

دانشگاه مازندران

دانشکده شیمی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته شیمی تجزیه گرایش الکتروشیمی

موضوع:

بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکتروکود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N-متیل آنیلین) واجد نیکل و کاربرد آن در الکتروکاتالیز اکسایش اتانول و فرمالدهید

اساتید راهنما:

دکتر جهانبخش رئوف

دکتر عبدالله عمرانی

استاد مشاور:

دکتر رضا اوجانی

اساتید داور:

دکتر ناصر عزیزی و دکتر عبدالرئوف صمدی

نام دانشجو:

فاطمه منفرد

شهریور ماه ۱۳۸۷

تقدیم به

گام های الهام بخش پدرم که همواره حامی و پشتیبان من در روزهای سخت بوده است.

و

دست های مهربان مادرم که دعای خیرش بدرقه راهم بوده است.

پدرم عطر گل یاس بقاست	مادرم شبنم گلبرگ حیات
پدرم ساحل زیبای لقاست	مادرم وسعت دریای گذشت
پدرم جلوه ایمان و رضاست	مادرم آئینه حجب و حیا
پدرم در همه حال کارگشاست	مادرم سنگ صبور دل ما
پدرم نقش همه خاطرهاست	مادرم موی سپید کرده زحزن
پدرم چشمه جوشان عطاس	مادرم کوه وقار است و کمال

سپاس و ستایش خدایی را سزد که نیروی تداوم در کشف اسرار عالم هستی را به بشر ارزانی داشت و هم اوست که در سرانجام این راه از خزانه پنهان خویش گوهر علم را به هر جوینده ای می بخشد.

شایسته است که به این وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات دلسوزانه اساتید راهنما ارجمند جناب آقای دکتر رئوف و دکتر عمرانی که در این مدت از راهنمایی های ارزنده آنها استفاده نموده ام ابراز داشته و خالصانه ترین قدردانی را از صمیم قلب نثار وجود ارزشمندشان نمایم.

از جناب آقای دکتر او جانی استاد گرامی که افتخار این را داشتم که به عنوان مشاور پایان نامه از نقطه نظراتشان بهرمنند شوم کمال تشکر را دارم.

از اساتید مدعو جناب آقایان دکتر عزیزی و صمدی که زحمت خواندن پایان نامه اینجانب را بر عهده داشتند تشکر می نمایم.

از جناب آقای دکتر یگانگی که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی در این جلسه حضور داشتند متشکرم.

از تمام دوستانم که وجودم برایشان هم رنج و وجودشان برایم همه مهر بود، سپاسگذارم.

فهرست عناوین

شماره صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
	فصل دوم: تئوری
۴	۱-۲- الکترودهای اصلاح شده شیمیایی
۴	۲-۲- روش های اصلاح شیمیایی الکترودها
۴	۱-۲-۲- جذب سطحی شیمیایی
۵	۲-۲-۲- پیوند کووالانسی
۵	۳-۲-۲- چند سازه ها
۵	۴-۲-۲- تثبیت فیلم های پلیمری
۶	۳-۲- روش های تثبیت فیلم پلیمری بر سطح الکترودها
۶	۱-۳-۲- پوشش با شناورسازی
۶	۲-۳-۲- پوشش با تبخیر قطره
۷	۳-۳-۲- پوشش با چرخش
۷	۴-۳-۲- ترسیب الکتروشیمیایی
۷	۵-۳-۲- پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی
۸	۶-۳-۲- پلیمریزاسیون با تخلیه در پلاسمای فرکانس رادیویی
۸	۷-۳-۲- پلیمریزاسیون در خلاء
۸	۴-۲- الکترودهای اصلاح شده با نیکل
۹	۱-۴-۲- الکترودهای نیکل اصلاح شده با نیکل اکسی- هیدروکسید
۹	۲-۴-۲- الکترودهای اصلاح شده با نیکل هگزا سیانوفرات
۱۰	۳-۴-۲- الکترودهای اصلاح شده با کمپلکس های درشت حلقه نیکل

- ۱۰ ۴-۴-۲- الکتروود اصلاح شده با پلیمرهای هادی واجد ذرات نیکل پخش شده
- ۱۰ ۵-۲- بررسی ریخت شناسی اکسایش نیکل در محیط قلبیایی
- ۱۱ ۶-۲- الکتروکاتالیز
- ۱۲ ۷-۲- پیل سوختی
- ۱۲ ۱-۷-۲- تاریخچه پیل سوختی
- ۱۴ ۲-۷-۲- انواع پیل سوختی
- ۱۴ ۳-۷-۲- مزایا
- ۱۵ ۴-۷-۲- معایب
- ۱۵ ۵-۷-۲- پیل سوختی اتانول مستقیم
- فصل سوم: بخش تجربی
- ۱۷ ۱-۳- مواد شیمیایی
- ۱۷ ۲-۳- تجهیزات
- ۱۸ ۳-۳- الکتروود های مورد استفاده
- فصل چهارم: ساخت الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) به روش های مختلف الکتروشیمیایی و بررسی رفتار الکتروشیمیایی آنها در محیط آبی
- ۱۹ ۱-۴- کلیات
- ۲-۴- تهیه پلی (N- متیل آنیلین) به روش پتا نسیودینامیک و بررسی رفتار الکتروشیمیایی آن به روش ولتامتری
- ۱۹ چرخه ای
- ۲۳ ۳-۴- تهیه پلی (N- متیل آنیلین) به روش پتا نسیواستاتیک و بررسی رفتار الکتروشیمیایی آن با ولتامتری چرخه ای
- ۲۵ ۴-۴- تهیه پلی (N- متیل آنیلین) به روش گالوانواستاتیک و بررسی رفتار الکتروشیمیایی آن با ولتامتری چرخه ای

- ۲۸ ۴-۵- نتیجه گیری
- فصل پنجم: ساخت الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد ذرات نیکل (II)
- ۳۰ ۱-۵- کلیات
- ۳۰ ۲-۵- ساخت الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۳۴ ۳-۵- بررسی اثر سرعت روبش پتانسیل بر رفتار الکتروشیمیایی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۳۵ ۴-۵- تأثیر غلظت سدیم هیدروکسید بر رفتار الکتروشیمیایی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۳۶ ۵-۵- مطالعه رفتار الکتروشیمیایی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II) به روش کروئوآمپرومتری با پله پتانسیل دوگانه
- ۳۷ ۶-۵- نتیجه گیری
- فصل ششم: الکتروکاتالیز اکسایش اتانول در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۳۹ ۱-۶- کلیات
- ۲-۶- بررسی الکتروکاتالیز اکسایش اتانول در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد ذرات نیکل (II)
- ۳۹ ۳-۶- بررسی اثر سرعت روبش پتانسیل بر فرایند اکسایش اتانول در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۴۲ ۴-۶- تأثیر غلظت اتانول بر فرایند اکسایش اتانول در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد ذرات نیکل (II)
- ۴۴ ۵-۶- بررسی فرایند الکتروکاتالیز اکسایش اتانول در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده پلیمری واجد نیکل (II)

به روش کروئوآمپرومتری با پله پتانسیل دو گانه

فصل هفتم: الکتروکاتالیز فرآیند اکسایش فرمالدهید در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N-متیل

۴۷ آنیلین) واجد ذرات نیکل (II)

۵۰ ۱-۷- کلیات

۵۰ ۲-۷- اکسایش الکتروکاتالیزی فرمالدهید در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده

۵۲ ۳-۷- تأثیر غلظت فرمالدهید بر رفتار الکتروشیمیایی الکتروود اصلاح شده با پلی (N-متیل آنیلین) واجد نیکل (II)

۴-۷- تأثیر سرعت روبش پتانسیل بر فرآیند اکسایش فرمالدهید در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی

۵۳ (N - متیل آنیلین) واجد نیکل (II)

۵-۷- بررسی فرآیند الکتروکاتالیز اکسایش فرمالدهید در سطح الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با لایه پلیمری

۵۵ واجد نیکل (II) به روش کروئوآمپرومتری با پله پتانسیل دو گانه

۵۷ ۶-۷- محاسبه ثابت سرعت واکنش شیمیایی کاتالیزی فرمالدهید و گونه نیکل اکسی هیدروکسید

۵۸ ۷-۷- محاسبه ضریب انتشار فرمالدهید

۸-۷- نتیجه گیری

۵۹ فصل هشتم: نتیجه گیری نهایی

۶۰ ۱-۸- نتیجه گیری نهایی

۶۲ ۲-۸- منابع

چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

شماره صفحه	عنوان
۱۵	شکل ۱-۲- پیل سوختی اتانول مستقیم
۱۹	شکل ۱-۴- ولتاموگرام چرخه اول الکتروپلیمریزاسیون مونومر N- متیل آنیلین ۰/۰۵ مولار در محلول سولفوریک ۰/۵ مولار سطح الکتروود خمیر کربن...
۲۰	شکل ۲-۴- ولتاموگرام های چرخه ای در حین الکتروپلیمریزاسیون مونومر N- متیل آنیلین ۰/۰۵ مولار در محلول اسید سولفوریک ۰/۵ مولار در سطح الکتروود خمیر کربن...
۲۱	شکل ۳-۴- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) تهیه شده به روش پتانسیودینامیک در سرعت روبش های مختلف...
۲۲	شکل ۴-۴- الکتروپلیمریزاسیون مونومر N- متیل آنیلین ۰/۰۵ مولار در محلول اسید سولفوریک ۰/۵ مولار در سطح الکتروود خمیر کربن به روش پتانسیواستاتیک...
۲۳	شکل ۵-۴- الف)- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) تهیه شده به روش پتانسیواستات در سرعت های روبش مختلف...
۲۴	شکل ۶-۴- الکتروپلیمریزاسیون مونومر N- متیل آنیلین ۰/۰۵ مولار در محلول اسید سولفوریک ۰/۵ مولار در سطح الکتروود خمیر کربن به روش گالوانواستاتیک...
۲۵	شکل ۷-۴- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) تهیه شده به روش گالوانواستاتیک در سرعت های روبش مختلف...
۲۶	شکل ۸-۴- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) تهیه شده به روش گالوانواستاتیک در سرعت های روبش مختلف...
۲۸	شکل ۹-۴- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) تهیه شده به روش های پتانسیواستاتیک، پتانسیودینامیک و گالوانواستاتیک...
	شکل ۱-۵- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) در محلول اسید

- ۳۰ سولفور یک ۰/۵ مولار و سود ۰/۱ مولار...
- شکل ۲-۵- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II) در
- ۳۱ محلول سود ۰/۱ مولار با سرعت روبش 20 mV s^{-1} در مدت زمان تجمع...
- شکل ۳-۵- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) (a) فاقد و (b) واجد
- ۳۲ نیکل (II) در محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ مولار با سرعت روبش 20 mV s^{-1} ...
- شکل ۴-۵- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II)
- ۳۴ در محلول سود ۰ / ۱ مولار در سرعت های روبش پتانسیل مختلف...
- شکل ۵-۵- ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل (II) در
- محلول آبی با غلظت های فزاینده از سود...
- ۳۷ شکل ۶-۵- الف) کروآمپروگرام با پله پتانسیل دوگانه الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد
- نیکل (II) در محلول سدیم هیدروکسید. ب) نمودار کنترل ...
- ۴۰ شکل ۱-۶- ولتاموگرام های چرخه ای (a) الکتروود خمیر کربن ساده و (b) الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با
- پلی (N- متیل آنیلین) در حضور اتانول. (c), (d) الکتروود خمیر کربن اصلاح شده...
- ۴۲ شکل ۲-۶- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل
- در سود ۰/ ۱ مولار در سرعت های روبش مختلف...
- ۴۴ شکل ۳-۶- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل
- (II) در غلظت های فزاینده اتانول...
- ۴۶ شکل ۴-۶- کروآمپروگرام با پله دوگانه پتانسیل الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N- متیل آنیلین) واجد نیکل
- (II) (a) در غیاب و حضور غلظت های ...
- ۴۷ شکل ۵-۶- نمودار وابستگی تغییرات I_C/I_L به $t^{1/2}$ بر اساس داده های استخراج شده از منحنی ...
- ۴۸ شکل ۶-۶- نمودار تغییرات جریان آندی بر حسب $t^{-1/2}$ بر اساس داده های استخراج شده از منحنی....
- ۵۱ شکل ۱-۷- ولتاموگرام های چرخه ای (a) الکتروود خمیر کربن تنها در حضور فرمالدهید. الکتروود خمیر کربن

اصلاح شده با پلی (N-متیل آنیلین) واجد نیکل (II) (b) در غیاب و (c) در حضور فرمالدهید....

شکل ۳-۷- الف) ولتاموگرام های چرخه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N-متیل آنیلین) واجد نیکل (II) در ۵۴

محلول ۲ mM فرمالدهید در سود ۰/۱ مولار در سرعت های روبش مختلف...

شکل ۴-۷- نمودار تافل به دست آمده از قسمت صعودی منحنی جریان- پتانسیل اکسایش فرمالدهید... ۵۵

شکل ۵-۷- کروئوآمپروگرام با پله دوگانه پتانسیل الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با پلی (N-متیل آنیلین) واجد نیکل ۵۶

(II) (a) در غیاب و حضور غلظت های فزاینده:

شکل ۶-۷- نمودار وابستگی تغییرات I_C/I_L به $t^{1/2}$ بر اساس داده های استخراج شده از... ۵۸

شکل ۷-۷- نمودار تغییرات جریان آندی بر حسب $t^{-1/2}$ بر اساس داده های استخراج شده از... ۵۹

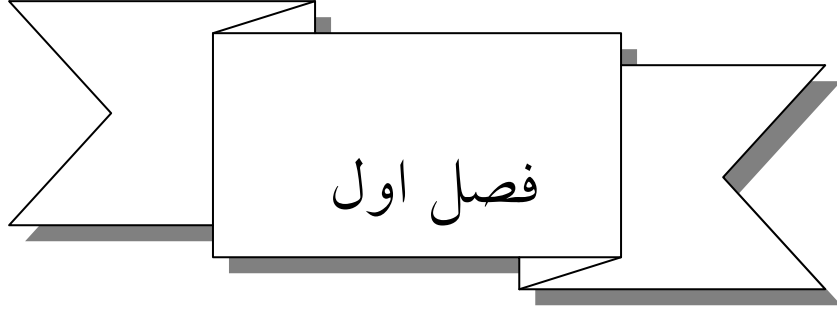
چکیده:

در این کار الکتروود خمیر کربن به عنوان بستری برای الکتروپلیمریزاسیون مونومر N-متیل آنیلین در محلول اسید سولفوریک استفاده شد. ابتدا پلیمر با روش های پتانسیودینامیک، پتانسیواستاتیک، گالوانواستاتیک در سطح الکتروود تهیه گردید.

رفتار الکتروشیمیایی پلیمرهای ایجاد شده با هر سه روش، در محیط الکتروولت (اسید سولفوریک) در سرعت های روبش مختلف پتانسیل مورد بررسی قرار گرفت. از میان این سه روش، روش گالوانواستاتیک به عنوان روش مناسب تری برای تهیه این پلیمر بر سطح الکتروود خمیر کربن انتخاب شد. برای تهیه الکتروود اصلاح شده، الکتروودی که بر سطح آن پلیمر تثبیت شده بود را در محلول سولفات نیکل ۱/۰ مولار قرار داده تا یون های نیکل در پیکره پلیمر وارد شوند. سپس رفتار الکتروشیمیایی این الکتروود اصلاح شده به روش ولتامتری چرخه ای و کرنوآمپرومتری با پله پتانسیل دو گانه مورد مطالعه قرار گرفت.

با توجه به اهمیتی که اتانول و فرمالدهید در صنعت مخصوصاً به عنوان سوخت مایع در پیل های سوختی دارند، فرآیند الکترواکسایش آنها در سطح الکتروود اصلاح شده مورد بررسی قرار گرفت. با الکتروود اصلاح شده، پتانسیل های اکسایش اتانول و فرمالدهید که در پشت دیواره اکسایش آب قرار دارد به مقادیر پتانسیل های ۰/۶۹ و ۰/۷۶ ولت به ترتیب نسبت به الکتروود شاهد جابجا شدند.

اثر سرعت روبش پتانسیل و غلظت این دو ترکیب بر پتانسیل و جریان دماغه اکسایش آنها مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای سینتیکی همچون ثابت سرعت استاندارد واکنش شیمیایی (k) و ضریب انتقال (α)، همچنین ضریب انتشار (D) برای فرآیند اکسایش این دو ترکیب نیز محاسبه گردید.



مقدمه

اغلب واکنش های ردوکس مورد نظر در یک الکتروود برهنه دارای سینتیک انتقال الکترون کند بوده و بنابراین فقط در پتانسیل های بالاتر از پتانسیل ردوکس ترمودینامیکی، با یک سرعت قابل توجه صورت می گیرند. اما با اتصال یک واسطه گر انتقال الکترون مناسب به سطح الکتروود می توان الکتروود اصلاح شده ای را تهیه کرد که در آن ماده اصلاح گر سرعت تبادل الکترون بین سطح الکتروود و گونه موجود در محلول را تسریع کرده و این گونه واکنش ها را کاتالیز می کند.

تفاوت بارز این الکتروود با الکترودهای رایج، وجود فیلم نازک از یک ماده شیمیایی ویژه، در سطح الکتروود است که به لحاظ شیمیایی، نوری و یا پدیده های انتقال، به شکل خاصی طراحی شده است و الکترودهای اصلاح شده، خواص الکتروشیمیایی، شیمیایی، نوری، الکتریکی، انتقال بار و دیگر خواص مطلوب واسطه گر را نشان می دهد [۱].

ایجاد الکترودهای اصلاح شده شیمیایی نیاز به تثبیت معرف های شیمیایی (حد واسط انتقال الکترون) بر سطح الکتروودها دارد. برای تهیه الکترودهای اصلاح شده از ۴ روش زیر استفاده می شود:

۱- ایجاد پیوند کووالانسی [۲]

۲- جذب سطحی شیمیایی [۳]

۳- تثبیت فیلم پلیمری [۴]

۴- ساخت چند سازه ها [۵]

فیلم های پلیمری با روش های مختلفی نظیر: فرو سازی [۷ و ۶]، پوشش با چرخش سریع [۸]، تبخیر قطره [۹ و ۱۰]، ترسیب الکتروشیمیایی [۱۱]، پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی، پلیمریزاسیون با تخلیه در پلاسمای فرکانس رادیویی و پلیمریزاسیون درحلاء [۱۵-۱۲] تثبیت می شوند. پلیمرهای الکتروفعالی چون

آنیلین [۱۷ و ۱۶] و مشتقات آنها معمولاً از طریق الکتروپلیمریزاسیون در سطوح الکترودها تثبیت می شوند. ماهیت بستر الکترودی مورد استفاده برای تثبیت پلیمر ویژگی و رفتار الکتروشیمیایی فیلم پلیمری را تحت تأثیر قرار می دهد. امروزه خمیر کربن به علت سادگی تهیه و قیمت ارزان، قابلیت تجدید سطح الکتروود و منطقه وسیع آندی آن و نفوذ پذیری و تخلخل سطح الکتروود، بستر مناسبی را برای تثبیت پلیمرها فراهم می آورد [۱۸].

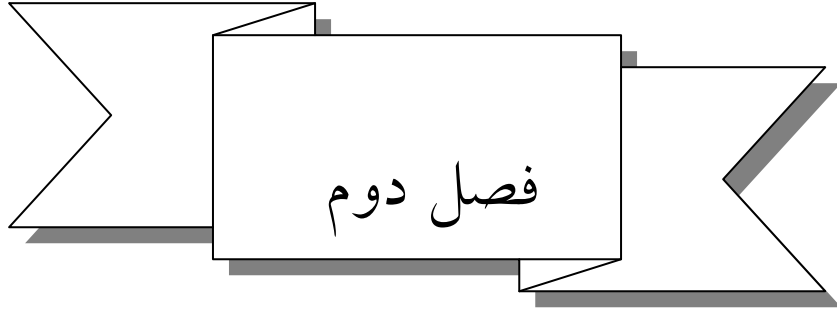
الکترودهای اصلاح شده پلیمری کاربردهای فراوانی نظیر محافظت در برابر خوردگی، باتری های قابل شارژ، انواع حسگرهای شیمیایی و الکتروشیمیایی، ابزار الکترونوری، پیش تغلیظ گونه های شیمیایی، الکتروکاتالیز فرایندهای الکترودی و اندازه گیری های الکتروشیمیایی دارند [۲۱-۱۹]. یکی از کاربردهای مهم الکترودهای اصلاح شده پلیمری الکتروکاتالیز فرایندهای کند است به طوری که پلیمر یا زوج ردوکس تثبیت شده در سطح الکتروود می تواند به عنوان حد واسط در واکنش بین الکتروود و گونه شیمیایی محلول دخالت کند و واکنش مبادله الکترون را تسریع کند. اما گاهی اوقات خود پلیمر به تنهایی قادر به الکتروکاتالیز برخی فرایندهای کند نیست. در این موارد، می توان الکترودهای اصلاح شده با لایه پلیمری واجد ذرات پخش شده فلزی نظیر نیکل، مس و پلاتین را برای کاتالیز این نوع فرایندها به کار برد.

اتانول و فرمالدهید از جمله ترکیبات مهمی می باشند که کاربرد آن ها در پیل سوختی توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. اما یکی از مشکلات اساسی آنها داشتن اضافه ولتاژ بالای اکسایش است. برای حل این مشکل از الکترودهای اصلاح شده شیمیایی برای الکتروکاتالیز این ترکیبات استفاده می شود.

بدین منظور در این پروژه تحقیقاتی، الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با لایه پلیمری واجد یون نیکل (II) در شرایط مناسب تهیه گردید و رفتار الکتروشیمیایی این الکتروود در غیاب و حضور اتانول و فرمالدهید با

استفاده از روش های ولتامتری چرخه ای و کرنوآمپرومتری با پله پتانسیل دوگانه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج این تحقیقات توانمندی این الکتروود اصلاح شده را در الکتروکاتالیز این دو ترکیب نشان داد.



تئوری

۲-۱- الکترودهای اصلاح شده شیمیایی^۱

بررسی تاریخچه الکتروشیمی نشان داده که تا سال ۱۹۶۰ میلادی الکترودهای قابل دسترس به موادی مانند Pt, Au, Cu, Ag, Hg و کربن محدود می شد. تشکیل رسوب یا جذب مواد گوناگون در سطح الکترودها سبب کاهش سرعت واکنش های الکتروشیمیایی در سطح آنها می شود. اغلب این مشکلات با اصلاح شیمیایی سطح الکترودها قابل حل است. امروزه با بکارگیری اصلاح کننده های مختلف، تعداد الکترودهای بکار رفته برای مطالعات سینتیکی و اندازه گیری های کمی به طور چشمگیری افزایش یافته است. در این الکترودها سطح الکتروود با فیلمی از یک ماده هادی یا شبه هادی انتخابی پیوند داده یا پوشانده می شود تا آن الکتروود خواص الکتروشیمیایی، نوری، الکتریکی، انتقال بار و دیگر خواص مطلوب فیلم را نشان دهد.

۲-۲- روش های اصلاح شیمیایی الکتروود

۲-۲-۱- جذب سطحی شیمیایی^۲

جذب سطحی شیمیایی عبارت است از تشکیل گونه های شیمیایی در نتیجه ایجاد پیوند بین ماده جاذب و سطح الکتروود [۲۲]. با این روش فیلم شیمیایی به طور قوی و برگشت ناپذیر جذب الکتروود می شود. این روش معمولاً پوشش تک لایه^۳ را نتیجه می دهد [۲۳].

۱- Chemically modified electrode
۲- Chemisorption
۳- Monolayer

۲-۲-۲- پیوند کووالانسی^۱

در این روش از عوامل اتصال دهنده از قبیل ارگانوسیلان ها برای اتصال کووالانسی چندین لایه تک مولکولی از اصلاحگر شیمیایی در سطح الکتروود استفاده می شود [۲۳].

۲-۲-۳- ساخت چند سازه ها^۲

برخی اصلاح گر ها ساختار پیچیده ای را در سطح الکتروود ایجاد می کنند. به عنوان مثال می توان از فیلم های چند لایه ای از پلیمرهای مختلف (همانند ساختارهای دو لایه ای)، ایجاد فیلمی از فلز بر سطح لایه پلیمری (ساختار ساندویچی)، بسترهای چند گانه هادی قرار گرفته در زیر فیلمی از پلیمر همراه با فلزات متخلخل اشاره نمود [۲۴ و ۲۵].

۲-۲-۴- پوشش (تثبیت) فیلم های پلیمری^۳

امروزه بکارگیری فیلم های پلیمری الکتروفعال با لایه های چند مولکولی در مقایسه با فیلم های تک مولکولی به دلایل زیر متداول تر هستند.

- تثبیت پلیمرها بر سطح الکتروودها در مقایسه با تک لایه های تثبیت شده از طریق پیوند کووالانسی، تکنیک راحت تری است. همچنین این امر امکان مطالعه الکتروشیمی آنها را آسانتر می کند [۴].

- این الکتروودها دارای مکان های الکتروشیمیایی بیشتری نسبت به تک لایه ها هستند.

- فیلم پلیمری در مقایسه با فیلم های تک لایه پایدارترند.

۱- Covalent bonding
۲- Composites
۳- Polymer film coating

۲-۳- روش های تثبیت فیلم پلیمری بر سطح الکتروود

برای تثبیت فیلم های پلیمری بر سطح الکتروود از محلول واجد پلیمر یا مونومر استفاده می شود. روش هایی مانند پوشش با فرساز^۲، تبخیر قطره^۳، پوشش با چرخش^۴ و ترسیب الکتروشیمیایی معمولاً براساس استفاده از محلول واجد پلیمر به کار می روند. در حالیکه روش های دیگر از جمله پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی^۵، پلیمریزاسیون با تخلیه در پلاسمای فرکانس رادیویی^۶ و پلیمریزاسیون در خلاء مبتنی بر استفاده از محلول واجد مونومر هستند [۲۶].

۲-۳-۱- پوشش با فرساز

در این روش الکتروود چند بار در محلول رقیقی از پلیمر در یک حلال آلی فرار فرو برده می شود. به این ترتیب لایه پلیمری جذب سطحی شده و بر سطح الکتروود تثبیت می گردد [۲۷]. پلیمر ممکن است واجد محل های ردوکس بوده و یا اینکه این مکان ها متعاقباً به وسیله تشکیل کمپلکس های فلزی [۶] یا ایجاد پیوندهای آمیدی به وجود آیند [۷].

۲-۳-۲- پوشش با تبخیر قطره

در این روش یک قطره از محلول پلیمر بر روی سطح الکتروود گذاشته می شود و سپس حلال تبخیر می شود. بدین ترتیب یک لایه نازکی از پلیمر روی سطح الکتروودی نسبتاً کوچک تثبیت می شود. مقدار پوشش پلیمر از غلظت محلول پلیمر اصلی و حجم قطره بدست می آید.

-
- ۱- Dip coating
 - ۲- Droplet evaporation
 - ۳- Spin coating
 - ۴- Electropolymerization
 - ۵- Radiofrequency polymerization