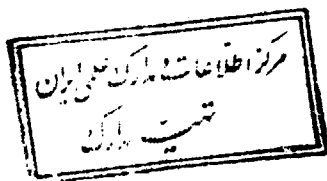




۳۵۱۴۱

۱۳۸۰ / ۱ / ۱۰



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مواد و متالورژی

تأثیر عوامل تکنولوژیکی بر خواص مکانیکی و متالورژیکی
پوششهای فلزپاشی

012559

حسین راژ

۳۵۸۴۱

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مواد

اساتید راهنما:

دکتر شمس‌الدین میردامادی دکتر فخرالدین اشرفی‌زاده

تابستان ۱۳۷۹

تقدیم به:

پدر، مادر و همسر

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر عوامل تکنولوژیکی (نوع آماده سازی سطح زیرلایه، دمای پیشگرم، فاصله پاشش و ضخامت پوشش) بر چسبندگی پوشش - زیرلایه و مقایسه خواص چسبندگی، تخلخل، سختی و ساختار میکروسکوپی پوششهای فلزپاشی قوس الکتریکی و شعله‌ای سیمی می‌باشد. برای ارزیابی چسبندگی پوشش - زیرلایه از سه روش شوک حرارتی، آزمایش کشش و آزمون برشی و برای اندازه‌گیری سختی از میکروسختی سنج استفاده گردید. زبری زیرلایه و پوششها در حالت‌های مختلف با استفاده از دستگاه زبری سنج اندازه‌گیری شد. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی توپوگرافی سطح زیرلایه و مورفولوژی پوششها بررسی و آنالیز EDAX انجام گرفت. توسط میکروسکوپ متالوگرافی نوری نیز فصل مشترک پوشش - زیرلایه بررسی و تصاویر میکروسکوپی تهیه گردید.

نتایج حاصل از آزمایشها نشان میدهد که چسبندگی پوشش - زیرلایه با افزایش زبری سطح به میزان چشمگیری افزایش می‌یابد. پیشگرم کردن زیرلایه (تا حدود 150°C) باعث افزایش چسبندگی میشود. چسبندگی همچنین به فاصله پاشش بستگی دارد که حالت بهینه آن برای فرایند شعله‌ای حدود ۱۵cm می‌باشد. استفاده از پوشش پیوندی نیکل - آلومینیم بدلیل ایجاد پیوند متالورژیکی چسبندگی بالایی بین پوشش - زیرلایه بوجود می‌آورد. چسبندگی پوششهای قوس الکتریکی به مقدار قابل ملاحظه‌ای بیش از (تقریباً دو برابر) پوششهای شعله‌ای می‌باشد. میزان تخلخل پوششهای قوس الکتریکی کمتر از روش شعله‌ای بوده و سختی پوششهای فولادی فلزپاشی قوسی بیش از شعله‌ای می‌باشد. دلیل ایجاد خواص فوق دمای بالاتر مذاب در روش قوسی است که موجب ایجاد پیوند متالورژیکی شده و بدلیل سیالیت بیشتر پیوند مکانیکی قویتر و پوشش با تخلخل کمتر ایجاد میشود. مقایسه کلی یافته‌های این تحقیق ثابت می‌کند که روش فلزپاشی قوسی، پوششهای با کیفیت بهتر از روش شعله‌ای تولید می‌کند.

تقدیر و تشکر

اینجانب از جناب آقای دکتر شمس‌الدین میردامادی بدلیل راهنمائیهای دلسوزانه تقدیر و تشکر می‌نمایم. از جناب آقای دکتر فخرالدین اشرفی‌زاده بدلیل زحمتهای فراوان در مهیا نمودن امکان انجام آزمایشها و راهنمائیهای دلسوزانه قدردانی بعمل می‌آید. لازم است از اساتید ممتحن آقایان دکتر محمود حیدرزاده سهی و دکتر محمدرضا ابوطالبی که زحمت بازخوانی پایان نامه را کشیدند، قدردانی گردد. از مسئولین محترم پروژه توسعه شهید زین‌الدین، مرکز بازسازی شهید زین‌الدین، گروه طراحی صنعتی و گروه بازیابی که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند، قدردانی و تشکر می‌نمایم.

همچنین از مسئولین و کادر دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان بخصوص مسئولین آزمایشگاههای متالوگرافی، متالورژی مکانیکی، میکروسکوپ الکترونی (SEM)، متالورژی سطح و پراش اشعه X بدلیل همکاری در انجام آزمایشها سپاسگزاری می‌نمایم. جا دارد از جناب آقای مهندس سیدمهران نحوی و مسئول و اعضای کارگاه تراشکاری مرکز بازسازی شهید زین‌الدین به دلیل همکاری در تهیه نمونه‌ها و آقای دکتر ایزدی مسئول تحقیق و توسعه و آزمایشگاه محصول مجتمع فولاد مبارکه و از کلیه کسانی که بنحوی در انجام این تحقیق بنده را یاری نمودند، تشکر و قدردانی بعمل آید.

صفحه	عنوان
------	-------

□ فصل اول

مقدمه ۱

□ فصل دوم

پژوهش مروری ۴

۲-۱- فرایندهای پاشش حرارتی ۴

۲-۱-۱- پاشش شعله‌ای ۹

۲-۱-۲- پاشش قوس الکتریکی ۱۲

۲-۱-۲-۱- اصول کلی پاشش قوسی ۱۲

۲-۱-۲-۲- تجهیزات فرایند قوس الکتریکی ۱۶

۲-۱-۳- پاشش قوس پلاسما ۱۷

۲-۱-۴- فرایند پاشش و گداختن ۱۹

۲-۱-۵- پاشش تفنگ انفجاری ۲۱

۲-۲- آماده سازی سطح جهت پوشش دادن ۲۳

۲-۳- انتخاب مواد پوششی و کاربرد ۲۶

۲-۳-۱- پیوند پوشش با زیرلایه ۲۷

۲-۳-۲- مقاومت سایشی ۲۹

۲-۳-۲- ترمیم ابعادی قطعه ۲۹

۲-۳-۴- پوششهای محافظ گرمایی ۳۰

۲-۳-۵- محافظت خوردگی ۳۱

۲-۳-۶- پوششهایی تزئینی ۳۴

۲-۴- خواص پوششهای پاشیده شده ۳۴

۲-۴-۱- ریز ساختار ۳۶

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۸	۲-۴-۲ - سختی
۳۹	۲-۴-۳ - دانسیته (وزن مخصوص)
۴۰	۲-۴-۴ - انقباض
۴۳	۲-۴-۵ - استحکام کششی
۴۴	۲-۴-۶ - چسبندگی پوشش - زیرلایه
۴۵	۲-۵ - کنترل کیفیت پوششهای پاشش حرارتی
۴۶	۲-۶ - مزایا و محدودیتهای فلزپاشی نسبت به سایر روشهای پوشش دادن
 ۵ فصل سوم 	
۴۷	مواد و روش تحقیق
۴۷	۳-۱ - مواد زیرلایه و پوشش
۴۸	۳-۲ - نمونه سازی
۴۹	۳-۲-۱ - زبرسازی و شستشوی نمونه‌ها
۴۹	۳-۲-۲ - اعمال پوششها توسط روش فلزپاشی قوسی و شعله‌ای
۵۲	۳-۲-۳ - زبری سنجی نمونه‌ها قبل و بعد از فلزپاشی
۵۲	۳-۳ - ارزیابی چسبندگی پوشش زیر لایه
۵۲	۳-۳-۱ - ارزیابی چسبندگی پوشش به زیرلایه توسط شوک حرارتی
۵۳	۳-۳-۲ - ارزیابی استحکام پیوند پوشش - زیرلایه توسط آزمایش کشش
۵۳	۳-۳-۳ - اندازه‌گیری استحکام پیوند توسط اعمال نیروی برشی بر فصل مشترک
۵۶	۳-۴ - بررسی‌های ساختاری
۵۷	۳-۵ - سختی سنجی پوششها

□ فصل چهارم

۵۸	یافته‌های آزمایشی و بحث.....
۵۸	۴-۱- زبری سنجی :
۶۳	۴-۲- مطالعه سطوح زیرلایه و پوشش توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM).....
۶۴	۴-۲-۱- بررسی سطوح زیرلایه قبل از فلزپاشی.....
۶۵	۴-۲-۲- بررسی سطح پوششها.....
۶۷	۴-۲-۳- ترکهای ماکروسکوپی و میکروسکوپی ایجاد شده در پوششها.....
۸۹	۴-۳- بررسی سطح مقطع پوشش - زیرلایه توسط میکروسکوپ نوری:.....
۹۰	۴-۳-۱- مقایسه ساختار میکروسکوپی پوششهای فلزپاشی قوسی و شعله‌ای.....
۹۱	۴-۳-۲- اتصال پوشش - زیرلایه در پوششهای فلزپاشی.....
۱۰۹	۴-۴- سختی.....
۱۱۰	۴-۵- ارزیابی استحکام پیوند پوشش - زیرلایه.....
۱۱۱	۴-۵-۱- ارزیابی چسبندگی پوشش به زیرلایه توسط شوک حرارتی.....
۱۱۴	۴-۵-۲- ارزیابی استحکام پیوند پوشش - زیرلایه توسط آزمایش کشش.....
۱۱۵	۴-۵-۲-۱- اثر نوع آماده سازی سطح زیرلایه بر چسبندگی پوشش.....
۱۱۷	۴-۵-۲-۲- اثر دمای پیشگرم بر چسبندگی.....
۱۱۸	۴-۵-۲-۳- اثر ضخامت پوشش.....
۱۱۹	۴-۵-۲-۴- اثر پوشش پیوندی.....
۱۲۰	۴-۵-۲-۵- اثرنوع پوشش اصلی.....
۱۲۱	۴-۵-۲-۶- جمع بندی نتایج آزمایش کشش.....
۱۲۸	۴-۵-۳- اندازه گیری استحکام پیوند پوشش - زیرلایه توسط آزمون برشی.....
۱۲۹	۴-۵-۳-۱- اثر آماده سازی سطح بر چسبندگی.....
۱۳۲	۴-۵-۳-۲- اثر دمای پیشگرم زیرلایه بر چسبندگی.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳۳	۳-۳-۵-۴) - اثر ضخامت پوشش
۱۳۴	۴-۳-۵-۴) - اثر فاصله پاشش
۱۳۵	۵-۳-۵-۴) - اثر پوشش پیوندی (واسطه)
۱۳۶	۶-۳-۵-۴) - تاثیر زیر لایه
۱۳۶	۷-۳-۵-۴) - مقایسه فرایندهای قوسی و شعله‌ای
۱۳۸	۴-۵-۴) - مقایسه روشهای مورد استفاده ارزیابی چسبندگی پوشش - زیر لایه

□ فصل پنجم

۱۴۱	نتیجه‌گیری
۱۴۳	پیشنهادها
۱۴۴	مراجع
۱۵۰	چکیده انگلیسی

فصل دوم

- شکل ۱-۲: مراحل مختلف پاشش حرارتی..... ۵
- شکل ۲-۲: شماتیک فرایند پاشش شعله‌ای سیمی ۹
- شکل ۲-۳: شماتیک فرایند پاشش شعله‌ای پودری ۹
- شکل ۲-۴: شماتیک فرایند پاشش قوس الکتریکی ۱۳
- شکل ۲-۵: شماتیک فرایند پاشش پلاسما ۱۸
- شکل ۲-۶: شماتیک فرایند پاشش با تفنگ انفجاری ۲۲
- شکل ۲-۷: سطح مقطع شماتیک پوشش - زیرلایه ۳۶
- شکل ۲-۸: میزان ذوب شدن ذره در حین پاشش پلاسمایی ۳۷
- شکل ۲-۹: سطح مقطع پوشش فولادی فلز پاشی شده ۳۸
- شکل ۲-۱۰: تغییرات دما و توزیع تنش در پوشش آلومینا و زیرلایه فلزی ۴۲

فصل سوم

- شکل ۱-۳: نمونه کششی مورد استفاده برای ارزیابی چسبندگی پوشش به زیرلایه ۴۹
- شکل ۲-۳: دستگاه فلز پاشی شعله‌ای سیمی ۵۱
- شکل ۳-۳: دستگاه فلز پاشی قوس الکتریکی ۵۱
- شکل ۳-۴: نمونه آزمون برشی قبل از اعمال پوشش ۵۴
- شکل ۳-۵: نمونه آزمون برشی بعد از اعمال پوشش و ماشینکاری ۵۴
- شکل ۳-۶: ماتریس مورد استفاده برای اندازه‌گیری استحکام پیوند پوشش - زیرلایه ۵۵
- شکل ۳-۷: نمونه پوشش داده شده بعد از قرار گرفتن در ماتریس ۵۵
- شکل ۳-۸: میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد استفاده در دانشگاه صنعتی اصفهان ۵۷

فصل چهارم

- شکل ۱-۴: نمودار زبری پوشش بر حسب زبری زیرلایه ۶۲
- شکل ۲-۴: سطح زیرلایه بعد از سنگ زنی خشن قبل از فلزپاشی ۶۹
- شکل ۳-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه سنگ زنی (خشن) شده ۶۹
- شکل ۴-۴: سطح زیرلایه بعد از سنگ زنی خشن ۷۰
- شکل ۵-۴: سطح پوشش ایجاد شده روی زیرلایه سنگ زنی خشن ۷۰
- شکل ۶-۴: سطح زیرلایه بعد از تراشکاری ۷۱
- شکل ۷-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه تراشکاری شده ۷۱
- شکل ۸-۴: سطح زیرلایه بعد از تراشکاری ۷۲
- شکل ۹-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه تراشکاری شده ۷۲
- شکل ۱۰-۴: سطح زیرلایه بعد از شن پاشی ۷۳
- شکل ۱۱-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه شن پاشی شده ۷۳
- شکل ۱۲-۴: سطح زیرلایه بعد از شن پاشی ۷۴
- شکل ۱۳-۴: تصویر میکروسکوپی از سطح پوشش ایجاد شده روی زیرلایه شن پاشی شده ۷۴
- شکل ۱۴-۴: سطح زیرلایه رزوه شده ۷۵
- شکل ۱۵-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه رزوه شده ۷۵
- شکل ۱۶-۴: سطح زیرلایه رزوه شده ۷۶
- شکل ۱۷-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه رزوه شده ۷۶
- شکل ۱۸-۴: سطح زیرلایه آج زنی شده ۷۷
- شکل ۱۹-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه آج زنی شده ۷۷
- شکل ۲۰-۴: سطح زیرلایه آج زنی شده ۷۸
- شکل ۲۱-۴: سطح پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه آج زنی شده ۷۸
- شکل ۲۲-۴: سطح پوشش اعمال شده توسط روش قوسی نوع پوشش S3 ۷۹

- شکل ۲۳ - ۴: سطح پوشش اعمال شده توسط روش شعله‌ای ۷۹
- شکل ۲۴ - ۴: ترک ایجاد شده در سطح پوشش ۸۰
- شکل ۲۵ - ۴: ترکهای میکروسکوپی ایجاد شده در سطح پوشش ۸۰
- شکل ۲۶ - ۴: ترکهای میکروسکوپی ایجاد شده در سطح پوشش روش شعله‌ای ۸۱
- شکل ۲۷ - ۴: ترکهای میکروسکوپی ایجاد شده در سطح پوشش روش شعله‌ای ۸۱
- شکل ۲۸ - ۴: سطح زیرلایه بعد از شن پاشی، بزرگنمایی $115\times$ ۸۲
- شکل ۲۹ - ۴: سطح زیرین پوشش بعد از جدا شدن از سطح زیرلایه شکل ۲۰ - ۴ ۸۲
- شکل ۳۰ - ۴: سطح زیرلایه بعد از جدا شدن پوشش توسط شوک حرارتی ۸۳
- شکل ۳۱ - ۴: سطح زیرین پوشش بعد از جدا شدن از سطح زیرلایه شکل ۳۲ - ۴ ۸۳
- شکل ۳۲ - ۴: سطح زیرلایه بعد از جدا شدن پوشش ۸۴
- شکل ۳۳ - ۴: سطح زیرین پوشش بعد از جدا شدن از سطح زیرلایه شکل ۳۴ - ۴ ۸۴
- شکل ۳۴ - ۴: سطح زیرلایه بعد از جدا شدن پوشش ۸۵
- شکل ۳۵ - ۴: سطح زیرین پوشش بعد از جدا شدن از سطح زیرلایه شکل ۳۶ - ۴ ۸۵
- شکل ۳۶ - ۴: سطح زیرلایه بعد از جدا شدن پوشش ۸۶
- شکل ۳۷ - ۴: سطح مقطع پوشش زیر لایه مربوط به پوشش S3 ۸۶
- شکل ۳۸ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش S3 ۸۷
- شکل ۳۹ - ۴: سطح پوشش Tufton 600 ایجاد شده توسط روش قوسی ۸۷
- شکل ۴۰ - ۴: سطح پوشش Tufton 500 ایجاد شده توسط روش شعله‌ای ۸۸
- شکل ۴۱ - ۴: سطح پوشش Tufton 500 ایجاد شده بر روی زیرلایه ۸۸
- شکل ۴۲ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600 ۹۲
- شکل ۴۳ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 500 ۹۳
- شکل ۴۴ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600 ۹۳
- شکل ۴۵ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش پاشید شده فولاد Tufton 500 ۹۴

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل ۴۶ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600	۹۴
شکل ۴۷ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش پاشید شده فولاد Tufton 500	۹۵
شکل ۴۸ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600	۹۵
شکل ۴۹ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 500	۹۶
شکل ۵۰ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600	۹۶
شکل ۵۱ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 500	۹۷
شکل ۵۲ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش پیوندی نیکل - آلومینیم	۹۷
شکل ۵۳ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش پیوندی نیکل - آلومینیم	۹۸
شکل ۵۴ - ۴: مقطع پوشش برنز آلومینیم پاشیده شده توسط روش شعله‌ای سیمی	۹۸
شکل ۵۵ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش برنز آلومینیم روش شعله‌ای	۹۹
شکل ۵۶ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش نیکل - آلومینیم روش قوسی	۹۹
شکل ۵۷ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش برنز آلومینیم روش قوسی	۱۰۰
شکل ۵۸ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش فولاد Tufton 600	۱۰۰
شکل ۵۹ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش S3 پاشید شده باروش قوسی، قبل ازاج و آنالیز عنصری آن	۱۰۱
شکل ۶۰ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه مربوط به پوشش S3	۱۰۱
شکل ۶۱ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه پوشش نیکل - آلومینیم اعمال شده توسط روش قوسی	۱۰۲
شکل ۶۲ - ۴: سطح مقطع پوشش - زیرلایه پوشش نیکل - آلومینیم روش شعله‌ای	۱۰۲
شکل ۶۳ - ۴: توزیع نیکل و آلومینیم در پوشش نیکل - آلومینیم بر روی زیرلایه فولادی در روش قوسی	۱۰۳
شکل ۶۴ - ۴: توزیع نیکل و آلومینیم در پوشش نیکل - آلومینیم بر روی زیرلایه فولادی در روش شعله‌ای	۱۰۳

- شکل ۶۵-۴: الگوی پراش اشعه X پوشش Tufton 600 پاشیده شده با روش قوس الکتریکی. ۱۰۴
- شکل ۶۶-۴: میکروآنالیز پوشش Tufton 500 ایجاد شده توسط روش شعله‌ای..... ۱۰۵
- شکل ۶۷-۴: میکروآنالیز پوشش Tufton 600 ایجاد شده توسط روش قوسی..... ۱۰۶
- شکل ۶۸-۴: میکروآنالیز پوشش نیکل - آلومینیم ایجاد شده توسط روش شعله‌ای..... ۱۰۷
- شکل ۶۹-۴: میکروآنالیز پوشش نیکل - آلومینیم ایجاد شده توسط روش قوسی..... ۱۰۸
- شکل ۷۰-۴: سیکل گرم و سرد کردن مورد استفاده در آزمون شوک حرارتی..... ۱۱۱
- شکل ۷۱-۴: تاثیر دمای پیشگرم قطعه قبل از فلزپاشی بر استحکام پیوند پوشش - زیرلایه .. ۱۱۲
- شکل ۷۲-۴: فلز پاشیده شده روی سطح صاف..... ۱۱۳
- شکل ۷۳-۴: نمونه B۲ با پوشش فولاد پرکروم (S3)..... ۱۲۲
- شکل ۷۴-۴: پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۲
- شکل ۷۵-۴: پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۳
- شکل ۷۶-۴: نمونه BV با پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی فولاد کم کربن..... ۱۲۳
- شکل ۷۷-۴: پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۴
- شکل ۷۸-۴: پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۴
- شکل ۷۹-۴: پوشش فولاد پرکروم (S3) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۵
- شکل ۸۰-۴: پوشش پیوندی نیکل - آلومینیوم به ضخامت ۰/۱mm که روی آن پوشش فولاد پرکروم (S3) تا رسیدن ضخامت کل پوشش به ۰/۵mm اعمال شده است..... ۱۲۵
- شکل ۸۱-۴: پوشش پیوندی ALCRO به ضخامت ۰/۱mm که روی آن پوشش فولاد پرکروم (S3) تا رسیدن ضخامت کل پوشش به ۰/۵mm اعمال شده است..... ۱۲۶
- شکل ۸۲-۴: پوشش برنز آلومینیوم به ضخامت ۰/۱mm که روی آن پوشش فولاد پرکروم (S3) تا رسیدن ضخامت کل پوشش به ۰/۵mm اعمال شده است..... ۱۲۶
- شکل ۸۳-۴: پوشش فولاد Tufton 600 بر روی زیرلایه فولاد کم کربن..... ۱۲۷
- شکل ۸۴-۴: (a) نمونه B۲۰، پوشش فولاد کم کربن (S20) بر روی زیرلایه فولاد کم کربن (b) نمونه B۲۲، پوشش فولاد کم کربن بر روی زیرلایه‌ای که در قسمت مرکز آن با مرکب (ماده روپوشانی) یک حلقه ایجاد شده است..... ۱۲۷

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل ۸۵ - ۴: رابطه استحکام پیوند پوشش - زیرلایه با آماده سازی سطح زیرلایه	۱۳۰
شکل ۸۶ - ۴: نحوه شکل گیری ذرات پاششی روی سطح رزوه شده	۱۳۱
شکل ۸۷ - ۴: استحکام پیوند فولاد کربنی آلیاژی بصورت تابعی از ضخامت پوشش	۱۳۳
شکل ۸۸ - ۴: رابطه استحکام پیوند بافاصله پاشش	۱۳۴
شکل ۸۹ - ۴: مقایسه چسبندگی پوششهای شعله ای و قوسی	۱۳۷
شکل ۹۰ - ۴: نمونه های فلز پاشی شده بعد از انجام آزمون برشی	۱۳۸