



دانش بازرسی جوش

این کتاب با حمایت و نشریاتی شرکت ملی گاز ایران چاپ شده است

مؤلفان:

مهندس حمیدرضا داوری

مهندس حجت‌الله الماسی

مهندس فرزانه ضیائی

مهندس حامد بیگی

عنوان و نام پدیدآور: دانش بازرسی جوش / مؤلفان حمیدرضا داوری... [و دیگران].

مشخصات نشر: شیراز: مؤلفان فرهیخته، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۳۶۸ص: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۶۲-۴۰-۰ ۲۴۰۰۰۰

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: مؤلفان حمیدرضا داوری، حجت ا. الماسی، فرزانه ضیائی، حامد بیگی.

یادداشت: این کتاب با حمایت و پشتیبانی شرکت ملی گاز ایران منتشر شده است.

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: جوشکاری

موضوع: Welding

موضوع: جوشکاری—بازرسی

موضوع: Welding—Inspection

شناسه اثر: داوری، حمیدرضا، ۱۳۶۵-

شناسه افزودن: شرکت ملی گاز ایران

رده بندی کنگره: TS۲۲۷ / ۵۲۳ ۳۹۸

رده بندی دیویی: ۶۷۱ / ۲

شماره کتابشناسی ملی: ۶۴۶۰۰۰۸

انتشارات مؤلفان فرهیخته

شیراز، خیابان قصرالدشت، روبه روی سازمان انتقال خون

تلفن: ۰۷۱ ۳۶۲۹۳۱۲۱-۶ (خط ۷) پستی ۹۴۳۱۴-۷۱۸۳۸



نام کتاب: دانش بازرسی جوش

مؤلفان: مهندسین حمیدرضا داوری، حجت‌الله الماسی، فرزانه ضیائی، حامد بیگی

صفحه‌آرایی: زهرا گشتاسبی

شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول ۹۶

ناظر چاپ: محمد درخشان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۶۲-۴۰-۰

قیمت: ۲۴۰۰۰ تومان

به موجب ماده ۵ حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان و مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات مؤلفان فرهیخته محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی و حقوقی حق استفاده از تمامی یا قسمتی از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کتاب حاضر به نحوی گردآوری و برنامه ریزی شده است تا بتواند به عنوان مرجعی متناسب با آخرین سر فصل دروس رشته فناوری جوش و بازرسی جوش مورد استفاده قرار گیرد.

در فصل اول و دوم با اصول اولیه بازرسی جوش (وظایف بازرس و ایمنی) آشنا خواهید شد. اجرای بازرسی پیوسته و منظم قبل، حین و بعد از جوشکاری این اطمینان را حاصل می کند که محصول نهایی از کیفیت مناسبی برخوردار باشد. در این دو فصل وظایف بازرس و نکات ایمنی ای که ممکن است سلامت جوشکاران و بازرسان را به خطر بیندازد، بررسی می گردد.

در فصل سوم رآیندهای جوشکاری متداول مورد استفاده در صنایع کشور بررسی می شوند. یک جوشکار یا بازرس خوب باید دانش کافی در شناخت فرآیندها، الکترودها، نوع گاز مصرفی، قطبیت و همچنین تأثیر این عوامل بر پدیده ها بر جوش را داشته باشد.

در فصل چهارم خواننده با درس نقشه خوانی جوش، اصول، علائم و جزئیات اتصالات جوش و آزمایش های غیر مخرب آشنا می شود. از جمله اینها آزمون جوشکاری، آشنا خواهد شد.

در فصل پنجم «مبانی متالورژی فولادها» مباحث مرتبط با درس متالورژی جوش و عملیات حرارتی ارائه می گردد. در تدوین این فصل تلاش بر آن شده که خواننده هیچ گونه شناختی از مباحث متالورژیکی نداشته باشد. در این فصل فرآیندهای جوشکاری از دید دانش متالورژیکی بررسی می گردد. به علاوه ساختار مواد به ویژه فولادها و تغییرات ساختاری آنها در چرخه های حرارتی مختلف و همچنین علت و اهمیت فرآیندهای عملیات حرارتی بیان می شود.

در فصل ششم مسائل مرتبط با درس عیوب و پدیده های رگویی بررسی می شود. در این فصل با ارائه شکل های گوناگون، عیوب مختلفی که به دلیل رعایت نکردن الزاماتهای جوشکاری ایجاد می شوند، معرفی می شود.

در فصل هفتم و هشتم آزمایشات مخرب و غیر مخرب رایج در صنعت جوش معرفی می شوند. توسط این آزمایش ها سلامت و کیفیت جوش و دستورالعمل جوش مورد آزمایش قرار می گیرد تا اطمینان حاصل شود که جوش نیازهای طراحی و کیفی را برآورده ساخته است.

در فصل نهم خواننده با استانداردهای مرتبط با جوش و مواد آشنا می شود. در این فصل نحوه نام گذاری فلزات طبق استانداردهای بین المللی به علاوه استانداردهای کاربردی جوشکاری معرفی می شود و در انتها خواننده با جزئیات فرم دستورالعمل جوشکاری آشنا خواهد شد.

با توجه به بررسی های صورت گرفته یکی از مشکلاتی که در صنعت جوش و بازرسی جوش وجود دارد کمبود منابع مطالعه فارسی است. وجود افراد مشتاق و علاقه مند به صنعت جوشکاری انگیزه ای شد تا کتاب پیش رو گردآوری و آماده شود.

علاوه بر مسائل علمی و فنی که در این مجموعه بیان شد، انتظار می‌رود عزیزان به همین یک کتاب اکتفا نکرده و جهت افزایش دانش خود به مطالعه مراجع ذکر شده در پایان هر فصل نیز رجوع کنند.

کتاب حاضر اولین اثر مؤلفین می‌باشد، لذا بی‌تردید خالی از اشکال نبوده و بدین‌وسیله از کلیه خوانندگان به‌ویژه اساتید محترم و صاحب نظران تقاضا می‌شود با انتقادات و نظرات خود در پربار کردن این مجموعه ما را یاری کنند.

همچنین بر خود لازم می‌داریم از اساتید گرامی، کسانی که کلامی به ما آموختند و همچنین عزیزانی که ما را در تهیه این مجموعه تشویق و یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را بنماییم.

آدرس پست الکترونیک جهت ارتباط با نویسندگان

Email: hrdavarii@gmail.com

فصل اول: وظایف بازرسی

۱۷	۱-۱ مقدمه
۱۷	۲-۱ مراحل بازرسی جوش
۱۷	۱-۲-۱ بازرسی قبل از جوشکاری
۱۸	۲-۲-۱ بازرسی حین انجام جوشکاری
۱۹	۳-۲-۱ بازرسی بعد از جوشکاری
۲۰	۳-۱ وظایف بازرسی جوش
۲۰	۴-۱ دسته بندی بازرسان جوش
۲۱	۵-۱ ویژگی بازرسی جوش
۲۴	مراجع

فصل دوم: ایمنی بازرسین جوش

۲۵	۱-۲ استانداردهای ایمنی
۲۶	۲-۲ تجهیزات حفاظتی
۲۶	۱-۲-۲ محافظت چشم و صورت
۲۸	۲-۲-۲ لباسهای محافظتی
۲۸	۳-۲-۲ حفاظ ماشین آلات
۲۸	۳-۲ منابع خطر و حفاظت در برابر آنها
۲۸	۱-۳-۲ منابع احتراق و آتش سوزی
۲۹	۲-۳-۲ سر و صدا
۲۹	۳-۳-۲ بخارها و گازها
۳۰	۱-۳-۳-۲ سیستم تهویه
۳۱	۲-۳-۳-۲ جوشکاری در فضاهای بسته
۳۱	۳-۳-۳-۲ جوشکاری کانتینرها
۳۱	۴-۳-۳-۲ مواد بسیار سمی
۳۲	۵-۳-۳-۲ کنترل گازهای فشرده

۳۲	۶-۳-۳ کنترل گازهای فشرده
۳۲	۷-۳-۳ ابزارهای کنترل کننده فشار
۳۳	۸-۳-۳ گازها
۳۳	۴-۳-۲ شوک الکتریکی
۳۵	مراجع

فصل سوم: فرآیندهای جوشکاری و برشکاری

۳۷	۱-۳ مقدمه
۳۸	۲-۳ جوشکاری با قوس الکتریکی
۳۸	۱-۲-۳ منبع نیرو
۳۹	۲-۲-۳ انواع جریان
۳۹	۱-۲-۲-۳ جریان مستقیم
۴۰	۳-۲-۳ الکتروود
۴۱	۱-۳-۲-۳ یونیورسایون
۴۱	۲-۳-۲-۳ قوس الکتریکی
۴۲	۵-۲-۳ مدار جوشکاری قوسی
۴۳	۱-۵-۲-۳ اهمیت منحنی ولت - آمپر
۴۴	۲-۵-۲-۳ ولتاژ مدار باز
۴۵	۳-۳ جوشکاری قوس فلزی با الکتروود پوشش دار
۴۶	۱-۳-۳ نام گذاری الکتروودهای جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار
۴۹	۲-۳-۳ طبقه بندی الکتروودها
۴۹	۳-۳-۳ انتخاب الکتروود
۵۰	۴-۳-۳ عوامل فساد الکتروود
۵۴	۵-۳-۳ خصوصیات کاری الکتروودها
۵۸	۶-۳-۳ مزایا و محدودیت های جوشکاری به روش الکتروود دستی
۵۹	۴-۳ جوشکاری قوس تحت پوشش گاز محافظ با الکتروود مصرفی
۶۰	۱-۴-۳ گازهای توصیه شده جهت جوشکاری به روش GMAW
۶۵	۲-۴-۳ انتقال مذاب

۶۵	 ۳-۴-۱ نیروهای مؤثر بر انتقال فلز
۷۱	 ۳-۴-۳ عوامل تأثیر گذار بر نفوذ جوش در جوشکاری GMAW
۷۳	 ۳-۴-۴ شناسایی سیم جوش فولادی کم آلیاژ GMAW بر اساس AWS A5.28
۷۴	 ۳-۴-۵ مزایا و محدودیت‌های جوشکاری قوس تحت پوشش گاز محافظ با الکترود مصرفی
۷۵	 ۳-۵ جوشکاری تحت پوشش گازهای محافظ با الکترود تنگستن
۷۶	 ۳-۵-۱ متغیرهای فرآیند جوشکاری تحت پوشش گازهای محافظ با الکترود تنگستن
۷۸	 ۳-۵-۲ طبقه بندی الکترود تنگستن در روش GTAW بر اساس AWS A5.12
۸۰	 ۳-۶ جوشکاری زیرپودری
۸۱	 ۳-۶-۱ مقایسه رزج جوش زیرپودری با پوشش الکترود
۸۱	 ۳-۶-۲ شناسایی سیم و فلز پایه جوشکاری زیرپودری
۸۲	 ۳-۶-۳ مزایا و محدودیت‌های جوشکاری زیرپودری
۸۴	 ۳-۷ جوشکاری قوسی توپودری
۸۴	 ۳-۷-۱ شناسایی سیم جوش توپودری بر اساس AWS A5.20
۸۴	 ۳-۷-۲ مزایا و محدودیت‌های جوشکاری توپودری
۸۵	 ۳-۸ برشکاری
۸۵	 ۳-۸-۱ برشکاری با گاز سوختی و اکسیژن
۸۷	 ۳-۸-۱-۱ برش انواع فولاد
۸۷	 ۳-۸-۱-۲ برش فولادهای با کربن بالا
۸۸	 ۳-۸-۱-۳ ورق مصرفی برای برش فولاد آلیاژی
۸۸	 ۳-۸-۱-۴ برش کروم و فولاد ضدزنگ
۸۸	 ۳-۸-۱-۵ برش چدن
۸۸	 ۳-۸-۱-۶ انواع شعله دستگاه هوا-برش
۹۰	 ۳-۸-۲ برشکاری با قوس پلاسما
۹۱	 ۳-۸-۳ برشکاری با الکترود کربنی و هوا
۹۲	 مراجع

فصل چهارم: علائم و نقشه خوانی در جوشکاری

۹۵	مقدمه
۹۵	۱-۴ انواع جوش
۱۰۲	۲-۴ انواع اتصالات
۱۰۵	۳-۴ هندسه اتصال
۱۰۶	۱-۳-۴ بخش‌های مختلف یک اتصال
۱۰۹	۲-۳-۴ اصطلاحات مربوط به ذوب و نفوذ
۱۱۱	۳-۳-۴ سایز جوش در جوش شیاری
۱۱۳	۴-۳-۴ اصطلاحات دیگر
۱۱۷	۴-۴ علائم و نشانه‌ها در جوشکاری
۱۱۷	۱-۴-۴ علامت جوش و علامت جوشکاری
۱۲۰	۲-۴-۴ اجزا علامت جوشکاری
۱۲۳	۳-۴-۴ علائم مکمل
۱۲۹	۵-۴ ابعاد در علائم جوش
۱۲۹	۱-۵-۴ ابعاد جوش شیاری
۱۳۱	۱-۱-۵-۴ نکات قابل توجه در مورد سایز جوش و عمق پخ
۱۳۳	۲-۱-۵-۴ جوش‌های شیاری لبه گرد
۱۳۳	۲-۵-۴ جوش‌های نبشی
۱۳۶	۳-۵-۴ جوش‌های کام و دکمه‌ای
۱۳۶	۱-۳-۵-۴ جوش‌های دکمه‌ای
۱۳۷	۴-۵-۴ جوش‌های نقطه‌ای
۱۴۱	۵-۵-۴ جوش‌های نواری
۱۴۱	۶-۵-۴ جوش‌های زائده‌ای
۱۴۱	۷-۵-۴ جوش‌های سطحی
۱۴۵	۶-۴ علائم بازرسی غیر مخرب
۱۴۷	۱-۴-۶ موقعیت، جهت و گستره آزمایش غیر مخرب
۱۴۸	۲-۶-۴ علائم مکمل بازرسی غیر مخرب
۱۴۹	مراجع

فصل پنجم: مبانی متالورژی فولادها

۱۵۱	.....	مقدمه
۱۵۲	.....	۱-۵ ساختار بلوری اتم
۱۵۶	.....	۱-۱-۵ ساختار بلوری و خواص آهن خالص
۱۵۷	.....	۲-۵ نفوذ
۱۵۷	.....	۳-۵ محلول جامد
۱۵۹	.....	۴-۵ تأثیر عناصر آلیاژی بر ساختار فولاد
۱۶۱	.....	۵-۵ فولادهای ساینده
۱۶۴	.....	۱-۵-۵ فازهای حاصل از اضافه کردن کربن
۱۶۸	.....	۲-۵-۵ فولاد هیپوئکتوئید
۱۶۸	.....	۳-۵-۵ فولاد هایپرئوئکتوئید
۱۷۰	.....	۴-۵-۵ نمودارهای زمان-درجه حرارت استیل (TTT)
۱۷۰	.....	۱-۴-۵-۵ نمودار استحاله ایزوترم (همدم)
۱۷۲	.....	۲-۴-۵-۵ نمودارهای استحاله در سرد کردن مداوم (CCT)
۱۷۷	.....	۶-۵ عملیات حرارتی در جوش
۱۷۷	.....	۱-۶-۵ عملیات حرارتی پیشگرم و کنترل دمای بین پاسی
۱۷۷	.....	۱-۱-۶-۵ پیشگرم
۱۸۳	.....	۲-۶-۵ دمای بین پاسی
۱۸۴	.....	۳-۶-۵ زمان سرد کردن $t_{8/5}$
۱۸۶	.....	۴-۶-۵ دماهای بحرانی
۱۸۷	.....	۵-۶-۵ عملیات حرارتی پسگرم
۱۹۲	.....	۱-۵-۶-۵ آنیل کردن (بازپخت)
۱۹۷	.....	۲-۵-۶-۵ سخت گردانی
۲۰۱	.....	۷-۵ متالورژی جوش
۲۰۱	.....	۱-۷-۵ انجماد در جوشکاری
۲۰۳	.....	۲-۷-۵ حالات انجماد و تشکیل ریز ساختار در جوش
۲۰۶	.....	۳-۷-۵ نواحی مختلف جوش
۲۰۷	.....	۱-۳-۷-۵ منطقه تحت تأثیر درجه حرارت

۲۰۹.....	۲-۷-۵ ساختار ناحیه HAZ طی یک چرخه جوشکاری
۲۱۴.....	۳-۷-۵ ساختار جوش چند پاسه
۲۱۵.....	۴-۷-۵ فولادهای زنگ نزن
۲۱۷.....	۱-۴-۷-۵ فولاد زنگ نزن آستنیتی
۲۲۰.....	مراجع

فصل ششم: عیوب و پیچیدگی در جوش

۲۲۱.....	۱-۶ تمایز تنش
۲۲۲.....	۲-۶ ناپدید شدن جوش ذوبی
۲۲۳.....	۳-۶ طبقه بندی پیوستگی ها
۲۲۴.....	۱-۳-۶ ترک ها
۲۲۵.....	۱-۱-۳-۶ ترک گرم
۲۳۰.....	۲-۱-۳-۶ پارگی لایه ای
۲۳۲.....	۳-۱-۳-۶ ترک باز گرمایی
۲۳۳.....	۴-۱-۳-۶ ترک سرد
۲۳۶.....	۱-۴-۱-۳-۶ مکانیسم تردی هیدروژنی
۲۳۷.....	۲-۴-۱-۳-۶ ترک سرد هیدروژنی در منطقه HAZ
۲۳۸.....	۳-۴-۱-۳-۶ راه های کنترل ترک سرد
۲۳۸.....	۲-۳-۶ حفره ها
۲۳۹.....	۱-۲-۳-۶ تخلخل های گازی
۲۴۲.....	۲-۲-۳-۶ حفرات انقباضی
۲۴۴.....	۳-۳-۶ آخال جامد
۲۴۷.....	۴-۳-۶ عدم نفوذ کافی و عدم ذوب کافی
۲۵۰.....	۵-۳-۶ شکل ناقص و ابعاد نامناسب
۲۵۶.....	۶-۳-۶ عیوب متفرقه
۲۵۸.....	۴-۶ تنش پسماند و اعوجاج
۲۵۸.....	۱-۴-۶ تنش های پسماند
۲۶۰.....	۲-۴-۶ پیشنهاداتی جهت کاهش پیچیدگی در اتصالات جوش

۲۶۵	۳-۴-۶ تنش‌گیری قطعات
۲۶۶	مراجع

فصل هفتم: خواص مکانیکی و آزمایش‌های مخرب

۲۷۰	۱-۷ آزمون کشش
۲۷۰	۱-۱-۷ مفهوم تنش و کرنش
۲۷۳	۲-۱-۷ انعطاف‌پذیر
۲۷۴	۲-۷ سختی سنجی
۲۷۵	۱-۲-۷ روش‌های سختی سنجی
۲۸۳	۲-۲-۷ تبدیل سختی
۲۸۵	۳-۷ آزمون ضربه
۲۸۵	۱-۳-۷ چقرمگی
۲۸۵	۲-۳-۷ اثر نرخ کرنش و رفتار ضربه‌ای
۲۸۷	۳-۳-۷ دمای تبدیل نرمی به تردی
۲۸۸	۴-۳-۷ عوامل مؤثر بر دمای تبدیل
۲۸۸	۴-۷ آزمون خمش
۲۹۰	۵-۷ آزمون شکست جوش نبشی
۲۹۰	۶-۷ آزمون ماکرواچ
۲۹۱	۷-۷ آزمون خمش با شکاف
۲۹۲	۸-۷ ارزیابی آزمون‌های مخرب
۲۹۳	مراجع

فصل هشتم: آزمایش‌های غیر مخرب

۲۹۷	۱-۸ آزمایش چشمی
۳۰۰	۲-۸ آزمایش به روش مایع نافذ
۳۰۳	۱-۲-۸ انواع نشانه‌ها
۳۰۵	۲-۲-۸ ارزیابی نشانه‌های مربوط

۳۰۵	۳-۸ آزمایش ذرات مغناطیسی
۳۰۶	۱-۳-۸ جهت گیری عیوب
۳۰۸	۲-۳-۸ نشانه‌های آزمون مغناطیسی
۳۰۹	۴-۸ آزمایش رادیوگرافی
۳۱۰	۱-۴-۸ مزایای و محدودیت‌های استفاده از آزمون رادیوگرافی
۳۱۱	۲-۴-۸ تجهیزات آزمون رادیوگرافی
۳۱۲	۳-۴-۸ تکنیک‌های پرتونگاری
۳۱۴	۵-۸ آزمایش فراصوتی
۳۱۵	۱-۵-۸ روش‌های آزمون التراسونیک
۳۱۶	۲-۵-۸ رایا و محدودیت‌های استفاده از روش فرا صوتی
۳۱۷	۶-۸ آزمایش جریان گردابی
۳۱۸	۱-۶-۸ مزایا و محدودیت‌های استفاده از آزمون جریان گردابی
۳۱۸	۷-۸ آزمایش انتشار امواج صوتی
۳۱۸	۸-۸ آزمایش نشتی
۳۱۹	۹-۸ آزمایش فریت سنجی
۳۲۰	مراجع

فصل نهم: استاندارد

۳۲۱	مقدمه
۳۲۱	۱-۹ استانداردها
۳۲۵	۲-۹ نام‌گذاری فولادها بر اساس استاندارد
۳۳۱	۳-۹ تأییدیه دستورالعمل‌های جوشکاری
۳۳۱	۱-۳-۹ مشخصات دستورالعمل جوشکاری
۳۳۱	۲-۳-۹ تأیید صلاحیت جوش بر اساس استاندارد ASME- Section IX
۳۳۴	۱-۲-۳-۹ مشخصات سر برگ
۳۳۵	۲-۲-۳-۹ طرح اتصال (QW-402)
۳۳۶	۳-۲-۳-۹ فلزات پایه (QW-403)
۳۳۸	۴-۲-۳-۹ فلز پرکننده (QW-404)

۳۴۲	وضعیت جوشکاری (QW-405)
۳۴۴	پیش گرم (QW-406)
۳۴۵	عملیات حرارتی پس از جوشکاری (QW-407)
۳۴۶	گاز (QW-408)
۳۴۷	مشخصات الکتریکی (QW-409)
۳۴۷	فن و روش کار (QW-410)
۳۴۸	۵-۹ متغیرهای جوشکاری
۳۴۹	مراجع

ضمیمه ها

۳۵۳	ضمیمه ۱: جدول تبدیل واحدها
۳۵۴	ضمیمه ۲: فرم گزارش بازرسی چشمی
۳۵۵	ضمیمه ۳: (API 582): راهنمای انتخاب الکترود فلز پرکننده
۳۵۸	ضمیمه ۴: طرح اتصال پیشنهادی جهت ضخامت‌های مختلف
۳۵۹	ضمیمه ۵: حدود پذیرش در استانداردهای مختلف
۳۶۶	ضمیمه ۶: نام‌گذاری لوله‌ها بر اساس NPS