

A Quick Guide to Welding and Weld Inspection

راهنمای فوری برای
جوشکاری و بازرسی جوش

مؤلف:

استیون ای. هیوز

ترجمه

سید محمد هادی رضوی

دکتری مکانیک
گرایش نظارت، کاربردی

مرتضی صمدی

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

و

کارشناسی مهندسی مکانیک

سید امیرحسین عزیزاده مخملی

کارشناسی مهندسی مکانیک

ابوالفضل محمدی

کارشناسی حسابداری

عطیه بنائی نیاسر

کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی

نیرماه ۱۳۹۵



عنوان و نام پدیدآورندگان: راهنمای فوری برای جوشکاری و بازرسی جوش / استیون ای. هیوز،

مترجمان: سید محمدمهدی رضوی ... (و دیگران).

اصفهان: سنا، ۱۳۹۵.

۱۹۵ص؛ مصور، جدول.

۱۸۵۰۰ریال؛ ۸-۳۲-۸۰۶۱-۶۰۰-۹۷۸

فیبا

مترجمان: سید محمدمهدی رضوی، مرتضی صفری، سید امیرحسین علیزاده مخملی،

ابوالفضل محمدی، عطیه بنائی نیاسر.

جوشکاری

Welding

جوشکاری — بازرسی

Welding — Inspection

رضوی، سید محمدمهدی، ۱۳۶۵-

TS ۲۲۷/۲، ۱۳۹۵

۶۷۱/۵۲

۴۲۵۶۳۳



انتشارات سنا

راهنمای فوری برای جوشکاری و بازرسی جوش

انتشارات سنا

سید محمدمهدی رضوی، مرتضی صفری، سید امیرحسین علیزاده مخملی،

ابوالفضل محمدی، عطیه بنائی نیاسر

سمیرا فتحعلی آشتیانی

هنگامه قهرمانی

سید امیرحسین علیزاده مخملی

۱۳۹۵

۱۰۰۰ نسخه

۱۸۵۰۰ تومان

۹۷۸-۶۰۰-۸۰۶۱-۳۲-۸

978-600-8061-32-8

www.iranpub.com

نام کتاب:

ناشر:

مترجمان:

ویراستار:

صفحه آرا:

طراح جلد:

چاپ یکم:

شمارگان:

قیمت:

شابک:

ISBN

پایگاه اینترنتی:

همه‌ی حقوق مادی و
معنوی این اثر برای
پدیدآورندگان محفوظ
است.

مرکز پخش: اصفهان، حدفاصل صارمیه و صمدیه، بین کوچه‌ی ۷۳ و ۷۵، معاونت حقوقی انتشارات سنا

تلفن: ۰۳۱)۳۲۳۶۳۳۰۴

فهرست

فصل یکم: مخفف‌ها، اصطلاح‌های فنی و علائم جوشکاری ۲۱

۲۳	 مخفف‌ها
۲۴	 عبارت‌های رایج
۲۵	 اصطلاح‌های فنی اتصالات
۲۵	 اصطلاح‌های فنی جوش
۲۸	 قوانین طراحی و علائم جوش
۳۴	 اطلاعات مکمل
۳۵	 سایر قوانین رایج

فصل دوم: وظایف بازرس جوشکاری ۳۹

۴۱	 وظایف بازرس جوشکاری
۴۱	 قبل از جوشکاری
۴۲	 مستندها
۴۲	 تجهیزات
۴۲	 مواد
۴۳	 امنیت
۴۳	 آماده‌سازی اتصال جوش
۴۴	 طی جوشکاری
۴۴	 بعد از جوشکاری
۴۵	 تعمیرات

فصل سوم: اجزای اتصال جوش ۴۷

۴۹	 اجزای اتصال جوش
۴۹	 فلز جوش اضافی
۵۰	 پایه‌های جوش
۵۰	 خط ذوب
۵۰	 منطقه‌ی ذوب
۵۱	 HAZ
۵۱	 نفوذ اضافی
۵۱	 ضخامت گلوپی طراحی
۵۱	 ضخامت گلوپی واقعی
۵۲	 عامل ایجاد یک جوش ذوب خوب چیست؟
۵۴	 اتصال جوش: روش‌های آماده‌سازی
۵۵	 اتصال جوش: شکل
۵۵	 تنش پسماند و انحراف

۵۸	انحراف.....
۶۱	حداقل سازی تنش ها و انحراف.....
۶۱	انحراف دهی.....
۶۴	جوشکاری مرحله ای.....
۶۴	عوامل محدود کننده ی مکانیکی.....
۶۴	صاف کردن مشعل.....
۶۴	روش های عملیات حرارتی.....

۶۷ فصل چهارم: تعادل کربن

۶۹	تعریف قابلیت جوشکاری فولادها.....
۷۰	تعادل کربن.....
۷۰	طبقه بندی فولادها.....
۷۱	عناصر آلیاژی.....
۷۲	تیتانیوم.....
۷۳	انواع تیتانیوم های دایرکت.....
۷۳	مشکلات جوشکاری.....
۷۴	نقص های رایج.....
۷۵	جلوگیری از ایجاد نقص.....
۷۵	فولاد ضدزنگ دوپلکس.....
۷۶	نقص های رایج.....
۷۶	جلوگیری از ایجاد نقص.....
۷۷	خواص مواد.....
۷۸	عملیات حرارتی فولادها.....
۷۸	بازپخت.....
۷۹	بازپخت کامل.....
۸۰	بازپخت زیر بحرانی.....
۸۰	نرمالیزه کردن.....
۸۱	سخت گردانی (فرونشاندن).....
۸۱	آبدیدگی.....
۸۲	فرونشستگی و آبدیدگی آلیاژهایی با «سخت گردانی رسوبی».....
۸۳	استخراج تنش.....

۸۵ فصل پنجم: فرایندهای جوشکاری

۸۷	قوس فلزی دستی (MMA) / جوشکاری قوسی فلز حفاظت شده (SMAW).....
۹۱	گاز خنثی فلز (MIG) / گاز فعال فلز (MAG) / جوشکاری قوسی فلز گازی (GMAW).....
۹۳	موده های انتقال فلز.....
۹۴	انتقال مدار کوتاه (غوطه وری).....
۹۵	انتقال، کروی.....

۹۵	انتقال افشانه‌ای
۹۵	انتقال پالس
۹۸	جوشکاری قوسی شار- هسته‌ای (FCAW)
۱۰۰	گاز خنثی تنگستن (TIG) / جوشکاری قوسی تنگستن گاز (GTAW)
۱۰۳	جوشکاری قوسی زیرپودری (SAW)
۱۰۵	شارها

فصل ششم: تست‌های مخرب و غیرمخرب ۱۰۹

۱۱۱	تست نافذ مایع (PT)
۱۱۳	تست ذره‌ی مغناطیسی (MT)
۱۱۵	تست فراصوتی (UT)
۱۱۷	تست رادیوگرافی (RT)
۱۲۱	تست‌های کششی
۱۲۱	تست‌های خمشی
۱۲۳	تست‌های چارپی
۱۲۵	تست سختی
۱۲۷	نمونه‌های ماکرو
۱۲۸	نمونه‌های میکرو
۱۲۸	تست ترک نبشی
۱۲۹	تست ترک جوش سربه‌سر (شکست نوک)

فصل هفتم: مودهای ترک و نقص‌های جوشکاری ۱۳۱

۱۳۳	ترک‌ها
۱۳۴	ترک سرد هیدروژنی (HICC)
۱۳۶	ترک حاصل از انجماد
۱۳۸	ترک حاصل از حرارت‌دهی مجدد
۱۳۹	پارگی لایه‌ای
۱۴۲	پوسیدگی جوش
۱۴۴	تخلخل
۱۴۵	اینکلوژن‌های جامد
۱۴۵	کمبرود ذوب
۱۴۶	نفوذ ناقص ریشه
۱۴۷	فرورفتگی ریشه
۱۴۷	نفوذ بیش از حد ریشه
۱۴۸	هم‌پوشانی یا روی هم افتادن
۱۴۹	پرش‌دگی زیرین
۱۴۹	برش زیرین

۱۵۰	لوله‌ی دهانه
۱۵۱	سوختگی
۱۵۱	اکسیداسیون ریشه
۱۵۱	ضربه‌ی قوس
۱۵۲	پاشیدگی
۱۵۲	ضربه‌ی قوس مغناطیسی

فصل هشتم: کدها، استانداردها و مستندها ۱۵۵

۱۵۷	کدها و استانداردها
۱۶۰	UK PER و PED
۱۶۰	استانداردهای هماهنگ اروپایی
۱۶۱	استانداردهای NDE
۱۶۱	شرایط سیستم کیفی ارزیابی
۱۶۲	کیفیت‌سنجی روند جوشکاری
۱۶۳	ثبت کیفیت‌سنجی روند (OQ)
۱۶۹	مشخصه‌ی روند جوشکاری (WP)
۱۶۹	تست تأیید صلاحیت جوشکار
۱۷۱	متغیرهای اساسی
۱۷۲	متغیرهای غیراساسی
۱۷۶	متغیرهای اساسی کمکی

فصل نهم: سلامت و امنیت ۱۷۷

۱۷۹	سلامت و امنیت در قانون کار
۱۸۱	امنیت برقی
۱۸۲	امنیت فرایند جوشکاری یا برشکاری
۱۸۲	تجهیزات حفاظتی شخصی (PPE)
۱۸۴	گازها و دودها
۱۸۵	COSHH و حدود مجاز مواجهه با محل کار (WEL)
۱۸۷	تجهیزات لیفتینگ یا شرایط سیستم فشار
۱۸۸	ابزار دستی و ماشین‌های سنگ‌زنی
۱۸۸	سایر اقدامات احتیاطی قبل از شروع جوشکاری
۱۸۸	علل حوادث
۱۸۹	مجوز کار
۱۸۹	مخازن و درام‌ها

فهرست راهنما ۱۹۱

پیش‌گفتار مترجمان

تحلیل علمی جوشکاری با تکیه بر فرایندهای مختلف آن به‌ویژه درباره‌ی قطعه‌های فولادی یکی از مسائل مهمی است که در راستای طراحی اتصالات و با زمینه‌های کاربردی فراوان هم‌اکنون مدنظر بوده است. حال آن‌که در مقاطع زمانی حساس نظیر موقعیت کنونی کشور که نیاز به طرح و ابتکار دارد و از طرف دیگر، شوق وافر جوانان و حتی باتجربه‌ها به‌بیشتر دانستن همه را فراگرفته است، یکی از وظایف مهم هر فرد این است که دانسته‌های خود را در معرض اطلاع و یادگیری همگان قرار دهد.

کوشش ما بر این بوده است که در این کتاب، آخرین جوشکاری را به زبان ساده بیان کنیم. امیدواریم بتوانیم وظیفه‌ی خود را به نحو احسن در این مسیر انجام دهیم.

سید محمد مهدی رضوی

مرتضی صفری

سید امیرحسین علیزاده مخملی

ابوالفضل محمدی

عطیه بنائی نیاسر

تیر ماه ۱۳۹۵

پیش‌گفتار ویراستار

مفتخریم کتاب جدید استیون هیوز را در مجموعه‌ی در حال پیشرفت خود از «راهنمای فوری» معرفی کنیم. کتاب «راهنمای فوری برای جوشکاری و بازرسی جوش» که برای مهندسان و متخصصان بازرسی در نظر گرفته شده است، مرجع مفیدی برای فعالان رشته‌ی بازرسی دستگاه است.

استیون هیوز با تأیید دانش فنی خردمندانه و تجربه‌های علمی صحیح در زمینه‌ی مهندسی، نکته‌های آموزشی باارزشی را برای دوره‌ی آموزشی بازرسی ASME دستگاه و بازرسی تأییدشده‌ی API 510/570/653 ارائه می‌دهد. دوره‌هایی که شرکت سهامی آموزشی مهندسی متیوز اجرا می‌کند.

رشته‌ی علمی بازرسی دستگاه، موضوع‌های متعددی را دربرمی‌گیرد. اما جوشکاری و بازرسی جوش، مبحث مشترکی بین اکثر این موضوع‌هاست. در سطح چشم‌های فشاری، طراحی اتصالات جوش، روش‌های جوشکاری، NDE و پذیرش نقص، جزو مهم‌ترین مسائل تعمیر تجهیزات و ارزیابی ریسک تجهیزات موجود است.

جنبه‌ی مستندات بازرسی جوش اغلب برای بازرسان دستگاه، حتی افراد باتجربه ابهام‌برانگیز است. در ارزیابی کیفیت تعمیرات جوش، این فرض که مستندهای لازم جوشکاری PQR/WPS و تست تأیید صلاحیت جوشکار بدون بررسی صحیح در محل مخصوص خود قرار می‌گیرد، روند اجرای امور را بسیار تسهیل می‌کند. هم‌چنین، اخطار

در زمینه‌ی جزئیات فنی و علائم و مخففات اصطلاح‌های علمی به یک اندازه آسان است. با خواندن این کتاب می‌توانید مسائلتان را در این زمینه برطرف کنید.

برخلاف برتری نشریه‌های فنی در مقایسه با NDE پیشرفته و فناوری محور و فعالیت‌های بازرسی، این واقعیت که ۹۰ درصد همه‌ی بازرسی‌های تجهیزات فشار فقط فعالیت‌های اصولی و تأییدشده‌ی بازرسی را دربرمی‌گیرد، همچنان به قوت خود باقی است.

اسمیتون میوز با نوشتن این کتاب و با تبدیل موضوعی گسترده به فرصتی ساده و مفهوم، این موضوع را از بین بیشترین بازرسی‌های عملی جوش ارائه می‌دهد. لازم نیست برای خواندن این کتاب، مهندس جوشکاری یا متالورژیستی ماهر باشید؛ اما در صورت داشتن چنین تخصصی باز هم می‌توانید از آن بهره بگیرید.

ما همواره از افرادی که تمایل دارند درباره‌ی مسائل مربوط به بازرسی کتاب بنویسند، استقبال می‌کنیم و می‌خواهیم که آنها تماس بگیرند. لازم نیست حتماً نویسنده‌ی مجرب یا متخصص معتبری در این حوزه باشید، کافی است در زمینه‌ی مدنظرتان باتجربه باشید و بتوانید به زبانی ساده و مفهوم اطلاعات را بنویسید، بقیه‌ی کارها را به ما بسپارید.

از طریق enquires@matthews-training.co.uk یا وبسایت www.matthews-training.co.uk با ما در تماس باشید.

کلیف میوز

ویراستار

مقدمه

این کتاب به منظور ارائۀ راهنمایی فوری برای بازرسی جوشکاری نوشته شده است؛ راهنمایی که خواندن و فهم آن آسان است. کتاب‌های بسیاری وجود دارد که همه‌ی مقوله‌های جوشکاری را دربرمی‌گیرد. بسیاری از آن‌ها وارد جزئیات خیلی دقیقی از موضوع می‌شود؛ اما یافتن کتاب‌هایی که شرایط بازرسی جوش را به‌صورت اختصاصی پوشش دهد، کار دشواری است.

نویسنده در این کتاب خیلی وارد جزئیات نشده است زیرا فرض بر این است که خواننده توانایی یافتن کتاب‌های جزئی در زمینه‌ی موضوع‌های خاص دلخواهش را دارد. این کتاب پایه‌ای از موضوع را ارائه می‌دهد و در تصمیم‌گیری برای بررسی‌های بیشتر به شما کمک می‌کند. اغلب، عمق دانش مورد نیاز برای هر روش خاص مرتبط با جوشکاری به شرایط صنعتی خاصی بستگی دارد.

به‌هرحال، در همه‌ی موقعیت‌ها، نقش بازرس جوشکاری برای اطمینان از تطابق جوش‌های تولیدی و تست‌شده با روندهای صحیح خاص کد است و این‌که این جوش‌ها مطابق کد باشد. مطابقت با کد در این‌جا بدین‌معناست که جوش همه‌ی شرایط مرتبط با معیارهای پذیرش نقص مختص کد را داشته باشد.

بازرسی که در دوره‌ی آموزشی کسب مقام بازرس تأییدشده‌ی جوش، تحت طرح‌های اعتبارسنجی مانند CSWIP (طرح اعتبارسنجی پرسنل بازرسی جوشکاری) یا

PCN (شماره‌ی گواهینامه‌ی شخصی) هستند، می‌توانند از این کتاب به عنوان وسیله‌ی کمک‌آموزشی استفاده کنند که پوششی از مطالب اصلی را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد. افرادی هم که جوشکار نیستند، می‌توانند از این کتاب به عنوان مقدمه‌ای مناسب برای آشنایی با دنیای جوشکاری استفاده کنند. بعضی از مردم بر این باورند که بازرسی جوش باید تجربه‌ی قبلی در زمینه‌ی جوشکاری داشته باشد؛ اما لزوماً این مسئله درست نیست، زیرا جوشکاری و بازرسی جوش دو موضوع کاملاً متفاوت است. جوشکاری نوعی فرایند عملی از «مهارت دست» است که به چابکی و هماهنگی خوب دست و چشم نیاز دارد.

بازرس نیازی به این مهارت عملی ندارد؛ اما باید توانایی نظارت بر فرایند جوشکاری را داشته باشد، اندازه‌گیری‌های دقیقی را انجام دهد، کدها و استانداردهای لازم را ترجمه کند و از تطابق جوش‌های کامل شده با شرایط کد مربوط به آن مطمئن شود. بازرسی خوب دنبال راه میان‌بر نیست؛ بلکه مهارت را به‌صورت کامل دنبال می‌کند.

استیون هیوز

مؤلف