نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران
شماره ۶، بهار ۱۳۶۶

* معرفی یک سیستم جدید چند سلولی خورش الکتروشیمی جهت بررسی و تعیین سریع منحنی مشخصه دزیمترهای دی الکتریک پلیمری نوترون و ذرات باردار

مهدی سهرابی
امور حفاظت در برابر اشعه
سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

در این مقاله یک سیستم جدید چند سلولی خورش الکتروشیمی برای بررسی و تعیین سریع منحنی‌های مشخصه دزیمترهای پلیمری نوترون و ذرات باردار و همچنین برای ارائه خدمات روزمره دزیمتری فردی و محیطی معرفی و مورد بررسی قرار گرفته است. این سیستم چند سلولی از تعداد قابل تغییری سلول کم حجم که بطور موازی و همزمان میتوانند در مدار الکتروشیمی قرار گیرند تشکیل شده است. ساختمان سیستم طوری است که بر روی هر یک از سلولها در مدار میتوان شرائط خورش الکتروشیمی ویژه‌ای را اعمال نمود و همچنین تعداد زیادی دزیمتر را بطور همزمان بررسی و خورش الکتروشیمی نمود.

نتایج بدست آمده از چند بررسی مختلف بویژه بررسی اثر تعداد سلولها و همچنین غلظت محلول خورش بر روی حساسیت نوترون دزیمترهای پلیمری و همچنین قطر متوسط رد پای هسته‌های برگشته ناشی از برخورد نوترون با اتم‌های دزیمتر پلی کربنات و CR-39 نشان داد که این سیستم دارای مزایای زیادی نسبت به سیستم های تک سلولی دارد که از مزایای ویژه آن کاهش فاحشی است که در زمان کل عملیات برای بدست آوردن یک منحنی مشخصه و یا خورش تعداد زیادی دزیمتر داده میشود. بمنظور تفهیم مزایای این سیستم نسبت به سیستم های تک سلولی موجود، در این مقاله نتایج مقدماتی بررسیهای انجام شده و مزایای این سیستم جدید ارائه میگردد. همچنین در این بررسی یک غلظت محلول خورنده جدید (۱۵N KOH) برای خورش الکتروشیمی دزیمترهای پلیمری بدست آمده که میتواند بطور موثر با راندمان زیاد رد پای هسته‌های برگشته با انتقال خطی انرژی (LET) کم ناشی از نوترون (احتمالا" شامل رد پای پروتون) و همچنین رد پای ذرات آلفا را در یک برد وسیعی از انرژی بدون انجام عملیات پیش خورش شیمیائی در یک زمان نسبتا" کوتاه خورش و آشکار نماید. لذا در این مقاله یک سیستم جدید خورش الکتروشیمی چند سلولی معرفی شده و نتایج حاصل از پاره‌ای از مطالعات پارامتریک انجام شده در این بررسی و همچنین مزایای سیستم را ارائه و مورد بحث قرار خواهد داد.

---

* این مقاله، از مقاله زیر که توسط این پژوهشگر تهیه و بچاپ رسیده است برگردان شده است:

M. Sohrabi, A New Multi-Chamber Electrochemical Etching System Approach for Rapid Characteristic Response Studies in Polymeric Dosemeters, Radiation Protection Dosimetry. Vol.12, No.1 PP. 55-59 (1985).

مقدمه

تعیین و بررسی سریع منحنی مشخصه آشکارسازی ردپای ذرات باردار در دزیمترهای پلیمری در یک برد وسیعی از پارامترهای خورش الکتروشیمی و همچنین از نظر تعیین شرائط بهینه کارحائز اهمیت بسزا در دزیمتری نوترون و ذرات باردار میباشد. بویژه وقتی یک پلیمر جدید معرفی میگردد و یا شرائط خورش الکتروشیمی جدیدی لازمست اعمال گردد اهمیت تعیین این منحنی های مشخصه بیشتر میگردد.

بطورکلی، پارامترهای متعددی را ندمان خورش الکتروشیمی را کنترل مینمایند. این پارامترها شامل ویژگیها یا خصوصیات فیزیکی و شیمیائی پلیمر (ترکیب شیمیائی، ضخامت، واندازه موثر پلیمر)، شرائط خورش شیمیائی محلول خورنده (غلظت، درجه حرارت و مدت خورش)، شرائط میدان الکتریکی متناوب اعمال شده (مثل قدرت میدان یا Field Strength و فرکانس) و نوع، انرژی و یا تعداد ذره تابیده شده در واحد سطح و یا دز میباشد.

در عمل، تعیین هر منحنی مشخصه یا پارامتریک خورش الکتروشیمی دزیمترهای پلیمری معمولا" بطور نقطه به نقطه در یک برد گسترده ای از مقادیر با خورش الکتروشیمی یک یا چند پولک (foil) دزیمتری در یک سیستم تک سلولی انجام میشود که تمام دزیمترها را در شرائط خورش الکتروشیمی برابر تحت عمل خورش الکتروشیمی قرار میدهد (۱۶-۱). این روش خورش الکتروشیمی با سیستم تک سلولی معمولا" وقت گیر، خسته کننده و موجب خطاهای تجربی متعددی است. برای مثال، اگر تعیین منحنی های مشخصه غلظت محلول خورش در یک دزیمتر نوترون مثل حساسیت نوترونی و یا قطر ردپا بر حسب غلظت در ۱۸ محلول متفاوت با غلظتهای ۱ الی ۱۸ نرمال برای زمان خورش الکتروشیمی شش ساعت مورد نظر باشد، یک زمان عملیات کلی حدود ۱۰۸ ساعت کارمفید (حدود ۱۸ روزکاری) مورد نیاز است. بویژه اگر لازم باشد که منحنی مشخصه بدست آمده جهت اطمینان از پدیده های مشاهده شده تکرار گردد این زمان دو برابر یعنی برابر ۳۶ روزکاری خواهد شد.

با بکار بردن یک سیستم جدید خورش الکتروشیمی مناسب چند سلولی، مسائل مذکور میتواند بطور کلی حل گردد. لذا، هدف از این بررسی اینستکه نکات زیر را در رابطه با مسائل فوق الذکر مورد مطالعه قرار دهد:

الف ــ یک سیستم جدید خورش الکتروشیمی چند سلولی که دارای مزایای زیادی نسبت به سیستم های تک سلولی موجود میباشد و در امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران ابداع، طراحی و ساخته شده است معرفی نماید.

ب ــ اثر تعداد سلولهائی که در مدار الکتروشیمیی ق.ا. میگیرند را بر روی تغییرات حساسیت نوترونی (شمارش ردپای هسته های برگشته $cm^2 . Gy$) وقطر متوسط این ردپاها را برای دزیمتر پلی کربنات مورد مطالعه قرار دهد.

ج ــ نتایج مقدماتی منحنی های مشخصه دزیمتر نوترون CR-39 برحسب غلظت محلول خورنده درخورش الکتروشیمی مورد بررسی قرار گیرد.

د ــ یک شرایط جدید خورش الکتروشیمی تک مرحله ای را با حذف مرحله پیش خورش شیمیائی برای خورش موثر ردپای هسته ای برگشته ناشی از نوترون و ذرات آلفا در برد وسیعی از انرژی در دزیمترهای پلیمری CR-39 معرفی شده و مورد بررسی قرار میگیرد.

ساختمان سیستم خورش الکتروشیمی جدید و روشها

سیستم جدید خورش الکتروشیمی چند سلولی مورد بحث در امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران ابداع، طراحی و ساخته شده و در بررسیهای مختلف دزیمتری از آن استفاده شده است. این سیستم از سلولهای منفرد و مستقل از هم که دارای حجم کم برابر ۱۲ سانتیمتر مکعب میباشند بطور مستقل از هم ساخته شده که میتوان این سلولهای مستقل را بطور موازی در مدار قرار دهد و یک یا چند دزیمتر پلیمری را بطور همزمان خورش

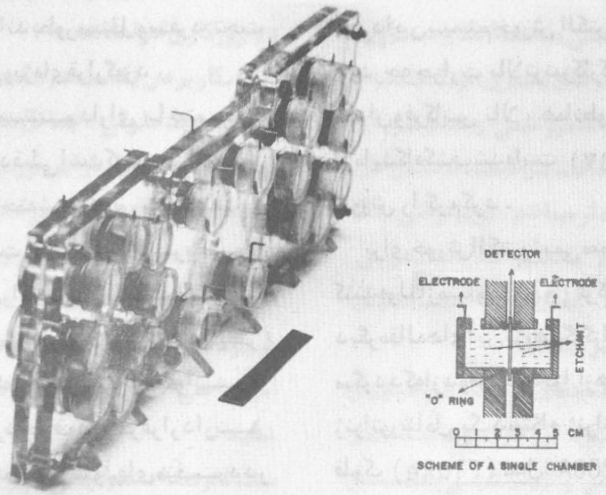
الکتروشیمی نماید . دراین سیستم هرسلول حاوی یک دزیمتر پلیمری است که میتواند بطور مستقل ومنفرد تحت شرائط خورش الکتروشیمی ویژه‌ای قرارگیرد .

هرسلول منفرد دراین سیستم دارای ساختمان سیستم های تک سلولی منفرد قبلی است که توسط این پژوهشگر قبلا " طراحی وساخته شده ودر بررسیهای گسترده‌ای بکار برده شده است (۳،۵) . هرسلول میتواند یک دزیمتر پلیمری را مابین دو حلقه لاستیکی بشکل "O" (با قطر موثر تحت خورش حدود ۱۹ میلیمتر) بطور ثابت نگهدارد بطوریکه دزیمتر پلیمری میتواند محلول دونیمه سلول راکه در دو طرف دزیمتر قرار دارند بطور الکتریکی ازهم ایزوله نماید . سلولهای منفرد در روی صفحات مشترک نصب شده اند ودراین طرح میتوانند تشکیل سیستم های مرتبط چهارسلولی وهشت سلول را بدهند بطوریکه نسبت به مرکز صفحه باهم تقارن دارند ، شکل ۱ طرح عمومی سیستم های چهارسلولی وهشت سلولی را درکنارهم وهمچنین برش عمودی یک سلول منفرد را نشان میدهد . این سیستم ها از پلیمرشفاف پلکسی گلاس ساخته شده اند . بستگی به نوع کاربرد ، یک یا چند سلول میتوانند درمدار قرارگیرند . شکل ۲ سیستم چند سلولی را درمدار نشان میدهد که در آن از ۲۰ سلول منفرد در پنج سیستم چهارسلولی استفاده شده است . این مجموعه تقریبا " با این تعداد سلول منفرد در مدار در بررسیهای مختلف گروه پژوهش وتوسعه خدمات دزیمتری نوترون و ذرات بارداراموحفاظت در برابر اشعه بکار برده شده است . دراین سیستم ، همانطورکه در شکل ۲ نشان داده شده است ، محلول خورش میتواند توسط یک سرنگ از سوراخ بالای هرنیم سلول بداخل آن ریخته شود . همچنین درجه حرارت محلول خورش درهر سلول میتواند با یک میزان الحرارد که در سوراخ بالای هر سلول قرارمیگیرد درحین خورش الکتروشیمی بطور مداوم اندازه گیری گردد که ازاین امکان بنحو احسن در آزمایشهای مربوط به کشف پدیده خودگرمائی استفاده گردیده است (۱۷) .

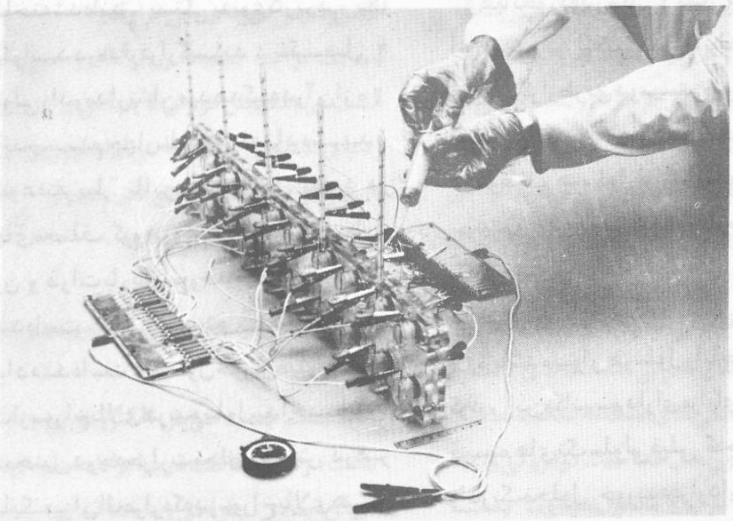
خورش الکتروشیمی معمولا " در درجه حرارت حدود ۲۵ °C انجام میگیرد ، ولی درصورت نیاز میتوان با قراردادن سیستم خورش الکتروشیمی دریک محیط گرم دردرجه حرارت بالاترنیزکارکردویا با اعمال قدرت میدان وفرکانس بالا ، همانطورکه اخیرا " دراین آزمایشگاه کشف شده است (۱۷) ، بطورداخلی محلول خورش را گرم کرد .

برای خورش الکتروشیمی معمولا " ازیک ژنراتورتولید کننده ولتاژمتناوب (ac) فرکانس بالا ، همانطورکه در دیگرمقاله‌های این پژوهشگرگزارش شده است ، استفاده میگردد که ازدوقسمت مجزا ازهم تشکیل شده است . این ژنراتورشامل یک دستگاه ژنراتور ac ساخت کارخانه فلوک (Fluke) مدل 5200A که میتواند ولتاژتا ۱۲۰ ولت را با موج سینوسی بافرکانس ۱۰ هرتزتا ۱۰۰ کیلوهرتز تولید نماید وهمچنین یک دستگاه تقویت کننده ساخت کارخانه فلوک مدل 5215A که میتواند ولتاژ خروجی دستگاه فوق را درفرکانس مورد نظرتا ۱۲۰۰ ولت (RMS) تقویت نماید . این سیستم بطور کلی دارای دقت و پایداری بسیارخوبی است .

همانطورکه درشکل ۲ نشان داده شده است جهت انجام خورش الکتروشیمی ، ولتاژخروجی ژنراتور فوق الذکرازطریق دوسیستم ورودی پخش کننده مدار به دوسردوالکترود ازفولادزنگ نزن بقطریک میلیمترکه دردوطرف هرسلول قراردارندوصل میگردد . این سیستم ورودی پخش کننده مدار میتواند با داشتن سیستم های مختلف رابط یک یا چند سلول را بطور دلخواه درمدار قراردهد ، بطوریکه درهرلحظه که لازم باشد میتوان هرسلول را باختیارخود ازمدارخارج کرد . این مکانیسم دارای مزایای زیادی نسبت به سیستم های تک سلولی قبلی که چندین پولک دزیمتری را دریک محلول خورنده قراردارند میباشد (۵،۱۱، ۲) ، بویژه وقتیکه زمان خورش مورد مطالعه بوده یا یک سلول بهردلیل که نیازباشد از مدارخارج گردد . مثلا " وقتیکه سلول دراثرجرقه زدن در پلیمر (break down) یعنی پدیده‌ایکه درآن یک قوس الکتریکی ناشی از الکترونها و یونهاکه میتواند



شکل ۱. یک سیستم چهارسلولی خورش الکتروشیمی دروسط و دو سیستم هشت‌سلولی جمعا" ۲۰ سلول رادرمدار قرارداده‌است. همچنین یک مقطع شماتیک ازیکی ازسلولهای خورش الکتروشیمی در شکل نشانداده شده است.



شکل ۲. یک سیستم خورش الکتروشیمی شامل پنج سیستم چهارسلولی جمعا" ۲۰ سلول منفردرادرمدارالکتروشیمی قرارداده‌است. ولتاژ ورودی از طریق دوسیستم پخش کننده ولتاژ به‌شاخه‌های مختلف تقسیم‌گردیده و به هریک ازسلولها که‌دارای الکترد مجزامیباشنداعمال گردیده‌است.

توان ژنراتور در فرکانس بالا را در یک رد پائی با مقطع موثر عبوری باریک بصورت یک جرقه آزاد نماید و در نتیجه منجر به افت فوری ولتاژ گردد. در این صورت با قطع مدار مربوط به آن سلول، مجددا" ولتاژ لازم برقرار شده و خورش الکتروشیمی ادامه میابد، یعنی عملی که با سیستم های تک سلولی میسر نیست و منجر به بی ثمر شدن آن آزمایش میگردد.

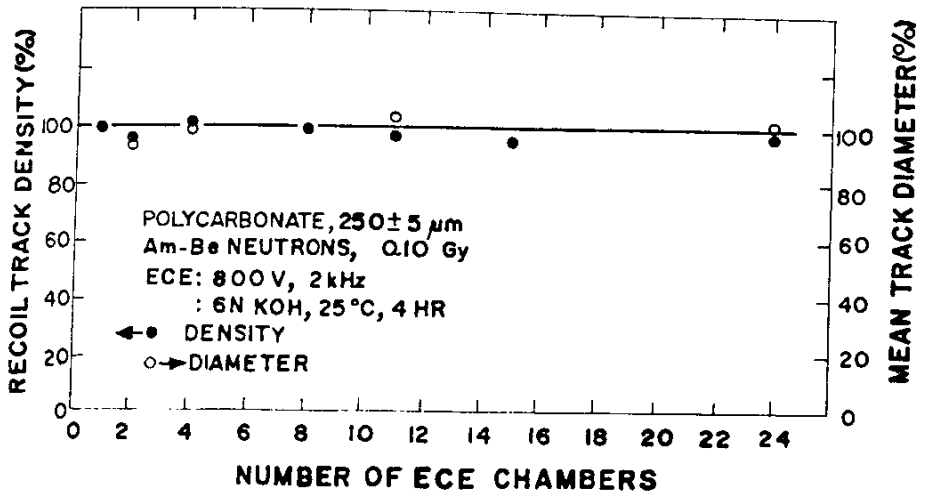
دزیمترهای بکار برده شده در این بررسی شامل دزیمتر پلی کربنات و آلیل دای گلیکل کاربنات (CR-39) بوده اند. پولک های دزیمتری پلی کربنات دارای ضخامت ۵ ± ۲۵۰ میکرن بوده که از شرکت ترانزیلرپ (Transilwrap Plastic Company) در دوراویل ایالت جورجیا تهیه شده است. پولک های دزیمتری CR-39 که دارای ضخامت ۲۸ ± ۲۸۵ میکرن بوده از شرکت پرشور مولدینگ (Pershore Moulding) واقع در پرشور انگلستان تهیه شده است. این پولک های دزیمتری جهت این بررسی به ترتیب تحت تابش ۰/۰۱ گری (۱۰ راد) و ۰/۰۵ گری (۵ راد) از نوترونهای ناشی از چشمه نوترون Am-Be قرار گرفته اند. شرائط خورش الکتروشیمی انجام شده در متن مقاله ذکر گردیده است.

یافته ها و بررسی آنها

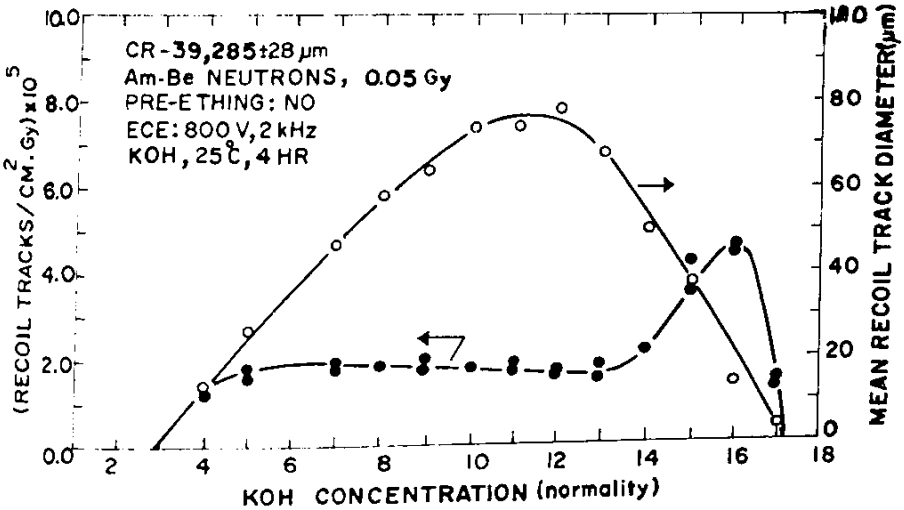
برای بکارگیری سیستم جدید خورش الکتروشیمی چند حفره ای برای مطالعه و بررسی منحنی مشخصه دزیمترهای پلیمری، در ابتداء لازم بود که اثر اضافه کردن سلولهای اضافی در مدار بر روی پارامترهای مورد مطالعه مثل حساسیت نوترونی و همچنین قطر رد پاها مورد بررسی قرار گیرد. لذا در این بررسی از پولک های دزیمتری پلی کربنات که دارای ضخامت نسبتا" یکنواخت برابر ۵ ± ۲۵۰ میکرن بودند استفاده گردید. این دزیمترها در محلول ۶ نرمال هیدروکسید پتاسیم (KOH) در ۲۵ °C با اعمال مقاومت میدان ۳۲ KV/cm با فرکانس ۲ KHz برای مدت چهار ساعت تحت خورش الکتروشیمی قرار گرفتند. در این آزمایش بترتیب از یک تا ۲۴ سلول در مدار قرار داشتند. شکل ۳ درصد شمارش هسته های برگشته ناشی از نوترون و همچنین درصد قطر متوسط این رد پاها بر حسب تعداد سلولهای اضافه شده به مدار را نسبت به وجود یک سلول در مدار نشان میدهد. همانطور که مشاهده میگردد پاسخ بدست آمده تقریبا" خطی و افقی است و هیچگونه تغییری در حساسیت نوترونی و همچنین قطر رد پاها با اضافه کردن یک تا ۲۴ سلول در مدار مشاهده نشده است. این مشاهده در بررسیهای دزیمتری و پارامتریک که لازمست اضافه کردن تعداد بیشتری سلول تغییری در پاسخ قابل انتظار نداشته باشد حائز اهمیت بسزا است و این سیستم چند سلولی را بسیار مناسب برای چنین بررسیهائی معرفی مینماید.

بعنوان یک کاربرد مقدماتی این سیستم چند سلولی در بررسیهای پارامتریک، اثر غلظت هیدروکسید پتاسیم (برحسب درجه نرمال) روی حساسیت نوترونی و قطر متوسط رد پای هسته های برگشته در دزیمتر CR-39 تحت شرائط اعمال کردن ۲۸ KV/cm در فرکانس ۲ KHz برای مدت چهار ساعت و برای ۱۸ غلظت مختلف با درجه نرمال ۱ تا ۱۸ مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی تعداد ۱۸ سلول در مدار قرار داشتند و هر سلول توسط یک محلول خورنده هیدروکسید پتاسیم با درجه نرمال معین پر شده بود. شکل ۴ نتایج این بررسی و منحنی تغییرات حساسیت نوترون و قطر رد پای هسته های برگشته را بر حسب غلظت هیدروکسید پتاسیم در شرائط ذکر شده نشان میدهد. بمنظور اطمینان از دقت منحنی های بدست آمده، آزمایش مربوط به بدست آوردن تغییرات شکل ۴ مجددا" در همان شرائط تکرار گردید. نتایج این آزمایش تکراری نیز در همان شکل نشان داده شده است که موید دقت اندازه گیری در دو آزمایش مذکور بوده است.

منحنی تغییرات حساسیت نوترون و قطر رد پا بر حسب غلظت که در شکل ۴ برای دزیمتر CR-39 نشان داده شده است روندی را مشابه روند چنین منحنی هائی



شکل ۳. درصددانستیه ردپای هسته‌های برگشته ناشی ازنوترون (محورچپ) و درصدقطرمتوسط ردپای هسته‌های برگشته (محورراست) برحسب تعداد سلولهای خورش الکتروشیمی درمدارقرار گرفته شده با استفاده ازدزیمتر پلی‌کربنات و با اعمال مقاومت میدان $^{-1}$kV.cm ۳۲ (۸۰۰ ولت) درفرکانس kHz ۲ درمحلول شش نرمال KOH در °C ۲۵ برای مدت چهارساعت.



شکل ۴. حساسیت نوترونی و قطرمتوسط ردپای هسته‌های برگشته برحسب غلظت KOH برای دزیمترهای CR-39 با اعمال شرائط خورش الکتروشیمی برابر $^{-1}$kV.cm ۲۸ (۸۰۰ ولت) درفرکانس kHz ۲ و در °C ۲۵ برای مدت چهارساعت (بدون پیش خورش شیمیائی).

برای دزیمتر پلی کربنات نشان میدهد . یعنی وجود تغییرات افقی با یک قله در حساسیت نوترون حدود ۱۶ نرمال ووجود یک ماکزیمم در منحنی قطر برحسب غلظت که این نتایج در مقالات دیگر گزارش گردیده است (۳،۱۷) . همچنین در محدوده غلظت های مطالعه شده ، اندازه وشکل ردپاها کاملا" در غلظت های مختلف متفاوتند که این تغییرات در شکل ۵ (a الی i) بترتیب برای غلظت های ۴، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ نرمال نشان داده شده است .

با بررسی منحنی های تغییرات حساسیت نوترون وقطر ردپا در شکل ۴ وهمچنین مشخصات وشکل ردپاها در شکل ۵ میتوان چنین مشاهده کرد که حساسیت ویا اندازه ردپا مربوط به غلظت های ۵، ۱۱ و ۱۶ نرمال دارای مشخصات ویژه ای هستند . لذا میتوان این غلظت ها را بعنوان غلظت های بهینه یا : Optimum Concentration درکاربردهای مختلف استفاده کرد . غلظت ۵ نرمال تقریبا" بالاترین حساسیت نوترونی را درمحدوده غلظت های تا ۱۳ نرمال نشان میدهد وهمچنین دارای شکل ردپای مشخص ویکنواختی است . غلظت ۱۱ نرمال در این محدوده بزرگترین قطر ردپا را ایجاد میکند در جائیکه هنوز حساسیتش تقریبا" برابر دیگر حساسیت - های محدوده ذکر شده است . ازمیان غلظت های مطالعه شده ، غلظت ۱ نرمال بالاترین حساسیت یعنی حدود ۲/۵ برابر بزرگتر از دو غلظت دیگر ذکر شده است . لذا این غلظت از نظر دزیمتری حائز اهمیت است .

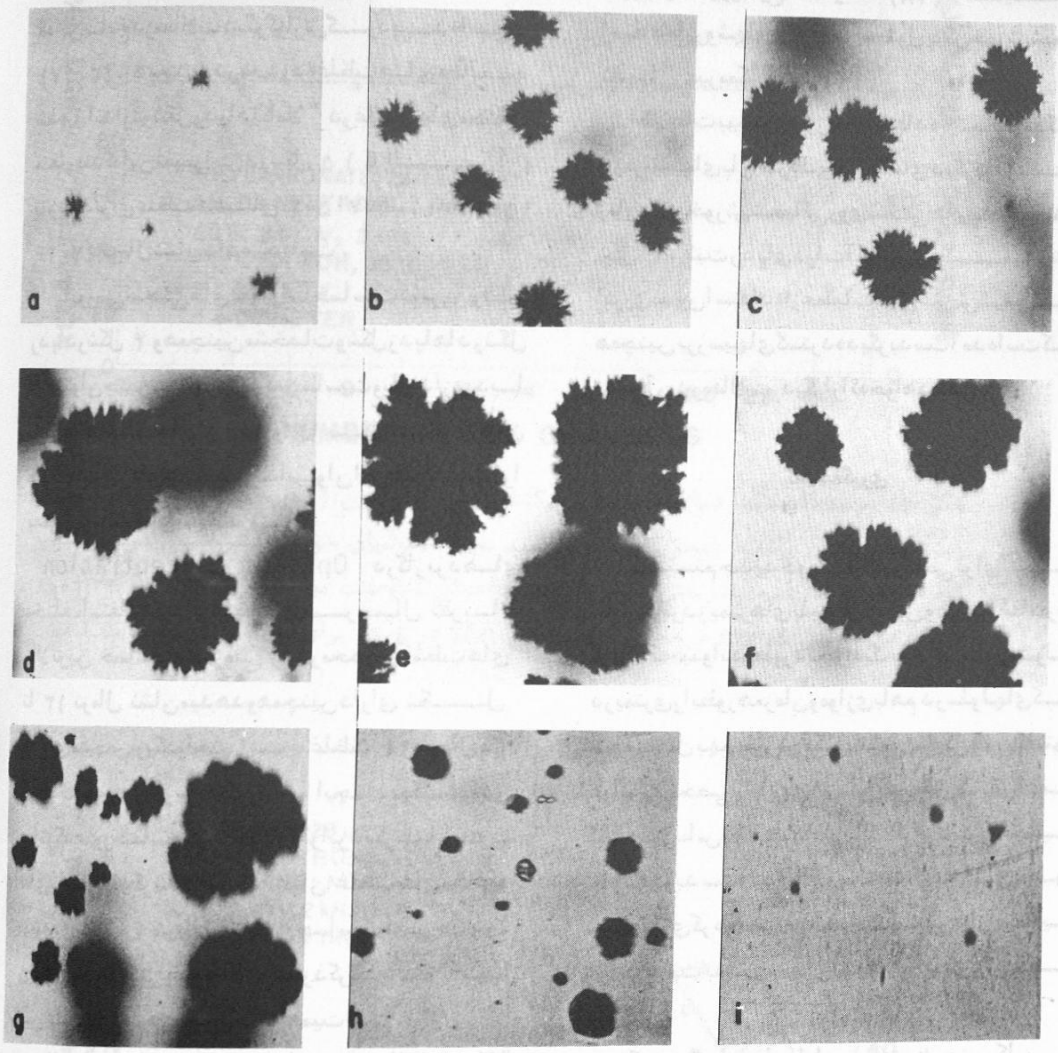
با این وجود ، بعضی از ردپاهای ۱۶ نرمال کاملا" درشت ومشخص نشده اند که میتوانند در اندازه گیریها ایجاد خطا نمایند . همچنین این غلظت نزدیک غلظت پیش خورش شیمیائی روی منحنی های بدست آمده در ۱۷ نرمال است که تقریبا" نقطه کشنده یا ازبین برنده ردپاها است . لذا غلظت ۱۵ نرمال بعنوان یک غلظت بهینه در این محدوده انتخاب گردید که میتواند مزایای زیادی را نسبت به دیگر غلظت ها داشته باشد . ازجمله دارای درشتنمائی کافی وهمچنین حساسیتی کمی کمتر از ۱۶ نرمال است . لذا استفاده از این غلظت جدید میتواند حتی ردپای ذرات آلفا در یک برد گسترده ای از انرژی را بطور وضوح آشکار کند (۱۸) ، عملیکه با استفاده از روشهای بکاربردن محلول پیش خورش شیمیائی تقریبا" غیرممکن است (۱۹) .

اطلاعات بیشتری در زمینه استفاده از سیستم مذکور در بررسیهای پارامتریک وکاربردهای دیگر بویژه اثر زمان پیش خورش شیمیائی روی منحنی های بدست آمده در شکل ۴ ، ثبت ردپای ذرات آلفا در برد گسترده ای از انرژی بدون استفاده از عملیات پیش خورش شیمیائی و همچنین بررسیهای گسترده دیگر بدست آمده است که نتایج آن در مقالات دیگر ارائه خواهد شد .

نتیجه گیری

یک سیستم جدید خورش الکتروشیمی برای آشکارسازی موثر دزیمترهای پلیمری نوترون وذرات آلفا معرفی گردید که میتواند بطور دلخواه یک یا چند پولک دزیمتری را بطور همزمان وموازی با هم در سلولهای کم حجم متصل بهم خورش الکتروشیمی نماید بطوریکه بتوان شرائط مشخصی را بر روی هر سلول ، بطور مستقل اعمال کرد . براساس مطالعاتیکه در بالا ذکر گردید وهمچنین تجربیات بدست آمده با این سیستم ، چنین میتوان نتیجه گیری کرد که این سیستم چند سلولی دارای مزایای زیادی نسبت به سیستم های تک سلولی دیگر دارد که شامل :

۱ـ یک ویژه گی استفاده از این سیستم در چنین کاربردها کاهش فاحشی است که در زمان کل عملیاتیکه لازمست برای بررسی برد گسترده ای از پارامترها توسط سیستم های تک سلولی انجام شود داده میشود . برای مثال ، زمان کل عملیات برای بدست آوردن منحنی های مشخصه شکل ۴ (با درنظرگرفتن دو آزمایش تکرار شده) تقریبا" ۱۰ ساعت بود . درصورتیکه با استفاده از سیستم تک سلولی این زمان به ۱۸۰ ساعت یعنی ۳۶ روز کاری افزایش میابد . بعبارت دیگر زمان کل عملیات با استفاده از



شکل ۵. عکس میکروسکپی ردپای هسته‌های برگشته ناشی‌از نوترونهای تند دردزیمترهای CR-39 که با اعمال شرائط خورش الکتروشیمی $28kV.cm^{-1}$ در ۲ kHz برای چهارساعت درمحلولهای هیدروکسید پتاسیم دردرجه‌حرارت ۲۵ °C و درغلظتهای با درجه نرمال متفاوت بترتیب شامل : a-۴N، b-۵N، c-۷N، d-۹N، e-۱۱N، f-۱۴N، g-۱۵N، h-۱۶N و i-۱۷N (جهت بدست‌آوردن قطر متوسط این ردپاها به شکل ۲ مراجعه گردد).

سیستم چند سلولی حدود ۱۸ برابر جهت انجام این بررسی کاهش یافته است .

۲ـ تمام سلولها یک خطای مساوی را در ارتباط با تغییرات ولتاژ ، فرکانس ، درجه حرارت ، زمان وغیره تحمل مینمایند . یعنی خطای آزمایش می نیمم بوده ودر تمام سلولها تقریبا " برابر است .

۳ـ درجه حرارت هر سلول میتواند بطور مستقل وبآسانی با یک میزان الحراره که در بالای هر سلول قرار میگیرد کنترل گردد .

۴ـ چندین پارامتر خورش الکتروشیمی میتواند بآسانی در یک زمان کوتاه بطور درهم مورد مطالعه قرار گیرد .

۵ـ ولتاژ هر سلول در هر لحظه ویا در اثر یک جرقه احتمالی در سلول میتواند بطور دلخواه قطع گردد بدون اینکه اثری برروی دیگر سلولها داشته باشد .

۶ـ با اضافه کردن چند سیستم چهار سلولی ویا هشت سلولی ویا هر تعداد دیگری که طراحی گردد ویا با اضافه کردن یک یا چند ژنراتور اضافی میتوان در روز چند صد دزیمتر را برای امور دزیمتری یک مرکز ویا خدمات تجاری استفاده کرد .

در این بررسی ، همچنین منحنی های مشخصه مربوط به حساسیت نوترونی وقطر ردپاها بر حسب غلظت هیدروکسید پتاسیم بدست آمده تغییراتی را مشابه همان پارامترها در دزیمتر پلی کربنات نشان میدهند (۱۶) . بویژه غلظت ۱۵ نرمال هیدروکسید پتاسیم بعنوان یک محلول خورنده با راندمان بالا در این بررسی پیشنهاد گردیده که میتواند در پای هسته های برگشته ناشی از نوترون در این دزیمترها وهمچنین ردپای ذرات آلفا را در برد گسترده ای از انرژی بطور موثر وبدون اعمال عملیات پیش خورش شیمیائی آشکار نماید که نتایج در مقالات دیگر گزارش خواهد گردید .

REFERENCES

1. L. Tommasino, Electrochemical Etching of Damage Track Detectors by Pulse and Sinusoidal Wave Forms. In Proc. 7th Int. Coll. Corpuscular Phot. and Visual Solid Detectors, Barcelona (1970).
2. M. Sohrabi, the Amplification of Recoil Particle Tracks in Polymers and its Applications in Fast Neutron Personnel Dosimetry. Health Phys. 27, 598 (1974).
3. M. Sohrabi, Electrochemical Etching of Low-LET Recoil Particle Tracks in Polymers for Fast Neutron Dosimetry. Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta (1975).
4. G. Somogyi, Processing of Plasic Track Detectors. Nucl. Track Det.1, 3 (1977).
5. M. Sohrabi, and K.Z. Morgan, A New Polycarbonate Fast Neutron Personnel Dosimeter. Am.Ind.Hyg.Assoc.J.39, 438 (1978).
6. R.B. Gammage, and A. Ghowdhury, Effect of Etching Solution Normality on Electrochemical Etching of Recoil Particle Tracks in Polycarbonate. Health Phys.36.429 (1979).

7. R.V. Griffith, D.E. Hankins, R.B. Gammage, L. Tommasino and R.V. Wheeler, Recent Developments in Personnel Neutron Dosimeters - A Review. Health Phys.36.235 (1979).
8. G. Somogyi, G. Dajko, K. Turek and F. Spurny, Measurement of Low Neutron-Fluences Using Electrochemically Etched PC and PET Track Detectors. Nucl. Tracks Det.3, 125 (1979).
9. S.A.R. Al-Najjar, R.Z. Bull and S.A. Durrani, Electrochemical Etching of CR-39 Plastic: Applications to Radiation Dosimetry, Nucl. Track Det. 3, 169 (1979).
10. Y. Eisen, Z. Karpinowitz, A. Gavron, A. Tal, Y. Itzkin and T. Schlesinger, Developments of a Polycarbonate Fast Neutron Dosimeter and Comparison with the Conventional Emulsion Dosimeter, Health Phys.38, 497 (1980).
11. M. Sohrabi, Electrochemical Etching of Fast-Neutron-Induced Recoil Tracks: The Effects of Field Strength and Frequency. Nucl. Track. Det. 4, 131 (1981).
12. M. Sohrabi and E. Khajeian, Some Electrochemical Etching Studies on the Registration of Alpha Particle Tracks in Polycarbonate. Nucl. Instrum. Methods 185, 407 (1981).
13. J. Olszewski, T. Domanski, M. Hawrinski and W. Chruscielewski, some Aspects and Results of the Electrochemical Etching of a Thin-Foil Track Detector. Nucl. Track. Det.6, 161 (1982).
14. Y. Kumanoto, Measurement of Low Neutron Fluences with Polycarbonate Foils Electrochemically Etched with Methyl Alcoho-KOH Solution. Health Phys. 42, 497 (1982).
15. A.M. Bhagwat, and S.D. Soman, On the Investigation of Solution (Etchant) Parameters Influencing the Development of Charged Particle Tracks by Electrochemical Etching (ECE). IN Proc. 11th Int. Conf. on Solid State Nuclear Track Detectors, Bristol, 1981 (Oxford: Pergamon Press) P. 229 (1982).
16. M. Sohrabi, and K.M. Shirazi, Optimization of Etchants for Electrochemical Etching of Tracks in Polycarbonate Neutron Personnel Dosimeters. Nucl. Tracks and Radiat. Meas. 8, (1-4), 117 (1984).
17. M. Sohrabi, Discovery of an "Internal Heating Effect" During Electrochemical Etching of Polymeric Dosimeters. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 238, 517 (1985).

18. M. Sohrabi, and Gh. Zainali, Broadening Registation Energy Range of Alpha Tracks in CR-39 under a New ECE Condition, Nuclear Tracks Vol.12, Nos 1-6, 171 (1986).
19. W.G. Cross, A. Arneja and H. Ing, Effect of Pre-Etching on the Registration of Electrochemically-Etched Tracks of Protons and Alpha Particles of Different Energies. Nucl. Tracks Radiat. Meas. 8 (1-4), 109 (1984).

A NEW MULTI-CHAMBER ELECTROCHEMICAL ETCHING SYSTEM APPROACH FOR RAPID CHARACTERISTIC RESPONSE STUDIES IN POLYMERIC DOSEMETERS

Mehdi Sohrabi
Radiation Protection Department
Atomic Energy Organization of Iran
P. O. Box 14155-4494, Tehran
Islamic Republic of Iran

ABSTRACT

A new multi-chamber electrochemical etching (MCECE) system approach is introduced for rapid determination of reproducible responses of radiation-induced tracks (RIT) in polymeric dosemeters as well as for routine dosimetry applications. The MCECE system consists of a number of small-volume and parallel chambers so that each chamber can be adapted to a different ECE conditions.

The results of some studies on the effects of number of chambers and KOH concentration on neutron sensitivity and mean recoil track diameter respectively in polycarbonate and CR-39 showed many advantages over the use of a single-chamber system, especially a significant reduction in the total operation time. Some preliminary results of these studies including track characteristics are reported and discussed. A new ECE concentration (15N KOH) is recommended for CR-39, together with the omission of pre-etching step. This can efficiently etch tracks of lower LET portion of recoils (including possibly protons) and alpha tracks over a broad energy spectrum.