



تکنولوژی جوشکاری

(به انضمام تشریح انواع روش‌های بازرسی و کنترل کیفیت)

(قابل استفاده دانش‌جویان رشته‌های مهندسی)

مولفان:

مهندس محمدرضا صابری

مهندس محسن شهابی

(مدرسین دانشگاه فنی و حرفه‌ای - دانشکده فنی مشهد)

ISBN: 978-600-7709-23-8 شاہکی

فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار.....
۱۳	فصل اول: آشنایی با انواع فرایندهای جوشکاری.....
۱۳	۱-۱ اتصالات و انواع آن.....
۱۴	۲-۱ تاریخچه جوشکاری.....
۱۵	۳-۱ تعریف جوشکاری.....
۱۵	۴-۱ انواع فرایندهای جوشکاری.....
۱۶	۱-۴-۱ دسته‌بندی فرایندهای جوشکاری از لحاظ متالورژیکی.....
۱۶	۱-۴-۱-۱ جوشکاری ذوبی (Fusion Welding).....
۱۶	۱-۴-۱-۲ جوشکاری غیر ذوبی (Non Fusion Welding).....
۱۷	۲-۴-۱ دسته‌بندی فرایندهای جوشکاری از لحاظ منابع انرژی.....
۱۷	۳-۴-۱ دسته‌بندی فرایندهای جوشکاری از لحاظ روش حفاظت از حوضچه مذاب.....
۱۹	فصل دوم: فرآیند جوشکاری با قوس الکتریکی.....
۱۹	۱-۲ مقدمه.....
۲۰	۲-۲ مزایای فرآیند.....
۲۰	۳-۲ معایب فرآیند.....
۲۰	۴-۲ اصول جریان الکتریسیته در جوشکاری.....
۲۱	۵-۲ وسایل تولید جریان در جوشکاری.....
۲۱	۱-۵-۲ ترانسفورماتور.....
۲۲	۲-۵-۲ رکتیفایر.....
۲۴	۳-۵-۲ دینام.....
۲۵	۶-۲ مقاومت الکتریکی.....
۲۵	۷-۲ وزش قوس.....
۲۶	۸-۲ تجهیزات و وسایل کارگاهی.....

- ۲۶..... ۱-۸-۲ کابل جوشکاری
- ۲۷..... ۲-۸-۲ انبر جوشکاری
- ۲۷..... ۳-۸-۲ رابط کابل
- ۲۷..... ۴-۸-۲ انبر اتصال
- ۲۸..... ۵-۸-۲ برس سیمی
- ۲۸..... ۶-۸-۲ انبر قطعه گیر
- ۲۹..... ۷-۸-۲ تابین جوشکاری
- ۲۹..... ۹-۸-۲ تجهیزات و سایل ایمنی
- ۲۹..... ۱-۹-۲ ماسک جوشکاری
- ۳۰..... ۲-۹-۲ لباس جوشکاری
- ۳۰..... ۳-۹-۲ کفش ایمنی
- ۳۰..... ۱۰-۸-۲ انواع الکترودها و کاربرد آن
- ۳۱..... ۱-۱۰-۲ الکترودهای مصرفی روپوش در
- ۳۱..... ۱-۱-۱۰-۲ ساختمان الکتروود
- ۳۳..... ۲-۱-۱۰-۲ جنس روکش الکترودها
- ۳۴..... ۳-۱-۱۰-۲ استاندارد دسته بندی الکترودها
- ۳۶..... ۱۱-۸-۲ آماده سازی قطعات برای جوشکاری
- ۳۶..... ۱-۱۱-۲ برش کاری و تمیز کاری
- ۳۶..... ۲-۱۱-۲ پیخ زنی و ایجاد طرح اتصال
- ۳۶..... ۳-۱۱-۲ انواع حالت های اتصال
- ۴۰..... ۱۲-۸-۲ برقراری قوس الکتریکی و شروع جوشکاری
- ۴۰..... ۱-۱۲-۲ روش های ایجاد قوس الکتریکی
- ۴۲..... ۲-۱۲-۲ روش تنظیم شدت جریان
- ۴۳..... ۱۳-۸-۲ حالت های مختلف اجرای جوشکاری
- ۴۵..... ۱۴-۸-۲ قسمت های مختلف منطقه جوش
- ۴۵..... ۱۵-۸-۲ عوامل مؤثر در کیفیت و اندازه گرده جوش

۴۹	۱۶-۲ آغاز مجدد جوشکاری
۵۰	۱۷-۲ پایان خط جوش و قطع قوس
۵۰	۱۸-۲ نکات ایمنی و حفاظتی
۵۳	فصل سوم: فرآیند جوشکاری با گاز
۵۳	۱-۳ مقدمه
۵۴	۲-۳ مزایای فرآیند
۵۴	۳-۳ محدودیت‌های فرآیند
۵۴	۴-۳ گازهای قابل اشتعال
۵۵	۵-۳ گاز استیلن
۵۵	۶-۳ تهیه گاز استیلن
۵۶	۷-۳ مولد یا ژنراتور استیلن
۵۶	۱-۷-۳ مولدهای سقوطی (ثابت)
۵۶	۲-۷-۳ مولدهای ریزشی
۵۷	۳-۷-۳ مولدهای تماسی (متغیر)
۵۷	۸-۳ کپسول استیلن
۵۷	۹-۳ کپسول اکسیژن
۵۸	۱۰-۳ ویژگی‌های اکسیژن
۵۸	۱۱-۳ تهیه اکسیژن
۵۸	۱-۱۱-۳ تهیه اکسیژن به روش تجزیه الکتریکی آب (الکترولیز آب)
۵۸	۲-۱۱-۳ تهیه اکسیژن به روش جداسازی از هوا
۵۹	۱۲-۳ تجهیزات و وسایل
۵۹	۱-۱۲-۳ رگولاتورهای کاهنده فشار
۶۱	۲-۱۲-۳ مشعل جوشکاری
۶۲	۳-۱۲-۳ مشعل برشکاری
۶۳	۴-۱۲-۳ سر مشعل‌ها
۶۴	۵-۱۲-۳ شیلنگ‌ها و سرشیلنگ‌ها

- ۶۵..... ۳-۱۲-۶ فندک
- ۶۵..... ۳-۱۳ ایجاد شعله و شروع عملیات جوشکاری
- ۶۸..... ۳-۱۴ تنظیم و کنترل شعله در هنگام کار
- ۶۸..... ۳-۱۵ به تأخیر افتادن شعله
- ۶۸..... ۳-۱۶ پس زدن شعله
- ۶۹..... ۳-۱۷ تشکیل حوضچه مذاب به کمک شعله خنثی
- ۷۰..... ۳-۱۸ عملیات جوشکاری بدون مفتول
- ۷۰..... ۳-۱۹ عوامل مؤثر بر ذوب سطحی
- ۷۱..... ۳-۲۰ نگهداری مشعل
- ۷۱..... ۳-۲۱ تأثیر سرعت بر وی بر عملکرد فرآیند
- ۷۲..... ۳-۲۲ عملیات جوشکاری با مفتول
- ۷۲..... ۳-۲۲-۱ مفتول جوشداری
- ۷۳..... ۳-۲۲-۲ هدایت مشعل و مغزول
- ۷۳..... ۳-۲۳ روش‌های هدایت مشعل
- ۷۳..... ۳-۲۳-۱ هدایت مشعل به روش پیش دستی
- ۷۴..... ۳-۲۳-۲ هدایت مشعل به روش پس دستی
- ۷۵..... ۳-۲۴ نکات ایمنی و حفاظتی
- ۷۹..... فصل چهارم: فرآیند جوشکاری در پناه گاز محافظ
- ۷۹..... ۴-۱ مقدمه
- ۷۹..... ۴-۲ جوشکاری در پناه گاز محافظ با الکتروود مصرف‌نشدنی (GTAW)
- ۸۱..... ۴-۲-۱ مزایای جوشکاری GTAW
- ۸۱..... ۴-۲-۲ محدودیت‌های جوشکاری GTAW
- ۸۱..... ۴-۲-۳ تاریخچه و روند تکامل
- ۸۲..... ۴-۲-۴ تجهیزات و لوازم
- ۸۲..... ۴-۲-۴-۱ منبع تغذیه
- ۸۲..... ۴-۲-۴-۲ مشعل جوشکاری

۸۳	 سیلندر گاز ۳-۴-۲-۴
۸۴	 اجزاء تشکیل دهنده یک مشعل ۵-۲-۴
۸۵	 انواع الکترودها ۶-۲-۴
۸۸	 انواع گازهای محافظ ۷-۲-۴
۹۰	 جوشکاری در پناه گاز محافظ با الکتروده مصرف‌شدنی (GMAW) ۳-۴
۹۱	 تاریخچه و روند تکامل ۱-۳-۴
۹۱	 مزایای جوشکاری GMAW ۲-۳-۴
۹۱	 محدودیت‌های جوشکاری GMAW ۳-۳-۴
۹۲	 دامنه کاربرد ۴-۳-۴
۹۲	 تجهیزات و لوازم ۵-۳-۴
۹۲	 منبع تغذیه ۱-۵-۳-۴
۹۳	 سیستم گاز محافظ ۲-۵-۳-۴
۹۷	 سیستم تغذیه سیم ۳-۵-۳-۴
۹۹	 غلطک‌های کشنده سیم ۴-۵-۳-۴
۹۹	 مشعل جوشکاری ۵-۵-۳-۴
۱۰۰	 اجزاء تشکیل دهنده یک مشعل ۶-۳-۴
۱۰۱	 نکات ایمنی و حفاظتی ۷-۳-۴
۱۰۳	 فصل پنجم: فرآیند جوشکاری اصطکاکی
۱۰۳	 ۱-۵ مقدمه
۱۰۳	 ۲-۵ تعریف فرآیند
۱۰۴	 ۳-۵ تاریخچه و روند تکامل
۱۰۴	 ۴-۵ مزایای جوشکاری اصطکاکی
۱۰۴	 ۵-۵ محدودیت‌های جوشکاری اصطکاکی
۱۰۵	 ۶-۵ روش‌های جوشکاری اصطکاکی فلزات
۱۰۵	 ۱-۶-۵ جوشکاری اصطکاکی دورانی

۱۰۶	۵-۶-۲ جوشکاری اصطکاکی خطی
۱۰۶	۵-۶-۳ جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی
۱۰۷	۵-۶-۱ متغیرهای جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی
۱۱۰	۵-۷-۷ روش‌های جوشکاری اصطکاکی ترموپلاستیک‌ها
۱۱۰	۵-۷-۱ جوشکاری اصطکاکی ارتعاشی
۱۱۰	۵-۷-۲ جوشکاری اصطکاکی مداری
۱۱۳	فصل ششم: فرآیند جوشکاری مقاومتی
۱۱۳	۶-۱ مقدمه
۱۱۳	۶-۲ تعریف فرآیند
۱۱۴	۶-۳ تاریخچه و روند تکامل
۱۱۴	۶-۴ مزایای جوشکاری مقاومتی
۱۱۴	۶-۵ محدودیت‌های جوشکاری مقاومتی
۱۱۴	۶-۶ متغیرهای موثر در فرآیند
۱۱۵	۶-۷ انواع روش‌های جوشکاری مقاومتی
۱۱۵	۶-۷-۱ نقطه جوش (SW)
۱۱۶	۶-۷-۱-۱ مراحل عملیات نقطه جوش
۱۱۷	۶-۷-۱-۲ تجهیزات و لوازم
۱۱۸	۶-۷-۱-۳ دسته‌بندی انواع الکترودها
۱۲۰	۶-۷-۱-۴ مراحل اجرای عملیات نقطه جوش
۱۲۱	۶-۷-۱-۵ قابلیت جوشکاری فلزات مختلف با عملیات نقطه جوش
۱۲۱	۶-۷-۲ جوش زائده‌ای (PW)
۱۲۲	۶-۷-۳ قرقره جوش یا درز جوش (SW)
۱۲۳	۶-۷-۴ جوش سر به سر (BW)
۱۲۵	فصل هفتم: فرآیند جوشکاری انفجاری
۱۲۵	۷-۱ مقدمه

۱۲۵	۲-۷ تعریف فرآیند.....
۱۲۶	۳-۷ تاریخچه و روند تکامل.....
۱۲۷	۴-۷ مزایای جوشکاری انفجاری.....
۱۲۷	۵-۷ محدودیت‌های جوشکاری انفجاری.....
۱۲۷	۶-۷ دامنه کاربرد فرآیند جوشکاری انفجاری.....
۱۲۹	فصل هشتم: فرآیند جوشکاری زیرپودری.....
۱۲۹	۱-۸ مقدمه.....
۱۲۹	۲-۸ تعریف فرآیند.....
۱۳۰	۳-۸ تاریخچه و روند تکامل.....
۱۳۱	۴-۸ مزایای جوشکاری زیرپودری.....
۱۳۱	۵-۸ محدودیت‌های جوشکاری زیرپودری.....
۱۳۱	۶-۸ متغیرهای فرآیند.....
۱۳۱	۱-۶-۸ جریان الکتریکی.....
۱۳۲	۲-۶-۸ ولتاژ.....
۱۳۲	۳-۶-۸ سرعت جوشکاری.....
۱۳۳	۴-۶-۸ طول مؤثر الکتروود.....
۱۳۳	۵-۶-۸ سیم جوش.....
۱۳۳	۶-۶-۸ پودر جوش.....
۱۳۷	فصل نهم: بازرسی و کنترل کیفیت جوش.....
۱۳۷	۱-۹ مقدمه.....
۱۳۷	۲-۹ دسته‌بندی انواع عیوب موجود در جوش‌ها.....
۱۳۸	۳-۹ تشریح انواع عیوب موجود در جوش‌ها.....
۱۳۹	۱-۳-۹ ترک‌ها (Cracks).....
۱۴۰	۲-۳-۹ حفره‌ها (Cavities).....
۱۴۱	۳-۳-۹ ناخالصی‌ها.....
۱۴۲	۴-۳-۹ ذوب و نفوذ ناقص.....

- ۱۴۳..... شکل و هندسه ناقص ۵-۳-۹
- ۱۴۴..... عیوب متفرقه ۶-۳-۹
- ۱۴۶..... انواع سیستم‌های بازرسی و کنترل کیفیت ۴-۹
- ۱۴۶..... تست‌های مخرب (DT) ۱-۴-۹
- ۱۴۶..... آزمایش کشش (Tension Test) ۱-۱-۴-۹
- ۱۴۷..... آزمایش ضربه (Impact Test) ۲-۱-۴-۹
- ۱۴۷..... آزمایش خمش (Bending Test) ۳-۱-۴-۹
- ۱۴۸..... آزمایش متالوگرافی (Metallurgy Test) ۴-۱-۴-۹
- ۱۴۸..... آزمایش سختی (Hardness Test) ۵-۱-۴-۹
- ۱۵۰..... تست‌های غیرمخرب (NDT) ۲-۴-۹
- ۱۵۰..... آزمایش چشمی (Visual Test) ۱-۲-۴-۹
- ۱۵۵..... آزمایش مایعات نافذ (Penetrant Liquid Test) ۲-۲-۴-۹
- ۱۵۸..... آزمایش ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle Test) ۳-۲-۴-۹
- ۱۶۳..... آزمایش رادیوگرافی (Radiographic Test) ۴-۲-۴-۹
- ۱۶۹..... آزمایشอัลتراسونیک (Ultrasonic Test) ۵-۲-۴-۹
- ۱۷۲..... آزمایش جریان گردابی (Eddy Current Test) ۶-۲-۴-۹
- ۱۷۶..... واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
- ۱۸۰..... منابع و مآخذ

پیشگفتار

امروزه تکنولوژی جوشکاری به عنوان یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تولیدی به شمار می‌رود. از اینرو کسب دانش فنی و شناخت انواع فرآیندهای جوشکاری، برای فعالان در این حوزه الزامی است. فقدان اثری جامع در این حوزه، ما را بر آن داشت که با تالیف یک منبع جامع از تمامی فرآیندهای مهم و پرکاربرد جوشکاری، خدمتی ولو ناچیز به جامعه علمی و صنعتی کشور عزیزمان کرده باشیم. اثر حاضر با ارائه ۸ فصل به تشریح کامل انواع فرآیندهای جوشکاری می‌پردازد. همچنین در فصل ۹ این کتاب، با گریزی به مبحث بازرسی و کنترل کیفیت قطعات جوشکاری‌شده، به تشریح انواع روش‌های بازرسی مخرب و غیرمخرب جوش پرداخته شده است. لذا اثر فوق می‌تواند مورد استفاده دانشجویان دوره‌های کاردانی و ارشد فنی ناپیوسته مؤسسات آموزش عالی و همچنین صنعتگران فعال در حوزه‌های مسند جوشکاری قرار گیرد.

هر چند سعی مولفین بر آن بوده که ارائه مطالب، بدون هیچ گونه نقصی صورت گیرد، اما نمی‌توان اظهار داشت که اثر حاضر عاری از هر گونه عیبی می‌باشد. لذا از تمامی دانشجویان، اساتید و صنعتگران محترم خواهشمندیم که در صورت مشاهده هر گونه نقصی، آن را با ما در میان گذاشته تا در ویرایش‌های بعدی مورد توجه و بازبینی قرار گیرد. در پایان از تمامی عزیزانی که ما را در جهت تالیف اثر حاضر یاری نمودند کمال امتنان و تشکر را داریم.

محمد رضا صابری - محسن شهابی

تابستان ۱۳۹۷