بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

جوش‌پذیری اتصال غیرمشابه فولاد زنگ‌نزن ۳۱۰ به سوپرآلیاژ اینکونل ٦٥٧ و ارزیابی خواص اتصال

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مواد

همام نفاخ

اساتید راهنما

دکتر مرتضی شمعانیان

دکتر فخرالدین اشرفی زاده

۱۳۸٦

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شناسایی و انتخاب مواد آقای همام نفاخ

تحت عنوان

جوش‌پذیری اتصال غیرمشابه فولاد زنگ‌نزن ۳۱۰ به سوپرآلیاژ اینکونل ٦٥٧ و ارزیابی خواص اتصال

درتاریخ ۱۳۸٦/۱۱/۲۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت:

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر مرتضی شمعانیان
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر فخرالدین اشرفی زاده
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر احمد ساعتچی
٤- استاد داور	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی
٥- استاد داور	دکتر فتح الله کریم زاده
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر مرتضی شمعانیان

باتشکر از:

- اساتید بزرگوار جناب آقای **دکتر شمعانیان**، جناب آقای **دکتر اشرفی زاده** و جناب آقای **دکتر ساعتچی** به سبب برعهده داشتن مسئولیت راهنمایی، مساعدت و ارشاد در امر انجام پایان نامه اینجانب.

- اساتید محترم آقایان **دکتر دهکردی** و **دکتر کریم زاده** به جهت تقبل زحمت مطالعه و داوری پایان نامه اینجانب.

- کادر فعال اداری، آزمایشگاهی و کارگاهی دانشکده مهندسی مواد

- آقایان **مهندس شهبان**، **مهندس طاهریان**، **حاجیان** و سایر پرسنل پرتلاش شرکت پالایش نفت اصفهان

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه(رساله)
متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم
پشتوانه‌های حقیقی مادی و معنوی من در تمامی مراحل زندگی

این تحقیق با همکاری
شرکت پالایش نفت اصفهان انجام شده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

مقدمه ۲

فصل دوم: مرور مطالعاتی

فولادهای زنگ نزن آستنیتی ۶

۲-۱- آلیاژهای استاندارد و مواد مصرفی ۷

۲-۲- متالورژی فولادهای زنگ‌نزن آستنیتی ۱۰

۲-۲-۱- متالورژی فیزیکی ۱۰

الف- سیستم آهن- کروم- نیکل ۱۰

۲-۲-۲- متالورژی مکانیکی ۱۵

۲-۲-۳- متالورژی جوشکاری ۱۶

الف- تکامل تدریجی ریزساختار منطقه ذوب ۱۶

۱- نوع A: انجماد کاملاً آستنیتی ۱۷
۲- انجماد نوع AF ۱۸
۳- انجماد نوع FA ۱۹
٤- انجماد نوع F ۲۰
ب- فصل مشترک ها در فلز جوش تک فاز آستنیتی ۲۱
۱-مرز دانه های فرعی انجماد ۲۲
۲- مرز دانه های انجماد ۲۳
۱-مرز دانه های مهاجرت کرده ۲۳
ج- منطقه متأثر از حرارت ۲٤
۲- رشد دانه ۲٤
۳- رسوب دهی ۲٤
۳- ذوب مرز دانه ای ۲۵
د- خواص مکانیکی جوش ها ۲۵
ه) جوش پذیری ۲۵
۱-ترک خوردن انجمادی جوش ۲٦
۲- اثرات مفید انجماد فریت اولیه ۲۷
۳- اثر عناصر ناخالصی ۲۸
٤- مورفولوژی شکست ترک خوردن انجمادی ۲۸
۵- جلوگیری از ترک های انجمادی جوش ۲۹
و) جوشکاری غیرمشابه فولادهای زنگ نزن ۲۹
۱- ماهیت مرزهای نوع II ۳۰
۲- اتصال آلیاژهای پایه نیکل به فولادهای زنگ نزن ۳۲

فصل سوم: مرورمطالعاتی

آلیاژهای پایه نیکل ۳۳

۳-۱- آلیاژهای مقاوم به خوردگی پایه نیکل (کار شده) ۳۳

الف- استحکام بخشی محلول جامد ۳۴

ب- استحکام بخشی توسط رسوب کاربیدها ۳۴

ج- رسوب سختی ۳۵

۳-۱-۱- آلیاژهای تجاری کار شده پایه نیکل ۳۵

۳-۱-۳- آلیاژهای رسوب سخت پایه نیکل ۳۶

۳-۲-۱- آلیاژ های نیکل-کروم مقاوم به محصولات احتراق ۳۷

الف- خوردگی هیترهای صنایع نفت ۳۸

ب- خوردگی در ایستگاههای قدرت ۴۰

۳-۲-۲- آلیاژ ریختگی استحکام بالای نیکل-کروم ۴۰

۳-۲-۳- آلیاژهای نیکل- آهن- کروم ۴۲

۳-۲-۴- آلیاژهای نیکل- کروم- آهن ۴۳

۳-۳- فازها در آلیاژهای مقاومت به حرارت پایه نیکل ۴۳

۳-۳-۱- بوریدها ۴۳

۳-۳-۲- فازهای لاوه ۴۴

۳-۳-۳- فاز سیگما ۴۴

۳-۳-۴- فاز مو ۴۴

۳-۳-۵- نیتریدها ۴۵

۳-۳-۶- فازهای دیگر ۴۵

۳-۴- خوردگی دمای بالا (داغ) در آلیاژهای نیکل ۴۵

۳-۴-۱- اکسیداسیون ۴۵

۳-۴-۲- کربوره شدن ۴۶

۳-۴-۳- سولفیده شدن ۴۷

۳-۴-۴- انواع خوردگی داغ ۴۸
الف- خوردگی داغ نوع اول ۴۸
ب- خوردگی داغ نوع دوم ۴۹
۳-۵- متالورژی جوشکاری آلیاژ های پایه نیکل ۵۰
۳-۵-۱- خصوصیات عمومی جوشکاری ۵۱
الف- هدایت حرارتی $\frac{w}{mk}$ ۵۱
ب- مقاومت الکتریکی ۵۱
ج- انبساط حرارتی ۵۲
د- دمای لیکویدوس و سالیدوس ۵۲
۳-۵-۲- متالورژی جوشکاری منطقه متأثر از حرارت ۵۲
الف- رسوب در مرزدانه‌ها ۵۳
ب- رشد دانه ها ۵۳
ج- ترک داغ ۵۳
۳-۵-۳- متالورژی جوشکاری فلزجوش ۵۵
۳-۵-۴- متالورژی جوشکاری منطقه مخلوط نشده ۵۶
۳-۵-۵- تأثیر عناصر آلیاژی بر جوش‌پذیری ۵۶
۳-۵-۷- طراحی اتصال ۵۸
۳-۵-۷- جوشکاری قوسی با الکترود تنگستنی ۵۹
الف- گازهای محافظ ۶۰
ب- الکترودها ۶۰
ج- فلزات پرکننده ۶۰
د- طراحی اتصال ۶۰
۳-۵-۸- جوشکاری قوسی با الکترود پوشش دار ۶۱
الف- جریان جوشکاری ۶۳
۳-۶- اتصال فلزات غیر مشابه ۶۳

۳-۶-۱- رقیق شدن فلز جوش..... ۶۴
۳-۶-۲- فلزات پرکننده جوشکاری..... ۶۴
۳-۷- مشخصات عمومی آزمونهای جوش‌پذیری..... ۶۶
الف- ترک داغ..... ۶۸
ب- ترک سرد (ترک هیدروژنی) ۶۸
۳-۷-۱- آزمونهای خود مهار..... ۶۸
الف- آزمون خود مهار لی های (برای ارزیابی ترکهای داغ و سرد) ۶۹
ب- آزمون خود مهار سوراخ کلیدی (برای ارزیابی ترکهای داغ و سرد) ۶۹
ج- آزمون هولد کرافت (برای ارزیابی ترکهای داغ) ۷۰
د- آزمون خود مهار سوراخ کلیدی شیار دار (برای ارزیابی ترکهای داغ) ۷۱
ه- آزمون تکن (برای ارزیابی ترک سرد) ۷۱
و- آزمون دایره ای (برای ارزیابی ترک سرد و ترک داغ) ۷۲
ن- آزمون متقاطع (برای ارزیابی ترک سرد) ۷۲
۳-۷-۲- آزمونهای جوش پذیری با اعمال بار خارجی..... ۷۳
الف- آزمون کاشتنی (برای ارزیابی ترک سرد) ۷۳
ب- آزمون وارسترینت (برای ارزیابی ترک داغ) ۷۴
ج- آزمون وارسترنیت نقطه‌ای (برای ارزیابی ترک داغ) ۷۶
د- آزمون سیگما جیگ (برای ارزیابی ترک داغ) ۷۷

فصل چهارم: مواد وروش انجام آزمایش ها

۴-۱- آماده سازی فلزات پایه..... ۷۸
۴-۲- فلزات پرکننده، طراحی اتصال و پارامترهای جوشکاری ۸۲
۴-۳- آماده سازی نمونه برای آزمون جوش پذیری وارسترینت..... ۸۶
۴-۴- آماده سازی نمونه ها برای عملیات حرارتی پیرسازی..... ۸۹
۴-۵- آماده سازی نمونه ها برای ارزیابی خواص مکانیکی..... ۸۹

۴-۶- آماده سازی نمونه‌ها جهت انجام متالوگرافی نوری، الکترونی و ارزیابی ترکیب شیمیایی.....۹۱

فصل پنجم: نتایج وبحث

۵-۱- بررسی ریزساختاری اتصالات قبل و بعد از عملیات پیرسازی.....۹۳
۵-۱-۱- قبل ازعملیات پیرسازی.....۹۳
الف- ریزساختار فلزات پایه.....۹۳
ب- ریزساختار مقاطع جوش(فلزجوش) ۱۰۱
۱- فلزجوش مربوط به فلز پرکننده اینکونل ۸۲.....۱۰۱
۲- فلز جوش مربوط به فلز پرکننده اینکونل A.....۱۰۳
۳- فلز جوش مربوط به فلز پرکننده اینکونل ۶۱۷.....۱۰۵
۴- فلزجوش مربوط به فلز پرکننده فولاد زنگ نزن ۳۱۰.....۱۰۹
۵- مقایسه فلزات جوش از لحاظ ریزساختاری.....۱۱۲
ج- ریزساختار مقاطع جوش(مناطق فصل مشترک جوش و متاثر از حرارت) ۱۱۴
۱- مناطق فصل مشترک جوش و متاثر از حرارت مربوط به فلز جوش اینکونل ۸۲.....۱۱۴
۲- مناطق فصل مشترک و متاثر از حرارت مربوط به فلز جوش اینکونل A ۱۱۶
۳- مناطق فصل مشترک و متاثر از حرارت مربوط به فلزجوش اینکونل ۶۱۷.....۱۱۸
۴- مناطق فصل مشترک و متاثر از حرارت مربوط به فلزجوش فولاد زنگ نزن ۳۱۰.....۱۲۲
۵- مقایسه بین فصل مشترک‌ها و مناطق متاثر از حرارت.....۱۲۴
۵-۱-۲- بعد از عملیات پیرسازی.....۱۲۶
الف- ریزساختار فلزات پایه.....۱۲۶
ب) ریزساختار فلزات جوش.....۱۲۹
۵-۲- بررسی جوش پذیری توسط آزمون وارسترینت.....۱۳۳
۵-۲-۱- حداکثر طول ترک (MCL) و مجموع طول ترک (TCL) ۱۳۳
۵-۲-۲- بررسی ریزساختاری ترکهای داغ.....۱۳۴
۵-۲-۳- آنالیز ترکیب شیمیایی ترکهای داغ.....۱۳۷

۵-۳- ارزیابی خواص مکانیکی اتصالات قبل و بعد از پیرسازی..... ۱۴۰
۵-۳-۱- ارزیابی خواص مکانیکی در حالت جوشکاری شده..... ۱۴۰
الف) آزمون سختی..... ۱۴۰
ب) آزمون کشش..... ۱۴۱
ج) آزمون ضربه چارپی..... ۱۴۴
۵-۳-۲- ارزیابی خواص مکانیکی اتصالات پس از پیرسازی..... ۱۴۸
الف) آزمون سختی..... ۱۴۸
ب) آزمون کشش..... ۱۴۹
ج) آزمون ضربه چارپی..... ۱۵۲

فصل ششم: نتیجه گیری وپیشنهادها

نتیجه گیری و پیشنهادها..... ۱۵۵

مراجع

مراجع ۱۵۸

چکیده

فولادهای زنگ‌نزن آستنیتی همچون AISI ۳۱۰ و سوپرآلیاژهای ریختگی پایه نیکل مانند اینکونل ۶۵۷ از جمله مواد مهندسی هستند که بطور گسترده‌ای در صنایع دمای بالا از جمله پالایشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای ایجاد اتصال غیرمشابه بین فولاد زنگ نزن AISI ۳۱۰ و سوپرآلیاژ اینکونل ۶۵۷ لازم است از فرایندهای جوشکاری ذوبی استفاده نمود. تحقیق حاضر در مورد مسائلی همچون جوش‌پذیری، ریزساختار فلزات پایه، ریزساختار مناطق جوش (فلزجوش، منطقه متاثر از حرارت، فصل مشترک‌ها و مناطق ذوب جزیی شده) و خواص مکانیکی اتصال غیرمشابه بین فولاد زنگ نزن AISI ۳۱۰ و سوپرآلیاژ اینکونل ۶۵۷ در قالب تعیین بهترین فلز پرکننده انجام پذیرفته است. به دلیل اینکه اتصال فوق الذکر باید در دمای ۵۰ ± ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد کار کند لذا خواص اتصال پس از پیرسازی در این دما نیز مورد بررسی قرار گرفت. تحقیقات آزمایشگاهی صورت گرفته در مورد این اتصال نشان داد وسعت منطقه مخلوط نشده در طرف فلز پایه فولادی ۳۱۰ وسیع تر بوده است. رشد دانه‌ها فقط در ناحیه فلز پایه فولاد ۳۱۰ و ذوب موضعی مناطق بین دندریتی فقط در فلز پایه اینکونل ۶۵۷ رخ داده است. ریزسختی فلزات جوش نشان داد بیشترین سختی از آن فلزجوش اینکونل A و کمترین آن برای فولاد ۳۱۰ است. نتایج آزمون کشش از مقاطع جوش پیرشده حاکی از آن است که شکست یا در ناحیه فلز جوش (در مورد فلزجوش اینکونل ۶۱۷ و فولاد ۳۱۰) و یا در ناحیه فلزپایه فولاد ۳۱۰ (در مورد فلزجوش اینکونل ۸۲ و اینکونل A) رخ داده است. انرژی ضربه برای فلزات جوش پیرشده مربوط به اینکونل ۶۱۷ و فولاد ۳۱۰ کاهش نسبتا زیادی را نشان می دهد که به رسوبگذاری شدید و ناپایداری حرارتی این فلزات پرکننده بر می‌گردد. آزمون جوش‌پذیری وارسترینت در مورد اتصالات مزبور نشان می دهد که فلزجوش اینکونل A بهترین مقاومت به ترک داغ را در بین فلزات جوش دارا می باشد. در نهایت می‌توان گفت فلزات پرکننده اینکونل A و اینکونل ۸۲ به ترتیب بهترین انتخاب برای اتصال غیرمشابه فولاد زنگ نزن ۳۱۰ به اینکونل ۶۵۷ هستند.

فصل اول

مقدمه

در برخی از فرایندهای تبدیل فرآورده های میانی نفت به بنزین، دما تا ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد و این از ملزومات این واکنش های شیمیایی است. اعمال اینگونه درجه حرارت‌های بالا معمولاً در کوره های مخصوص صورت می گیرد. لوله های حاوی مواد شیمیایی به صورت دوار روی دیواره های داخلی برج چیده می شوند و گرمای لازم برای پیشرفت واکنش مواد که از درون لوله ها عبور می کند از احتراق سوخت‌های فسیلی نه چندان گران قیمت مثل نفت و یا برخی مشتقات دیگر آن تأمین می گردد. از احتراق این سوخت‌ها، ترکیبات متعددی حاصل می‌گردد که به همراه شرایط کربوره کننده و دمای بالای حاکم بر کوره می‌تواند به راحتی هر ماده توانای مهندسی را منهدم نماید. از طرفی در اثر احتراق سوخت، گازها و محصولات سوخته شده و همچنین گرمای مازاد حاصل می شود که لازم است از دهانه برج خارج گردند. بنابراین ضروری است دریچه هایی بر دهانه برج ها تعبیه و طراحی گردد تا بتوان به وسیله آنها حجم گازها و حرارت خروجی و باقی مانده درون کوره را کنترل نمود [۱-۶].

از جمله بهترین و مقاوم‌ترین مواد مهندسی در این برج ها که به عنوان هنگر[1] (قلابهای نگه دارنده لوله ها) و دمپر[2] (دریچه های کنترل گاز و حرارت خروجی) قابل استفاده است سوپر آلیاژ اینکونل ۶۵۷ است. این ماده می تواند تا ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد را در شرایط کربوره کننده و محصولات خاکستر ناشی از احتراق تحمل نماید. ترکیب شیمیایی این آلیاژ حاوی ۵۲-۴۸ درصد نیکل، ۴۸-۴۵ درصد کروم و ۲-۱ درصد نیوبیوم است که معمولاً در حالت ریختگی مورد استفاده قرار می گیرد[۱و۶].

حال برای آنکه بتوان دریچه های مزبور را کنترل نمود لازم است اهرم هایی در دیواره برج تعبیه گردد تا به وسیله سیستم های کنترل که در خارج از برج نصب گردیده اند حرکت دریچه ها تنظیم گردد. اصولاً وظیفه نگه داشتن دریچه ها نیز توسط همین اهرم ها صورت می پذیرد. قسمتی از اهرم که به بیرون از برج راه دارد از جنس فولاد کربنی ساده و قسمتی که به داخل برج وارد می شود از جنس فولاد زنگ نزن آستنیتی ۳۱۰ انتخاب می‌گردد. فولادهای آستنیتی زنگ نزن نیز به علت بالا بودن مقدار کروم و نیکل در آنها و داشتن فاز عمومی آستنیت از جمله مواد مهندسی مناسب برای شرایط دمای بالا هستند[۲-۵]. هر چند که توانایی این فولادها در مقایسه با سوپر آلیاژهای پایه نیکل همچون اینکونل ۶۵۷ کمتر است. از آنجا که اهرم مورد نظر شرایط تخریبی کمتری را نسبت به دریچه ها تحمل می کند لذا بکار گرفتن آنها به صرفه تر بوده و می توان آنها را جایگزین آلیاژ اینکونل ۶۵۷ نمود. دراینگونه موارد فولاد زنگ نزن آستنیتی ۳۱۰ بهترین گزینه قابل استفاده است زیرا بیشترین مقدار کروم (۲۵ درصد) و نیکل (۲۰ درصد) را در بین آلیاژهای مشابه خود دارد. سابقاً وضع بر این منوال بوده است که جنس دریچه ها و اهرم های نگهدارنده را تماماً از جنس اینکونل ۶۵۷ می‌ساخته اند که هزینه تمام شده بالایی داشته است. بعدها دریچه و اهرمها را با فولاد زنگ نزن ۳۱۰ جایگزین کردند که عمر مفید دریچه در این حالت بسیار کم بوده و لذا دوره های تعمیرات و تعویض دریچه ها بسیار کوتاه بوده است. از این رو طرح جدید بر این است تا بتوان مباحث تکنولوژیکی و هزینه ای را با یکدیگر تلفیق نمود بدین گونه که دریچه ها که شرایط سخت و طاقت فرساتر را تحمل می کنند از جنس اینکونل ۶۵۷ و اهرمهای نگهدارنده را از فولاد زنگ نزن ۳۱۰ در نظر بگیرند. در این حالت اتصال جوشکاری بین اینکونل۶۵۷ و فولاد زنگ نزن ۳۱۰ از نوع غیر مشابه است[3] و لازم است دانسته شود چه نوع فلز یا فلزات پرکننده‌ای برای این اتصال مناسب و مفید است.

با بررسی اطلاعات موجود در مراجع مختلف از جمله هندبوکها، مقالات معتبر بین المللی و کتابهای منتشر شده می توان حجم نسبتا وسیعی از تحقیقات صورت پذیرفته را در مورد اتصالات ذوبی غیرمشابه یافت. در برخی از این

1-Hanger
2-Damper
3- Dissimilar

تحقیقات به اتصالات ذوبی غیرمشابه بین فولادهای زنگ نزن و فولادهای کربنی اشاره شده است[۷و۸]. ارزیابی ریزساختاری اتصال، بررسی خواص مکانیکی و جوش پذیری در این تحقیقات به چشم می خورد. ارزیابی اتصالات ذوبی غیرمشابه بین فولادهای زنگ نزن آستنیتی و زنگ نزن مارتنزیتی نیز از جمله فعالیتهای علمی است که در سنوات اخیر با موفقیت انجام شده است[۹]. از آنجا که مباحث اتصالات غیرمشابه بین سوپرآلیاژها و فولادهای زنگ نزن جایگاه مهمی در صنایع مختلف از جمله صنایع هسته ای، صنایع نظامی، صنایع شیمیایی و نفت پیدا کرده است لذا تحقیقات زیادی در این مورد انجام شده است که از آن جمله می توان به اتصال آلیاژ ۸۰۰ به فولادهای زنگ نزن ۳۱۶ و ۳۰۴ اشاره نمود[۱۰و۱۱]. سوپر آلیاژهای پایه نیکل نیز به طور گسترده ای توسط روشهای ذوبی به فولادهای زنگ نزن آستنیتی جوشکاری می شوند. در این اتصالات مباحثی همچون ارتباط بین رقیق شدن و جوش پذیری، خواص مکانیکی و خوردگی داغ و همچنین ارزیابی ریزساختاری جوش و منطقه متاثر از حرارت مطرح شده است[۱۲و۱۳]. با این حال بررسی و مطالعه مراجع موجود در مورد اتصالات غیرمشابه نشان می دهد اطلاعات چندانی در مورد اتصال غیر مشابه فولاد زنگ نزن ۳۱۰ به سوپرآلیاژ اینکونل ۶۵۷ وجود ندارد. به عنوان مثال تحقیق جامعی در خصوص ریزساختار فلزات پایه مخصوصاً سوپر آلیاژ اینکونل ۶۵۷ صورت نگرفته است. همچنین ارزیابی کاملی در رابطه با ریزساختار فلزات جوش، مناطق متأثر از حرارت، فصل مشترک‌ها و مناطق مخلوط نشده در مورد این اتصال وجود ندارد. خواص اتصال از قبیل جوش پذیری، استحکام کششی، چقرمگی شکست، شکست نگاری و سختی‌سنجی نیز باید به صورت وسیعی انجام شود. از طرفی لازم است اتصال مزبور علاوه بر ارزیابی در حالت جوشکاری شده، پس از قرارگیری در دمای کاری نیز بررسی شود. لذا خصوصیات استحکام کششی، سختی، چقرمگی شکست، شکست نگاری و از همه مهمتر پایداری حرارتی و تحولات ریزساختاری، پس از قرارگیری اتصال در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد نیز باید مورد ارزیابی قرارگیرد. با این توضیحات می توان گفت که اتصال مورد نظر یک انتخاب جدید به حساب می آید. بنابراین اهداف تحقیق حاضر در محورهای زیر خلاصه گردیده است:

الف- ارزیابی خواص اتصال در شرایط جوشکاری شده

۱ - ریزساختار فلزات پایه

۲ - ریزساختار فلزات جوش، فصل مشترک ها، منطقه متأثر از حرارت

۳ - جوش پذیری اتصال

۴ - خواص مکانیکی اتصال شامل خواص کشش، چقرمگی شکست و سختی سنجی

ب- ارزیابی خواص اتصال پس از عملیات پیرسازی در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد

۱- تحولات ریز ساختاری فلزات پایه

۲- تحولات ریز ساختاری فلزات جوش

۳- بررسی پایداری حرارتی فلزات جوش توسط آزمون‌های مکانیکی

محورهای فوق در راستای تعیین مناسب ترین فلز پرکننده جهت اتصال غیر مشابه فولاد زنگ‌نزن آستنیتی ۳۱۰ به اینکونل ۶۵۷ صورت پذیرفته است.

فصل دوم

مرور مطالعاتی

فولادهای زنگ نزن آستنیتی

فولادهای زنگ‌نزن آستنیتی بزرگ‌ترین گروه فولادهای زنگ نزن هستند و در تناژ بالاتری نسبت به سایر گروه ها تولید می‌شوند. این فولادها دارای مقاومت به خوردگی خوبی در بیشتر محیط هستند. استحکام این فولادها برابر با فولادهای نرم[1] می‌باشد بطوریکه حداقل استحکام تسلیم آنها در دمای اتاق ۲۱۰ MPa (۳۰ ksi) است و قابلیت تبدیل سختی[2] ندارند. خواص ضربه ای دمای پایین برای این آلیاژها خوب است به طوری که باعث استفاده از آنها در کاربردهای سرمازایی شده است. دماهای کاری می‌تواند تا ۷۶۰°C (۱۴۰۰°F) و یا حتی بالاتر باشد اما استحکام و مقاومت اکسیداسیون بیشتر این فولادها در چنین دماهایی محدود می‌گردد. فولادهای زنگ نزن آستنیتی به طور قابل توجهی با کارسرد، استحکام دهی می‌شوند. آنها اغلب در کاربردهایی استفاده می‌شوند که نیاز به مقاومت به خوردگی خوب در اتمسفر و یا دمای بالای می‌باشد [۱۴-۱۶]. به طور کلی این گروه جوش پذیر تلقی می‌شوند اگر با احتیاط‌های ویژه همراه گردند. عناصری که تشکیل آستنیت را تشویق می‌کنند، بیشتر شامل نیکل می‌باشند که در مقادیر زیاد به این فولادها اضافه می‌شود (معمولاً بیش از ۸ درصد وزنی). سایر عناصر عبارت اند از Cu,N,C.

---

[1]-Mild Steel
[2]-Transformation Hardenable