



مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن

هشکاري درز ريل در راه آهن

تأليف: مهندس خسرو ناصري

گروه آموزشی تأسیسات فنی و زیربنایی

مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن جمهوری اسلامی ایران

تابستان ۱۳۹۵

ناظمی، خسرو، ۱۳۳۳ - جوشکاری درز ریل در راه‌آهن تألیف خسرو ناظمی؛ ویرایش و پرداخت نهایی ناصر مجیدی فرد؛ [به سفارش] گروه آموزشی تأسیسات فنی و زیربنایی مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران. تهران: امواج آرام، راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، مرکز تحقیقات و آموزش، ۱۳۹۵. ۲۰۰ص: مصور، جدول، نمودار ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۷۳۴-۰۰۷ ریا ۱۲۰۰۰۰ فدپا کتابنامه مجیدی فرد ناصر، ۱۳۴۰ -، ویراستار راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران. مرکز تحقیقات و آموزش گروه آموزش تأسیسات فنی و زیربنایی راه‌آهن - خطوط - نگهداری و تعمیر - جوشکاری - وسایل و تجهیزات Railroad rails-- Maintenance and repair-- Welding -- Equipment and supplies ۱۳۹۵ ج ۱/ ۲۴۵۷ TF ۶۲۵/ ۱۵ ۴۴۴۶۲۵۱	سرشناسه عنوان و نام پدیدآور مشخصات نشر مشخصات ظاهری شابک وضعیت فهرست نویسی یادداشت شماره افزوده شماره افزوده موضوع موضوع رده بندی کنگره رده بندی دیویی شماره شابک ملی
---	--



مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن
آدرس: میدان راه آهن، خیابان صنعت آبادگان، در غربی حوزه شش راه آهن، ساختمان مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن

تلفن: ۵۵۱۲۴۱۲۹-۳۰

جوشکاری درز ریل در راه آهن

ناشر: امواج آرام به سفارش مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن

تألیف: مهندس خسرو ناظمی

ویرایش و پرداخت نهایی: ناصر مجیدی فرد

چاپ اول: ۱۳۹۵

قطع: وزیری

تعداد صفحات: ۲۰۰ صفحه

امور گرافیکی و طراحی روی جلد: غلامحسن رکنی

صفحه آرا: الهه ابراهیمی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۱۲۰۰۰ تومان

ISBN: 978-600-96734-0-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۷۳۴-۰۰۷

انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن

«کلیه حقوق این اثر برای مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن محفوظ می باشد»

Rwamaouzeh @ rai.ir

● پست الکترونیکی:

http://www.raita.rai.ir

● سایت مرکز آموزش:

فهرست

۱۱	پیش گفتار
۱۳	سخن مؤلف
۱۵	مقدمه
۱۷	۱- کلیات
۲۱	۲- انواع مختلف جوشکاری
۲۲	۱-۲- جوشکاری به وسیله فشار
۲۲	۲-۲- جوشکاری به وسیله ذوب کردن
۲۳	۳-۲- جوشکاری الکتریکی
۲۵	۱-۳-۲- شکل گیری کارگاه ثابت جوشکاری
۲۵	۲-۳-۲- پست های کارگاه ثابت جوشکاری
۲۶	۳-۳-۲- فرآیند جوشکاری
۲۷	۴-۳-۲- ماشین جوشکاری الکتریکی
۲۸	۵-۳-۲- ساختمان ماشین جوش الکتریکی
۳۰	۶-۳-۲- جوشکاری در کارگاه غیر ثابت
۳۴	۷-۳-۲- ماشین جوشکاری APT600S

- ۳- جوشکاری ریل‌ها (جوش درز ریل) ۴۱
- ۱-۳- مزایای فنی خط جوشکاری شده و جنبه‌های اقتصادی آن ۴۱
- ۲-۳- ترمیت (THERMIT) ۴۲
- ۴- تهیه‌ی فرم جوشکاری ۴۷
- ۱-۴- تهیه فرم در کارخانه ۴۷
- ۲-۴- تهیه‌ی فرم در کارگاه ۴۸
- ۳-۴- مشخصات فنی یک فرم مرغوب ۴۹
- ۴-۴- تولید فرم‌های پیش ساخته ۵۰
- ۴-۱-۱- فرم پیش ساخته - آنالیز شیمیایی، مصالح ۵۰
- ۵- انواع روش‌های مختلف جوشکاری آل‌مینوترمیت ۵۳
- ۱-۵- روش SMW (روش جوش سریع ماهیچه‌ای) 55
- ۲-۵- جوش کاری به روش SKW-F (جوش کاری به روش ماهیچه صاف) ۶۷
- ۳-۵- روش SKV-F (روش جوش سرد) سریع با پیش حرارت‌دهی کوتاه ۷۱
- ۴-۵- روش SKV-F با درز جوشکاری ۸ سانتی متری ۷۶
- ۵-۵- جوشکاری ترمیت به روش SV ۷۷
- ۶-۵- روش جوشکاری SRE (جوش کاری ریل قاشی) ۸۰
- ۷-۵- جوشکاری ترمیت با گلدان (بوته) یکبار مصرف ۸۴
- ۶- جوشکاری درز ریل (بالکترود) ۸۷
- ۱-۶- جوشکاری ریل‌ها در راه‌آهن ۸۹
- ۲-۶- جوشکاری ریل‌ها با پیش حرارت‌دهی گاز استیلن و اکسیژن ۹۲
- ۳-۶- دستگاه برش مواد اضافی ۹۳
- ۱-۳-۶- ویژگی‌های دستگاه ۹۴
- ۴-۶- جوش کاری اکسی استیلن ۹۵
- ۱-۴-۶- حرارت دهی پس از اجرای عملیات ۹۶
- ۷- تست‌های درز ریل «ترمیت» ۹۹
- ۱-۷- آزمایش برنیل (سختی فلز) ۱۰۱
- ۲-۷- آزمایش خمش ۱۰۵

- ۳-۷- آزمایش‌های غیرمخرب (MT و UT) ۱۰۶
- ۱-۳-۷- تست آلتراسونیک (UT) ۱۰۶
- ۲-۳-۷- تاریخچه‌ی ریل‌های طولی ۱۰۷
- ۴-۷- آزمایش MT ۱۱۳
- ۸- طول ریل و درز انبساط و انقباض ۱۱۵
- ۱-۸- عوامل مؤثر در تنظیم درز حرارتی ۱۱۷
- ۲-۸- حرارت سنج ۱۱۷
- ۳-۸- انواع انبساط و انقباض (ریل کوتاه، طولی، پیوسته) ۱۲۱
- ۱-۳-۸- محاسبه‌ی بار محوری و ضریب دینامیکی ۱۲۱
- ۴-۸- تفسیر بندی بار ریل‌ها در خط ۱۲۳
- ۱-۴-۸- ریل ۲۵ ۱۲۳
- ۲-۴-۸- ریل طولی ۱۲۵
- ۵-۸- درجه حرارت متعادل (m) ۱۲۸
- ۶-۸- شکستگی ریل در خطوط پیوسته ۱۳۰
- ۱-۶-۸- شکستگی ریل ۱۳۰
- ۲-۶-۸- شکستگی جوش درز ریل ۱۳۲
- ۷-۸- جوشکاری پیوسته ۱۳۳
- ۱-۷-۸- محاسبه‌ی نیروی داخلی در ریل ۱۳۶
- ۲-۷-۸- جوشکاری قوس‌ها (پیوستگی) ۱۴۳
- ۳-۷-۸- جوشکاری پیوسته (روش عملی) ۱۴۴
- ۴-۷-۸- اولین دستورالعمل اولیه در نگهداری جوشکاری پیوسته ۱۴۹
- ۹- نگهداری خطوط پیوسته ۱۵۱
- ۱-۹- مقدمه ۱۵۱
- ۲-۹- نقش m در نگهداری و تعمیرات خط ۱۵۱
- ۳-۹- روش‌های مختلف ترمیم جوش‌های شکسته در خطوط پیوسته ۱۵۲
- ۱-۳-۹- تعمیرات جاری و فوری ۱۵۳
- ۲-۳-۹- تعمیرات اساسی ۱۵۷

۱۰- مقررات عمومی خطوط پیوسته	۱۶۳
۱۰-۱- خط	۱۶۳
۱۰-۱-۱- جوشکاری پیوسته‌ی خطوط	۱۶۳
۱۰-۱-۲- انواع خطوط	۱۶۴
۱۰-۱-۳- موارد ممنوعیت جوشکاری پیوسته	۱۶۴
۱۰-۱-۴- ریل‌ها	۱۶۴
۱۰-۱-۵- درجه حرارت متعادل ریل	۱۶۵
۱۰-۱-۶- روش اجرای جوش خطوط پیوسته	۱۶۶
۱۰-۱-۷- محاسبه ΔL طول ریل‌های مختلف	۶۶۱
۱۰-۱-۸- بازرسی و نظارت	۱۶۷
۱۰-۱-۹- جوش میم جوش به‌هنگام شکستگی ریل و درز ریل‌های ایزوله	۱۶۷
۱۰-۱-۱۰- تنظیم رز ریل	۱۶۷
۱۰-۱-۱۱- درجه حرارت ریل	۱۶۸
۱۰-۱-۱۲- اتصالی‌های هفت	۱۶۸
۱۰-۱-۱۳- روش آزاد نمودن سراسر ریل	۱۶۸
۱۰-۱-۱۴- خاتمه‌ی عملیات جوشکاری پیوسته درز ریل	۱۶۹
۱۰-۱-۱۵- سفت کردن آلات اتصال تراورس کنرل	۱۶۹
۱۰-۱-۱۶- تقسیم‌بندی طول ریل‌ها در حین کار	۱۶۹
۱۰-۱-۱۷- عملیات جوش پیوسته‌ی ریل‌ها به صورت یکپارچه	۱۷۰
۱۰-۱-۱۸- یکنواخت کردن تنش در محل جوش	۱۷۰
۱۰-۱-۱۹- درز ریل‌های ایزوله	۱۷۰
۱۰-۱-۲۰- نگهداری و محافظت خط در برابر لغزش	۱۷۰
۱۰-۱-۲۱- نظارت کارشناسان جوش	۱۷۱
۱۰-۱-۲۲- عملیات جوش در قوس‌ها	۱۷۱
۱۰-۱-۲۳- تعویض ریل در خطوط پیوسته	۱۷۱
۱۰-۱-۲۴- تعمیرات خط در درجه حرارت بالا	۱۷۲
۱۰-۱-۲۵- جوش‌کاری تکه ریل‌های ایزوله	۱۷۲

- ۱۰-۲- سوزن‌ها ۱۷۳
- ۱۰-۲-۱- مقررات عمومی برای سوزن‌ها ۱۷۳
- ۱۰-۲-۲- علائم جوش در سوزن‌ها ۱۷۳
- ۱۰-۲-۳- جوش محل درز ریل‌های سوزن ۱۷۳
- ۱۰-۲-۴- شروع جوشکاری ۱۷۴
- ۱۰-۲-۵- جوشکاری تیغه‌های سوزن ۱۷۴
- ۱۰-۲-۶- درجه حرارت ریل ۱۷۴
- ۱۰-۲-۷- تعمیرات جوش درز ریل در سوزن‌ها ۱۷۵
- ۱۰-۳- انصالی‌های ویژه‌ی جوشکاری پیوسته (اتصالی ایزوله) ۱۷۷
- ۱۰-۳-۱- اتصال - نوع MT (اتصالی ایزوله) ۱۷۸
- ۱۱- ماشین‌آلات و دستگاه‌های مخصوص جوش درز ریل ۱۸۱
- ۱۱-۱- موتور کمپرسور (دستگاه برش حرارت‌دهنده) ۱۸۱
- ۱۱-۲- موتور کمپرسور (گرم‌کن ریل) در ۳۰۵ ۱۸۴
- ۱۱-۲-۱- قسمت‌های مخزن و موتور کمپرسور ۳۰۵ ۱۸۵
- ۱۱-۲-۲- مشخصات فنی ۱۸۶
- ۱۱-۳- موتور ریل‌ساب ۱۸۶
- ۱۱-۳-۱- موتور ریل ساب ساخت کارخانه اکترون ۱۸۷
- ۱۱-۳-۲- موتور ریل ساب روبل (۱۳/۴۴) ۱۸۸
- ۱۱-۳-۳- شلنگ خرطومی ۱۸۹
- ۱۱-۴- دستگاه هیدرولیکی برش مواد اضافی سر ریل ۱۹۰
- ۱۱-۴-۱- دستگاه برش هیدرولیکی مدل ZB ۱۹۰
- ۱۱-۴-۱- مزایای دستگاه ۱۹۱
- ۱۱-۴-۲- مشخصات فنی ۱۹۲
- ۱۱-۴-۳- دستگاه حرکت ۱۹۲
- ۱۱-۵- دستگاه گرم‌کننده‌ی مدل ET 506 ۱۹۳
- ۱۲- منابع ۱۹۴
- کتاب‌های منتشر شده مرکز آموزش و تحقیقات راه آهن ۱۹۵

پیش‌گفتار

امروزه آموزش و ارتقای سطح علمی نیروی انسانی به‌عنوان یکی از استراتژی‌های مهم سازگاری مثبت با شرایط تغییر به‌عنوان تنها مزیت رقابتی سازمان‌های دولتی و خصوصی قلمداد می‌شود؛ لذا جایگاه و اهمیت آن در بقاء و توسعه کیفی آن سازمان امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از طرف دیگر آموزش نیروی انسانی، عاملی کاربردی در رشد و بالندگی محسوب می‌شود به شرطی که اصولی و با روش‌های نوین برنامه‌ریزی و اجرا شود که این امر می‌تواند بازده اقتصادی قابل ملاحظه‌ای را در برداشته باشد.

آموزش کارکنان امری راهبردی است که در سطح فردی باعث ارتقای کیفیت شغلی و در سطح سازمانی عامل تعالی توسعه سازمان و در سطح ملی موجب افزایش بهره‌وری می‌شود. بنابراین آموزش، زیربنایی این اقدامی است که تحول را در سازمان ایجاد می‌نماید.

در این راستا مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران همواره در تلاش است با رصد آخرین متدها و روش‌ها و روندها در حوزه آموزش‌های تخصصی مشاغل ریلی، سطح علمی و مهارتی کارکنان راه‌آهن را مطابق با استانداردها و فناوری‌های جدید به‌روز نماید.

کتاب حاضر تحت عنوان "جوش‌کاری درز ریل" انگیزش به کمبود و فقدان منابع آموزشی فارسی در این زمینه و به‌منظور آشنایی و فراگیری هر چه بیشتر پرسنل زحمت‌کش این حوزه تخصصی توسط آقای مهندس خسرو ناظمی از پیشکسوتان با نام و نامت جوش ریل در راه‌آهن، تألیف و تدوین و به جامعه بزرگ راه‌آهن تقدیم می‌گردد.

بی‌شک نظرات و پیشنهادات کارشناسان امریاری بخش ما در چاپ‌های آتی و تجدید امتنان خواهد بود. در پایان ضمن تشکر و امتنان از ایشان برای خلق این اثر ارزشمند، باید به استحضار تمامی عزیزانی که در این مجموعه ایشان را یاری نمودند، به ویژه رییس و کارشناسان گروه آموزشی تأسیسات فنی و زیربنایی مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن و آقای ناصر مجیدی فرد کارشناس ارشد این مرکز در ویرایش و پرداخت نهایی و رعایت استانداردهای مورد نیاز کیفی چاپ کتاب، تشکر و قدردانی گردد.

امید است با استعانت از پروردگار متعال و با تکیه بر اصل تخصص‌گرایی، بتوانیم گامی موفق در عرصه آموزش در حوزه مدیران، کارشناسان و کارکنان برداریم.

مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن

جمهوری اسلامی ایران

سخن مؤلف

علوم همواره در حال پیشرفت است و این تغییر و تحول با ظهور ریز پردازش‌ها در تمامی عرصه‌ها و فعالیت‌های علمی - پژوهشی تجربه‌های شگفت‌انگیزی را متبلور ساخته است. گام‌های پیشرفت راه و راه‌آهن از عصر اختراع چرخ و حرکت با گاری تا تکنولوژی‌های پیچیده حمل و نقل امروزی بر کسی نهان نیست.

در مسیر تکامل ریل‌ها و بهینه‌سازی مقاطع و طول ریل‌ها پیشرفت‌های شگرفی حاصل شده است. تحولات در ساخت راه‌آهن‌های بالاستی تا اسلب بتن، تولید ریل‌هایی با قابلیت‌های منحصربه‌فرد، افزایش سرعت در عین کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیر خطوط و ... از جمله این تحولات است؛ و در این بین سهم جوش کاری ریل‌ها در این تحولات بسیار شاخص.

اتصال ریل‌های طول از طول جوش کاری سربه‌سر در کارخانه و تبدیل آن‌ها به ریل‌های طول‌تر و در نهایت حمل و پیوستن ریل‌ها در محل و بهره‌مندی از شیوه‌های نوین جوش کاری درز ریل از اهم خدمات و فعالیت‌ها، این حوزه برای نیل به حمل و نقل سریع، راحت و ایمن می‌باشد. کتاب حاضر آمیزه‌ای است از سال‌ها تجربه و دانش اینجانب در عرصه جوش کاری ریل‌های راه‌آهن که با توجه به اهمیت موضوع و فقدان منابع مرجع آموزش مناسب با مساعدت گروه آموزشی تأسیسات فنی و زیربنایی مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن، تیم جامعه بزرگ راه‌آهن کشور گردیده است. بی‌شک این مجموعه عاری از نقص نیست، لذا پیشنهاد و نظرات اصلاحی کارشناسان امر مزید امتنان خواهد بود.

در پایان شایسته می‌دانم از کلیه عزیزانی که بنده را در مسیر تدوین اثر یاری نمودند، به ویژه آقای ناصر مجیدی‌فرد کارشناس ارشد حوزه مطالعات و برنامه‌ریزی مرکز آموزش و تحقیقات راه‌آهن که بی‌شک بدون رهنمون‌ها و خدمات ایشان چاپ این اثر مقدور نبود، تشکر و تقدیر می‌نمایم.

خسرو ناظمی

تابستان ۱۳۹۵

مقدمه

با توجه به ارزش و اهمیت روز افزونی که در رشته جوشکاری پدید آمده است، این صنعت را می‌توان در زمره صنایع مادر به حساب آورد؛ چرا که امروزه کمتر کارخانه یا مؤسسه‌ی تولیدی را می‌توان یافت که حداقل کارگاه کوچکی در زمینه‌ی جوشکاری گاز، برق و یا توأم نداشته باشد. لذا با توجه به نقش بزرگ جوشکاری در صنعت و برآوردهای روزانه‌ی ما در محیط کار لازم است در رشته‌های مختلف فنی هر فرد محقق و مسئولی تا اندازه‌ای، بسته به اهمیت رشته‌ی تخصصی، در زمینه‌ی جوشکاری نیز اطلاعاتی داشته باشد تا بتواند در مواقع لازم از آن استفاده نماید. امروزه با توجه به نیازات از طریق جوشکاری اهمیت زیادی پیدا کرده است به‌ویژه پس از جنگ جهانی اول این رشته دائماً در حال پیشرفت است به طوری که طریقه‌های جدیدی ابداع و به انواع جوشکاری افزود شده‌اند. به هم از لحاظ علمی و هم اقتصادی بسیار حائز اهمیت هستند و در طی روند رشد و پیشرفت، جوشکاری به طرق جدید، جایگزین جوشکاری به شیوه‌های قدیمی‌تر شده است؛ به ویژه استفاده از انرژی الکتریکی برای جوشکاری جهش بزرگی در صنعت ماشین سازی، کشتی سازی، پل سازی و ... پدید آمده که در این مختصر فقط به ذکر نام انواع متدهای جوشکاری مورد استفاده در صنعت پرداخته می‌شود.

مبحث اصلی این کتاب، جوشکاری (جوش رز ریل) در راه آهن است که در آن به موارد و روش‌های مختلف آن و همچنین طریقه‌ی جوشکاری، ویل، پیوسته و ... پرداخته می‌شود.