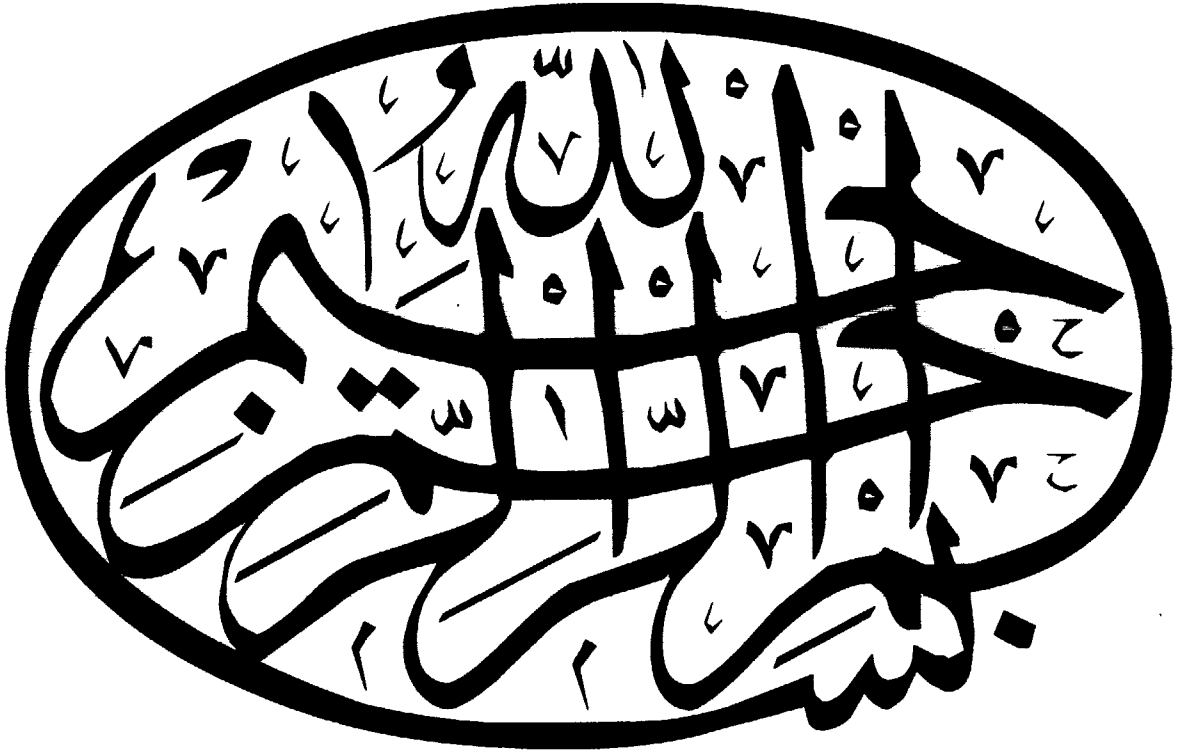


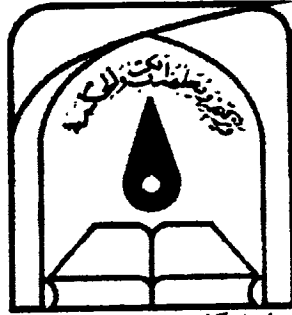
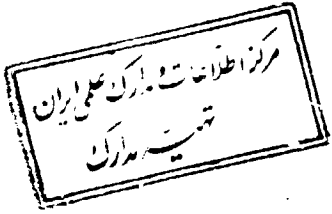
۴۹۰۴

۲۸۰۸



۲۸۰۸

۱۳۸۰ / ۴ / ۲۸



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مواد
(شناسایی، انتخاب و روش ساخت مواد فلزی)

تأثیر پارامترهای جوشکاری و عملیات حرارتی بر خواص مکانیکی و
ساختار فولاد AISI4340

نادعلی میرمحمدلو

012540

استاد راهنما:

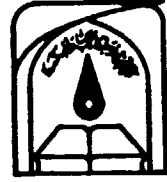
دکتر محمد جهازی

۳۵۷۰۵

استاد مشاور:

دکتر فرشید مالک قائینی


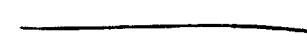
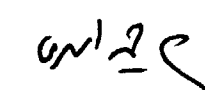


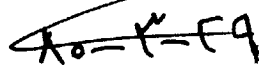
بهار ۱۳۸۰



دانشگاه تربیت مدرس

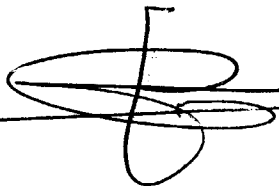
تاییدیه هیات داوران

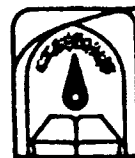
آقای نادعلی میرمحمدلو پایان نامه ۸ واحدی خود را با عنوان تأثیر پارامترهای جوشکاری و عملیات حرارتی بر خواص مکانیکی و ساختار فولاد فوق مستحکم 4340 در تاریخ ۸۰/۳/۲۹ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد با گرایش شناسایی پیشنهاد می کنند.

امضاء	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	آقای دکتر محمد جهانی	۱- استاد راهنما:
	آقای دکتر فرشید مالک قائینی	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر حمید اسدی	۳- استادان امتحن:
	آقای دکتر هادوی	۴- مدیر گروه:
	آقای دکتر صبور	(یا نماینده گروه تخصصی)
		

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

امضای استاد راهنما:





بسمه تعالی

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، 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:

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

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

کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده در رشته
که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب
آقای دکتر، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار
خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات 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.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری 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 محل توقیف کتابهای عرضه‌شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب دانشجوی رشته مقطع تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

تقدیم به:

موسسه که با حلم و بردباری

مهرای روشنگر و دانشور

در سختیهای زندگی با من بوده است.

تشکر و قدردانی:

اکنون که به لطف و یاری پروردگار، این پروژه به پایان رسید بدین وسیله از استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد جهازی به خاطر راهنمایی های ارزنده و زحمات وافر که هدایت این پایان نامه را به عهده داشتند صمیمانه قدردانی و سپاسگذاری می کنم. همچنین از راهنمایی های استاد گرامی جناب آقای دکتر فرشید مالک قائینی، استاد مشاور، صمیمانه قدردانی و تشکر می کنم. نیز از مهندسین و تکنسین های آزمایشگاه مواد فلزی آقایان مهندسین یزدی پور، رضایی، محتشمی، نیک روان، نیایش، محمدی و به خصوص آقای مهندس ابراهیمی صمیمانه سپاسگذاری و تشکر می کنم.

چکیده:

هدف از این تحقیق ارائه فرایند مناسب جوشکاری برای یک نوع فولاد فوق مستحکم با ترکیب شیمیایی نزدیک به فولاد AISI 4340 و سختی پذیری برابر با این فولاد که به تازگی در ایران تولید شده می‌باشد. برای این منظور آزمایشات اولیه جهت تعیین مقادیر بهینه شرایط جوشکاری با استفاده از تکنیک ایجاد گرده جوش روی صفحه (Bead-on-plate) فولاد آنیل شده با ضخامت ۱۲-۱۴ میلی‌متر انجام شد. در این آزمایشات اثر حرارت ورودی بر روی خواص مکانیکی (سختی)، ساختار و وسعت منطقه متأثر از حرارت و همچنین اثر دمای پیشگرم، پسگرم و تنش‌زدایی بر خواص مکانیکی (سختی) و خواص متالورژیکی (ریزساختار) فلز جوش و منطقه متأثر از حرارت مورد بررسی قرار گرفت. از روش جوشکاری قوسی با الکتروود تنگستن (GTAW) به صورت اتوماتیک استفاده گردید و در نهایت نمونه‌ها کوئنچ و تمپر گردیدند.

یکی از اهداف این پروژه یافتن مقادیر بهینه فرایند جوشکاری قوسی با الکتروود تنگستن برای جوشکاری فولاد مزبور به منظور دستیابی به جوشی سالم با عمق نفوذ و پروفیل مناسب می‌باشد. همچنین بررسی تأثیر حرارت ورودی، دماهای پیشگرم، پسگرم و تنش‌زدایی به کمک منحنی‌های سختی سنجی می‌باشد.

نتایج به دست آمده نمایانگر آن است که با کنترل حرارت ورودی، میتوان خواص اتصال را کنترل کرد. آزمایشات سختی سنجی نشان دادند که تنش‌زدایی در 600°C به مدت ۱ hr سختی ناحیه منطقه متأثر از حرارت را به مقدار ۴۵۰ ویکرز کاهش می‌دهد. همچنین مشاهده گردید که با افزایش حرارت ورودی اندازه دانه منطقه جوش افزایش می‌یابد و دانه‌ها از ستونی به محوری تبدیل می‌شوند. تغییرات اندازه منطقه متأثر از حرارت بر حسب حرارت ورودی و پارامترهای جوشکاری به صورت منحنی رسم گردید. در نهایت نتیجه گیری شد که افزایش حرارت ورودی، شدت جریان و کاهش سرعت جوشکاری، اندازه منطقه متأثر از حرارت را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر تأثیر

عملیات حرارتی پیشگرم با تنش‌زدایی نسبت به بقیه حالتها یعنی فقط پیشگرم، فقط پسگرم، یا فقط تنش‌زدایی یا پیشگرم با پسگرم خیلی بهتر است.

کلید واژه: فولاد فوق مستحکم، پیشگرم، پسگرم، تنش‌زدایی، حرارت ورودی، فولاد کم آلیاژ کربن متوسط.

فصل اول: مقدمه.....	۱
فصل دوم: مروری بر مطالب.....	۴
۲-۱- متغیرهای جوشکاری.....	۵
۲-۱-۱- ولتاژ جوشکاری.....	۶
۲-۱-۲- جریان جوشکاری.....	۷
۲-۱-۳- سرعت جوشکاری.....	۷
۲-۱-۴- حرارت ورودی.....	۸
۲-۲- فولادهای فوق مستحکم (UHSS).....	۹
۲-۲-۱- فولادهای کم آلیاژی با کربن متوسط.....	۹
۲-۳- نقش عناصر آلیاژی.....	۱۱
۲-۳-۱- نیکل.....	۱۱
۲-۳-۲- کروم.....	۱۲
۲-۳-۳- منگنز.....	۱۲
۲-۳-۴- سیلیسیم.....	۱۲
۲-۴- تأثیر عناصر آلیاژی بر منحنی تعادلی آهن و کربن.....	۱۳
۲-۴-۱- تأثیر عناصر آلیاژی بر منحنی های CCT.....	۱۴
۲-۵- منطقه متأثر از حرارت در جوش.....	۱۴
۲-۵-۱- منطقه جوش و منطقه متأثر از حرارت در جوشهای تک پاسی.....	۱۵
۲-۶- مکانیزمهای استحکام بخشی.....	۱۷
۲-۶-۱- متالورژی فیزیکی جوشکاری آلیاژهای سخت شونده با استحاله.....	۱۸
۲-۷- فاکتورهای متالورژیکی مؤثر بر قابلیت جوشکاری.....	۲۱

۲۱	۲-۷-۱- ترکیب شیمیایی و سختی پذیری فولاد.....
۲۴	۲-۷-۱-۱- سختی HAZ.....
۲۵	۲-۷-۲- ریز ساختار منطقه جوش و متأثر از حرارت.....
۲۷	۲-۷-۲-۱- رشد دانه.....
۲۸	۲-۷-۳- عملیات حرارتی پیشگرم، بین پاسی و پسگرم.....
۲۸	۲-۷-۳-۱- عملیات حرارتی پیشگرم و بین پاسی.....
۳۲	۲-۷-۳-۲- عملیات حرارتی پسگرم.....
۳۵	۲-۸- منابع ایجاد تنشهای باقیمانده.....
۳۸	۲-۹- نقش ریزساختار بر قابلیت جوشکاری.....
۳۹	۲-۱۰- روش جوشکاری فولادهای با سختی پذیری بالا.....
۴۰	۲-۱۰-۱- روش کنترل دما.....
۴۱	۲-۱۱- تعیین دمای M_x و M_s
۴۲	۲-۱۲- محاسبه دمای پیشگرم، بین پاسی و پسگرم در روش کنترل دما.....
۴۵	فصل سوم: مواد، تجهیزات و روش انجام آزمایشها.....
۴۶	۳-۱- مواد اولیه.....
۴۷	۳-۲- تجهیزات جوشکاری.....
۴۹	۳-۳- جوشکاری روی صفحه (Bead-on-plate).....
۵۱	۳-۴- عملیات حرارتی پیش گرم، پس گرم و تنش زدایی.....
۵۳	۳-۵- عملیات حرارتی نهایی.....
۵۳	۳-۶- آزمایش سختی سنجی.....
۵۴	۳-۷- آزمایش متالوگرافی.....

۵۵.....	۳-۸- آزمون غیر مخرب.....
۵۶.....	فصل چهارم: نتایج و بحث.....
۵۷.....	۴-۱- نتایج و بحث آزمایشهای سختی سنجی.....
۷۲.....	۴-۲- تأثیر حرارت ورودی و متغیرهای جوشکاری بر اندازه منطقه متأثر از حرارت.....
۷۶.....	۴-۳- نتایج و بحث آزمایش متالوگرافی.....
۷۹.....	فصل پنجم: نتیجه گیری.....
۸۱.....	پیشنهادات.....
۸۲.....	منابع.....
۸۵.....	واژه نامه انگلیسی به فارسی.....
۸۸.....	واژه نامه فارسی به انگلیسی.....

فصل اول

مقدمه

مقدمه:

با توجه به کاربرد روز افزون فولاد و توسعه تکنولوژی، فولادهای فوق مستحکم در تهیه سازه های حساس جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده‌اند. این فولادها به دلیل استحکام مخصوص بالا (نسبت استحکام به وزن) در صنایع هوافضا، نظامی، کشتی سازی، مخازن تحت فشار و غیره استفاده می گردند. از طرف دیگر، جوشکاری این فولادها تحت شرایط ویژه‌ای صورت می گیرد، به همین دلیل این تحقیق بر روی فولاد فوق مستحکم که به تازگی در ایران تولید شده انجام شد. با توجه به محدود بودن تعداد نمونه‌های آزمایشی و سخت بودن برش فولاد، ساده‌ترین راه برای انجام آزمایشها، روش Bead-on-plate بدون استفاده از سیم جوش بود.

فولاد مورد مطالعه یک فولاد کم آلیاژی کربن متوسط می باشد که یک فولاد با استاندارد روسی بوده و معادل DIN و ASTM ندارد ولی دارای کربن و نیکل کمتر و منگنز، سیلیسیم و کروم بیشتر از AISI4340 و مقدار مولیبدن آن ناچیز می باشد. این فولاد نسبت به فولادهای ساده کربنی قابلیت جوش پذیری کمتری دارد زیرا اثر توأم کربن و عناصر آلیاژی آن، تشکیل مارتنزیت پر کربن در فلز جوش و منطقه متأثر از حرارت را ترغیب می کند، لذا به دلیل ترد و شکننده بودن این فاز، حساسیت مناطق مزبور در برابر ترک افزایش می یابد. همچنین با افزایش میزان هیدروژن در فلز جوش و منطقه متأثر از حرارت، سطح تنش لازم برای وقوع شکست پایین می آید. بنابراین عملیات جوشکاری نیاز به شرایط کنترل شده از قبیل؛ پیشگرم قطعه، حداقل نگهداشتن مقدار هیدروژن در اطراف منطقه جوش، کاهش میزان مهار، پسگرم یا تنش زدایی و غیره می باشد. سختی پذیری این فولاد بسیار

بالاست و در اثر سرد شدن از دمای آستنیت به طور کامل به مارتنزیت تبدیل می‌شود. به دلیل حساسیت بالای این فولاد به ترک سرد، باید تدابیر ویژه‌ای در حین جوشکاری اعمال نمود از جمله این تدابیر استفاده از یک فرایند جوشکاری کم هیدروژن مانند جوشکاری قوسی با الکتروود تنگستن (TIG)، جوشکاری پرتو الکترونی و لیزر می‌باشد. به علت مقدور بودن استفاده از فرایند TIG، از TIG استفاده گردید. از تدابیر دیگری که در حین جوشکاری فولاد استفاده شد، جوشکاری فولاد در حالت آنیل می‌باشد.

پس از جوشکاری فولاد در شرایط مختلف، نمونه‌ها تحت پیشگرم، پسگرم، تنش‌زدایی و در نهایت عملیات حرارتی کونچ و تمپر قرار گرفتند. در اثر عملیات حرارتی پس از جوشکاری خواص مکانیکی فلز پایه، فلز جوش و منطقه متأثر از حرارت تقریباً یکی می‌گردد.

در فصل دوم مروری بر مطالب، در فصل سوم تجهیزات، مواد و روش انجام آزمایشها، در فصل چهارم نتایج و بحث، در فصل پنجم نتیجه گیری و نهایتاً، پیشنهادات، منابع مورد استفاده، واژه‌نامه انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی ارائه شده است.

فصل دوم

مروری بر مطالب