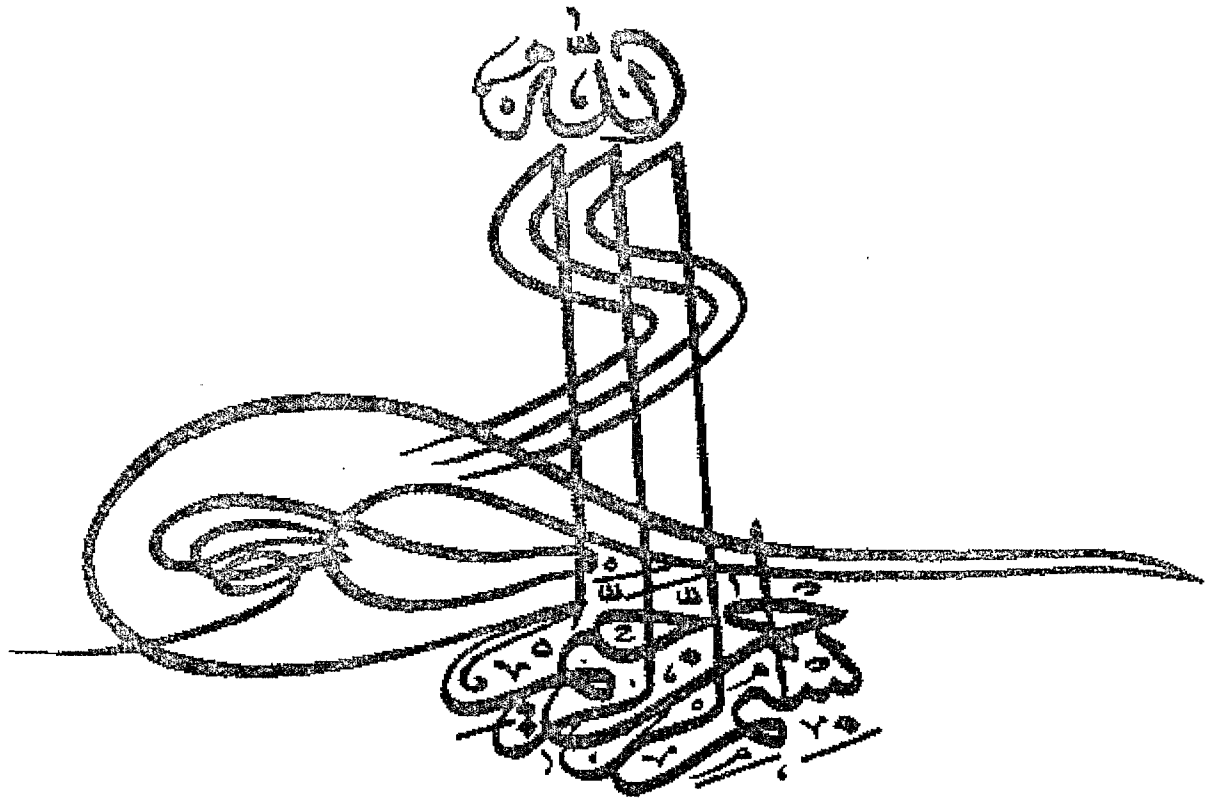


اسکن شد
تاریخ :
ایران تور



۱۲۸۸۷.



دانشگاه شهید بهشتی

پژوهشکده لیزر و پلاسما

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد فوتونیک

عنوان:

"نیتروکربوراسیون فولاد CK45 به روش پلاسما الکترولیتی و بررسی خواص سطحی"

آن

دانشجو:

فائزه الوند

استاد راهنما:

دکتر احمد رضا راستکار

موسسه تخصصی زبان
شهریار

۱۳۸۸/۱۰/۲۰

تاریخ دفاع

شهریور ماه ۱۳۸۸

۱۲۸۸۷۰



دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ

شماره

بومت

بسمه تعالی

«صورتجلسه دفاع از پایان نامه دانشجویان دوره کارشناسی ارشد»

تهران ۱۳۸۳/۰۶/۱۱ اوین

تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره ۸۸/۶/۲۰/۹۵۳۱ مورخ ۸۸/۶/۲۰ جلسه هیأت داوران
ارزیابی پایان نامه خانم فائزه الوند به شماره شناسنامه ۵۱+ صادره از ملایر متولد ۱۳۶۲
دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فوتونیک با عنوان:

"نیتروکربوراسیون فولاد CK45 به روش پلاسما الکترولیتی و بررسی خواص سطحی
آن"

به راهنمایی: دکتر احمد رضا راستکار

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۸۸/۶/۲۴ تشکیل گردید و براساس رأی هیأت داوری و با عنایت
به ماده ۲+ آئین نامه کارشناسی ارشد مورخ ۷۵/۱/۲۵ پایان نامه مزبور با نمره ۱۹.۳۰۰...
و درجه ...
مورد تصویب قرار گرفت.

۱- استاد راهنما: دکتر راستکار
۲- استاد مشاور: -----

۳- استاد داور داخل و نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر نیکنام

۴- استاد داور: دکتر اسماعیلیان



بزرگداشتگاه اسناد

شماره (۸۲۰)

با فروتنی تمام پیشکش به:

"پدرم و مادرم"

تنها ساکنان سمت روشن و معصوم و معنادار زندگی

تشکر و قدردانی

اکنون که به کمک خداوند قادر متعال یکی دیگر از مقاطع تحصیلی ام را به پایان رسانده ام او را شاکرم و از او می‌خواهم فرصتی دهد تا توانایی‌ها و تجربیاتم را در جهت خدمت به خلق او به کار گیرم.

لازم می‌دانم بدین وسیله از زحمات جناب آقای دکتر "احمد رضا راستکار" که در طول این مدت افتخار شاگردیشان را داشته ام و با راهنمایی‌های ارزنده و به جا همواره مرا در جهت پیشبرد پروژه یاری رساندند، قدردانی نمایم. همچنین از اساتید بسیار محترم و ارزشمند جناب آقای دکتر "محمد اسماعیلیان"، جناب آقای دکتر "علیرضا نیکنام" و جناب آقای دکتر "بابک شکری" رئیس پژوهشکده لیزر و پلاسما سپاسگزاری می‌نمایم.

از آقای "طاهری" دانشگاه تهران، خانم "فرهنگیان" دانشگاه تربیت مدرس، آقایان "مهدی لو" و "مولائی" دانشگاه امیرکبیر، آقای "غلامی" دانشگاه علوم تحقیقات، خانم "امیرزاده" دانشگاه شهید بهشتی، آقای "طاووسی" سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی و آقای "عارفی" صنایع آبکاری هم تشکر می‌نمایم که هر یک به نوعی در مراحل مختلف کار، مرا در انجام این پروژه یاری رساندند.

تشکر ویژه ای هم از اعضای آزمایشگاه پلاسما بالاخص آقایان "امیر کیانی"، "حسن علامی" و "مهدی شریعت" دارم که با همکاری‌ها و همفکری‌های خود مرا یاری نمودند.

و در نهایت از همراهی‌های خانواده ام، برادر عزیزم آقای "عمید الوند"، نازنین مادرم و مهربان پدرم تشکر می‌نمایم که به راستی تنها پناه و دلگرمی و مایه شادی و آرامشم هستند در زندگی.

چکیده

در این پژوهش نیتروکربوراسیون فولاد Ck45 به روش پلاسما الکترولیتی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش الکترولیزی، آند و کاتد داخل یک الکترولیت که حاوی یون های نیتروژن و کربن میباشد قرار گرفته و به کمک یک منبع تغذیه جریان مستقیم، ولتاژ بالایی به نمونه ها اعمال می شود. در اثر اختلاف پتانسیل زیاد پلاسما در اطراف قطعه کار ایجاد شده، اجزای موجود در الکترولیت تجزیه شده و به صورت رادیکالها و یونها با سطح نمونه واکنش انجام میدهند. در این پژوهش غلظت الکترولیت، ولتاژ اعمالی و مدت زمان آزمایش پارامترهای متغیری بودند که خواص پوشش به دست آمده را تحت تأثیر قرار می دادند. الکترولیت مورد استفاده شامل اوره، کربنات سدیم و آب مقطر بود. نتایج نشان داد که در الکترولیت هایی با غلظت کمتر از ۷۰٪ وزنی اوره لایه نیتروکربوره تشکیل نمی شود و ولتاژ حدی لازم برای تشکیل محیط پلاسما، ۱۱۰ ولت می باشد. از طرفی در ولتاژهای بالاتر از ۲۰۰ ولت هم نمونه شروع به ذوب شدن می کرد. اوره در غلظت ۹۰٪ به حالت اشباع می رسید که در این غلظت و ولتاژهای بالاتر از ۲۴۰ نمونه شروع به ذوب شدن می کرد. برای شناسایی فازهای موجود از پراش سنجی اشعه ایکس، برای بررسی مورفولوژی از میکروسکوپ نوری و الکترونی، برای اندازه گیری سختی از میکرو سختی سنج و به منظور اندازه گیری مقاوت به سایش نمونه ها تست سایش مورد استفاده قرار گرفت. طبق نتایج شکل گیری فازهای θ - (Fe_3C) و یا ϵ - $(Fe_{2-3}N)$ در لایه ترکیبی مشاهده می شود. نتایج نشان داد که لایه های ایجاد شده با این روش دارای سختی و مقاوت به سایش بالایی هستند و مورفولوژی ساختارهای ایجاد شده پیرو شرایط آزمایش بوده و با انتخاب پارامترهای بهینه آزمایش می توان لایه هایی با خواص تریبولژیکی مطلوب ایجاد کرد.

کلمات کلیدی: نیتروکربوراسیون، پلاسما الکترولیتی

فهرست جداول

- جدول ۱-۲) کاربردهای صنعتی الکترولیز پلاسمایی (۲۳)
- جدول ۲-۲) خلاصه مشخصات Mo آلیاژ شده به سطح با فرآیند EPT (۳۵)
- جدول ۱-۳) آنالیز شیمیایی فولاد Ck45 (۷۴)
- جدول ۲-۳) شرایط اعمالی برای فرآیند پوشش دهی فولاد به روش PEN/C (۷۸)

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲) حالت های مختلف تخلیه الکتریکی ولتاژهای اعمال شده و جریان برق عبوری [۱۰] (۵)
- شکل ۲-۲) نمایی از یک کوره نیترو کربوره گازی [۲۵] (۱۳)
- شکل ۳-۲) شماتیک کوره آب بندی با سیستم کوئچ [۱۹] (۱۴)
- شکل ۴-۲) مقطع ایزوترمال دیاگرام فازی Fe-N-C در ۵۷۰-۵۸۰ درجه سانتیگراد [۲۴] (۱۵)
- شکل ۵-۲) چگونگی تغییرات اکتیویته نیتروژن و کربن در زیر لایه، لایه ترکیبی و منطقه نفوذ [۲۴] (۱۶)
- شکل ۶-۲) شماتیک یک کوره آزمایشی پلاسمای [۲۸] (۱۹)
- شکل ۷-۲) فرآیندهای الکترودی در الکترولیز محلول های آبی [۳] (۲۵)
- شکل ۸-۲) ارتباط بین فرآیندهای فیزیکی شیمیایی اصلی در فرآیندهای پلاسمای الکترولیتی [۳] (۲۶)
- شکل ۹-۲) الف) مراحل متداول تمیز کاری سطح قبل از گالوانیزه کردن ب) مراحل تمیز کاری به روش EPT [۳۲] (۲۹)
- شکل ۱۰-۲) الف و ب) مورفولوژی سطحی ج و د) پروفیل سه بعدی سطح ه و و) EDS از نمونه خام و نمونه پوشش برنج داده شده با EPT [۳۲] (۳۱)
- شکل ۱۱-۲) الف و ب) سطح تحت عملیات LST ج و د) سطوح تحت عملیات EPT ه) سطح تحت عملیات بلاست [۳۲] (۳۳)
- شکل ۱۲-۲) الف) پوشش های ایجاد شده توسط EPT بر روی میله ب) سطح شکست میله دارای پوشش روی بعد از آزمایش کشش [۳۲] (۳۴)

- شکل ۲-۱۳) شکل نمادین راکتور طراحی شده برای تمیز کردن سطح داخلی لوله [۳۲] (۳۶)
- شکل ۲-۱۴) راکتور ساخته شده تحت لیسانس شرکت CAP [۳۲] (۳۶)
- شکل ۲-۱۵) نمایی از مکانیزم EPT [۳۲] (۴۰)
- شکل ۲-۱۶) فولاد تمیز شده به روش EPT [۳۲] (۴۱)
- شکل ۲-۱۷) پروفیل عمق و عکس سه بعدی از سطح تمیز شده با EPT [۳۲] (۴۱)
- شکل ۲-۱۸) پروفیل میکروسختی بر روی ضخامت فولاد کم کربن [۳۲] (۴۳)
- شکل ۲-۱۹) مقایسه خوردگی یکنواخت سطح تمیز شده با EPT و سطح بلاست شده [۳۲] (۴۴)
- شکل ۲-۲۰) دو نوع از دیاگرام‌های جریان - ولتاژ در فرآیندهای الکترولیز پلاسمایی (a) پدیده تخلیه بر روی کاتد (b) تشکیل اکسید بر روی آند سیستم الکتروشیمیایی [۳] (۴۶)
- شکل ۲-۲۱) دیاگرام تبادل حرارتی برای فرایندهای (I) جوشش آب و (II) الکترولیز پلاسمای نمودارهای ۱ و ۲ مربوط به شرایط جوشش حباب و پایداری لایه بخار می‌باشند. نماد مربع مربوط به داده‌های آزمایشگاهی PEO می‌باشد [۲] (۵۰)
- شکل ۲-۲۲) تغییرات ولتاژ و جریان الکتریکی بر حسب زمان برای محلول اتانول در ولتاژ ۱۰۰۰ ولت [۳۹] (۵۳)
- شکل ۲-۲۳) تغییرات دما، چگالی جریان و توان الکتریکی با زمان در طی مرحله گرمایی برای محلول اتانول در ۱۰۰۰ V [۳۹] (۵۳)
- شکل ۲-۲۴) تغییرات تئوری جریان (خطی و فوق خطی) و رسانش الکتریکی محلول طی مرحله گرمایی ژول در فرآیند پلاسمای الکترولیتی [۳۹] (۵۴)
- شکل ۲-۲۵) سینتیک رشد پوشش تحت شرایط مختلف فرآیند PES (۵۴)
- شکل ۲-۲۶) میکروگراف‌های سطح مقطع لایه سطحی فولاد با Cr ۱/۰٪ و C ۰/۴٪ پس از ۴ دقیقه عملیات (a) PEN در دمای ۶۴۰°C PEC/N در (b) ۸۰۰°C PEC در (c) ۸۶۰°C [۳] (۵۶)
- شکل ۲-۲۷) پروفیل‌های کربن و نیتروژن برای فولاد کم کربن تحت عملیات PEN/C برای مدت زمان ۲ دقیقه در (a) ۶۷۰°C و (b) ۸۲۰°C [۳] (۵۷)
- شکل ۲-۲۸) میکروگراف SEM، سطح مقطع نمونه‌های پوشش داده شده توسط فرآیند PEN/C (a, b) ۲۳۰ ولت - ۶۰ ثانیه و (c) ۲۵۰ ولت - ۶۰ ثانیه [۳۰] (۵۹)

شکل ۲-۲۹) میکروگراف میکروسکوپ نوری نمونه ۲۵۰ ولت-۶۰ ثانیه در بزرگنمایی های مختلف

[۳۰](۶۰)

شکل ۲-۳۰) الگوی XRD نمونه های پوشش داده شده توسط فرآیند PEN/C و زمینه خام فولاد

(۶۱) AISI316

شکل ۲-۳۱) الگوهای ماتریس سه بعدی XRD برای نمونه پوشش داده شده توسط فرآیند PEN/C در ۲۵۰

ولت و به مدت ۶۰ ثانیه در زاویه های تابش ۳، ۵ و ۱۰ درجه [۳۰](۶۲)

شکل ۲-۳۲) زبری سطح نمونه های تحت عملیات PEN/C و نمونه خام [۳۰](۶۲)

شکل ۲-۳۳) میکرو سختی Knoop برای نمونه هایی تحت عملیات PEN/C تحت نیروی ۱۰، ۲۵ و ۵۰

گرم [۳۰](۶۳)

شکل ۲-۳۴) ضریب اصطکاک برای تست رفت و برگشتی (a) نمونه خام و (b-e) نمونه های ۱-۴ تحت

نیروی عمودی ۲/۵ نیوتون، فاصله لغزش ۲۵۰ متر [۳۰](۶۴)

شکل ۲-۳۵) ترک های ناشی از تست سایش رفت و برگشتی (a) نمونه خام و نمونه های ۱-۳ که تحت

عملیات PEN/C بوده اند و (b) نمونه ۴ [۳۰](۶۵)

شکل ۲-۳۶) پروفیل های سختی برای فولاد های ۱۰۲۰ پوشش داده شده توسط روش PEC/PEN به مدت

۳ دقیقه در (۱) ۲۵۰ ولت و (۲) ۲۲۰ ولت [۳۰](۶۶)

شکل ۲-۳۷) منحنی قطبش پتانسیو دینامیک برای نمونه خام AISI 316 و نمونه هایی که در محلول ۳٪

NaCl تحت عملیات PEN/C بوده اند [۳۰](۶۷)

شکل ۲-۳۸) مولفه های تریبوسیستم موثر بر رفتار سایشی و اصطکاکی مواد [۴۱](۶۸)

شکل ۲-۳۹) مکانیزم فرآیند سایش چسبنده [۴۰](۶۹)

شکل ۲-۴۰) فرآیند سایش خراشان الف) دو جسمی ب) سه جسمی [۴۶](۷۰)

شکل ۳-۱) فلوجارت فعالیت های صورت گرفته در این پروژه (۷۳)

شکل ۳-۲) نمایی از دستگاه کوانتومتر (۷۴)

شکل ۳-۳) برش میلگردهای فولاد Ck45 توسط دستگاه اره لنگ (۷۵)

شکل ۳-۴) نمونه خام آماده عملیات (۷۵)

شکل ۳-۵) الف و ب) دستگاه پولیش و ج و د) نمند (۷۶)

شکل ۳-۶) نمونه در حال جرقه زنی در داخل محلول الکترولیت (۱) بشر شیشه ای، (۲) آند استوانه ای شکل (۳) نمونه در حال جرقه زدن (۴) سیم متصل شده به قطب منفی (۵) سیم متصل شده به قطب مثبت (۶) پایه نگهدارنده نمونه (۷۷)

شکل ۳-۷) الف و ب) دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) (۸۰)

شکل ۳-۸) نمایی از دستگاه زبری سنجی (۸۲)

شکل ۳-۹) نمایی از میکروسکوپ نوری (۸۲)

شکل ۳-۱۰) الف) دستگاه میکرو سختی ب) اثر لوزی شکل فرورونده بر روی سطح نمونه در سختی ویکرز (۸۳)

شکل ۳-۱۱) تصویری از میکروسکوپ الکترونی روبشی (۸۴)

شکل ۳-۱۲) نمایی از دستگاه سایش پین روی دیسک (۸۵)

شکل ۳-۱۳) نگهدارنده نمونه کاری در آزمایش سایش (۸۷)

شکل ۴-۱) نتایج تست XRD نمونه خام فولاد Ck45 (۸۹)

شکل ۴-۲) نتایج تست XRD نمونه فولادی Ck45 نیتروکربوره شده با روش PEN/C در الکترولیت حاوی ۲۰٪ اوره (۹۰)

شکل ۴-۳) نتایج تست XRD نمونه های فولادی Ck45 نیتروکربوره شده با روش PEN/C در الکترولیت

حاوی ۷۰٪ اوره برای نمونه های الف) B1 ب) B2 ج) B3 (۹۲)

شکل ۴-۴) نتایج تست XRD نمونه های فولادی Ck45 نیتروکربوره شده با روش PEN/C در الکترولیت

حاوی ۹۰٪ اوره برای نمونه های الف) A1 ب) A2 ج) A3 د) A4 (۹۴)

شکل ۴-۵) مقایسه زبری نمونه خام و نمونه های تحت عملیات نیتروکربوآسیون برای غلظت ۷۰٪ اوره (۹۵)

شکل ۴-۶) مقایسه زبری نمونه خام و نمونه های تحت عملیات نیتروکربوآسیون برای غلظت ۹۰٪ اوره (۹۵)

شکل ۴-۷) تصاویر میکروسکوپ نوری مقطع نمونه های نیتروژن کربن دهی شده برای نمونه های

الف) A1 ب) A2 ج) A3 د) A4 ه) B1 و) B2 ز) B3 (۹۹)

شکل ۴-۸) تصاویر SEM سطح نمونه نیترو کربوره شده به روش پلاسما الکترولیتی برای نمونه های الف)

نمونه خام ب) A1 ج) A2 و د) A4 (۱۰۳)

شکل ۴-۹) نتایج میکروسختی سطح مقطع نمونه های Ck45 پس از عملیات PEN/C در الکترولیت حاوی ۷۰% اوره برای نمونه های الف) B1 ب) B2 ج) B3(۱۰۷)

شکل ۴-۱۰) نتایج تست میکروسختی سطح مقطع نمونه های Ck45 پس از عملیات PEN/C در الکترولیت حاوی ۹۰% اوره برای نمونه های الف) A1 ب) A2 ج) A3 د) A4(۱۰۵)

شکل ۴-۱۱) پروفیل ضریب اصطکاک بر اساس فاصله لغزش برای نمونه های خام Ck45 و A1 و A2 و A3 و A4(۱۱۱)

شکل ۴-۱۲) نرخ سایش نمونه های A1 و A2 و A3 و A4(۱۱۲)

شکل ۴-۱۳) نتایج تست سایش نمونه خام Ck45 و نیترو کربوره شده به روش PEN/C(۱۱۳)

شکل ۴-۱۴) تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از ترک های ناشی از تست سایش نمونه خام پس از طی ۵۰۰ متر مسافت سایش(۱۱۳)

شکل ۴-۱۵) تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از ترک های ناشی از تست سایش نمونه A1 بعد از ۱۰۰ متر مسافت سایش(۱۱۴)

شکل ۴-۱۶) تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از ترک های ناشی از تست سایش نمونه A2 بعد از ۵۰۰ متر مسافت سایش(۱۱۵)

شکل ۴-۱۷) تصاویر میکروسکوپ الکترونی ذرات ساییده حاصل از سایش نمونه A2(۱۱۵)

شکل ۴-۱۸) تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از ترک های ناشی از تست سایش نمونه A4 بعد از ۱۰۰ متر مسافت سایش(۱۱۶)

شکل ۴-۱۹) تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از ترک های ناشی از تست سایش نمونه A4 بعد از ۵۰۰ متر مسافت سایش(۱۱۷)

فهرست علائم و نشانه ها

PEN/C: Plasma Electrolytic NitroCarburizing

PEC/N: Plasma Electrolytic Carbon Nitride

PEC: Plasma Electrolytic Carburizing

PEN: Plasma electrolytic Nitriding

PED: Plasma Electrolytic Deposition

PEO: Plasma Electrolytic Oxide

PES: Plasma Electrolytic Saturation

EPP: Electrolytic Plasma Process

EPT: Electrolytic Plasma Technology

XRD: X-Ray Diffraction

SEM: Scanning Electron Microscopy

TEM: Transmission Electron Microscopy

GDP: Glow Discharge Plasma

LST: Laser Surface Texturing

α : Fe

ϵ : Fe₂₋₃N

γ : Fe₄N

θ : Fe₃C

فهرست مطالب

۱	فصل اول : مقدمه
	فصل دوم : مروری بر منابع
۳	۱-۲) مقدمه
۴	۲-۲) پلاسما
۴	۱-۲-۲) تعریف پلاسما
۴	۲-۲-۲) تاریخچه پلاسما
۴	۳-۲-۲) درجه یونیزاسیون
۵	۴-۲-۲) تخلیه الکتریکی
۶	۵-۲-۲) تراکم در محیط پلاسما
۷	۶-۲-۲) نفوذ گاز های یونیزه شده
۷	۷-۲-۲) سطح و پوشش های لایه نازک
۷	۸-۲-۲) پرداخت سطوح و لایه ها
۸	۹-۲-۲) رسوب در پلاسما
۸	۱-۹-۲-۲) مزایای استفاده از پلاسما
۸	۲-۹-۲-۲) معایب استفاده از پلاسما
۹	۱۰-۲-۲) مثال هایی از پلاسمای تجاری و صنعتی
۹	۱-۱۰-۲-۲) تخلیه های فشار پایین
۹	۲-۱۰-۲-۲) تخلیه در فشار اتمسفر
۱۰	۳-۲) تکنولوژی سطح
۱۰	۱-۳-۲) روش عملیات حرارتی انتخابی
۱۰	۲-۳-۲) روش عملیات حرارتی شیمیایی

- ۱۱..... ۲-۳-۱) کربوره کردن
- ۱۱..... ۲-۳-۲) نیترووره کردن
- ۱۱..... ۲-۳-۳) کربونیترووره کردن
- ۱۲..... ۲-۳-۴) نیتروکربوره کردن
- ۱۲..... ۲-۳-۴-۱) نیتروکربوره مایع (حمام نمک)
- ۱۲..... ۲-۳-۴-۲) نیتروکربوره گازی
- ۱۷..... ۲-۳-۴-۳) نیتروکربوره پلاسما
- ۲۰..... ۲-۳-۳) روش عملیات حرارتی نوین
- ۲۰..... ۲-۴) تاریخچه الکترولیز پلاسمایی
- ۲۱..... ۲-۵) استفاده از الکترولیز پلاسمایی در مهندسی سطح
- ۲۴..... ۲-۶) اصول فیزیکی و شیمیایی الکترولیز پلاسما
- ۲۴..... ۲-۶-۱) پدیده شناسی
- ۲۵..... ۲-۶-۲) فرآیند های شیمیایی فیزیکی پلاسما
- ۲۶..... ۲-۷) فرآیند پلاسما الکترولیتی
- ۲۷..... ۲-۸) جایگاه پلاسما الکترولیتی
- ۲۸..... ۲-۹) کاربردهای اصلی پلاسما الکترولیتی
- ۲۸..... ۲-۹-۱) تمیز کردن
- ۳۰..... ۲-۹-۲) بافت دهی سطح
- ۳۳..... ۲-۹-۳) پوشش دهی
- ۳۴..... ۲-۹-۴) آلیاژ کردن سطح
- ۳۵..... ۲-۱۰) جایگاه کنونی EPT در تجارت
- ۳۷..... ۲-۱۱) مکانیزم فرآیند پلاسما الکترولیتی
- ۴۰..... ۲-۱۱-۱) مورفولوژی سطح و میکروزبری
- ۴۲..... ۲-۱۱-۲) ریز ساختار
- ۴۳..... ۲-۱۱-۳) رفتار خوردگی

۴۵.....	۱۲-۲) مشخصه ها و اثرات جریان - ولتاژ
۴۶.....	۱۳-۲) نقاط ولتاژ بحرانی
۴۸.....	۱۴-۲) بسط گرمایی در الکترولیز پلاسما
۵۰.....	۱۵-۲) شکل گیری صفحات حباب
۵۷.....	۱۶-۲) نیتروکربوراسیون به روش پلاسما الکترولیتی
۵۷.....	۱-۱۶-۲) مورفولوژی و آنالیزهای پراش اشعه ایکس (XRD)
۶۳.....	۲-۱۶-۲) ویژگی های مکانیکی
۶۶.....	۳-۱۶-۲) مطالعات خوردگی لایه های نیتروکربوره
۶۷.....	۱۷-۲) فرآیندها و مکانیزم های سایش

فصل سوم : مواد، تجهیزات و روش انجام آزمایش

۷۴.....	۱-۳) مواد و تجهیزات مورد استفاده
۷۴.....	۱-۱-۳) انتخاب ماده زمینه
۷۷.....	۲-۱-۳) انتخاب منبع تغذیه
۷۷.....	۳-۱-۳) انتخاب الکترولیت
۷۹.....	۲-۳) روش های ارزیابی پوشش ها
۸۰.....	۱-۲-۳) آنالیز تفرق اشعه ایکس
۸۱.....	۲-۲-۳) زبری سنجی
۸۲.....	۳-۲-۳) میکروسکوپ نوری
۸۳.....	۴-۲-۳) میکروسختی سنج
۸۴.....	۵-۲-۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی
۸۵.....	۶-۲-۳) سایش

فصل چهارم : یافته ها و بحث

۸۸.....	۱-۴) نتایج حاصل از آزمون پراش اشعه ایکس.....
۹۴.....	۲-۴) نتایج حاصل از زبری سنجی
۹۶.....	۳-۴) بررسی ریز ساختار
۹۶.....	۱-۳-۴) نتایج حاصل از میکروسکوپ نوری
۱۰۰.....	۲-۳-۴) نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی سطوح
۱۰۳.....	۴-۴) نتایج حاصل از میکروسختی
۱۰۸.....	۵-۴) نتایج حاصل از تست سایش

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۱۸.....	۱-۵) نتیجه گیری
۱۱۸.....	۲-۵) پیشنهادات
۱۱۹.....	مراجع.....
۱۲۲.....	چکیده به انگلیسی

فصل اول:

مقدمه

با توجه به پیشرفت و توسعه صنعت و تکنولوژی، امروزه دستیابی به اهداف بلند بالا مستلزم توان علمی و تحقیقاتی است. یکی از زمینه های علمی و صنعتی، مربوط به مهندسی سطح است. مهندسی سطح در کاربردهایی که قطعات با سایش و خوردگی سرو کار دارند، اهمیت ویژه ای می یابند. قطعات در بعضی صنایع تحت نیروها و یا محیط خورنده قرار می گیرند که انهدام بسیاری از آنها از سطح آغاز می گردد. به عبارتی می توان گفت پدیده سایش از جمله معضلاتی است که صنعت از دیرباز با آن مواجه بوده و باعث قسمت عمده ای از تخریب در صنعت است. کشورها سالانه مبالغ هنگفتی بابت هزینه تخریب ناشی از سایش پرداخت می کنند. مثلا در آمریکا سالی صد میلیارد دلار و در آلمان سالی ده میلیارد مارک، هزینه تخریب ناشی از سایش برآورد شده که در ایران اگر بیشتر از این مقادیر نباشد، کمتر هم نخواهد بود.

این هزینه ها متخصصان را بر آن داشت که برای کاهش هزینه ناشی از سایش و افزایش عمر موثر قطعات و ابزار آلات صنعتی، سعی در تولید موادی با مقاومت سایش بالاتر کنند [۱ و ۲]. اهمیت مهندسی سطح از آن جا نشئت می گیرد که با انتخاب صحیح آلیاژ و نیز تغییر خواص سطحی ماده می توان مانع ایجاد چنین خساراتی شد. پس از عملیات سطحی شامل وارد کردن عناصر سبک مثل کربن و نیتروژن به شبکه فلز برای افزایش سختی و نیز افزایش مقاومت به سایش استفاده کرده اند. عملیات سختی سطح به روش های مختلفی مثل غوطه وری در حمام نمک، کاشت یونی، محیط گازی و پلاسمایی انجام می شود. روش پلاسمایی چند نوع است که در دهه اخیر الکترولیز پلاسمایی در فرآیند سخت کاری سطوح فلزی بیشتر استفاده شده است [۳]. چون که اولاً میزان انرژی مصرفی در این روش به علت مدت زمان بسیار کوتاه فرآیند از دیگر روش های سخت کاری کمتر است و باعث کاهش انرژی سوخت می شود. ثانياً کنترل بهتری بر فازهای سطحی تشکیل شده وجود دارد و ثالثاً خطرات زیست محیطی را کاهش می دهد [۴-۶].

امروزه با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی و صنعت، دیگر استفاده از فولادهای بدون پوشش سخت و مقاوم در مقابل سایش و خوردگی جهت ساخت ابزار آلات صنعتی (به علت دوام نسبتاً کم آن)، منطقی و اقتصادی نیست و لازم است در این زمینه چاره اندیشی به عمل آید. در این زمینه یکی از فرآیندهای اصلاح ساختار سطوح فلزات، نیتروکربوره کردن به روش پلاسمای الکترولیتی است [۷] که

موجب افزایش عمر و کارایی بهتر ابزار آلات و قطعات صنعتی می گردد. در حال حاضر بیشترین استفاده جهت نیتروکربوره کردن فولادها معطوف به کار گیری فرآیند متدوال نیتروکربوره کردن پلاسمایی از طریق جریان مستقیم است [7].

نیتروژن- کربن دهی یک فرآیند شیمیایی حرارتی است که با نفوذ همزمان کربن و نیتروژن در سطح آلیاژهای آهنی، در محدوده پایداری فریت انجام می گیرد. طی این عملیات، روی سطح یک لایه ترکیبی یا لایه سفید انجام می گیرد که موجب افزایش مقاومت سطح در برابر پوسته شدن، سایش و خوردگی می شود. روش های معمول عملیات نیتروژن- کربن دهی مایع، گازی و پلاسمایی می باشند که برای سخت کردن سطح قطعات آهنی نظیر فولادهای آلیاژی مورد بررسی قرار گرفته اند [8].

در این پروژه، ساختار لایه های نیترو کربوره شده بر روی فولاد Ck45 مورد ارزیابی قرار گرفت. تعیین فازهای شکل گرفته توسط تفرق اشعه ایکس (XRD)، بررسی زبری توسط دستگاه زبری سنج، بررسی مورفولوژی لایه های ایجاد شده از طریق میکروسکوپ نوری و الکترونی (SEM)، تغییرات سختی سطح تا مغز از طریق دستگاه ریز سختی سنج، و بررسی مقاومت به سایش توسط تست Pin-On-Disc بررسی شد.

در فصل دوم این تحقیق به مرور مقالات منتشر شده در زمینه تاثیر عوامل حاکم بر مکانیزم های ایجاد لایه های نیترو کربوره و بررسی سیستماتیک پارامترهای مختلف نیترو کربوره کردن پرداخته می شود. فصل سوم این مجموعه به طراحی، روند انجام آزمایش، تکنیک ها و ابزارهای مورد استفاده در این تحقیق اختصاص یافت.

در فصل چهارم فعالیت های تجربی انجام گرفته و نتایج به دست آمده و بحث و تحلیل نتایج آزمایش، مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است.

در فصل پنجم، حاصل تحقیقات انجام شده و در انتهای کار پیشنهاداتی برای ادامه دهندگان این راه بیان گردید.

فصل دوم :

مروری بر منابع