دانشکده شیمی

گروه شیمی فیزیک

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی شیمی فیزیک

عنوان

تهیه روکش‌های ترکیبی چهارتایی Ni-Co-W-P و Ni-Co-Cu-P به روش الکترولس و مطالعه خواص آنها

استاد راهنما

دکتر حبیب اشعثی سرخابی

استاد مشاور

دکتر محمد تقی تقی زاده

پژوهشگر

ابوالفضل مومنی

شهریور ۸۹

تقدیم به

مادر مهربانم

که تمام وجودش را در غالب عشق به من بخشید

و پدر بزرگوارم

که تمام هستی ام بر شانه هایش شکل گرفت

و بهترین همراهان زندگیم

خواهر و برادر انعزیزم

اگر در این کار پژوهشی توفیقی برای اینجانب حاصل آمده است، آن را مرهون تلاش ها، تشویق ها و راهنمایی های عالمانه و مشاوره روشنگرانه استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر اشعثی می دانم.

بر خود لازم می دانم که از کوشش های اساتید بزرگوارم، جناب آقای دکتر تفی زاده که امر مشاوره این پایان نامه را به عهده داشته اند و جناب آقای دکتر مهرداد که امر داوری این پایان نامه را به عهده داشته اند، تشکر کنم.

از دوستان و همکاران خوبم در آزمایشگاه پژوهشی الکترونیکی که بنده را در اجرای این پروژه یاری کرده اند، بسیار متشکرم.

و از تمامی دوستان عزیزم که همواره یار و همراه بنده بوده اند، کمال سپاس را دارم و توفیق روز افزون آنها را آرزومندم.

نام خانوادگی: مومنی **نام:** ابوالفضل

عنوان پایان نامه: تهیه روکش‌های ترکیبی چهارتایی Ni-Co-W-P و Ni-Co-Cu-P به روش الکترولس و مطالعه خواص آنها

استاد راهنما: دکتر حبیب اشعثی

استاد مشاور: دکتر محمد تقی تقی زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** شیمی **گرایش:** شیمی فیزیک **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: شیمی **تاریخ فارغ التحصیلی** :شهریور ۱۳۸۹ **تعداد صفحه:** ۷۰

کلید واژه‌ها: آبکاری بدون برق نیکل- کبالت- فسفر- مس، نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن، سرعت آبکاری، **سختی**، پایداری گرمایی، مقاومت پلاریزاسیون خطی، امپدانس الکتروشیمیایی

چکیده:

روکش های ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- مس و نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن به روش های الکترولس تهیه شدند. بررسی سرعت آبکاری به روش وزن سنجی انجام گرفت. از نتایج حاصله مشخص گردید که وجود عناصر تنگستن و مس در حمام الکترولس نیکل- کبالت- فسفر باعث افزایش سرعت آبکاری می شود. روش های SEMوEDX به ترتیب برای مطالعه مورفولوژی و آنالیز عناصر روکش ها بکار برده شده و مشخص گردید که افزودن مس و تنگستن به پوشش الکترولس نیکل- کبالت- فسفر باعث ایجاد سطحی صاف تر شده و دانه بندی را ریزتر می کند. به منظور بررسی پایداری گرمایی روکش های ترکیبی ایجاد شده از روش DSC استفاده شد و مشخص گردید که افزودن عناصر مس و تنگستن باعث افزایش پایداری این روکش ها می شود. همچنین بررسی میزان سختی این روکش ها نشان می دهد که وجود عناصر مس و تنگستن در پوشش باعث افزایش سختی می شود. رفتار خوردگی روکش های ترکیبی ایجاد شده توسط روشهای الکتروشیمیایی(پلاریزاسیون و امپدانس الکتروشیمیایی) در محلول ۳/۵٪Nacl در دمای ۲۵°C مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشات نشان می دهد که وجود عناصر مس و تنگستن درون پوشش نیکل- کبالت- فسفر، مقاومت به خوردگی این روکش های ترکیبی را افزایش می دهند. همچنین مطالعات خوردگی برخی از این روکش ها درحضور ودرغیاب سورفکتانت نشان دهنده این است که مقاومت خوردگی در حضور سورفکتانت افزایش یافته است.

فصل اول: مقدمه و پیشینه تحقیق

مقدمه..... ۱
۱-۱) تعریف آبکاری..... ۱
۱-۲) انواع روش های آبکاری..... ۲
۱-۳) آبکاری الکترولس نیکل..... ۲
۱-۳-۱) تاریخچه پیشرفت و توسعه پوشش های الکترولس نیکل..... ۳
۱-۴) مزایا و معایب آبکاری الکترولس نیکل..... ۴
۱-۴-۱) مزایای آبکاری الکترولس نیکل..... ۴
۱-۴-۲) معایب آبکاری الکترولس نیکل..... ۴
۱-۵) انواع پوشش های ترکیبی الکترولس..... ۵
۱-۶) پوشش های آلیاژی الکترولس نیکل..... ۵
۱-۶-۱) فاکتور های موثر بر سرعت آبکاری پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل..... ۶
۱-۶-۱- الف) اثر دما..... ۶
۱-۶-۱- ب) اثر pH..... ۶
۱-۶-۱- ج) غلظت ترکیبات سازنده حمام ۷
۱-۶-۱- د) اثر زمان آبکاری..... ۸
۱-۶-۲) خواص پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل..... ۹
۱-۶-۲-الف) درخشندگی و صافی سطح پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل..... ۹
۱-۶-۲-ب) پایداری گرمایی پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل..... ۱۰
۱-۶-۲-ج) سختی پوشش های آلیاژی..... ۱۰
۱-۶-۲-د) خوردگی پوشش های آلیاژی..... ۱۱
۱-۶-۳) کاربردهای پوشش های آلیاژی الکترولسی..... ۱۱
۱-۷) پوششهای کامپوزیتی الکترولس نیکل..... ۱۲
۱-۷-۱) پارامتر های موثر در آبکاری کامپوزیت الکترولس نیکل..... ۱۲
۱-۷-۱-الف) اثر دما..... ۱۴
۱-۷-۱-ب) اثرPH ۱۴
۱-۷-۱-ب) اثر اندازه ذرات جامد..... ۱۵
۱-۷-۱-ج) تأثیر غلظت ذرات معلق در حمام..... ۱۶
۱-۷-۲) خواص پوشش های کامپوزیتی الکترولسی نیکل..... ۱۶
۱-۷-۲-الف) ساختار پوشش های کامپوزیتی الکترولسی نیکل..... ۱۷
۱-۷-۲-ب) سختی پوششهای کامپوزیتی الکترولسی..... ۱۷
۱-۷-۲-ج) ظاهر و یکنواختی پوشش های کامپوزیتی الکترولسی نیکل..... ۱۸

۱-۷-۲-د) اصطکاک و مقاومت سایشی پوشش های کامپوزیتی الکترولس نیکل.....۱۹
۱-۷-۲-ه) مقاومت خوردگی پوششهای کامپوزیتی الکترولسی نیکل.....۲۰
۱-۷-۳) کاربرد ها و عوامل موثر در کاربرد های پوشش های الکترولس کامپوزیتی.....۲۱
۱-۸) عوامل تشکیل دهنده حمام الکترولس نیکل- کبالت- فسفر.....۲۲
۱-۸-۱) منبع یون نیکل.....۲۲
۱-۸-۲) منبع یون کبالت.....۲۲
۱-۸-۳) عامل احیاء کننده.....۲۳
۱-۸-۲) عامل کمپلکس کننده.....۲۳
۱-۸-۳) عامل خنثی کننده.....۲۴
۱-۸-۴) عامل شتاب دهنده.....۲۴
۱-۸-۵) عامل پایدار کننده.....۲۴
۱-۸-۵) عامل تر کننده (سورفکتانت).....۲۵
۱-۹) هدف از کار پژوهشی حاضر.....۲۵

فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱) مواد شیمیایی مصرفی.....۲۷
۲-۲) دستگاها و تجهیزات مورد استفاده.....۲۷
۲-۳) انتخاب ترکیب حمام آبکاری الکترولس.....۲۷
۲-۴) جنس نمونه های بکار رفته برای پایه فلز.....۲۹
۲-۵) آماده سازی نمونه های فولادی.....۲۹
۲-۵-۱) تمیز کاری مکانیکی.....۲۹
۲-۵-۲) چربی گیری نمونه ها.....۲۹
۲-۵-۳) اسید شویی نمونه ها.....۲۹
۲-۵-۴) فعال سازی نمونه ها.....۳۰
۲-۵-۵) فرآیند پوشش دهی.....۳۰
۲-۶) اندازه گیری سرعت آبکاری پوششهای ترکیبی الکترولسی به روش وزنی.....۳۰
۲-۷) کنترل pH.....۳۱
۲-۸) کنترل دما.....۳۱
۲-۹) بررسی مورفولوژی سطح و تعیین درصد عناصر پوشش ها میکروسکوپ الکترونی روبشی.....۳۲
۲-۱۰) اندازه گیری میزان سختی پوشش ها.....۳۲
۲-۱۱) اندازه گیری میزان پایداری گرمایی پوشش ها.....۳۲
۲-۱۲) اندازه گیری میزان خوردگی پوشش ها به روش پلاریزاسیون خطی.....۳۲

۲-۱۳) اندازه گیری اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی.....۳۳

فصل سوم:بحث و نتایج

۳-۱) بررسی تاثیر عناصر w و cu بر سرعت آبکاری بدون برق روکش های ترکیبی.....۳۵

۳-۱-۱) بررسی اثر تنگستن بر سرعت آبکاری بدون برق.....۳۶

۳-۱-۲) بررسی اثر مس بر سرعت آبکاری بدون برق روکش.....۳۷

۳-۲) تاثیر عناصر تنگستن و مس بر روی سختی روکش های ترکیبی.....۳۸

۳-۲-۱) اثر تنگستن بر روی سختی روکش ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن.....۳۸

۳-۲-۲) اثر مس بر روی سختی روکش ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- مس.....۳۹

۳-۳) بررسی پایداری گرمایی روکش های ترکیبی.....۳۹

۳-۴) مطالعات مورفولوژی سطح روکش های ترکیبی ایجاد شده بوسیله روش SEM.....۴۲

۳-۵) نتایج حاصل از آنالیز عنصری روکش ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- مس و نیکل-کبالت- فسفر- تنگستن.....۴۷

۳-۶) رفتار خوردگی روکش های ترکیبی الکترولسی نیکل- کبالت- فسفر- مس و نیکل- کبالت- فسفر- مس.....۵۳

۳-۶-۱) بررسی رفتار خوردگی روکش های ترکیبی در برابر خوردگی به روش مقاومت پلاریزاسیون خطی.....۵۳

۳-۶-۲) روش اسپکتروسکوپی امپدانس برای بررسی خوردگی روکش های ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن و نیکل- کبالت- فسفر- مس.....۵۷

۳-۷) بررسی تأثیر سورفکتانت بر روی مقاومت خوردگی روکش های ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- مس و نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن در محیط خورنده NaCl ۳/۵ ٪ ۶۱

نتیجه گیری.....۶۴

پیشنهاد برای کارهای بعدی.....۶۶

منابع.....۶۷

فهرست شکل‌ها **صفحه**

شکل۱-۱- تاثیر دما بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر.....۶

شکل۱-۲- تاثیر PH بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر.....۷

شکل۱-۳- تاثیر غلظت سولفات نیکل بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر.....۸
شکل۱-۴- تاثیر غلظت هیپوفسفیت سدیم بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر.....۸
شکل۱-۵- تاثیر زمان آبکاری بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر.....۹
شکل۱-۶- تاثیر درصد کبالت بر روی سختی پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- کبالت- فسفر.....۱۱
شکل۱-۷- تاثیر PH بر روی سرعت آبکاری پوشش کامپوزیتی الکترولسی Ni–W–P– ZrO_2.....۱۵
شکل۱-۸- تاثیر غلظت ذرات SiC در حمام بر روی درصد ذرات SiCدر پوشش کامپوزیتی Ni-SiC-P.....۱۶
شکل۱-۹- تاثیر غلظت ذرات TiO_2 در حمام بر روی سختی پوشش کامپوزیتی Ni-TiO_2-P.....۱۸
شکل ۱-۳- اثر تغییرات پایداری گرمایی پوشش نیکل- کبالت- فسفر.....۳۹
شکل ۲-۳- اثر تغییرات پایداری گرمایی پوشش نیکل- کبالت- فسفر- مس (۰/۱ گرم مس).....۴۰
شکل ۳-۳- اثر تغییرات پایداری گرمایی پوشش نیکل- کبالت- فسفر- مس (۰/۲ گرم مس).....۴۰
شکل ۳-۴- اثر تغییرات پایداری گرمایی پوشش نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن (۰/۲ گرم تنگستن).....۴۱
شکل ۳-۵- اثر تغییرات پایداری گرمایی پوشش نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن (۰/۳ گرم تنگستن).....۴۱
شکل ۳-۶- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر.....۴۳
شکل ۳-۷- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- مس (۰/۱ گرم مس).....۴۳
شکل ۳-۸- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- مس (۰/۲ گرم مس).....۴۴

شکل ۳-۹- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- مس (۰/۳ گرم مس).....۴۴
شکل ۳-۱۰- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن (۱ گرم تنگستن).....۴۵
شکل ۳-۱۱- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن (۲ گرم تنگستن)...۴۶
شکل ۳-۱۲- تصویر SEM پوشش نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن (۳ گرم تنگستن)...۴۶
شکل ۳-۱۳- نتایج حاصل از آنالیز پوشش نیکل- کبالت- فسفر.....۴۸
شکل ۳-۱۴- نتایج حاصل از آنالیز پوشش نیکل- کبالت- فسفر-مس (۰/۱ گرم مس)..۴۹
شکل ۳-۱۵- نتایج حاصل از آنالیز پوشش نیکل- کبالت- فسفر-مس (۰/۲ گرم مس)..۵۱
شکل ۳-۱۶- نتایج حاصل از آنالیز پوشش نیکل- کبالت- فسفر-تنگستن (۱ گرم تنگستن).....۵۲
شکل ۳-۱۷- نتایج حاصل از آنالیز پوشش نیکل- کبالت- فسفر-تنگستن (۳ گرم تنگستن).....۵۳
شکل ۳-۱۸- منحنی پلاریزاسیون تافل روکش ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- تنگستن در حضور غلظت های مختلف تنگستن.....۵۵
شکل ۳-۱۹- منحنی پلاریزاسیون تافل روکش ترکیبی نیکل- کبالت- فسفر- مس در حضور غلظت های مختلف مس.....۵۶
شکل ۳-۲۰- نمودار نایکویست برای روکش نیکل-کبالت- فسفر- مس در غلظت های مختلف مس.....۵۸
شکل ۳-۲۱- نمودار نایکویست برای روکش نیکل-کبالت- فسفر- تنگستن در غلظت های مختلف تنگستن.....۵۹
شکل ۳-۲۲- نمودار نایکویست برای روکش نیکل-کبالت- فسفر- مس(**2gr/.**)در غیاب و در حضور سورفکتانت.....۶۲
شکل ۳-۲۳- نمودار نایکویست برای روکش نیکل-کبالت- فسفر- تنگستن(**۳gr**)درغیاب ودرحضور سورفکتانت.....۶۲

فهرست جداول

جدول ۲-۱-حمام آبکاری پوشش نیکل- کبالت- فسفر.....۲۸
جدول ۲-۲-حمام آبکاری نیکل- کبالت- تنگستن- فسفر ۲۸
جدول ۲-۳-حمام آبکاری نیکل- کبالت- مس – فسفر.....۲۸
جدول ۲-۴-آنالیز نمونه های فولادی به روش کوانتومتری.....۲۹
جدول (۳-۱) سرعت های آبکاری بدست آمده از روش وزن سنجی.....۳۵
جدول ۲-۳- تأثیر عناصر تنگستن و مس بر روی سختی روکش های ترکیبی ایجاد شده.....۳۸
جدول ۳-۳- نتایج خوردگی حاصل از منحنی پلاریزاسیون برای روکش نیکل-کبالت – فسفر- مس در غلظت های مختلف مس.....۵۶
جدول ۳-۴- نتایج خوردگی حاصل از منحنی پلاریزاسیون برای روکش نیکل-کبالت – فسفر- تنگستن در غلظت های مختلف تنگستن.....۵۷
جدول ۳-۵- داده های امپدانس الکتروشیمیایی برای خوردگی روکش نیکل-کبالت- فسفر- مس در غلظت های مختلف مس.....۶۰
جدول ۳-۵- داده های امپدانس الکتروشیمیایی برای خوردگی روکش نیکل-کبالت- فسفر- تنگستن در غلظت های مختلف تنگستن.....۶۱
جدول ۳-۵- داده های امپدانس الکتروشیمیایی برای خوردگی روکش نیکل-کبالت- فسفر- مس(۰/۲g) در حضور و غیاب سورفکتانت در محیط NaCl ۳/۵ ٪.....۶۳
جدول ۳-۵- داده های امپدانس الکتروشیمیایی برای خوردگی روکش نیکل-کبالت- فسفر- تنگستن (g ۳)در حضور و غیاب سورفکتانت در محیط NaCl ۳/۵ ٪.....۶۳

فصل اول

مقدمه و پیشینه تحقیق

مقدمه

از پوشش های الکترولس نیکل- فسفر بر روی سطح اکثر فلزات و برای طیف وسیعی از کاربردهای مهندسی به طور وسیعی به عنوان پوشش مقاوم در برابر خوردگی و سایش استفاده می گردد.

پوشش های بدون برق نیکل- فسفر به دلیل روییِنگی و سرعت خوردگی پایین آن در اکثر محیط های خورنده دارای مقاومت خوردگی بالا می باشد و به علت وجود فسفر در پوشش و ماهیت میکروکریستالی پوشش، دارای تخلخل پایین می باشند. همچنین توانایی روش آبکاری بدون برق در پوشش دادن تمامی سطح فلز نظیر شیار ها، سوراخ ها و منافذ درونی، حساسیت پوشش را به خوردگی موضعی پایین می آورد.

به علت خواصی که این پوشش ها دارند از سال ۱۹۵۰ تا امروز، تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است و محلولهای بسیار زیادی برای این پروسه پوشش دادن پیشنهاد گردیده است. از دهه ۱۹۶۰ میلادی، به منظور بهبود خواص و کاربردهای وسیع تر، نسل جدیدی از این پوشش‌ها بوجود آمد که عبارت از افزودن عناصر فلزی یا ذارت جامد با زمینهٔ فلزی یا غیر فلزی به محلول آبکاری و همرسوبی آنها و ایجاد پوششهای ترکیبی می باشد. ایجاد این نوع پوشش‌های ترکیبی به خاطر مقاومت خوردگی و سایشی، پایداری گرمایی و مقاومت الکتریکی عالی، افزایش یافته است. همچنین کاربردهای صنعتی این پوشش‌ها گسترش پیدا کرده است.

۱-۱)تعریف آبکاری

آبکاری یا روکش دادن غالبا به فراهم کردن روکش فلزی بر روی فلزات دیگر اطلاق می شود، اگر چه با روش های آماده سازی مناسب می توان بر روی اجسام غیر فلزی نیز روکش فلزی ایجاد نمود[۱].

۱-۲)انواع روش های آبکاری

به طور کلی برای انجام هر فرآیند پوشش کاری[۱]، الکترولیتی لازم است که واکنش زیر انجام شود:

$$M^{+z} + ze^- \square M^o \qquad (۱-۱)$$

برای ایجاد پوشش وجود یون M^{+z} در محلول الزامی است. برحسب اینکه از چه منبعی برای تأمین الکترون استفاده شود، پوشش کاری الکترولیتی را می توان به دو روش آبکاری با استفاده از جریان الکتریکی[۲] و آبکاری بدون استفاده از جریان برق[۳] طبقه بندی کرد. در روش آبکاری با برق از یک منبع خارجی برای تأمین الکترون استفاده می شود، در حالی که در روش آبکاری بدون برق، الکترون های مورد نیاز بدون استفاده از یک منبع خارجی، در محدودهٔ مرزی الکترود، از طریق یک ماده احیاء کننده طی یک فرایند الکتروشیمیایی یا از طریق دیگر فراهم می گردد. روش های پوشش دهی فلزی بدون استفاده از منبع جریان برق را می توان همراه با ماده احیاء کننده یا بدون آن انجام داد [۲].

۱-۳)آبکاری الکترولس نیکل

اساس حمام های خود کاتالیستی یا آبکاری شیمیایی بر احیاء نمک های فلزی استوار است. در فرایند پوشش دهی الکترولس نیکل، یونهای فلزی و عامل احیاء کننده در حضور یک کاتالیزور با یکدیگر واکنش داده و پوشش فلزی بر روی یک سطح فعال رسوب می کند[۳].

۱-۳-۱)تاریخچه پیشرفت و توسعه پوشش های الکترولس نیکل

در سال ۱۸۴۴آدولف ورتز[۴] کشف کرد که چنانچه محلول آبی نمک نیکل بوسیله یون هیپوفسفیت احیاء شود، نیکل فلزی بدست می آید. در سال های بعد واکنش بیشتر بررسی شد ولی همچنان فلز بصورت پودری شکل بود.

می توان گفت کشف تکنولوژی الکترولس نیکل، آنگونه که امروزه استفاده می شود در سال ۱۹۴۶ یعنی دو سال بعد از مطالعه و کشف برنر[۵] و ریدال[۶] بوقوع پیوست. این دو دانشمند

[1] plating
[2] Electroplating
[3] Electroless plating
[4] A.Wurtz
[5] Bernner

مشغول بررسی آبکاری الکتریکی آلیاژ نیکل- تنگستن در حمام سیترات در دمای بالا بودند. کاتد یک لوله تو خالی بود و از یک آند داخلی برای آبکاری سطح داخلی لوله استفاده شده بود. برای حذف تنش داخلی ناشی از حضور محصول اکسیداسیون سیترات، آنها معرف احیاء کننده هیپوفسفیت را به محلول افزودند و با کمال تعجب مشاهده کردند که سطح خارجی لوله نیز کاملاً آبکاری شده است. تحقیقات بعدی نشان داد که رسوب شیمیایی همزمان با ترسیب الکتریکی، تشکیل شده است. بدنبال آن یک شرکت حمل و نقل امریکایی با جایگزین کردن روش الکترولس به جای آبکاری الکتریکی در روکش داخل تانکر های حمل و نقل خود، این روش را به بهره برداری تجاری رساند. بعد از گذشت چند دهه و آگاهی از خواص این پوششها، قطعات مهندسی بطور روز افزونی توسط این روش پوشش داده شدند. طبق برآوردی که انجام شد مصرف پوششهای الکترولس نیکل-فسفر در سال ۱۹۸۸ در تمام کشور های صنعتی جهان حدود ۱۲۵۰ تن گزارش شده است[۴و۵].

۱-۴)مزایا و معایب آبکاری الکترولس نیکل

تفاوت بین آبکاری با برق و آبکاری الکترولس نیکل در خلوص و ساختار پوشش های ایجاد شده می باشد. به طوری که خلوص نیکل در آبکاری با برق ۹۹٪ می باشد در حالی که در آبکاری الکترولس ۹۲٪ نیکل و ۸٪ فسفر می باشد که جزء فسفر تغییراتی را در خواص پوشش ها ایجاد می کند. همچنین در آبکاری با برق نیکل از آندهای نیکلی برای انجام آبکاری استفاده می شود. آندهای مورد استفاده یکی از منابع ورود ناخالصی ها به داخل حمام بوده که در روش الکترولس این ناخالصی ها حذف خواهند شد[۵و۶].

۱-۴-۱)مزایای آبکاری الکترولس نیکل

۱)ایجاد پوشش یکنواخت بر روی تمام سطوح ، حتی سطوح غیر منظم و پیچیده

۲)مقاومت خوب در برابر خوردگی

۳)زیاد بودن مقاومت سایشی و سختی پوشش های الکترولس در مقایسه با پوشش های ایجاد شده توسط آبکاری با برق

۴)پوشش دهی بدون نیاز به جریان برق

۵) ایجاد پوشش هایی با تخلخل کمتر نسبت به آبکاری با برق[۶و۷].

[6] Riddell

۱-۴-۲)معایب آبکاری الکترولس نیکل

۱)حساس به ناخالصی های موجود در حمام و نیاز به کنترل دقیق آنالیتیکی حمام

۲)پایین بودن سرعت ترسیب و کنترل سخت سرعت پوشش دهی نسبت به آبکاری با برق

۳)گران بودن پوشش در مقایسه با آبکاری با برق

۴)تعداد فلزات و آلیاژهایی که بوسیله الکترولس پوشش دهی می شوند خیلی کمتر از پوشش دهی نسبت به آبکاری با برق می باشد[۴و۷].

۱-۵)انواع پوشش های ترکیبی الکترولس

در طی ۱۰- ۱۵سال اخیر، برای بهبود مقاومت خوردگی و سایشی پوشش های الکترولس نیکل و همچنین به منظور دسترسی به پوشش هایی با پایداری گرمایی و مقاومت الکتریکی بهتر، ایجاد پوشش های ترکیبی الکترولس نیکل توسعه یافته است. پوشش‌های ترکیبی بوجود آمده به روش الکترولس نیکل به دو دسته پوشش‌های آلیاژی و پوشش‌های کامپوزیتی تقسیم بندی می شوند[۵و۷].

۱-۶)پوشش های آلیاژی الکترولس نیکل

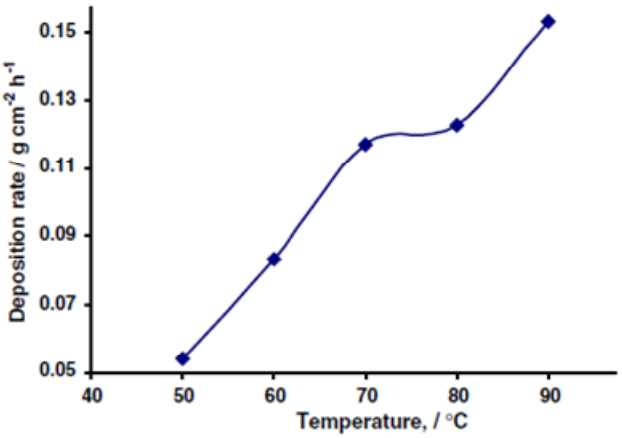
در سالهای اخیر همرسوبی یک یا چند عنصر فلزی در ماتریس الکترولسی نیکل و ایجاد پوششهای الکترولس آلیاژی ۳تایی و۴تایی بر پایه نیکل افزایش یافته است. دلیل این کار هم، مقاومت خوردگی، سایشی و پایداری گرمایی و مقاومت الکتریکی عالی این پوششها می باشد. با توجه به خواص مکانیکی و فیزیکی مطلوب که این پوششها دارند و بسته به کاربردهای آن ها، پوششهای آلیاژی مختلفی به روش الکترولس تهیه می شوند[۸ و۹].

ساده ترین آلیاژ ایجاد شده به روش الکترولس،آلیاژ ۲ تایی نیکل- فسفر می باشد. قطع نظر از این پوشش آلیاژی پایه، بیشتر پوشش های آلیاژی لااقل یکی از عناصر تنگستن، مس، کبالت، روی، قلع، نقره، آهن و... رادارند[۴و۱۰]. بیشترین پوشش های آلیاژی ایجاد شده به روش الکترولس، نیکل- تنگستن- فسفر، نیکل- مس– فسفر، نیکل- کبالت- فسفر، نیکل- روی- فسفر، نیکل- آهن- فسفر، نیکل- تنگستن-کروم- فسفر می باشد[۱۱].

۱-۶-۱)فاکتور های موثر بر سرعت آبکاری پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل

۱-۶-۱- الف) اثر دما

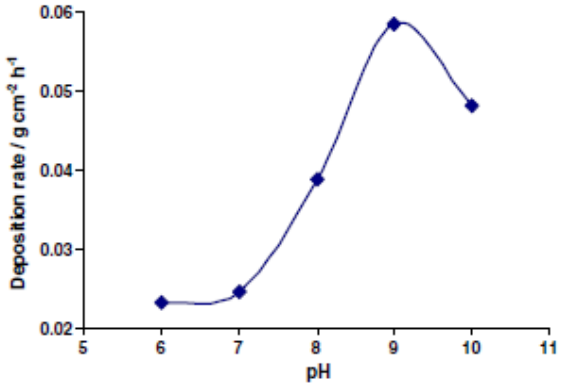
دما یکی از پارامترهای مهم موثر بر سرعت آبکاری پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل می باشد. دمای مورد استفاده در حمام های اسیدی بین ۹۰_۸۰ درجه سانتی گراد است در صورتی که برای حمام های بازی کمتر از این می باشد[۴]. بطور مثال در مورد آلیاژ نیکل- تنگستن- فسفر، سرعت ترسیب این پوشش با افزایش دما از ۵۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد، افزایش می یابد. با توجه به شکل(۱-۱) سرعت ترسیب در محدوده ۷۰-۸۰ درجه سانتی گراد ثابت باقی می ماند و با افزایش تا ۹۰ درجه سانتی گراد، دوباره زیاد می شود. ممکن است افزایش دما موجب کدر شدن پوشش گردد. بهترین دما برای ترسیب آلیاژ نیکل- تنگستن- فسفر ، دمای ۷۰ درجه سانتی گراد می باشد[۱۲].



شکل۱-۱- تاثیر دما بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر[۱۲]

۱-۶-۱- ب) اثر pH

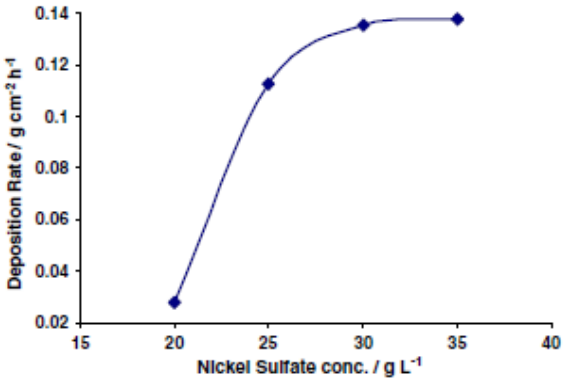
یکی دیگر از عوامل مهم در سرعت آبکاری پوشش های آلیاژی الکترولسی،pH محلول می باشد[۵]. بطور مثال در مورد پوشش آلیازی ۳ تایی نیکل- تنگستن- فسفر با توجه به شکل(۱-۲)، سرعت ترسیب با افزایش pH از ۶ تا ۱۰،افزایش می یابد.pH محلول را می توان در این محدوده بوسیله افزودن هیدروکسید آمونیوم به حمام نگهداری کرد. اثر دیگر pH محلول بر روی محتوای فسفر پوشش می باشد که با افزایش pH تا محدوده قلیایی(بیشتر از ۹) محتوای فسفر پوشش کاهش می یابد[۱۲].



شکل۱-۲- تاثیر pH بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر[۱۲]

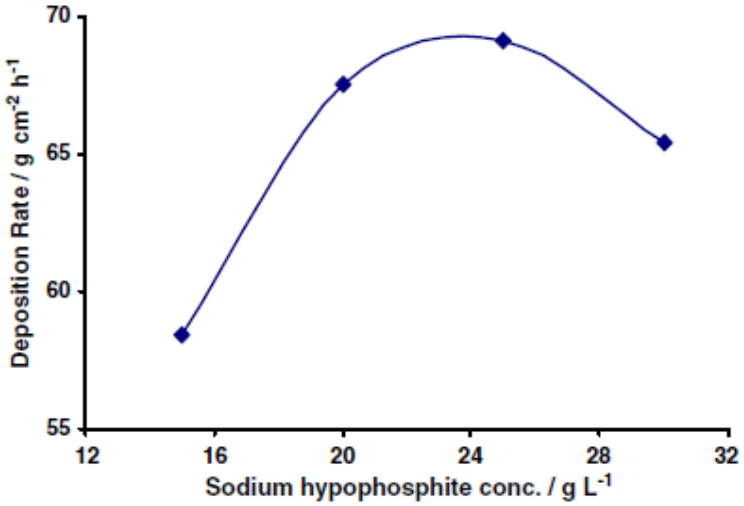
۱-۶-۱- ج) غلظت ترکیبات سازنده حمام

یکی دیگر از فاکتورهای موثر بر سرعت ترسیب آلیاژ های الکترولسی ۳ تایی و ۴ تایی بر پایه نیکل- فسفر غلظت ترکیبات سازنده حمام می باشد[۴]. بطور مثال در مورد پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر با توجه به شکل(۱-۳) با افزایش در غلظت یونهای نیکل در حمام، سرعت ترسیب افزایش می یابد و سپس ثابت می ماند[۱۲].



شکل۱-۳- تاثیر غلظت سولفات نیکل بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر[۱۲]

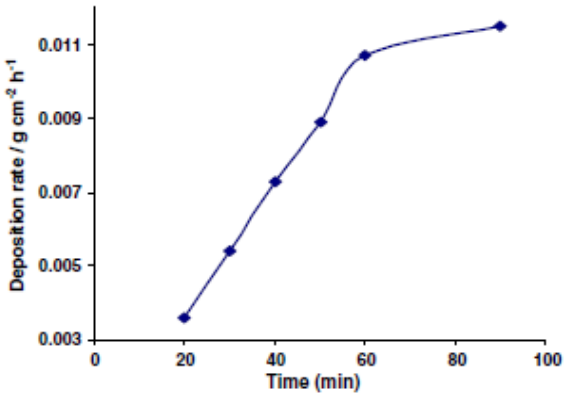
غلظت هیپوفسفیت سدیم یکی دیگر از عوامل موثر بر سرعت ترسیب این پوشش آلیاژی الکترولسی است.با توجه به شکل (۱-۴)، سرعت ترسیب با افزایش غلظت سدیم هیپوفسفیت افزایش می یابد. همچنین سرعت خوردگی با افزایش غلظت سدیم هیپوفسفیت کاهش می یابد[۱۲].



شکل۱-۴- تاثیر غلظت هیپوفسفیت سدیم بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر[۱۲]

۱-۶-۱- د)اثر زمان آبکاری

یکی دیگر از عوامل موثر بر سرعت آبکاری پوشش های آلیاژ های الکترولسی نیکل زمان آبکاری می باشد. شکل (۱-۵) اثر زمان آبکاری بر سرعت آبکاری پوشش آلیاژ های الکترولس نیکل– تنگستن– فسفر را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود با افزایش زمان آبکاری از ۲۰ به ۶۰ دقیقه سرعت آبکاری بطور خطی افزایش می یابد و سپس با افزایش زمان تا ۹۰ دقیقه سرعت ثابت می ماند. علاوه بر این، افزایش زیاد زمان آبکاری به دلیل غیر اقتصادی بودن در کاربرد های صنعتی انجام نمی پذیرد[۱۲و۱۴].



شکل۱-۵- تاثیر زمان آبکاری بر روی سرعت آبکاری پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- تنگستن- فسفر[۱۲]

۱-۶-۲) خواص پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل

انتخاب عنصر یا عناصر فلزی همرسوبی شونده و ایجاد پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل بسته به کاربردهای آنها صورت می گیرد. عناصر افزوده شده به ماتریس نیکل- فسفر الکترولسی با توجه به خصوصیاتی که دارند تأثیر بسزایی در خواصی مانند مقاومت خوردگی، سایشی، سختی، پایداری گرمایی، خاصیت مغناطیسی و الکتریکی و ... دارد. حال به بررسی اجمالی این خواص می پردازیم.

۱-۶-۲-الف)درخشندگی و صافی سطح پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل

افزودن بعضی از فلزات به حمام الکترولس نیکل- فسفر به منظور تهیه پوشش های آلیاژی الکترولسی باعث ایجاد سطحی نرم تر، صاف تر و روشن تر می شود[۶]. همرسوبی مس با نیکل- فسفر به روش الکترولس باعث نرم تر شدن و هموار شدن سطح ودرخشندگی پوشش می شود. همچنین در تهیه پوشش آلیاژی ۴تایی نیکل- تنگستن- مس- فسفر، افزودن مقدارکم مس به حمام نیکل- تنگستن- فسفر، پوششی با سطح خیلی صاف را نتیجه می دهد. نیز افزودن تنگستن به حمام الکترولس نیکل- فسفر و ایجاد پوشش نیکل- تنگستن- فسفر و انجام عملیات حرارتی روی آن، پوششی نرمی را ایجاد می کند [۱۳].

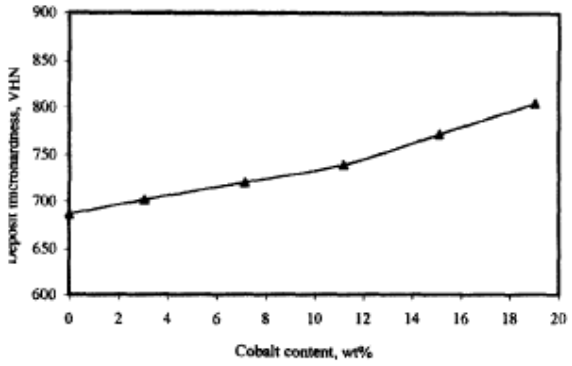
۱-۶-۲-ب)پایداری گرمایی پوشش های آلیاژی الکترولسی نیکل

یکی دیگر از خصوصیاتی که با افزودن فلزات به بستر الکترولس نیکل باعث بهبود آن می شود پایداری گرمایی می باشد. مطالعاتی در مورد افزودن تنگستن به حمام الکترولس نیکل- فسفر صورت گرفته و مشاهده شده که این همرسوبی باعث افزایش پایداری گرمایی پوشش می شود. همچنین همرسوبی مس با بستر نیکل- فسفر الکترولسی سبب بهبود بخشیدن به پایداری گرمایی این پوشش ها می شود[۴و۱۳].

۱-۶-۲-ج)سختی پوشش های آلیاژی

یک فاکتور مهم در افزایش مقاومت به برای سایش مکانیکی پوشش ها، سختی می باشد. افزودن عنصر یا عناصر فلزی به ماتریس الکترولس نیکل در بیشتر موارد باعث افزایش سختی این پوشش های آلیاژی می شود[۴]. بطور مثال پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- کبالت- فسفر سختی بهتری نسبت به پوشش نیکل- فسفر الکترولسی دارد. که این بهبودی در سختی، با همرسوبی کبالت در ماتریس نیکل- فسفر حاصل می شود. شکل (۱-۶) میزان افزایش سختی

کبالت را بر درصد کبالت در پوشش نیکل- کبالت- فسفر نشان می دهد[۲۵]. همچنین در مورد سختی پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- مس- فسفر مطالعاتی صورت گرفته و گزارش شده که تهیه این نوع پوشش باعث ازدیاد سختی پوشش می شود. با عملیات حرارتی بر روی این پوشش ها، سختی بطور معنی داری افزایش می یابد[۱۳].



شکل۱-۶- تاثیر درصد کبالت بر روی سختی پوشش آلیاژی الکترولسی نیکل- کبالت- فسفر[۱۲]

۱-۶-۲-ج) خوردگی پوشش های آلیاژی

مقاومت خوردگی آلیاژ های الکترولسی بر پایه نیکل - فسفر به محتوای فسفر، محتوای عناصر آلیاژ و همچنین میزان تخلخل پوشش ها وابسته می باشد. مطالعات خوردگی بر روی این پوشش ها بوسیله روش های الکتروشیمیایی معمول مانند پلاریزاسیون خطی و امپدانس شیمیایی صورت می گیرد. مطالعات صورت گرفته بر روی این پوشش های آلیاژی نشان می دهد که همه پوشش های آلیاژی الکترولسی ۳ تایی و ۴ تایی مقاومت خوبی در محلول ۳/۵٪ کلرید سدیم دارند. بطور مثال مطالعه رفتار خوردگی پوشش های آلیاژی الکترولسی ۳ تایی نیکل- مس- فسفر و نیکل- تنگستن- فسفر، یک بهبود در مقاومت خوردگی این پوشش ها نسبت به پوشش الکترولسی نیکل- فسفر از خود نشان می دهد[۱۵]. همچنین در مورد آلیاژهای ۳ تایی الکترولسی نیکل- کبالت - فسفر، تهیه این پوشش و سپس انجام عملیات حرارتی روی آن، مقاومت خوردگی بهتری را نمایش می دهد[۱۶].