٤٢٤٠٨٣

۱۳۸۱ /۷/ ۳۰

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی‌ومهندسی

پایان‌نامهٔ دورهٔ کارشناسی ارشد

مهندسی مواد ـ سرامیک

عنوان:

بازیابی پودر کاربید تنگستن از قراضه‌های ابزار بُرشی به‌روش الکتروشیمیایی

نگارش:

اکبر قادری نجف‌آبادی

استاد راهنما:

دکتر رسول صراف مأموری

استاد مشاور:

مهندس پیونداسدی افشار

۴۲۶۸۷

تابستان ۱۳۸۱

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای **اکبر قادری نجف آبادی** پایان‌نامه ۱۰ واحدی خود را با عنوان **بازیابی پودر کاربید تنگستن از قراضه‌های ابزار برشی به روش الکتروشیمیایی** در تاریخ **۸۱/۴/۲۹** ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی **مواد** باگرایش **سرامیک** پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنما :	**آقای دکتر صراف مأموری**	
۲ـ استاد مشاور :	**آقای مهندس اسدی افشار**	
۳ـ استادان ممتحن :	**آقای دکتر طاهری نساج**	
	آقای دکتر تلافی نوغانی	
۴ـ مدیر گروه :	**آقای دکتر عبداله‌زاده**	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

بسمه‌تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ : در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادهٔ ۲ : در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«*کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد نگارنده در رشتهٔ* ***مهندسی مواد - سرامیک*** *است که در سال* ***۱۳۸۱*** *در دانشکدهٔ* ***فنی و مهندسی*** *دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی جناب آقای دکتر* ***رسول صراف مأموری*** *و مشاورهٔ جناب آقای مهندس* ***پیوند اسدی افشار*** *از آن دفاع شده است.*»

مادّهٔ ۳ : به منظور جبران بخشی از هزینه‌های نشریات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ : در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدّرس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ : دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت حودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ : اینجانب **اکبر قادری نجف‌آبادی** دانشجوی رشتهٔ **مهندسی مواد** گرایش **سرامیک** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی : **اکبر قادری نجف‌آبادی**

تاریخ و امضاء : **۱۳۸۱/۴/۷**

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که بی دعای خیر ایشان این پژوهش میسر نبود

تشکر و قدردانی

بـه‌ثمر رسیدن این پژوهش حاصل همیاری و هم‌اندیشی استادان فرهیخته و دوستان عزیزی است کـه از یکـایک آنان تشکر و قدردانی می‌شود. جا دارد از استاد ارجمند جناب آقای دکتر رسول صـراف مأموری که با سعهٔ صدر فراوان طی نمودن این راه را هموار ساختند، سپاسگزاری نمایم. همچنین از استاد مشاور عزیز جناب آقای مهندس پیوند اسدی افشار ، صمیمانه قدردانی می‌کنم. مراتـب تشـکر خـود را از مسـئولین شرکت تولید ابزار برشی ایران (تابا) که در تهیهٔ مواد اولیهٔ آزمایشـات کمـال همکـاری را نمـوده‌اند، ابراز می‌نمایم. دوام توفیق همهٔ سرورانی که مرا یاری نموده‌اند را از خداوند متعال مسئلت دارم.

امروزه تخمین زده می‌شود که درحدود ۶۵ درصد از پودر تنگستن مصرفی در جهان به تولید قطعات ازجنس کاربید تنگستن اختصاص دارد. یکی از اجزای مهم در کاربید تنگستن سمانته ، کبالت است. کامپوزیت‌های کاربید تنگستن سمانته ، عبارت از توزیع ذرات تنگستن با اندازهٔ میکرونی در فاز بایندر کبالت می‌باشند که بوسیلهٔ فرایند سینترینگ فاز مایع تهیه می‌شوند. تخمین زده می‌شود که ۳۵ درصد از قراضه‌های کاربید سمانتهٔ تولید شده بازیابی می‌شوند. روش‌های مختلفی برای بازیابی محتوای تنگستن از قراضه‌های کاربیدهای سمانته بکار می‌روند و در این میان فقط تعدادی از آنها تنگستن را بصورت کاربید تنگستن بوسیلهٔ انحلال انتخابی کبالت تولید می‌کنند. "فرایند روی" که تخمین زده می‌شود نزدیک به ۷۵ درصد از کاربیدهای بازیابی‌شده را به خود اختصاص داده، در جهان متداول شده است. با وجود این، روش مذکور دارای معایبی مانند مصرف بالای انرژی است.

در این مطالعه، قراضه‌های کاربید تنگستن سمانته بمنظور انحلال بایندر کبالت آنها و بازیابی کاربید تنگستن، الکترولیز شد. غیرفعال شدن آندی، انحلال اسیدی کبالت را کند می‌کند.

طبق نتایج بدست آمده، جریان آندی خطی بمنظور انتخاب الکترولیت‌های مناسب کنترل شد و غیرفعال شدن کم و بنابراین انحلال کبالت زیادتر شد. غیر فعال شدن آندی در اسیدها در حضور مواد افزودنی به حداقل رسید(مثلاً ۰/۱ مول اسیدسیتریک در اسیدکلریدریک یک نرمال). الکترولیز بطور مؤثری بصورت پتانسیواستاتیکی در ۰/۶ ـ ۰/۲ ولت برحسب الکترود کالومل اشباع شدهٔ استاندارد انجام شد. آنالیز تفرق اشعهٔ ایکس و بررسی‌ها از طریق میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان می‌دهد که کاربید تنگستن تولید شده بدون هرگونه آلاینده‌ای است. یک نمودار پیشرفت کار برای بازیابی کاربید تنگستن از قراضه‌های کاربید سمانته پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه: بازیابی ، کاربید تنگستن ، کاربید سمانته ، کبالت ، انحلال انتخابی ، الکترولیز ، محیط‌زیست.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول

مقدمه ۱

فصل دوم

مروری برمطالعات انجام شده ۹

۲-۱) تاریخچهٔ ابزارهای برشی ۱۰

۲-۲) الماسه‌های صنعتی ۱۳

۲-۳) بررسی فازهای کاربیدهای سمانته ۱۷

۲-۴) انواع قراضه‌های کاربید سمانته ۱۹

۲-۵) معرفی روش‌های بازیابی کاربیدهای سمانته ۲۰

۲-۵-۱) روش‌های معمول بازیابی کاربیدهای سمانته ۲۲

۲-۵-۲) فرایند انحلال الکترولیتی انتخابی (SEDP) ۳۱

۲-۵-۲-۱) رفتار آندی کاربیدهای سمانته ۳۳

۲-۶) عوامل مؤثر بر فرایند بازیابی کاربید تنگستن به روش SEDP ۳۵

۲-۶-۱) قراضهٔ مصرفی ۳۶

۲-۶-۲) الکترولیت و خصوصیات آن ۴۰

۲-۶-۳) جریان (دانسیته جریان) و ولتاژ مورد استفاده در الکترولیز ۴۵

۲-۶-۴) کاتد و آند و مشخصات آنها ۴۷
۲-۶-۵) دما ۵۲
۲-۶-۶) زمان ۵۲
۲-۶-۷) تلاطم و به هم زدن محلول الکترولیز ۵۴
۲-۶-۸) شار ورودی و خروجی الکترولیت به محیط الکترولیز ۵۴
۲-۷) روش‌های مطالعهٔ سرعت انحلال در SEDP ۵۵

فصل سوم

مراحل آزمایشگاهی ۵۶
۳-۱) مواد اولیه ۵۷
۳-۲) تجهیزات مورد استفاده ۶۱
۳-۳) روش تحقیق ۶۷
۳-۳-۱) روش تحقیق آزمایشات سرعت خوردگی ۶۷
۳-۳-۲)روش تحقیق آزمایشات در پتانسیل ثابت ۶۸
۳-۴) شرح آزمایشات مربوط به بررسی پارامترها ۷۲
۳-۴-۱)آزمایشات برای انتخاب ترکیب الکترولیت و پتانسیل مطلوب ۷۲
۳-۴-۲) آزمایشات بررسی تغییرات جریان آندی بر حسب زمان ۷۳
۳-۴-۳) آزمایشات بررسی انحلال کبالت و تنگستن ۷۴
۳-۴-۴) آزمایشات بررسی کاهش وزن (تعیین مدت زمان مناسب) ۷۴
۳-۴-۵) آزمایشات بررسی تأثیر دما ۷۵
۳-۴-۶) آزمایش بررسی اثر تلاطم الکترولیت ۷۶

فصل چهارم

نتایج تحقیق وبحث ۷۷
۴-۱) نتایج حاصل از آزمایشات در مورد نوع الکترولیت ۷۸
۴-۲) تأثیر مواد افزودنی بر جلوگیری از غیرفعال شدن آندی قراضه ۸۶
۴-۳) تغییرات جریان آندی با زمان ۸۷
۴-۴) نتایج آزمایشات انحلال کبالت و تنگستن ۸۹
۴-۵) نتایج آزمایشات بررسی کاهش وزن قراضه ۹۱
۴-۶) نتایج آزمایشات بررسی تاثیر دما ۹۲
۴-۷) نتایج آزمایش بررسی اثر تلاطم الکترولیت ۹۳

۴-۸) نتایج آنالیز پودرهای حاصل از عملیات بازیابی قطعات قراضه..... ۹۴
۴-۸-۱) پودر حاصل از آسیاب‌کاری..... ۹۴
۴-۸-۲) پودر رسوب کرده بر روی صفحهٔ کاتد..... ۹۸
۴-۸-۳) پودر ته‌نشین شده در ته ظرف..... ۹۸

فصل پنجم

نتیجه‌گیری نهایی..... ۱۰۵

منابع..... ۱۰۹

واژه‌نامهٔ انگلیسی به فارسی..... ۱۱۳

واژه‌نامهٔ فارسی به انکلیسی ۱۱۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) ترکیب قراضهٔ کاربید سمانتهٔ نوع(YG) ۳۹
جدول(۳-۱)- ترکیب گریدهای قراضهٔ مورد استفاده..... ۵۸
جدول (۳-۲)- خواص فیزیکی و مکانیکی گریدهای قراضهٔ مورد استفاده..... ۶۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱)- روند پیشرفت ابزار برشی در سال‌های متمادی در رابطه با کاهش زمان ماشین‌کاری.....۱۲

شکل(۲-۲)- مراحل تولید الماسه‌های صنعتی.....۱۵

شکل(۲-۳)- نمونه‌هایی از الماسه‌های صنعتی.....۱۶

شکل(۲-۴)- نمودار سه‌تایی (Co-W-C).....۱۷

شکل(۲-۵)- نمودارهای فازی دوتایی آلیاژهای (W-C)، (W-Co) و (Co-C).....۱۸

شکل(۲-۶)- شماتیک و سطح مقطع تجهیزات از نوع سلول بستر چرخان.....۴۹

شکل(۲-۷)- سطح مقطع سلول عمودی مورد استفاده در الکترولیز انتخابی.....۵۱

شکل(۲-۸)- شماتیک دستگاه و تجهیزات مورد استفاده درتحقیقات دای‌اینژونگ.....۵۱

شکل(۲-۹)- ساختمان سبد آندی پلاستیکی استفاده‌شده درتحقیقات دای‌اینژونگ.....۵۱

شکل(۲-۱۰)- نمودار سرعت انحلال فاز آلیاژ بایندربصورت تابع جریان ـ زمان.....۵۳

شکل(۳-۱) تصویر قطعات ابزار برشی از نوع الف K10 و ب M30.....۵۹

شکل(۳-۲)- الف) تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح پولیش شدهٔ قطعهٔ ابزار برشی با بزرگنمایی ۴۰۰۰ برابر. ب) پیک‌های آنالیز عنصری فاز بایندر.....۶۰

شکل(۳-۳)- مجموعهٔ دستگاه پتانسیواستات/ گالوانواستات و متعلقات آن.....۶۳

شکل(۳-۴)- سبد آندی از جنس تیتانیم، مورد استفاده در آزمایشات با پتانسیل ثابت.....۶۳

شکل(۳-۵)- کاتد از جنس فولاد زنگ‌نزن.....۶۴

شکل(۳-۶)- تصویر وشماتیک تجهیزات مورد استفاده در آزمایشات با پتانسیل ثابت.....۶۴

شکل(۳-۷)- آسیاب مورد استفاده در آزمایشات.....۶۵

شکل(۳-۸) الف) الک ، ب) دستگاه اندازه‌گیری توزیع اندازه دانه.....۶۶

شکل(۳-۹)- میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد استفاده در بررسی نمونه‌های آزمایشی.....۶۹

شکل(۳-۱۰)- نمونه‌های مانت‌شدهٔ مورد استفاده در آزمایشات پتانسیواستاتیکی.....۶۹

شکل(۴_۱)_ منحنی پلاریزاسیون خطی قراضهٔ M30 در اسیدکلریدریک یک نرمال در دمای C ۲۵°.....۷۹

شکل(۴_۲)_ منحنی پلاریزاسیون خطی قراضهٔM30 در اسیدسولفوریک یک نرمال در دمای C ۲۵°.....۷۹

شکل(۴_۳)_ منحنی پلاریزاسیون خطی قراضهٔ M30 در اسیدنیتریک یک نرمال در دمای C ۲۵°.....۸۰

شکل(۴_۴)_ منحنی پلاریزاسیون خطی قراضهٔ M30 در اسیدفسفریک یک نرمال در دمای C ۲۵°.....۸۰

شکل(۴_۵)_ منحنی‌های پلاریزاسیون خطی قراضهٔ M30 در اسید کلریدریک و اسید سولفوریک

یک نرمال در دمای C ۲۵°..... ۸۱
شکل (۴-۶)- تغییرات iact، icrit و ipass قراضهٔ M30 بر حسب غلظت HCl..... ۸۳
شکل (۴-۷)- تغییرات iact، icrit و ipass قراضهٔ M30 بر حسب غلظت H_2SO_4..... ۸۴
شکل (۴-۸)- تغییرات iact، icrit و ipass قراضهٔ M30 بر حسب غلظت H_3PO_4..... ۸۴
شکل (۴-۹)- تغییرات iact، icrit و ipass قراضهٔ M30 بر حسب غلظت HNO_3..... ۸۴
شکل(۴-۱۰)_ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیز از سطح نمونهٔ قراضهٔ M30 که بصورت الکترود کاری درون سلول الکترولیز قرار گرفته است..... ۸۵
شکل(۴_۱۱)_ منحنی‌های پلاریزاسیون خطی قراضهٔ M30 در 2N H_3PO_4 در دمای C ۲۵° حاوی افزودنی‌ها: ۱. بدون افزودنی؛ ۲. ۰/۲ مول اسید استیک؛ ۳. ۰/۲ مول اسید استیک و ۰/۱ مول اسید سیتریک؛ ۴. ۰/۱ مول اسید سیتریک..... ۸۷
شکل (۴-۱۲)- تغییرات جریان آندی با زمان برای الکترولیز قراضهٔ K10 در پتانسیل‌های ثابت ۰/۴۰۰ و ۰/۶۰۰ ولت در محلول‌های یک نرمال HCl همراه و بدون ۰/۱ مول اسیدسیتریک..... ۸۸
شکل ((۴-۱۳)- الف و ب)_ تغییرات غلظت کبالت و تنگستن با زمان برای قراضهٔ K10 الکترولیز شده در محلول یک نرمال اسیدکلریدریک در دو پتانسیل ۰/۴۰۰ و ۰/۶۰۰ ولت همراه وبدون ۰/۱ مول اسید سیتریک..... ۹۰
شکل (۴-۱۴)- نتایج آزمایشات کاهش وزن قراضه در اثر گذشت زمان..... ۹۱
شکل(۴-۱۵)- نتایج آزمایشات بررسی تاثیر دما؛ الف) برکاهش وزن ؛ب) بر غلظت کبالت..... ۹۲
شکل (۴-۱۶)- نتایج آزمایشات بررسی اثر تلاطم الکترولیت شامل؛ الف) مقادیر کاهش وزن قراضه ؛ ب)غلظت کبالت..... ۹۳
شکل(۴-۱۷)- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر از پودر حاصل از آسیاب‌کاری..... ۹۵
شکل (۴-۱۸)- پیک‌های آنالیز عنصری پودر حاصل از آسیاب‌کاری و مقادیر عددی این آنالیز ۹۵
شکل(۴-۱۹)- پیک‌های تفرق اشعهٔ ایکس و آنالیز فازی پودر حاصل از آسیاب‌کاری..... ۹۶
شکل (۴-۲۰)- نتایج حاصل از آنالیز توزیع اندازهٔ ذرات پودر حاصل از آسیاب‌کاری قراضه‌ها..... ۹۷
شکل (۴-۲۱)- تصویر میکروسکوپی پودر مرسوب روی کاتد با بزرگنمایی ۲۰۰۰ برابر..... ۹۹
شکل (۴-۲۲)- پیک‌های آنالیز عنصری و مقادیر عددی این آنالیز در مورد پودر مرسوب روی کاتد..... ۹۹
شکل(۴-۲۳)- تصویر پیک‌های تفرق اشعهٔ ایکس و آنالیز فازی پودر مرسوب بر روی کاتد..... ۱۰۰
شکل(۴-۲۴)- تصویر میکروسکوپی با بزرگنمایی ۲۰۰۰ برابر از پودر ته‌نشین شده در ته ظرف الکترولیز..... ۱۰۱
شکل (۴-۲۵)- پیک‌های آنالیز فازی پودر ته‌نشین شده در ته ظرف الکترولیز و مقادیر عددی آنها..... ۱۰۲
شکل(۴-۲۶)- تصویر پیک‌های تفرق اشعهٔ ایکس و آنالیز فازی پودر ته‌نشین شده در ته ظرف الکترولیز..... ۱۰۳

فصل اول

مقدمه

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

سالانه بیش از صدها میلیون تن پس‌مانده‌های صنعتی و معدنی ناشی از منابع تولیدی و معادن موجود در جهان تولید می‌شود. این مواد شامل سرباره‌ها، قراضه‌ها، غبارات و خاکسترهای صنعتی، لجن‌ها و گل‌ولای، باطله‌ها، نخاله‌ها و برگشتی‌ها، محلولها و گازها می‌باشند. برخی از این مواد بطور مطلوب و مؤثر بازیابی می‌شوند و تحقیقات جهانی در مورد بازیابی مواد دیگر در حال توسعه است[۱].

در این میان بازیابی موفقیت‌آمیز فلزات استراتژیک و بحرانی از پسمانده‌های صنعتی، علاوه بر سود و منفعت اقتصادی ناشی از کاهش هزینه‌های تولید، حجم پسمانده‌های صنعتی که به لحاظ زیست‌محیطی باید نابود گردند را به طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد و این مسئله اهمیت این موضوع را دو چندان می‌کند. هزینهٔ بالایی که برای از بین بردن پسمانده‌ها و دفن