

مهندسی جوشکاری

پدیدآورنده

دیوید اچ. فیلیپس

استاد مهندسی و علم مواد

دانشگاه اوهایو

برگردانندگان

مرتضی سمعانیان

استاد دانشکده مهندسی مواد

دانشگاه صنعتی اصفهان

حسین مستعان

استادیار دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مواد و متالورژی

دانشگاه اراک



مهندسی جوشکاری

پدیدآورنده	دیوید اچ. فیلیپس
برگردانندگان	مرتضی شمعانیان، حسین مستعان
صفحه آرا	شقایق نصیری
طراح جلد	مرضیه خردمند
لیتوگراف، چادر و صحافی	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر	مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول	بهار ۱۳۹۷
شمارگان	۵۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۲۳-۳
قیمت	۱۵۰۰۰۰ ریال

شابک	978-600-157-255-2
شماره کتابشناسی ملی	۵۲۱۰۰۷۲
عنوان و نام پدیدآور	مهندسی جوشکاری / پدیدآورنده دیوید اچ. فلیس؛ برگرداندگان مرتضی شمغانیان، حسین مستعان
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	هشت، ۳۵۱ ص.: مضمون، جدول، نمودار.
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۹. گروه فنی و مهندسی.
یادداشت	عنوان اصلی: Welding engineering : an introduction, 2016.
یادداشت	واژه نامه.
موضوع	جوشکاری
موضوع	Welding
رده بندی دیویی	۶۷۱/۵۲
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ TS۲۲۷/ف۸م۹
سرشناسه	فلیس، دیوید اچ. (Welding instructor) David H.
شناسه افزوده	شمغانیان، مرتضی، ۱۳۴۹ - مترجم
شناسه افزوده	مستعان، حسین، ۱۳۶۴ - مترجم
وضعیت فهرست نویسی	فیا

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز نشر - کدپستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶ تلفن: ۳۳۹۱۲۵۰۹ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۲۸ (۰۳۱) برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره مرکز نشر می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمایید.

دیباچه

درس مهندسی جوشکاری در دانشگاه ایالتی اوهایو به خاطر سابقه طولانی دانشجویان تحصیلات تکمیلی که نقش بسیار کلیدی در صنعت ایفا می‌کنند بسیار معروف است. این کتاب به منظور استفاده در درس مهندسی جوشکاری در مقطع کارشناسی نگارش شده است که آن را در دانشگاه ایالتی اوهایو در ۱۹۶۰ به تدریس کرده‌ام. این درس به عنوان مقدمه‌ای بر مهندسی جوشکاری در دانشگاه ایالتی اوهایو بوده و به منظور آماده‌سازی دانشجویان جهت درک هرچه عمیق‌تر فرایندهای جوشکاری، متورژی و طراحی ارائه می‌گردد که همه این موارد از جمله درس‌های مورد نیازی است که در عاظم کارشناسی و کارشناسی ارشد فرا می‌گیرند. بخش عمده از آنچه که در این کتاب آمده است، برگرفته از سخنرانی‌های من در تدریس این درس بوده است. از آنجا که هم این درس و هم این کتاب در واقع مقدمه‌ای بر تمام موضوعات مربوط به مهندسی جوشکاری می‌باشد، مباحث مطرح شده در هر موضوع به صورت مختصر و مفید ارائه شده است. بر روی مفاهیم اصلی و پایه‌ای تمرکز بیشتر شده است و در عین حال از ذکر برخی از جزئیات پرهیز شده است.

David H. Stumps

پیشگفتار برگردانندگان

خداوند را سپاس گوئیم که به ما این توانایی را عطا نمود که بتوانیم به ترجمه کتاب "مهندسی جوشکاری" نوشته پروفیسور دیوید اچ فیلیپس استاد دانشگاه ایالتی اوهایو همت گماریم. اگرچه کتاب‌های زیادی در زمینه‌های مختلف جوشکاری توسط محققین و مترجمین در کشور به چاپ رسیده، اما لزوم دسترسی به کتابی جامع و کامل در زمینه مهندسی جوشکاری کاملاً احساس می‌شد. این کتاب اخیراً تاریخ انتشار آن در سال ۲۰۱۶ میلادی مرجع بسیاری از تحقیقات قرار گرفته است. مزیت عمده این کتاب، بررسی مباحث مرتبط با فناوری جوشکاری، متالورژی جوشکاری، کنترل کیفی جوش، کدها و استانداردها و ایمنی در جوشکاری با دید عمیق علمی است.

برگردانندگان کتاب در برگرداندن فایم از انگلیسی به فارسی از فرهنگ گران‌بهای جوشکاری تألیف آقایان مهندس پرویز فرهنگ، دکتر امیر حسین کوبی و مهندس عبدالوهاب ادب آوازه و کتاب هزار واژه علوم مهندسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی بهره‌افراوانی گرفته‌اند. چون ترجمه حاضر نخستین ویرایش است که به چاپ می‌رسد، احتمال وجود اشکالات در متن وجود دارد. بنابراین از خوانندگان محترم درخواست می‌گردد که نظرات اصلاحی خود را به هر نحو و ترجیحاً از طریق پست الکترونیکی به آدرس shamanian@cc.iut.ac.ir یا h-mostaan@araku.ac.ir به اطلاع برگردانندگان برسانند تا در چاپ‌های بعدی در نظر گرفته شود.

برگردانندگان برخود لازم می‌دانند از زحمات بی‌دریغ مدیریت محترم و کارکنان مرکز نشر دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان در زمینه انتشار کتاب تشکر نمایند. برگردانندگان از خانواده‌های خود به خاطر همراهی، همدلی، عشق و علاقه آنان در تمام مراحل زندگی سپاسگزاری می‌نمایند.

حسین مستمان

عضو هیئت علمی گروه مهندسی مواد و متالورژی
دانشگاه اراک

مرتضی شمعیان

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی مواد
دانشگاه صنعتی اصفهان

فهرست مطالب

- ۱ : مهندسی جوشکاری چیست؟ ۱
- ۱-۱ مقدمه‌ای بر فرآیندهای جوشکاری ۲
- ۲ : فرایندهای جوشکاری قوسی ۵
- ۱-۲ مبانی و اصول جوشکاری قوسی ۵
- ۱-۱-۲ اساس یک قوس الکتریکی ۷
- ۲-۱-۲ ولتاژ قوس ۹
- ۳-۱-۲ قطبیت ۱۱
- ۴-۱-۲ حرارت ورودی ۱۴
- ۵-۱-۲ موقعیت جوشکاری ۱۵
- ۶-۱-۲ فلزات پرکننده و الکترودها ۱۵
- ۷-۱-۲ حفاظت ۱۶
- ۱-۲-۱-۷ گاز محافظ ۱۶
- ۲-۷-۱-۲ مواد گدازآور محافظ ۱۷
- ۸-۱-۲ اتصال جوش و انواع جوش‌ها در جوشکاری قوسی ۱۹
- ۹-۱-۲ متغیرهای عملیاتی اولیه در جوشکاری قوسی ۲۰
- ۱-۲-۱-۹ ولتاژ ۲۰
- ۲-۹-۱-۲ جریان ۲۱
- ۳-۹-۱-۲ نرخ تغذیه الکتروود/نرخ تغذیه سیم ۲۱
- ۴-۹-۱-۲ سرعت جوشکاری ۲۳
- ۱۰-۱-۲ حالت انتقال فلز ۲۳
- ۱۱-۱-۲ وزش قوس ۲۴
- ۱۲-۱-۲ عیوب و ناپیوستگی‌های رایج در جوشکاری قوسی ۲۵
- ۲-۲ منابع تغذیه جوشکاری قوسی ۲۶
- ۱-۲-۲ مبدل الکتریکی ۲۶

۲۷	۲-۲-۲ ژنراتورها
۲۹	۳-۲-۲ اجزای الکتریکی مهم در منابع تغذیه جوشکاری قوسی
۳۳	۴-۲-۲ مشخصه ولت-آمپر در منابع تغذیه جوشکاری قوسی
۳۷	۵-۲-۲ زمان کارکرد
۳۸	۳-۲ جوشکاری قوس الکتروود روپوش‌دار
۴۷	۴-۲ فرایند جوشکاری قوسی تنگستنی گازی
۵۷	۵-۲ فرایند جوشکاری قوسی پلاسما
۶۱	۶-۲ جوشکاری قوسی فلزی با گاز
۷۳	۷-۲ جوشکاری قوسی توپودری
۷۷	۸-۲ فرایند جوشکاری زیرپودری
۸۴	۹-۲ سایر فرایندهای جوشکاری قوسی
۸۴	۱-۹-۲ جوشکاری اازی الکتریکی
۸۶	۲-۹-۲ فرایند جوشکاری سرباره الکتریکی
۸۷	۳-۹-۲ جوشکاری قوسی گل‌نخی
۹۱	۳: فرایندهای جوشکاری مقاومتی
۹۱	۱-۳ اصول و مفاهیم فرایندهای جوشکاری مقاومتی
۹۲	۱-۱-۳ مقاومت و مقاومت ویژه
۹۵	۲-۱-۳ محدوده جریان و منحنی‌های لوب
۹۷	۲-۳ جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای
۱۰۲	۳-۳ جوشکاری مقاومتی نواری
۱۰۴	۴-۳ جوشکاری مقاومتی پیش‌طرحی
۱۰۸	۵-۳ جوشکاری بسامد بالا
۱۱۰	۶-۳ جوشکاری جرقه‌ای
۱۱۷	۴: فرایندهای جوشکاری حالت جامد
۱۱۷	۱-۴ مفاهیم و اصول جوشکاری حالت جامد
۱۱۷	۱-۱-۴ نظریه جوشکاری حالت جامد
۱۱۹	۲-۱-۴ نظریه پیوند نوردی
۱۲۰	۲-۴ فرایندهای جوشکاری اصطکاکی

۱۲۲.....	۱-۲-۴ جوشکاری اصطکاکی لحظه‌ای.....
۱۲۴.....	۲-۲-۴ جوشکاری اصطکاکی مداوم.....
۱۲۵.....	۳-۲-۴ جوشکاری اصطکاکی خطی.....
۱۲۶.....	۴-۲-۴ جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی.....
۱۳۰.....	۳-۴ سایر فرایندهای جوشکاری حالت جامد.....
۱۳۰.....	۱-۳-۴ جوشکاری نفوذی.....
۱۳۳.....	۲-۳-۴ جوشکاری انفجاری.....
۱۳۵.....	۳-۳-۴ جوشکاری فراصوتی.....
۱۳۹.....	۵: فرایندهای جوشکاری با چگالی انرژی بالا.....
۱۳۹.....	۱-۵ اساس و اصول جوشکاری با چگالی انرژی بالا.....
۱۴۰.....	۱-۱-۵ چگالی وان.....
۱۴۱.....	۲-۱-۵ جوشکاری حالت پورخ کلیدی.....
۱۴۲.....	۲-۵ جوشکاری با پرتو لیزر.....
۱۴۷.....	۳-۵ جوشکاری با پرتو الکترونی.....
۱۵۱.....	۶: سایر فرایندهای جوشکاری و تشعشع.....
۱۵۱.....	۱-۶ لحیم‌کاری سخت و نرم.....
۱۵۳.....	۲-۶ جوشکاری پلاستیک‌ها.....
۱۵۶.....	۱-۲-۶ جوشکاری با ابزار (صفحه) داغ.....
۱۵۷.....	۲-۲-۶ جوشکاری با گاز داغ.....
۱۵۸.....	۳-۲-۶ جوشکاری القای کاشتنی.....
۱۵۸.....	۴-۲-۶ جوشکاری فراصوتی.....
۱۵۹.....	۵-۲-۶ جوشکاری ارتعاشی.....
۱۶۰.....	۳-۶ اتصال جسی.....
۱۶۰.....	۴-۶ فرایندهای جدید و هیبریدی.....
۱۶۴.....	۵-۶ جوشکاری و برشکاری با سوخت گازی.....
۱۶۸.....	۶-۶ سایر فرایندهای برشکاری.....
۱۶۸.....	۱-۶-۶ برشکاری پلاسما.....
۱۷۰.....	۲-۶-۶ برشکاری با پرتو لیزر.....
۱۷۱.....	۳-۶-۶ فلزبرداری قوسی هوا-کربن.....

۷: ملاحظات طراحی برای جوشکاری ۱۷۵

۱-۷	مقدمه‌ای بر طراحی جوشکاری	۱۷۵
۲-۷	خواص مکانیکی	۱۷۶
۱-۲-۷	استحکام تسلیم	۱۷۶
۲-۲-۷	استحکام کششی	۱۷۶
۳-۲-۷	انعطاف پذیری	۱۷۷
۱-۲-۷	استحکام خستگی	۱۷۷
۵-۱-۷	تقرمگی	۱۷۸
۶-۲-۷	خواص مکانیکی - تأثیر دما	۱۷۹
۳-۷	خواص فیزیکی	۱۷۹
۲-۳-۷	دمای ذوب	۱۷۹
۳-۳-۷	ضریب انبساط حرارتی	۱۸۰
۴-۳-۷	هدایت الکتریکی	۱۸۰
۴-۷	اساس طراحی اتصالات جوشی	۱۸۱
۱-۴-۷	انواع اتصال و جوش	۱۸۱
۲-۴-۷	ملاحظات انتخاب نوع اتصال و جوش	۱۸۳
۳-۴-۷	نامگذاری اتصال جوش - جوش های شیری	۱۸۷
۴-۴-۷	نامگذاری اتصال جوش - جوش های گوشه‌ای	۱۸۷
۵-۴-۷	موقعیت های جوشکاری	۱۸۹
۵-۷	علائم جوشکاری	۱۹۲
۶-۷	تنظیم ابعادی جوش	۱۹۷

۸: انتقال حرارت، تنش پسماند و اعوجاج ۲۰۳

۱-۸	انتقال حرارت	۲۰۳
۲-۸	مفاهیم و اصول تنش پسماند و اعوجاج	۲۰۹
۳-۸	روش های به حداقل رساندن یا حذف اعوجاج	۲۱۳

۹: متالورژی جوشکاری ۲۱۹

۱-۹	مقدمه‌ای بر متالورژی جوشکاری	۲۱۹
-----	------------------------------	-----

۲۲۲	۲-۹ ناحیه ذوب
۲۲۵	۳-۹ ناحیه ذوب جزئی
۲۲۶	۴-۹ منطقه متأثر از حرارت (HAZ)
۲۲۷	۵-۹ مقدمه‌ای بر نمودارهای فازی
۲۳۱	۱۰: متالورژی جوشکاری فولادهای کربنی
۲۳۱	۱-۱۰ مقدمه‌ای بر فولادها
۲۳۴	۲-۱۰ ریزساختارهای فولاد و نمودار آهن-کاربید آهن
۲۴۰	۳-۱۰ نمودارهای استحاله تحت سرد کردن پیوسته (CCT)
۲۴۳	۴-۱۰ سختی و سختی‌پذیری
۲۴۷	۵-۱۰ ترک‌خوردن هیدروژنی
۲۴۹	۶-۱۰ ریزساختارها، منطقه متأثر از حرارت در فولاد
۲۵۳	۱۱: متالورژی جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن
۲۵۳	۱-۱۱ مقدمه‌ای بر فولادهای زنگ‌نزن
۲۵۵	۲-۱۱ نمودارهای ساختاری
۲۵۷	۳-۱۱ فولادهای زنگ‌نزن مارتنزیتی
۲۵۸	۴-۱۱ فولادهای زنگ‌نزن فریتی
۲۶۱	۵-۱۱ فولادهای زنگ‌نزن آستنیتی
۲۶۸	۶-۱۱ فولادهای زنگ‌نزن دوفازی
۲۷۱	۱۲: متالورژی جوشکاری آلیاژهای غیرآهنی
۲۷۱	۱-۱۲ آلیاژهای آلومینیوم
۲۷۷	۲-۱۲ آلیاژهای پایه نیکل
۲۸۳	۳-۱۲ آلیاژهای تیتانیوم
۲۸۷	۴-۱۲ آلیاژهای مس
۲۸۹	۵-۱۲ آلیاژهای منیزیم
۲۹۳	۱۳: کیفیت جوش
۲۹۳	۱-۱۳ ناپیوستگی‌ها و عیوب جوش
۲۹۵	۲-۱۳ آزمایش‌های مکانیکی مقاطع جوش
۲۹۵	۱-۲-۱۳ آزمایش کشش

۲۹۶	۱۳-۲-۲ آزمایش انعطاف پذیری
۲۹۸	۱۳-۲-۳ آزمایش چقرمگی
۳۰۱	۱۳-۲-۴ آزمایش خستگی
۳۰۵	۱۳-۳-۱ آزمایش های غیرمخرب
۳۰۷	۱۳-۳-۱-۱ بازرسی چشمی
۳۰۷	۱۳-۳-۲-۱ آزمایش مایعات نافذ
۳۰۹	۱۳-۳-۳-۱ آزمایش ذرات مغناطیسی
۳۱۰	۱۳-۳-۴-۱ آزمایش رادیوگرافی
۳۱۳	۱۳-۳-۵-۱ آزمایش فراصوتی
۳۱۵	۱۳-۴-۱ مقدمه ای بر شکست نگاری
۳۱۹	۱۴ : شناسه های استاندارد ها
۳۱۹	۱۴-۱ مقدمه ای بر استانداردها
۳۲۴	۱۴-۱-۱ AWS D1.1 "شناسه جوشکاری سازه ها- فولاد"
۳۲۵	۱۴-۲-۱ ارزیابی جوشکاری و جوشکاری
۳۳۲	۱۴-۲-۲ ساخت و بازرسی
۳۳۳	۱۵ : تمهیدات ایمنی در جوشکاری
۳۳۳	۱۵-۱ شوک الکتریکی
۳۳۳	۱۵-۲ تابش
۳۳۴	۱۵-۳ سوختگی ها
۳۳۴	۱۵-۴ دودها و بخارات
۳۳۵	۱۵-۵ جوشکاری در فضاهای بسته
۳۳۵	۱۵-۶ خطر آتش و انفجار
۳۳۵	۱۵-۷ گازهای فشرده شده
۳۳۵	۱۵-۸ مواد خطرناک
۳۳۷	واژه نامه
۳۴۷	واژه یاب