بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی متالورژی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد و متالورژی

گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

پوشش‌دهی فولاد زنگ نزن فریتی AISI430 با تیتانیوم به روش سمانتاسیون فشرده و بررسی مقاومت به اکسیداسیون

مؤلف :

سعید کشاورز

استاد راهنما :

پروفسور مرتضی زندرحیمی

استاد مشاور :

دکتر محمدرضا ایزدپناه

دی ۱۳۹۱

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی متالورژی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو : سعید کشاورز

استاد راهنما : پروفسور مرتضی زندرحیمی

استاد مشاور : دکتر محمدرضا ایزدپناه

داور ۱ : دکتر غلامحسین اکبری

داور ۲ : دکتر احمد ایران نژاد

نماینده ی تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع : دکتر غلامرضا خیاطی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر مریم احتشام‌زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

پدر مهربانم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و

به روح پاک مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر.

تشکر و قدردانی :

تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای پروفسورمرتضی زندرحیمی که با نکته های دلاویز، صحیفه‌های سخن را علم پرور نمود وهمواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام واکمال پایان نامه بوده است.

از سرکار خانم مهندس بقایی و سرکار خانم مهندس دادگری نژاد و به ویژه جناب آقای مهندس هادی ابراهیمی فر و سرکار خانم مهندس افضلی کمال تقدیر و تشکر را دارم.

و در پایان از کلیه دوستانم که مرا در انجام کارهای این پروژه یاری نمودند به ویژه جناب آقای مهندس سپهوند و جناب آقای مهندس محمودی و جناب آقای مهندس احمدپور کمال تشکر را دارم.

چکیده

فولاد زنگ نزن فریتی به طور گسترده‌ای در صنایع شیمیایی و هسته‌ای و ... استفاده شده است. قطعات در معرض دمای زیاد و محیط خورنده شدید هستند.از تکنیک‌های پوشش‌دهی حفاظتی، برای افزایش مقاومت به اکسیداسیون یا خوردگی آنها برای کاربردهای صنعتی استفاده شده است.یکی از روش‌ها برای تشکیل پوشش مقاوم در برابر فروپاشی دمایی، روش سمانتاسیون فشرده است.سمانتاسیون فشرده عموما یکی از مؤثرترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها برای ایجاد پوشش‌های نفوذی در بهبود مقاومت به اکسیداسیون و خوردگی آلیاژهای با مقاومت گرمایی متنوع در دماهای بالا است.در این تحقیق، پوشش‌دهی تیتانیوم بر روی فولاد زنگ نزن فریتی AISI 430 مورد مطالعه مقایسه‌ای قرار گرفت که توسط روش سمانتاسیون فشرده بدست آمدند.پوشش‌های تولید شده چسبندگی خیلی خوبی به زیر لایه داشتند و هیچ گونه حفره و ترکی در پوشش‌ها مشاهده نشد. خصوصیاتپوشش توسط میکروسکوپ الکترونیSEM و دستگاه پراش اشعه ایکس بررسی شد. نتایج SEM نمونه پوشش داده شده, دو لایه را با ضخامت‌های 20µm و50µm نشان داد. نتایج XRD نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم، وجود فازهای FeCr، Fe_2TiO_5، FeTi و Ti را نشان داد. اکسیداسیون همدما در هوا برای نمونه‌های پوشش‌دار، افزایش وزن کمتری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش نشان داد. نتایج تست اکسیداسیون سیکلی نشان داد که نمونه‌های پوشش داده شده مقاومت بیشتری به تورق و ترک خوردن نسبت به نمونه‌های بدون پوشش دارند و نشان داد که مقاومت به اکسیداسیون نمونه پوشش داده شده نسبت به بدون پوشش بهتر است.

کلمات کلیدی :فولاد فریتی زنگ نزن430 AISI، سمانتاسیون فشرده، تیتانیوم، اکسیداسیون

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه..... ۲

۲-۱تیتانیوم..... ۶

۲-۱-۱خواص فیزیکی تیتانیوم..... ۶

۲-۲ دسته بندی فرآیندهای بهبود سازی سطح..... ۶

۲-۲-۱ تشکیل پوشش‌های نفوذی..... ۶

۲-۲-۲ فرآیندهای جامد-جامد ۷

۲-۳ فرآیند سمانتاسیون بسته ای..... ۷

۲-۳-۱ مزایای فرآیند پوشش‌دهی توسط مخلوط پودری (روش سمانتاسیون فشرده)..... ۸

۲-۳-۲ مراحل مختلف فرآیندسمانتاسیون..... ۱۲

۲-۴ عامل فعال ساز..... ۱۳

۲-۴-۱ فعال کننده فشرده توسط..... ۱۶

۲-۵ مشخصه‌های سمانتاسیون فشرده روی مواد..... ۱۷

۲-۶ سینیتیک و ترمودینامیک سمانتاسیون بسته‌ای..... ۲۰

۲-۷ پوشش دهی با روش سمانتاسیون فشرده..... ۲۱

۲-۷-۱رسوب همزمان عناصر در پوشش‌های نفوذی ایجاد شده به روش سمانتاسیون فشرده.. ۲۲

۲-۸ طبیعت پوشش های نفوذی حاصل از روش پودری ۲۳

۲-۹ ترکیبات اکسیدی تیتانیوم..... ۲۴

۲-۱۰ روش‌های تولید اکسید تیتانیوم در مهندسی سطح..... ۲۴

۲-۱۱ تاثیر اکسیدهای Cr_2O_3و Al_2O_3..... ۲۵

۲-۱۲ بدست آوردن ضخامت لایه اکسیدی در اکسیداسیون..... ۲۷

۲-۱۳ بدست آوردن ثابت نرخ اکسیداسیون سهمی در اکسیداسیون.....۲۸
۲-۱۴ بدست آوردن ثابت نرخ سهمی در اکسیداسیون سیکلی.....۲۸
۲-۱۵ ویژگی‌های پوشش‌های اکسیدی.....۲۸
۲-۱۵-۱ اثرات مضر نفوذ آلیاژ پایه در پوشش‌دهی.....۳۱
۲-۱۶پوشش‌دهی و مقاومت به اکسیداسیون آلیاژ تیتانیوم.....۳۲
فصل سوم: مواد و روش تحقیق
۳-۱ مراحل انجام آزمایش.....۳۷
۳-۲ بررسی ساختار و ترکیب شیمیایی نمونه های پوشش داده شده و بدون پوشش.....۳۸
۳-۲-۱ انجام عملیات متالوگرافی و بررسی نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری.....۳۸
۳-۲-۲ بررسی نمونه‌های پوشش‌داده شده و بدون پوشش توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM).....۳۸
۳-۲-۳ تشخیص فازهای پوشش و اکسیدی توسط اشعه X (XRD).....۳۹
۳-۳ فرایند اکسیداسیون به صورت همدما.....۳۹
۳-۳-۱ بدست آوردن ضخامت لایه اکسیدی نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش.....۳۹
۳-۳-۲ بدست آوردن ثابت نرخ اکسیداسیون سهمی نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش.....۴۰
۳-۴فرایند اکسید شدن به صورت سیکلی.....۴۰
فصل چهارم: نتایج
۴-۱بررسی تیتانیوم پوشش داده شده بر روی فولاد فریتی AISI430.....۴۲
۴-۱- ۲بررسی فازهای پوشش توسط اشعهX.....۴۴
۴-۲ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت همدما و سیکلی برای نمونه‌های بدون پوشش.....۴۶
۴-۲-۱ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت همدما.....۴۶
۴-۲-۲ بدست آوردن ثابت اکسیداسیون سهمی نمونه‌های بدون پوشش در اکسیداسیون همدما.....۴۸

۴-۲-۳ ضخامت لایه اکسیدی آلیاژ پایه به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون همدما.....۴۸
۴-۲-۴ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت سیکلی.....۴۹
۴-۲-۵ ارزیابی ثابت نرخ سهمی دراکسیداسیون سیکلی.....۵۱
۴-۲-۶ ارزیابی ضخامت لایه اکسیدی در اکسیداسیون سیکلی ۵۲
۴-۳ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت همدما و سیکلی برای نمونه‌های پوشش داده شده با تیتانیوم.....۵۳
۴-۳-۱ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت همدما.....۵۳
۴-۳-۲ ارزیابی ثابت نرخ اکسیداسیون سهمی در اکسیداسیون همدما.....۵۶
۴-۳-۳ ارزیابی ضخامت لایه اکسیدی در اکسیداسیون همدما.....۵۶
۴-۳-۴ رفتار اکسیداسیون سیکلی.....۵۷
۴-۳-۵ ارزیابی ثابت نرخ اکسیداسیون سهمی در اکسیداسیون سیکلی.....۵۹
۴-۳-۶ ارزیابی ضخامت لایه اکسیدی در اکسیداسیون سیکلی.....۶۰
فصل پنجم: بررسی نتایج و بحث
۵-۱ بررسی تیتانیوم پوشش داده شده بر روی فولاد فریتی AISI430.....۶۲
۵-۲ بررسی فرایند اکسید شدن به صورت همدما و سیکلی برای نمونه های بدون پوشش.....۶۳
۵-۳مقایسه اکسیداسیون نمونه‌های پوشش داده شده و بدون پوشش در اکسیداسیون همدما و سیکل.....۶۶
۶-۱ فصل ششم: نتیجه‌گیری.....۷۰
منابع.....۷۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ نمای کلی کوره تحت گاز آرگون.....۸

شکل ۲-۲ پوشش‌دهی به روش سمانتاسیون بسته‌ای.....۱۱

شکل ۲-۳ پوشش کروم به روش سمانتاسیون بسته‌ای.....۱۱

شکل۲-۴ پوشش آلومینیوم به روش سمانتاسیون بسته‌ای.....۱۲

شکل۲-۵ شماتیک کاملی از فرایند سمانتاسیون فشرده.....۱۳

شکل ۲-۶ پوشش همزمان Cr-Si بر روی فولاد $Cr_{17}Ni_2$بعد از عملیات سمانتاسیون فشرده.....۱۵

شکل ۲-۷ فشار جزئی تعادلی آلومینیوم و کلراید سیلیسیوم به عنوان یک تابع از اتصال آلومینیوم در دمای رسوب‌گذاری ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد با فعال کنندهNH_4Cl.....۱۷

شکل ۲-۸a) تصویر مقطع عرضی از پوشش با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد در ۵ ساعت، آنالیزهای EDXبرای تغییرات رسوب آهن و کروم و آلومینیوم در سطح b) با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد در ۵ ساعت c) با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد در ۳ ساعت d) با دمای ۹۰۰ درجه سانتیگراد در ۳ ساعت ۱۹

شکل ۲-۹ آنالیز XRDاز پوشش تیتانیوم.....۲۲

شکل۲-۱۰ آنالیز XRDاز پوشش دو مرحله ای تیتانیوم و آلومینیوم.....۲۳

شکل ۲-۱۱ عمق نفوذ به مدت ۶ ساعت در $900^{(oc)}$ برای K5(شکل a) و آلیاژ TiAl(شکل b)۲۶

شکل ۲-۱۲ مقطع عرضی نمونه Ti-43Al-5Cr پوشش داده شده توسط سمنتاسیون فشرده در ۱۴۲۳ درجه کلوین در ۲۴ ساعت.....۳۲

شکل ۲-۱۳ تصویر X-ray از a) آلومینیوم b) تیتانیوم c) کروم در ۱۴۲۳ درجه کلوین در ۲۴ساعت.....۳۳

شکل ۲-۱۴ منحنی جرم پیشرو به عنوان تابعی ا ز دوره اکسیداسیون در هوا.....۳۳

شکل۲-۱۵ SEM و EPMA برای مقطع عرضی نمونه پوشش داده شده در ۱۴۰۳ کلوین برای ۲۴ ساعت و اکسیده شدن برای ۵۰ ساعت در ۱۲۷۳ کلوین.....۳۴

شکل ۴-۱ تصویر SEM از سطح مقطع عرضی نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم در دمای ^{oc} ۱۰۰۰ به مدت ۵ ساعت..... ۴۲
شکل ۴-۲ آنالیز EDS از سطح مقطع عرضی نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم..... ۴۳
شکل ۴- ۳ پروفیل غلظت عناصر نفوذی مربوط به پوشش تیتانیوم..... ۴۳
شکل ۴-۴ آنالیز XRDاز نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم..... ۴۴
شکل ۴-۵ تصویر SEM از سطح مقطع عرضی نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم در دمای ^{oc} ۸۰۰ به مدت ۵ ساعت..... ۴۵
شکل ۴-۶ تصویر SEM از سطح مقطع عرضی نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم در دمای ^{oc} ۹۰۰ به مدت ۵ ساعت..... ۴۵
شکل ۴-۷- منحنی افزایش وزن آلیاژ پایه اکسید شده به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد..... ۴۶
شکل ۴-۸- تصویر *SEM* از مورفولوژی سطح آلیاژ پایه بعد از ۲۰۰ ساعت اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد..... ۴۷
شکل ۴-۹- آنالیز XRDاز آلیاژ پایه بعد از ۲۰۰ ساعت اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد..... ۴۷
شکل ۴-۱۰- مربع افزایش وزن آلیاژ پایه به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون همدما در ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد..... ۴۸
شکل ۴-۱۱- منحنی ضخامت لایه اکسیدی آلیاژ پایه به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون همدما..... ۴۹
شکل ۴-۱۲- منحنی افزایش وزن آلیاژ پایه اکسید شده به عنوان تابعی از سیکل اکسیداسیون در دمای ۱۰۰۰ سانتیگراد..... ۵۰
شکل ۴-۱۳- تصویر SEM از مورفولوژی سطح آلیاژ پایه اکسید شده بعد از ۵۰ سیکل..... ۵۰
شکل ۴-۱۴- تصویر SEM با بزرگنمایی بیشتر از شکل ۴-۱۳..... ۵۱
شکل ۴-۱۵- مربع افزایش وزن آلیاژ پایه به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون سیکلی در دمای ۱۰۰۰ سانتیگراد..... ۵۲

شکل ۴-۱۶- منحنی ضخامت لایه اکسیدی آلیاژ پایه به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون سیکلی.....۵۲

شکل ۴-۱۷ مقایسه افزایش وزن آلیاژ پایه و نمونه‌های پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۳

شکل ۴-۱۸ تصویر SEMاز مورفولوژی سطح نمونه پوشش دار بعد از ۲۰۰ ساعت اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۴

شکل ۴-۱۹ آنالیز XRDاز نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم بعد از ۲۰۰ ساعت اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۴

شکل ۴-۲۰ مقایسه مربع افزایش وزن آلیاژ پایه و نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از زمان در اکسیداسیون همدما.....۵۵

شکل ۴-۲۱ مقایسه ضخامت لایه اکسیدی در آلیاژ پایه و نمونه های پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون همدما در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۶

شکل ۴-۲۲ مقایسه افزایش وزن آلیاژ پایه اکسید شده و نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از سیکل اکسیداسیون در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۷

شکل ۴-۲۳ تصویر SEMاز سطح نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم بعد از ۵۰ سیکل اکسیداسیون در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۷

شکل ۴-۲۴ تصوویر SEMبا بزرگنمایی بیشتر از شکل ۴-۲۳.....۵۸

شکل ۴-۲۵ مقایسه مربع افزایش وزن آلیاژ پایه و نمونه پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از زمان اکسیداسیون سیکلی.....۵۹

شکل ۴-۲۶ مقایسه ضخامت لایه اکسیدی در آلیاژ پایه و نمونه‌های پوشش داده شده با تیتانیوم به عنوان تابعی از تعداد سیکل در اکسیداسیون سیکلی در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد.....۶۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ ترکیب شیمیایی فولاد ضد زنگ فریتی AISI 430.....۳۷

فصل اول

مقدمه

تیتانیوم و آلیاژهای آن در میان مواد مهندسی فلزی از جمله خوش‌آینده‌ترین مواد با کاربری‌های متنوع محسوب می‌شود که بواسطه ترکیبی از ویژگی‌ها مانند نسبت استحکام به وزن، دمای ذوب بالا و مقاومت به خوردگی خوب جهت استفاده در قطعات با کاربردهای مکانیکی و یا بوسیله مهندسی سطح کاربرد زیادی داشته و در صنایع هوافضا و دریانوردی و نیز زمینه‌های زیست و پزشکی بطور گسترده‌ای استفاده می‌شوند[۱].

تیتانیوم با خلوص‌های بالا به سبب مقاومت به خوردگی خوب خود استفاده می‌شوند. تیتانیوم جزو فلزات بسیار فعال بوده و به همین سبب میل ترکیبی آن با اکسیژن برای تولید TiO_2 محافظ، چسبنده و پایدار روی سطح زیاد است[۱].

فرآیند سمنتاسیون بسته‌ای هنوز یکی از فرآیندهای سنتی پوشش‌دهی نفوذی می‌باشد. از این فرآیند در سال ۱۹۵۷ در موتورهای فضایی و به طور گسترده‌تر از نیمه دهه ۶۰ در قطعات توربین-های گازی به منظور ایجاد پوشش‌هایی برای بالا بردن مقاوت در برابر حرارت بالای محیط کار استفاده شده است. در واقع سمانتاسیون بسته‌ای یک فرآیند رسوب شیمیایی بخار در جا است که با کمک این روش میتوان پوشش‌هایی مقاوم در برابر خوردگی و اکسیداسیون و سایش بر سطوح مختلف (حتی ارزان و نامناسب) اعمال کرد[۲].

مکانیزم حفاظت خوردگی فولادهای زنگ نزن متفاوت از فولادهای کربنی و فولادهای آلیاژی و اغلب فلزات است. فولادهای زنگ نزن مواد همه فن حریفی هستند که می توانند به شکل های مختلفی از قبیل لوله، سیم، ورق، نوار و صفحه تولید شوند. همچنین قابلیت جوشکاری، شکل پذیری، کشش، اکسترود و ... را دارند. این فولادها به طور گسترده‌ای در صنایع خودروسازی، شیمیایی، صنایع غذایی، هسته‌ای و نفت به واسطه مقاومت دمای بالای عالی آنها استفاده می‌شوند. دلیل اصلی معروفیت و کاربرد فولادهای زنگ نزن مقاوم بودن آنها در برابر خوردگی می باشد. این فولادها با ایجاد یک سد اکسیدی جدا کننده، زیر لایه را از اتمسفر احاطه کننده محافظت می‌کنند. درجه حفاظت تابع ضخامت لایه اکسید، پیوستگی، چسبندگی و نفوذ اکسیژن در اکسید است. فولادهای زنگ نزن مقاومتشان در برابر خوردگی را مدیون کروم هستند. چنانچه حداقل مقدار کروم ۱۲ درصد باشد در محیط های اکسید کننده با تشکیل یک لایه محافظ از خوردگی و اکسیداسیون پیشگیری می‌کند. این عنصر آلیاژی علاوه بر ایجاد مقاومت به خوردگی بالا، خواص مکانیکی را نیز در دمای بالا بهبود می‌بخشد. عناصر آلیاژی دیگر از جمله نیکل، مولیبدن،

وانادیوم، تنگستن، مس و نیتروژن به منظور حصول خواص مطلوب به فولاد اضافه می‌شوند. در فولادهای زنگ نزن فریتی، کربن تافنس و مقاومت به خوردگی را شدیدا کاهش می‌دهد[۳ و ۴].
فولادهای زنگ نزن گروه وسیع و گسترده‌ای از آلیاژهای ویژه‌اند که بیشتر برای مقاومت در برابر خوردگی توسعه یافته‌اند. از جمله ویژگیهای این آلیاژها شکل پذیری عالی، چقرمگی زیاد در دمای اتاق و دمای پایین، مقاومت خوب در برابر پوسته شدن، اکسایش و خزش در دماهای بالاست [۴].
فولادهای زنگ نزن به ۵ گروه قابل تقسیم هستند. این ۵ گروه عبارتند از: فولادهای زنگ نزن فریتی، آستنیتی، مارتنزیتی، رسوب سختی و دوفازی. برخلاف فولادهای زنگ نزن آستنیتی حلالیت کربن در فولادهای زنگ نزن فریتی پایین‌تر است. فولادهای فریتی دارای حالت مغناطیسی بوده ولی توسط عملیات حرارتی قابل سخت شدن نمی باشند گرچه می‌توان آنها را به کمک کارسرد سخت نمود. فولادهای زنگ نزن فریتی دارای ساختمان مکعب مرکزدار هستند. برخی از انواع فولادهای زنگ نزن فریتی شامل مولیبدن، سلیسیم، آلومینیوم، تیتانیوم و نیوبیوم هستند که برای کاربردهای خاص استفاده می‌شوند. این آلیاژها دارای قابلیت فرم پذیری عالی، قیمت ارزان نسبت به فولادهای زنگ نزن آستنیتی، هدایت الکتریکی خوب و مقاوم به اکسیداسیون عالی در دمای بالا هستند [۴ و ۵].
در میان آلیاژهای مقاوم به اکسیداسیون، آلیاژهای پایه کروم، به ویژه فولادهای زنگ نزن فریتی مانند AISI 430 و یا AISI 446 به علت هزینه پائین و قابلیت تغییر شکل پذیری بالا، ترجیح داده می‌شوند. در فولاد زنگ نزن، کروم عنصری ضروری در تشکیل لایه پسیو می‌باشد.
دو تکنیک می‌تواند برای کاهش نرخ اکسیداسیون به کار گرفته شود. تکنیک اول استفاده از آلیاژهای جدید وتکنیک دوم استفاده از یک لایه پوشش مقاوم در برابراکسیداسیون بر روی زیرلایه است[۶].
با توجه به اینکه تاکنون عنصر تیتانیوم بر روی فولاد ضدزنگ AISI 430 به روش سمنتاسیون فشرده رسوب داده نشده، در این پژوهش پوشش تیتانیوم بر روی فولاد ضدزنگ AISI 430

ایجاد شد و مقاومت به اکسیداسیون این پوشش‌ها در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و در زمان‌های متفاوت بررسی شد.

فصل دوم

تئوری و مروری بر تحقیقات گذشته

۲-۱ تاریخچه تیتانیوم

کاربرد صنعتی تیتانیوم به صورت ترکیبات شیمیایی و افزودنی آلیاژی از دهه‌های اول قرن بیستم شروع شد. تیتانیوم به عنوان یک ماده ساختمانی در طی جنگ جهانی دوم مورد توجه قرار گرفت. این امر در نتیجه توسعه روش‌های صنعتی برای تولید تیتانیوم فلزی و آلیاژهای آن در تعدادی از کشورها بود[۷].

۲-۱-۱ خواص فیزیکی تیتانیوم

تیتانیوم خالص فلزی به رنگ سفید نقره‌ای است. تیتانیوم به خاطر مقاومت عالی و نسبت استحکام به وزن بالا معروف است و نقطه ذوب بالای آن (۱۶۶۸ درجه سانتیگراد) این فلز را به عنوان یک فلز نسوز مطرح کرده است[۷].

۲-۲ دسته بندی فرآیندهای بهبود سازی سطح

فرایند اصلاح سطح، یک تکنیک جهت رسوب عنصر خارجی روی سطح می‌باشد که باعث بهبود خواص دلخواه از قبیل مقاومت به اکسیداسیون و خوردگی دمای بالا و سایش می‌شود.
دو مرحله مهم مشترک در تمام روش‌ها تمیز کردن و پوشاندن سطح می‌باشد. عملیات تمیز کردن سطح باعث حذف پوسته، اکسید و جرم می‌شود. در تمام فرآیندها لازم است نواحی که نیاز به پوشش ندارند، پوشانده شوند[۸].
از مجموع عملیات سطحی کلاسیک و روش‌های مدرن، طیف وسیعی از تکنیک‌های بهبود سازی سطح برای مواد مختلف حاصل شده است. برای فلزات گوناگون آهنی و غیرآهنی بر حسب نوع کاربرد و شرایط عمل، یک یا چند فرآیند متداول، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است[۹].

۲-۲-۱ تشکیل پوشش‌های نفوذی

۱- نفوذ بین جامد – جامد

۲- نفوذ بین جامد – مایع

۳- نفوذ بین جامد – گاز

۲-۲-۲ فرآیندهای جامد – جامد

این روش شامل فرآیندهای اصطلاحا جامد یا پودری است. به عنوان مثال آلومینیوم‌دهی، سیلیسیوم دهی، کروم‌دهی و روی‌دهی سطح و آنیل کردن پوشش‌های الکترولیتی، پوشش‌های پاششی و یا پوشش‌های دوغابی است. کارهای زیادی در این رابطه انجام گرفته است و همگی نشان می‌دهد که صرفا در اثر تماس فلزات خاص با یکدیگر، امکان نفوذ آنها در یکدیگر در دمایی زیر نقطه ذوب آنها وجود دارد[۱۰].

نشان داده شده که برخی از پارامترهای محیطی می‌توانند اثرات قابل توجهی بر روی نفوذ داشته باشد. به عنوان مثال، افزایش فشار می‌تواند به نفوذ و در نتیجه آلیاژ شدن کمک کند. این امر ناشی از در تماس قرار گرفتن بیشتر اتم از پوشش و سطح در اثر افزایش فشار است. همچنین مشخص شده است که تشکیل ترکیبات بین فلزی اثرات تعیین کننده‌ای بر روی نوع، ضخامت و کیفیت پوشش دارد[۱۰].

۲-۳ فرآیند سمانتاسیون بسته‌ای [1]

این فرآیند هنوز یکی از فرآیندهای سنتی پوشش‌دهی نفوذی می‌باشدکه اولین بار در سال ۱۹۱۱ به ثبت رسید[۱۱]. در واقع سمانتاسیون بسته‌ای یک فرآیند رسوب شیمیایی بخار در جاست که با کمک این روش می‌توان پوشش‌هایی مقاوم در برابر خوردگی و اکسیداسیدن و سایش بر سطوح مختلف اعمال کرد.

این روش سپس به عنوان یکی از پر استفاده‌ترین روشها، جهت پوشش‌دادن قطعات در نیروگاه‌های تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته است[۱۲]. سمانتاسیون فشرده یک فرایند رایج صنعتی در کرمایزینگ، آلومینایزینگ و سیلیکونایزینگ می‌باشد.

۲-۳-۱ مزایای فرآیند پوشش‌دهی توسط مخلوط پودری (روش سمانتاسیون بسته-ای)

- فرآیند ساده است. بدین ترتیب که کنترل متغیرهای آن چون دما و زمان و ترکیب پودر و غیره به راحتی صورت می گیرد.

1- pack cementation