE SYMPOSIUM SERIES; (1988) No .261, Vol.84 ; 73-83

نتیجه گیری

مقایسه نتایج حاصل نشان میدهد که فرایند EDI بخوبی قادر به جداسازی یونها بوده و قطعا این جداسازی همانطور که قبلا نیز بدان اشاره شد در محدوده غلظتهای پایین تر موثرتر واقع می گردد و می توان نتیجه گرفت که بهتر است این سیستم ها در مراحل اولیه یون زدایی بکار گرفته نشود.

از نکات قابل توجه دیگر تاثیر یونهای H^+ و OH^- ناشی از تجزیه آب و همچنین نشت H^+ از غشاء آنیونی می باشد. باید توجه داشت که وجود این یونها باعث میشود که گرچه هدایت الکتریکی ناشی از وجود یونهای جدا شونده کاهش یابد اما هدایت الکتریکی ناشی از وجود یونهای H^+ و OH^- تا حدی کاهش قبلی را جبران می کند. لذا بهتر است که غلظت خود یون به عنوان شاخصی برای عملکرد سیستم در نظر گرفته شود.

همچنین مشاهده شد که تاثیر قوی و ضعیف بودن نوع رزین بر روی میزان اختلاط وزنی رزین ها قابل ملاحظه بوده و این میتواند در مواردی که جداسازی یکی از انواع کاتون یا آنیون بیشتر مد نظر باشد تاثیر گذار باشد.

مراجع

- چالکش امیری. محمد، اصول تصفیه آب، نشر ارکان، چاپ اول، بهار ۱۳۷۶
- Goffin, C; Calay, J; "use of continuous electrodeionization to reduce ammonia concentration in steam generators blow down of PWR nuclear power plants ";Desalination 132 (2000) 249-253
- Spiegel, E.F; Thompson, P.M; Herlden, D.J; Doan, V; Gaspar, D.J; "Investigation of an electrodeionization system for the removal of low concentration of ammonium ions "; Desalination 123 (1999) 85-92
- Jand'Ailly; "EDI Eliminating the need for regeneration chemicals" ; www.gepower.com/ecell/en-us/pdf/article.pdf
- Hernon, B; Zapanalidou, H.; "electrodeionization in power plant application" ; ULTRAPURE WATER (1994) 33-41
- Dimascio, F; Wood, J; Fenton, J; "continuous electrodeionization production of high_purity

