



انجمن جوشکاری و آزمایش های غیر مخرب ایران
موسسه مرجع ملی در زمینه جوشکاری و آزمایش های غیرمخرب

خوردگی اتصالات جوشکاری شده

تالیف: جوزف داویس و همکاران

مترجمان:

رضا ایمانیان نجف آبادی

مژگان بهرامی

(باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد واحد نجف آباد) (انجمن جوشکاری و آزمایش های غیرمخرب ایران)

مهندس فرگس خاوریان

(شرکت سنجش کیفیت پارس)

ویرایش فنی: مهندس عبدالوهاب ادب آزاد

(رئیس انجمن جوشکاری و آزمایش های غیرمخرب ایران)



موسسه انتشارات جهان جام جم

سرشناسه	:	جوزف داویدس و همکاران
عنوان و نام پدیدآور	:	خوردگی اتصالات جوشکاری شده
مشخصات نشر	:	تهران: جهان جام جم، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۴۴۰ص: مصور، جدول، نمودار
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۳۹۶-۰۳۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبای مختصر
یادداشت	:	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است
شناسه افزوده	:	ایمانیان نجف آبادی، رضا، ۱۳۵۹ - بهرامی - مژگان - ۱۳۶۳
شناسه افزوده	:	خاتون احمدی، نرگس، ۱۳۶۳ -
شماره کتاب شناسی ملی	:	۳۸۱۰۳۰۷



خوردگی اتصالات جوشکاری شده

تألیف: جوزف داویدس و همکاران

مترجمان: مژگان بهرامی - رضا ایمانیان نجف آبادی - نرگس خاتون احمدی

ناشر: موسسه انتشاراتی جهان جام جم

مدیر تولید و ناظر فنی چاپ: فرزانه سنجی

چاپ و صحافی: یاسینی

تیراژ: ۱۰۵۰ نسخه

نوبت و سال چاپ: اول - ۱۳۹۵

قیمت: ۲۴۵۰۰ تومان

www.nashrejamejam.com

نشانی: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر جنوبی - خیابان لبافی نژاد غربی کوچه سیمین - پلاک ۵

تلفکس: ۶۶۵۹۶۶۱۸ تلفن: ۶۶۹۲۶۶۳۴ - ۶۶۵۶۵۸۲۵

فهرست مطالب

۱۳	پیشگفتا نویسنده
۱۵	پیشگفتار برگرداندگان
۱۷	فصل اول : مفاهیم پایه خوردگی جوش
۱۹	عوامل موثر بر خوردگی اتصالات جوشکاری شده
۲۰	ریزساختارهای جوش
۲۳	شکل‌های خوردگی جوش
۲۳	زوج های گالوانیک
۲۵	فساد جوش فولاد زنگ نزن
۲۹	حفره دار شدن
۳۰	ترک خوردن در اثر خوردگی توام با تنش
۳۱	ترک سرد ناشی از هیدروژن
۳۴	ترک ناشی از محیط‌های دارای سولفید هیدروژن
۳۶	خوردگی در حضور عوامل میکروبیولوژیکی
۳۷	تشکیل اکسید رنگی ناشی از حرارت
۳۷	عملیات جوشکاری برای به حداقل رساندن خوردگی
۴۰	مراجع

- ۴۳ فصل دوم: خوردگی اتصالات جوشکاری شده فولاد کربنی و فولاد کم آلیاژ
- ۴۵ طبقه بندی فولادها و مشخصات جوشکاری آنها
- ۴۶ فولادهای کربنی
- ۴۶ فولادهای کم کربن
- ۴۷ فولادهای با کربن متوسط
- ۴۸ فولادهای پر کربن
- ۴۸ فرایند جوش بارز فولادهای کربنی
- ۵۱ فولادهای کم آلیاژ
- ۵۱ فولادهای کم آلیاژ، استحکام بالا (HSLA)
- ۵۱ فولادهای کونچ و باریت شده
- ۵۲ فولادهای کم آلیاژ عملیات حرارتی پد
- ۵۲ فولادهای با عملیات حرارتی و عملیات جوشکاری کنترل شده
- ۵۲ فولادهای کروم-مولیبدن
- ۵۳ فرایندهای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ
- ۵۵ ملاحظات خوردگی برای قطعات جوش داده شده فولاد کربنی و فولاد کم آلیاژ
- ۵۵ خوردگی قطعات جوش داده شده فولاد کربنی
- ۵۶ تأثیر ریز ساختار جوش
- ۵۷ تنش پسماند
- ۵۷ پارامترهای هندسی
- ۵۸ خوردگی ترجیحی HAZ
- ۶۱ خوردگی ترجیحی فلز جوش
- ۶۳ کاهش خوردگی ترجیحی قطعات جوش داده شده
- ۶۴ خوردگی گالوانیک
- ۶۵ مطالعات موردی خوردگی گالوانیکی در صنعت
- ۶۷ ترک خوردگی به کمک عوامل محیطی
- ۶۸ ترک خوردگی ناشی از سولفید هیدروژن مرطوب
- ۶۸ ترک ناشی از هیدروژن

- ۶۸ ترک خوردگی ناشی از تنش در محیط سولفیدی
- ۶۹ ترک ناشی از خوردگی توام با تنش
- ۶۹ SCC ناشی از تنش‌های پسماند جوشکاری
- ترک خوردن ناشی از خوردگی توام با تنش فولاد کربن- منگنز در جاذب‌های CO_2 در کارخانه شیمیایی
- ۶۹
- ۷۵ SCC ناشی از نیترات‌ها
- ۷۵ SCC در پالایشگاه‌های نفت
- ۷۶ نشستی قطعات جوش داده شده فولاد کربنی در واحد بازیافت گوگرد
- ۸۰ خوردگی بوش‌ها در منبع‌های هوازدایی از جنس فولاد کربنی
- ۸۵ ترک‌های ناشی از هد وزن
- ۸۸ پیشگیری از ترک‌های ناشی از هیدروژن
- ۸۹ اثر عملیات جوشکاری بر خوردگی قطعات جوش داده شده
- ۹۰ شکست ناشی از خوردگی مجامع لایه‌های با مقطع سیری فرایند شیمیایی
- ۹۸ مراجع
- ۱۰۱ فصل سوم: خوردگی قطعات جوش داده شده فولادهای کربن- نزن آستنیتی
- ۱۰۳ تعیین گرید
- ۱۰۶ گریدهای استاندارد
- ۱۰۷ گریدهای غیراستاندارد
- ۱۰۸ خواص
- ۱۰۸ خواص مکانیکی
- ۱۰۹ مقاومت به خوردگی
- ۱۰۹ ملاحظات کلی جوشکاری
- ۱۱۱ رفتار خوردگی
- ۱۱۲ خوردگی بین‌دانه‌ای

۱۱۸	حمله ترجیحی مربوط به رسوبات فلز جوش
۱۲۲	خوردگی حفره‌ای و خوردگی شیاری
۱۳۱	خوردگی جاله جوش
۱۳۲	ترک ناشی از خوردگی توام با تنش
۱۳۳	ترک خوردن در اثر خوردگی توام با تنش در محیط‌های کلریدی
۱۳۴	تردی در محیط‌های سوزآور (SCC در محیط‌های سوزآور)
۱۳۸	خوردگی در حضور عوامل میکروبیولوژیکی
۱۵۰	پارامترهای مؤثر دیگر بر خوردگی قطعات جوش داده شده
۱۵۰	رسوب فاز σ (یکما) در HAZ
۱۵۱	خوردگی مرتبط با تمیزکاری پس از جوشکاری
۱۵۲	خوردگی مرتبط با - بقیه ها - پست‌بندجوش
۱۵۴	اثرات ترکیب شیمیایی فاز م - فقط در جوشکاری GTA
۱۵۵	اثر تغییر رنگ ناشی از حرارت اکسیدها در مقاومت به خوردگی
۱۶۱	مراجع
۱۶۳	فصل چهارم: خوردگی جوش‌های فولاد زنگ نزن فریتی
۱۶۵	گریذبندی
۱۶۹	خواص
۱۶۹	خواص مکانیکی
۱۷۰	مقاومت به خوردگی
۱۷۰	ملاحظات کلی جوشکاری
۱۷۲	جوش‌پذیری
۱۷۵	رفتار خوردگی
۱۷۵	تردی هیدروژنی
۱۷۶	خوردگی بین‌دانه‌ای
۱۷۷	جلوگیری از خوردگی بین‌دانه‌ای
۱۸۳	مثال ۱: نشست کردن جوش‌های فولاد زنگ نزن فریتی در تبخیرکننده‌های فاضلاب

مثال ۲: شکست جوش ناشی از خوردگی بین‌دانه‌ای و ایجاد ترک در مولد بخار بازیابی‌کننده حرارت	۱۸۸
مراجع	۲۰۲
فصل پنجم: خوردگی اتصالات جوشکاری شده فولاد زنگ‌نزن دوفازی	۲۰۵
توسعه فولاد زنگ‌نزن دوفازی و شناسه‌گذاری گریدها	۲۰۷
ریزساختار خواص	۲۰۸
ملاحظات کلی جوشکاری	۲۱۶
رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده	۲۲۰
رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده آلیاژ ۲۲۰۵	۲۲۷
مراجع	۲۳۶
فصل ششم: خوردگی جوش‌های فولاد زنگ‌نزن رتختی	۲۳۹
شناسه‌گذاری گریدها	۲۴۱
خواص	۲۴۵
ملاحظات کلی جوشکاری	۲۴۸
رفتار خوردگی	۲۴۹
مراجع	۲۵۶
فصل هفتم: خوردگی اتصالات جوشکاری شده	۲۵۷
آلیاژهای پرنیکل	۲۵۷
انواع آلیاژهای مقاوم به خوردگی (CRAs)	۲۵۹
ملاحظات کلی جوشکاری	۲۶۹

- ۲۷۳ متالورژی جوشکاری آلیاژهای مقاوم به خوردگی دارای مولیبدن
- ۲۷۶ متالورژی جوشکاری آلیاژهای مقاوم به خوردگی Ni-Cu, Ni-Cr و Ni-Cr-Fe
- ۲۷۷ رفتار خوردگی
- ۲۹۲ پایداری قازی و رفتار خوردگی آلیاژهای پایه نیکل
- ۳۹۲ مراجع
- ۲۹۵ فصل هشتم: خوردگی جوش‌های آلیاژهای غیر آهنی
- ۲۹۷ آلومینیوم و آلیاژهای آن
- ۳۱۷ مس و آلیاژهای آن
- ۳۲۱ تیتانیوم و آلیاژهای آن
- ۳۲۸ زیرکونیوم و آلیاژهای آن
- ۳۳۴ تانتالم و آلیاژهای آن
- ۳۴۱ مراجع
- ۳۴۱ فصل نهم: خوردگی اتصالات جوشکاری شده غیرمشابه
- ۳۴۵ فاکتورهای موثر بر یکپارچگی اتصال
- ۳۵۱ ملاحظات مربوط به خواص
- ۳۵۲ رفتار خوردگی
- ۳۵۷ مراجع
- ۳۵۹ فصل دهم: خوردگی در صنایع و محیط‌های خاص
- ۳۶۱ خوردگی قطعات جوشکاری شده در بالایش نفت و بهره‌برداری‌های پتروشیمی
- ۳۷۳ ترک ناشی از خوردگی توام با تنش قطعات جوشکاری شده در سرویس‌دهی BWR

۴۰۰

خوردگی در صنعت خمیر و کاغذ

۴۰۸

مراجع

۴۱۳

فصل یازدهم: پایش و آزمایش خوردگی جوش

۴۱۵

پایش خوردگی

۴۲۷

آزمایش‌های خوردگی

۴۳۹

مراجع

www.ketab.ir

پیشگفتار نویسنده

جوشکاری یکی از مهم‌ترین فرایندهای ساخت سازه‌های فلزی است. مطالعه متالورژی جوشکاری به‌طور گسترده در دانشگاه‌ها، صنایع و سازمان‌هایی نظیر انجمن جوشکاری آمریکا و انستیتو جوشکاری ادیسون در ایالات متحده آمریکا و انستیتو جوشکاری بریتانیا انجام شده است. همچنین تحقیقات وسیعی در زمینه اصول خوردگی و انواع مختلف خوردگی سازه‌ها انجام شده است. خوردگی اتصالات جوشکاری شده هر دو موضوع را مورد بررسی قرار می‌دهد و توضیح می‌دهد که چگونه یک فرایند جوشکاری می‌تواند ریزساختار و رفتار خوردگی را تحت تاثیر قرار دهد. ترک ناشی از هیدروژن در اتصالات جوشکاری شده فولادی، حساس شدن و خوردگی بین‌دانه‌ای متعاقب آن در اتصالات جوشکاری شده فولادی، ترک ناشی از خوردگی توام با تنش در محیط سولفیدی مربوط به لوله‌کشی‌های فولادی جوشکاری شده، خوردگی در حضور عوامل میکروبیولوژیک و ترک ناشی از خوردگی توام با تنش به تفصیل در این کتاب، توضیح داده شده است.

اگرچه در این کتاب تاکید بر فولادهای کربنی، فولادهای زنگ نزن بوده است اما آلیاژهای غیر آهنی نظیر آلیاژهای پرنیکل، آلیاژهای آلومینیوم و تیتانیوم نیز مطرح شده است. همچنین مروری بر خوردگی جوش در برخی صنایع و محیط‌های مهم و روش‌های آزمون خوردگی و آزمایش اتصالات جوشکاری شده آمده است.

بر خود لازم می‌دانم از پشتیبانی ویراستار انجمن فلز آمریکا (ASM) و همکاران در این پروژه تشکر نموده و به ویژه از کمک‌ها و شکیبایی ویراستار پروژه آقای موس بروگه هاردی نمایم. امید است همکاری با ایشان در زمینه چاپ کتاب‌های فنی ادامه داشته باشد.

جوزف داویس

پیشگفتار برگرداندگان

خوردگی همواره یکی از موضوعات مورد توجه در صنایع مختلف بوده و تحقیقات گسترده ای در راستای کاهش خسارات ناشی از خوردگی انجام شده است. از آنجا که جوشکاری یکی از متداولترین روش های ساخت و مونتاژ سازه های فلزی است، بررسی تاثیر جوشکاری و پارامترهای آن بر ریزساختار در نتیجه رفتار خوردگی این سازه ها دارای اهمیت زیادی است. با شناخت کامل فرایندهای جوشکاری و پارامترهای دخیل در فرایند می توان تا حد زیادی مشکلات مربوط به خوردگی اتصالات جوشکاری شده را برطرف کرد. در این کتاب به بررسی چگونگی تاثیر فرایند جوشکاری بر ریزساختار رفتار خوردگی پرداخته شده است. همچنین توضیح داده شده است که چگونه یک عملیات جوشکاری درست و یا عملیات حرارتی نامناسب می تواند جوش های معیوب و در نتیجه مستعد به خوردگی ایجاد نماید. به طور کلی این کتاب شامل ۱۱ فصل می باشد. در ابتدای هر فصل از این کتاب معرفی فلز مورد نظر، ترکیب شیمیایی و ریزساختار آن ارائه شده است. پس از آن به معرفی روش های مناسب جوشکاری، ملاحظات که حین جوشکاری باید در نظر گرفته شود، تاثیر پارامترهای جوشکاری بر رفتار خوردگی و انواع خوردگی در اتصالات جوشکاری شده فلز مورد نظر پرداخته است. نکته مهم در این کتاب ارائه مثال های صحت است که با مشکل خوردگی اتصالات جوشکاری درگیر بوده اند. همچنین تحقیقات و مطالب ارائه شده در مراجع گوناگون بیشتر متمرکز بر رفتار خوردگی فولادها بوده است اما در کتاب حاضر به رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده فلزات و آلیاژهای غیر آهنی نیز اشاره شده است. در فصل اول مفاهیم پایه جوشکاری، جوش، عوامل موثر بر خوردگی اتصالات جوشکاری شده، انواع خوردگی اتصالات و روش های کاهش خوردگی ارائه شده است. فصل دوم، سوم و چهارم به ترتیب به بررسی رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده فولادهای کربنی، فولادهای زنگ نزن آستنیتی و فولادهای زنگ نزن فریتی پرداخته است. در فصل پنجم رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده فولاد زنگ نزن دوفازی بررسی شده است. در فصل ششم و هفتم به ترتیب رفتار خوردگی اتصالات جوشکاری شده فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی و آلیاژهای پرنیکل ارائه شده است. در فصل هشتم خوردگی اتصالات جوشکاری شده فلزات و آلیاژهای غیر آهنی نظیر آلومینیوم، مس، تیتانیوم و زیرکونیوم و تانالم توضیح داده شده است.

با توجه به خواص و شرایط مورد نیاز در صنعت ممکن است آلیاژهای گوناگونی در طراحی یک سازه استفاده شوند. از این رو ممکن است جوشکاری اتصالات غیرمشابه لازم باشد. بنابراین در یک فرایندهای جوشکاری مناسب و انواع خوردگی محتمل در این فرایندها دارای اهمیت است. در فصل نهم کتاب حاضر به این موضوع اشاره شده است. در فصل دهم خوردگی در سه کاربرد کلیدی صنعتی شامل پالایش نفت و پتروشیمی، سیستم های لوله کشی راکتور بخار آب و تجهیزات مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ بررسی شده است. در پایان در فصل یازده روش های پایش و آزمایش های خوردگی جوش ها مطرح شده است.

تلاش بر این بوده است که با رعایت اصول امانت داری ترجمه ای تا حد امکان آسان و روان در اختیار خوانندگان قرار گیرد. در پایان بر خود لازم می دانیم که از استاد ارجمند جناب آقای مهندس عبدالوهاب ادیب آوان رئیس انجمن جوشکاری و آزمایش های غیرمخرب ایران که علیرغم مشغله زیاد ویرایش فنی این کتاب را بر عهده گرفتند، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

مژگان بهرامی - رضا ایمانیان نجف آبادی

نرگس خاتون احمدی

اصفهان - پاییز ۱۳۹۴