

کاربردهای مهندسی سطح در بازیابی قطعات صنعتی

تألیف:

مهندس محمدرضا زمانی - مهندس حسین راژ - مهندس احمد رضا قربانی

تنظیم و ویرایش علمی:

دکتر فخرالدین اشرفی زاده

چاپ اول

ناشر: مؤسسه انتشارات جهان جام جم

تهران

۱۳۸۴

زمانی، محمدرضا، ۱۳۴۷ -

کاربردهای مهندسی سطح در بازیابی قطعات صنعتی / تالیف محمدرضا
زمانی، حسین راژ، احمد رضا قربانی؛ ایسا حمایت | مرکز بازسازی شهید
زین الدین، انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران، مرکز مطالعات و پژوهشهای
لجستیکی. — تهران: جهان جام جم، ۱۳۸۴.
ل، ۳۴۸ ص: مصور، جدول.

ISBN 964-8625-09-3

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

کتابنامه: ص. ۲۴۷ - ۲۵۲.

نمایه.

۱. رویه ها (مهندسی). ۲. قطعات ماشین -- فرسودگی. ۳. فلزها -- پوشش.
الف. راژ، حسین، ۱۳۵۲ - ب. قربانی، احمد رضا، ۱۳۴۹ - ج. سپاه پاسداران
انقلاب اسلامی. مرکز بازسازی شهید زین الدین. د. انجمن علوم و تکنولوژی
سطح ایران. هدیه پاسداران انقلاب اسلامی. مرکز مطالعات و پژوهشهای
لجستیکی.

۶۲۰/۴۴

کتابخانه ملی ایران

۸۳-۲۸۹۵۹

کتابخانه ملی ایران

عنوان: کاربردهای مهندسی سطح در بازیابی قطعات صنعتی

تألیف: مهندس محمدرضا زمانی - مهندس حسین راژ - مهندس احمد رضا قربانی

سازمانهای حمایت کننده: مرکز بازسازی شهید زین الدین نیروی زمینی سپاه - انجمن علوم و
تکنولوژی سطح ایران - مرکز مطالعات و پژوهشهای لجستیکی

ویرایش علمی: دکتر فخرالدین اشرفی زاده

ویرایش ادبی و ناظر چاپ: محسن صفا

ناشر: مؤسسه انتشارات جهان جام جم

حروفچینی: فرحناز ابراهیم زاده

صفحه آرای: سید مهدی طحانی

نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۴

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

شماره شابک: ۹۶۴-۸۶۲۵-۰۹-۳

قیمت: ۲۹۰۰۰ ریال

«حق چاپ محفوظ است»

مقدمه انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران

انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران در اردیبهشت سال ۱۳۷۲ در پی برگزاری اولین سمینار متالورژی سطح و تریبولوژی ایران تأسیس گردید و در بیست و دومین نشست سالانه فدراسیون بین‌المللی عملیات حرارتی و مهندسی سطح (IFHT) به عنوان عضو اصلی و دائمی این فدراسیون پذیرفته شد. از وظایف مهم انجمن، پیشبرد و ارتقای علوم و گسترش تکنولوژیهای نوین در زمینه مهندسی سطح و انتشار کتب و نشریات علمی و فنی است.

کتاب «کاربردهای مهندسی سطح در بازیابی قطعات صنعتی» که حاصل تجربه علمی و عملی گروهی از کارشناسان و محققین گروه طراحی صنعتی مرکز بازسازی زرهی شهید زین‌الدین است در راستای اهداف انجمن، مورد بررسی و تصویب قرار گرفت. مطالعه این کتاب هم به عنوان یک منبع کمک درسی برای آموزش دانشگاهی و هم به صورت مرجعی برای مهندسین و کاربران فن بازیابی توصیه می‌شود. امید است این گام در تقویت بنیه علمی کشور و رفع نیاز دانش پژوهان و صنایع، مفید واقع شود.

انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران

فروردین ۱۳۸۴

پیشگفتار

بازیابی به معنی برگرداندن ابعاد قطعه فرسوده به اندازه‌های اولیه آن توسط فرآیندهای جرم‌گذاری است. بدیهی است که این کار باید با در نظر گرفتن خواص اولیه قطعه صورت گیرد، در غیر این صورت بازیابی تحقق نمی‌یابد. روشهای متنوعی برای جرم‌گذاری قطعات وجود دارد اما فقط بعضی از این فرآیندها را می‌توان با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی برای بازیابی به کار برد. پاشش حرارتی، جوشکاری (رویه کاری)، آبکاری موضعی و ترمیم با مواد اپوکسی، فرآیندهای عمده‌ای هستند که از آنها می‌توان برای بازیابی قطعات صنعتی استفاده نمود.

بازیابی قطعات صنعتی با توجه به محدودیتهای اقتصادی و کمبودهای موجود در صنعت کشور و نیز برای استفاده بهتر از ماشین‌آلات، اهمیت ویژه‌ای دارد. به دلیل تنوع و تعدد خودروها، ماشین‌ها و تجهیزات صنعتی و فرسایش اجتناب‌ناپذیر قطعات آنها، تأمین قطعات یدکی همواره یکی از دغدغه‌های مدیران صنایع بوده و حتی در بعضی صنایع به صورت مسأله‌ای بحرانی مطرح است. از آنجا که خرید یا ساخت این قطعات با صرف هزینه زیاد و گاه اتلاف زمان طولانی همراه است، اهمیت بازیابی به عنوان روش تأمین قطعات، روشن می‌گردد. با استفاده از فرآیند مناسب، علاوه بر بازیابی می‌توان برای بهسازی قطعات تولیدی نیز اقدام نمود. در تولید قطعات با اعمال پوشش‌های خاص می‌توان از مواد ارزان‌تر برای آلیاژ پایه استفاده کرد و همان خواص سطحی مطلوب را بدست آورد و یا با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، خواصی را به قطعه اضافه کرد که به وسیله سایر روشهای ساخت و تولید قابل دستیابی نیست.

علیرغم نیاز گسترده صنعت به بازیابی، در این مورد هنوز کتابی به زبان فارسی نوشته نشده است و در کتب مرجع غیر فارسی نیز مطالب به صورت پراکنده یافت می‌شود. لذا در راستای

نشر و توسعه فن بازیابی که حاصل پژوهشهای علمی و تجربه چند ساله متخصصین و کارشناسان گروه طراحی صنعتی مرکز بازسازی زرهی شهید زین الدین (وابسته به نیروی زمینی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی) است مؤلفین بر آن شدند کتاب حاضر را گردآوری و تدوین نمایند. کتاب بازیابی قطعات صنعتی اطلاعات کاربردی مفیدی در مورد فرآیندهای بازیابی، عملیات مقدماتی و مراحل تکمیلی آنها ارائه می‌دهد. در فصل اول با عنوان مقدمه‌ای بر بازیابی، عوامل استهلاک و انهدام قطعات صنعتی به اختصار بیان شده است. فصل دوم به توضیح فرآیندهای جرم‌گذاری مورد استفاده در بازیابی، مزایا و محدودیتهای آنها اختصاص دارد و در فصل سوم جزئیات مراحل آماده‌سازی، عملیات تکمیلی و کاربردهای شاخص آمده است، به دلیل اهمیت پرداختن به قابلیت قطعه برای بازیابی و کنترل کیفیت قطعه پس از بازیابی، در فصل چهارم مطالبی در خصوص ارزیابی قطعات برای بازیابی آورده شده است. در فصل پنجم مواد مصرفی بازیابی به تفکیک برای هر کدام از فرآیندهای جرم‌گذاری معرفی شده است. نمونه‌هایی از قطعات بازیابی شده در صنعت همراه با جزئیات هر فرآیند در فصل ششم تحت عنوان ره‌آورد بازیابی ارائه گردیده است. محتوای کلی کتاب شامل توصیف فرآیندهای بازیابی همراه با جزئیات عملی، بیان مزایا، محدودیتها و کاربردهای واقعی به گونه‌ای انتخاب شده است که مطالعه این کتاب برای بسیاری از صنعتگران و کارشناسان صنایع مختلف که در زمینه فرسایش قطعات به کار مشغولند یا در زمینه بازسازی ماشین‌آلات فعالیت می‌کنند، مفید و راهگشا خواهد بود. علاوه بر این، موضوع کتاب آموزشی-کاربردی بوده و دانشجویان دوره‌های کاردانی و کارشناسی مواد و مکانیک برای افزایش اطلاعات فنی خود در مورد فلزشناسی، جوشکاری، آبکاری و مواد اپوکسی می‌توانند از آن بهره‌گیرند.

تدوین این کتاب به همت مدیران، اساتید و کارشناسان متعددی میسر گردید که برای دستیابی به دانش فنی بازیابی قطعات صنعتی با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی آن تلاش و

پشتکار چشمگیری به عمل آورده و انتشار کتاب را گام مؤثری جهت آشنایی عموم با دانش بازیابی می‌دانند. از آقایان دکتر فخرالدین اشرفی‌زاده، مهندس حسنعلی لطفعلی‌زاده، مهندس محمد سالمی و سرهنگ زرهی عبدالصمد فرهنگ به دلیل پی‌گیری و حمایت همه جانبه چنین اقدامی تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. همکاری آقایان مهندس غلامرضا دهقانی، مهندس حسن سقفی، مهندس خیراله عیدی، مهندس رامین علاقه‌بند و مهندس عماد روحانی در ترجمه و تدوین بخشهایی از کتاب شایسته قدردانی است. به علاوه جا دارد از آقای مهندس سید مهران نحوی مدیر شرکت فلزافشان به خاطر مشاوره علمی و تصحیح بخشهایی از کتاب تقدیر و تشکر گردد. از همکاران مرکز مطالعات و پژوهشهای لجستیکی به ویژه آقای محسن صفا به دلیل کمک در آماده‌سازی و پیگیری امور چاپ کتاب قدردانی می‌گردد. از خانم فرحناز ابراهیم‌زاده برای صفحه‌آرایی کتاب و دیگر کسانی که در تهیه چاپ این کتاب همکاری داشته‌اند سپاسگزاری می‌شود. از خوانندگان محترم تقاضا می‌شود در صورت مشاهده هرگونه ایراد و نقصان پیشنهادات خود را از طریق صندوق پستی ۸۱۶۴۵/۱۶۶ ارسال فرمایند.

ناصر عرب‌بیگی

مدیر گروه طراحی صنعتی مرکز بازسازی زرهی

شهید زین‌الدین - نرسا

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول : مقدمه‌ای بر بازیابی

۱	عوامل استهلاک قطعات صنعتی.....
۴	روش‌های افزایش عمر مفید قطعات.....
۵	اصول بازیابی.....

فصل دوم : فرآیندهای جرم‌گذاری

۷	پاشش حرارتی.....
۹	پاشش شعله‌ای.....
۱۱	مشخصات فرآیند پاشش شعله‌ای.....
۱۳	پاشش و گداختن.....
۱۵	پاشش قوس پلاسما.....
۱۸	پاشش پلاسما در فشار پایین یا خلاء.....
۲۰	پاشش با تفنگ انفجاری.....
۲۳	پاشش قوس الکتریکی.....
۲۵	عوامل مؤثر در انتخاب فرآیند پاشش حرارتی.....
۳۰	جوشکاری از دیدگاه جرم‌گذاری.....
۳۱	جوشکاری گازی.....
۳۴	جوشکاری قوس الکتریکی.....
۳۵	جوشکاری قوسی فلز با پوشش فلاکس.....
۳۶	جوشکاری زیر پودری.....
۳۸	جوشکاری قوسی فلز - گاز.....
۴۰	جوشکاری قوسی تنگستن - گاز.....
۴۱	جوشکاری قوسی پلاسما.....
۴۴	آبکاری الکتریکی.....
۴۴	آبکاری کروم.....

۴۹	حمام الکترولیت
۵۱	منبع تغذیه
۵۲	سیستم تهویه و سایر تجهیزات
۵۲	فرآیند آبکاری کروم سخت
۵۵	آبکاری موضعی
۶۰	آبکاری به روش الکترولس
۷۰	مزایا و معایب الکترولس نیکل-فسفر
۷۲	حمام الکترولس
۷۴	خواص پوشش های الکترولس نیکل - فسفر
۷۸	جرم گذاری با ترکیبات اپوکسی
۸۳	آماده سازی سطوح
۸۵	اعمال مواد اپوکسی

فصل سوم : بازیابی قطعات

۸۸	انتخاب فرآیند جرم گذاری
۸۹	۱- ساختار قطعه
۸۹	۲- جایگاه قطعه در طرح
۸۹	۳- اعوجاج
۹۰	۴- خواص فلز پایه
۹۰	۵- شرایط پوشش
۹۰	۶- اثر فرآیند جرم گذاری بر خواص فلز پایه
۹۱	۷- ملاحظات دیگر
۹۹	بازیابی به روش جوشکاری
۹۹	دسته بندی عیوب قابل ترمیم به روش جوشکاری (رویه سختی)
۱۰۲	آماده سازی، جرم گذاری (جوشکاری) و تمام کاری
۱۱۱	بازیابی به روش فلزپاشی
۱۱۱	دسته بندی عیوب قابل ترمیم به روش فلزپاشی
۱۱۱	آماده سازی سطح قبل از فلزپاشی

۱۱۲	تمیزکاری
۱۱۶	رو برداشت
۱۱۸	زبرسازی
۱۲۶	روپوشانی
۱۲۶	پیشگرم
۱۲۷	پوشش پیوندی
۱۲۸	تمام کاری
۱۳۳	نمونه‌هایی از عیوب قطعات صنعتی
۱۳۳	بازیابی به روش آبکاری
۱۳۵	آماده‌سازی قطعات جهت آبکاری کروم سخت
۱۴۰	عملیات آبکاری
۱۴۱	عملیات تمام کاری پس از اعمال پوشش
۱۴۲	عیوب رفع شدنی (ترمیمی) توسط آبکاری
۱۴۴	بازیابی با استفاده از مواد اپوکسی
۱۴۴	آماده‌سازی قطعات جهت اعمال مواد اپوکسی
۱۴۶	مراحل تعمیر عیوب قطعات توسط ترکیبات اپوکسی
۱۴۹	عملیات پس از اعمال مواد اپوکسی
۱۵۰	طبقه‌بندی عیوب قابل ترمیم با مواد اپوکسی

فصل چهارم : ارزیابی قطعات برای بازیابی

۱۵۳	آشنایی با پدیده خستگی
۱۵۶	آزمایش‌های خستگی
۱۶۰	خصوصیات ساختاری خستگی
۱۶۴	بررسی عوامل محیطی بر خستگی
۱۶۴	تأثیر تمرکز تنش
۱۶۵	تأثیر اندازه
۱۶۷	تأثیر سطح
۱۷۴	اثر متغیرهای متالورژیکی بر خستگی

۱۷۵	 خستگی خوردگی
۱۷۷	 تعیین لیاقت قطعه برای بازیابی
۱۷۸	 روش های تعیین لیاقت قطعه
۱۸۰	 کنترل کیفیت قطعات بازیابی شده
۱۸۱	 چسبندگی پوشش
۱۸۳	 روش های ارزیابی چسبندگی
۱۸۶	 ضخامت پوشش
۱۸۷	 روش های اندازه گیری ضخامت پوشش
۱۹۰	 سطح نهایی پوشش
۱۹۲	 روش های ارزیابی زبری سطح
۱۹۴	 بررسی سختی پوشش
۱۹۷	 تنش های داخلی پوشش
۱۹۹	 جمع بندی مطالب فصل چهارم

فصل پنجم : مواد جرم گذاری

۲۰۱	 انتخاب پوشش
۲۰۳	 ویژگی های مورد انتظار از پوشش های پاشش حرارتی
۲۰۴	 مقاومت سایشی
۲۰۴	 مقاومت در برابر حرارت و اکسیداسیون
۲۰۵	 مقاومت در برابر خوردگی
۲۰۵	 هدایت الکتریکی
۲۰۵	 انواع مواد مصرفی در جرم گذاری
۲۰۷	 خواص انواع پوشش های پاشش حرارتی
۲۱۴	 فرآیند پاشش شعله ای سیمی
۲۱۵	 فرآیند پاشش شعله ای پودری
۲۱۶	 فرآیند قوس الکتریکی
۲۱۷	 فرآیند پاشش پلاسمایی
۲۲۲	 مواد جرم گذاری در فرآیندهای جوشکاری

۲۲۳	ویژگی‌های مورد انتظار از پوشش‌های جوشکاری
۲۲۷	مواد مصرفی در جوشکاری و خواص آنها
۲۲۷	سیم‌ها و الکترودهای رویه‌کاری
۲۲۸	الکترودها و سیم جوش‌های فولاد تندبر (EFeS, RFeS)
۲۳۰	الکترودهای آستنیتی منگنزدار (BFeMn)
۲۳۳	الکترودها و سیم جوش‌های پرکروم آستنیتی (RFeCr-A, EFeCr-A)
۲۳۵	الکترودها و سیم جوش‌های پایه کبالت (RCoCr, ECoCr)
۲۳۷	فلزات پرکننده آلیاژی پایه مس
۲۳۸	مشخصات لایه جوش
۲۴۱	فلزات پرکننده ENiCr, RNiCr نیکل کروم-بور
۲۴۶	مواد مصرفی در فرآیند آبکاری
۲۴۷	ویژگی‌های مورد انتظار از پوشش‌های آبکاری
۲۴۷	سختی و مقاومت در مقابل سایش
۲۴۹	مقاومت در برابر خوردگی
۲۵۲	مقاومت در برابر حرارت
۲۵۳	ضریب اصطکاک پایین
۲۵۴	سایر مواد مصرفی
۲۵۵	مواد اپوکسی و خواص آنها
۲۵۵	ویژگی‌های مورد انتظار از پوشش‌های اپوکسی
۲۵۶	انواع مواد اپوکسی

فصل ششم : راه‌آورد بازیابی

۲۶۱	تحقیقات و بررسی‌های آزمایشگاهی
۲۶۱	پوشش‌های فلزپاشی
۲۷۰	ترک‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی در پوشش‌ها
۲۷۲	جوشکاری
۲۷۴	آبکاری موضعی
۲۷۵	بازیابی قطعات با استفاده از فلزپاشی

۲۷۶	 روش قوس الکتریکی
۲۷۶	 روش شعله‌ای سیمی
۲۷۸	 قطعات فلزپاشی شده
۲۷۸	 پره ضربه گیر هیدرولیکی
۲۸۲	 شافت محرک گیربکس
۲۸۵	 میل بادامک
۲۸۸	 چرخنده محرک جعبه دنده میانی
۲۹۱	 شافت مایل
۲۹۴	 شافت و حامل سیاره‌های فرمان
۲۹۸	 شافت و پره واتر پمپ
۳۰۱	 میل لنگ
۳۰۴	 بازیابی قطعات با استفاده از روش جوشکاری
۳۰۵	 بازیابی زره توسط جوشکاری MIG
۳۰۷	 بازیابی شافت محرک گیربکس با استفاده از جوشکاری MIG
۳۱۰	 بازیابی قطعات توسط روش آبکاری موضعی
۳۱۱	 بازیابی شافت محرک پروانه
۳۱۹	 واژه‌یاب
۳۲۶	 منابع و مآخذ