



راهنمای جوش و اتصالات جوشی در ساختمان‌های فولادی

عمران اجرا - عمران نظارت
معماری اجرا - معماری نظارت

ویژه آزمون‌های نظام مهندسی



براساس آخرین ویرایش و تغییرات، آینه‌نامه‌ها و مباحث مقررات ملی
حاوی نکات بسیار مهم و جدیدترین سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی
(عمران نظارت - عمران اجرا - معماری نظارت - معماری اجرا)

مؤلف: محمدحسین علیزاده



NOAVAR
PUBLICATION

- سرشناسه: علیزاده‌برزی، محمدحسین، ۱۳۶۹

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای جوش و اتصالات جوشی در ساختمان‌های فولادی امولف محمدحسین علیزاده.

و ضعیت ویراست: ویراست ۴.

مشخصات نشر: تهران، نوآور

مشخصات ظاهری: ۲۲۲ ص.

شابک: ۹۷۸-۰-۶۰-۱۶۸-۰-۷-۸

و ضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: چاپ بیستم.

موضوع: اتصال‌های جوش شده

موضوع: Welded joints

موضوع: سازه‌های فولادی جوش شده

موضوع: Welded steel structures

ردیه بندی کنگره: ۱۳۹۷/۱۴/۲۸

ردیه بندی دیوبی: ۵۲۰/۴۲/۶۷۱

شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۵۶۶۶۴

راهنمای جوش و اتصالات جوشی در ساختمان‌های فولادی

مؤلف: محمدحسین علیزاده

ناشر: نوآور

شماره گان: ۱۳۰۰ نسخه

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

نویسندگان: ایمروز - سوم و سوم - ۱۴۰۰، ویرایش پنجم

شابک: ۹۷۸-۰-۶۰-۱۶۸-۰-۷-۸

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق ملک‌دار و
مصطفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحراً متعلق به
نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از این کتاب
(از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری نشر الکترونیکی،
هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، می‌دی، دیوی‌دی، فیلم فائل
صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده
و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



انتشارات نوآور

ناشر تخصصی کتابهای

مهندسی و علوم

بیت معاشر از طریق سایت و تماس

۶۶۱۴۸۴۱۹۰-۲

<http://noavarpub.com>

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای زاندار مری، نرسیده به خیابان دانشگاه، پلاک ۵۸، ساختمان ایرانیان، طبقه ۱، واحد ۳

خواننده فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضار این رسانید که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروهای مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند. تلاش کردند که اثری را ارائه نمایند که از حدائق‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوای و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد. هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبیناً از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنایه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنایه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال انتقامی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم درصورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید. نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود را به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده، در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد. باعث هرچه پریارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل معهدهای و همکاری علمی و فرهنگی، درصورتی که گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، درصورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، مناسب با میزان اصلاحات، بهرس ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به عنوان مدلیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید. درصورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود. همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راهکارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۶۴۸۴۱۹۱-۲
www.noavarpub.com
info@noavarpub.com

فهرست مطالب

فصل اول

معرفی جوشکاری ساختمانی

۱-۱	۱-۱ مقدمه
۱-۲	۲-۱ جوش قوس الکتریکی
۱-۳	۳-۱ مدار جوشکاری قوس الکتریکی
۱-۴	۴-۱ نوع جریان
۱-۵	۴-۱ عوامل مهم در جوشکاری قوسی
۱-۶	۴-۱ شدت جریان
۱-۷	۴-۱ تیین شدت جریان
۱-۸	۴-۱ طول قوس
۱-۹	۴-۱ سرعت پیشروی
۱-۱۰	۴-۱ زاویه الکترود
۱-۱۱	۴-۱ فرآیندهای جوشکاری
۱-۱۲	۶-۱ جوشکاری دستی با الکترود روکش دار (SMAW)
۱-۱۳	۶-۱ جوشکاری زیرپودری (SAW)
۱-۱۴	۶-۱ جوش تحت حفاظت گاز با الکترودمصرفی (GMAW)
۱-۱۵	۶-۱ جوش تحت حفاظت گاز با الکترود توپودری
۱-۱۶	۷-۱ جوش گاز الکتریکی (EGW)
۱-۱۷	۷-۱ جوش سریاره الکتریکی (ESW)
۱-۱۸	۷-۱ جوش خمیری
۱-۱۹	۷-۱ جوشکاری گل میخ
۱-۲۰	۷-۱ علائم جوشکاری
۱-۲۱	۷-۱ کاربرد انواع جوش در ساختمان
۱-۲۲	۷-۱ جوش پذیری فولاد
۱-۲۳	۷-۱ پیش گرمایش
۱-۲۴	۷-۱ وضعیت‌های جوشکاری
۱-۲۵	۷-۱ اتصالات جوشی
۱-۲۶	۷-۱ انواع جوش
۱-۲۷	۷-۱ جوش شیاری
۱-۲۸	۷-۱ جوش گوشه

فصل دوم

وسایل و تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی

۲۷	۱-۲ مقدمه
۲۷	۲-۲ قابلیت‌های جوشکاری قوس الکتریکی
۲۷	۳-۲ اصول کلی جوشکاری قوس الکتریکی
۲۷	۴-۲ منابع انرژی جوشکاری
۲۸	۵-۲ منحنی ولتاژ و شدت جریان
۲۹	۶-۲ ماشین‌های مورد استفاده در جوشکاری دستی با الکترود روکش دار
۳۰	۷-۲ کابل و وسایل اتصال
۳۲	۸-۲ انبر الکترود
۳۲	۹-۲ تجهیزات حفاظتی
۳۴	۱۰-۲ ابزارهای اندازه‌گیری
۳۴	۱۱-۲ ابزار نسانه گذاری
۳۴	۱۲-۲ تجهیزات تحت حفاظت گاز
۳۵	۱۳-۲ تجهیزات جوشکاری قوسی زیرپودری

فصل سوم

الکترود

۳۷	۱-۳ مقدمه
۳۷	۲-۳ چند تعریف مهم
۳۷	۳-۳ الکترود روکش دار
۳۷	۴-۳ روکش الکترود
۳۷	۴-۳ جایگزینی یا بهبود فلز پایه
۳۸	۴-۳ کنترل خصوصیات قوس الکتریکی
۳۸	۵-۳ وظایف روکش الکترود یا پودر در جوش زیرپودری
۳۸	۶-۳ مواد تشکیل‌دهنده روکش الکترود
۳۹	۷-۳ پودر آهن
۳۹	۸-۳ روکش‌های کم هیدروژن

فهرست مطالب

۵۳.....	ضوابط بازرسی ظاهري الکترودها
۵۳.....	۱-۲۴-۳ بازدید ظاهري روکش
۵۳.....	۲-۲۴-۳ کيفيت اجرای جوشکاري
۵۳.....	۳-۲۴-۳ مقاومت روکش در مقابل رطوبت
۵۳.....	۴-۲۴-۳ استحکام روکش
۵۴.....	۵-۲۴-۳ هم مرکز بودن روکش

فصل چهارم

معایب جوش

۵۵.....	۱-۴ معایب اصلی جوش
۵۵.....	۱-۱-۴ تخلخل
۵۵.....	۲-۱-۴ ذوب ناقص
۵۵.....	۳-۱-۴ نفوذ ناقص
۵۶.....	۴-۱-۴ لکه قوس
۵۶.....	۵-۱-۴ جرقه و پاشش
۵۶.....	۶-۱-۴ بریدگی کناره جوش (سوختگی کناره جوش)
۵۷.....	۷-۱-۴ سر رفتن جوش روی فلز پایه، لوجه
۵۷.....	۸-۱-۴ انواع ترکها
۵۸.....	۹-۱-۴ عدم پر شدگی شیار
۵۸.....	۱۰-۱-۴ گرده اضافی در جوش
۵۸.....	۱۱-۱-۴ ناخالصی‌های حبس شده (حبس سرباره)
۵۸.....	۱۲-۱-۴ معایب جوش در جوشکاری تحت حفاظت گاز
۵۸.....	۱-۲-۴ ترک
۵۹.....	۲-۲-۴ ذرات محبوس شده (آخال)
۵۹.....	۳-۲-۴ خلل و فرج (مک)
۵۹.....	۴-۲-۴ ذوب ناقص
۶۰.....	۵-۲-۴ نفوذ ناقص
۶۰.....	۶-۲-۴ سوختگی کناره جوش
۶۰.....	۷-۲-۴ پاشش

۳۹.....	۹-۳ تأثیر روکش بر قطعیت
۴۰.....	۱۰-۳ طبقه‌بندی و شماره‌گذاری الکترودها طبق AWS
۴۲.....	۱۱-۳ انتخاب نوع و قطر الکترود
۴۳.....	۱۲-۳ مشخصه‌های کاربردی الکترودها
۴۳.....	۱-۱۲-۳ الکترودهای زودجوش (پر بازده)
۴۴.....	۱۲-۳ الکترودهای زودجوش (الکترودهای نفوذی)
۴۵.....	۳-۱۲-۳ الکترودهای کم هیدروژن
۴۵.....	۴-۱۲-۳ الکترودهای ترکیبی
۴۵.....	(الکترودهای پر و زودجوش و یا الکترودهای زود رو)
۴۵.....	۱۳-۳ فلز پایه و سازگاری با الکترود
۴۵.....	۱۴-۳ جریان جوشکاری با توجه به نوع الکترود
۴۵.....	۱۵-۳ تأثیر ضخامت و شکل فلزات مورد جوشکاری
۴۶.....	در انتخاب اندازه الکترود
۴۶.....	۱۶-۳ تأثیر وضعیت جوشکاری در انتخاب الکترود
۴۶.....	۱۷-۳ معرفی الکترودهای متعارف و کاربرد آنها
۵۰.....	۱۸-۳ نگهداری الکترودهای روکش دار
۵۰.....	۱-۱۸-۳ خسارت مکانیکی الکترودهای روکش دار
۵۰.....	۱۸-۳ جذب رطوبت
۵۱.....	۳-۱۸-۳ فاسد شدن روکش الکترود
۵۱.....	۱۹-۳ معایب ایجاد شده در جوش به سبب مصرف الکترودهای معیوب
۵۱.....	۲۰-۳ خشک کن الکترود
۵۲.....	۲۱-۳ بسته‌بندی و حمل و نقل و نگهداری الکترودها
۵۲.....	۲۲-۳ اندازه (قطر) و طول استاندارد
۵۲.....	۲۳-۳ بسته‌بندی و دسته‌بندی

فهرست مطالب

۳-۶ تأثیر ناممکن جوش بیش از حد	۷۷	۴-۳-۴ معايip جوش در فرایند جوشکاری با قوسي زير پوردي
۴-۶ كنترل انقباض جوش	۷۸	۶۰ ۱-۳-۴ تخلخل
۵-۶ تأثیر فلز پايه در مجاورت نوار جوش	۷۸	۶۱ ۲-۳-۴ ترك
۶-۶ انقباض عرضي	۸۰	۶۱ ۴-۴ ترك خودگي جوش
۷-۶ هلالی شدن بال	۸۱	۶۱ ۱-۴-۴ ترك جوش
۸-۶ شمشيری شدن (انحنای طولی)	۸۲	۶۲ ۲-۴-۴ ترك در خال جوش
۱-۸ هم راستايي ورقها	۸۵	۶۲ ۳-۴-۴ ورقهای نازک
۹-۶ رفع انقباض های جوشکاری با استفاده از حرارت	۸۵	۶۳ ۴-۴-۴ ورقهای ضخیم
۱۰-۶ حرارت تولیدی در فعالیت جوشکاری (حرارت القای)	۸۶	۶۳ ۵-۴-۴ جوش گوش
۱-۱۰ سرعت خنک شدن	۸۷	۶۴ ۶-۴-۴ جوش شيارى
۱۱-۶ کربن معادل و سرعت خنک شدن	۸۹	۶۴ ۷-۴-۴ تركهای داخلی در نوار جوش و نسبت عرض به عمق نوار جوش
۱۲-۶ تعیین دمای پیش گرمایش	۹۱	۶۵ ۸-۴-۴ ترك در زیر نوار جوش
۱۳-۶ نکات بسيار مهم	۹۱	۶۶ ۹-۴-۴ جمع‌بندی مطالب ارائه شده در مورد ترك
۱۴-۶ روش‌های مناسب برای کنترل اعوجاج	۹۲	۶۷

فصل هفتم

بازرسی چشمی جوش

۱-۷ منشاً عیوب جوش	۹۳
۲-۷ زمان شروع نظراتر و بازرسی	۹۳
۱-۲-۷ روش جوشکاری	۹۳
۲-۲-۷ دستورالعمل جوشکاری	۹۴
۱-۳-۲-۷ آماده‌سازی لبه‌ها	۹۴
۴-۲-۷ پیش آزمایش	۹۸
۳-۷ بازرسی عینی (چشمی) جوش	۹۸
۱-۳-۷ بازرسی قبل از جوشکاری	۹۸
۲-۳-۷ بازرسی در حین جوشکاری	۹۸
۳-۳-۷ بازرسی بعد از جوشکاری	۹۸
۴-۳-۷ وظایف عمده بازرس جوش	۹۹
۵-۳-۷ وسایل بازرسی چشمی (عینی) جوش	۹۹
۴-۷ ضوابط پذیرش در بازرسی عینی مطابق AWS	

فصل پنجم

طراحی درز جوش

۱-۵ درز جوش و انواع اتصال	۶۸
۲-۵ انواع جوش و درز	۶۸
۳-۵ دهانه یا بازشدگی (R)	۷۱
۴-۵ تسممهای پشت بند	۷۲
۵-۵ گرده جوش	۷۳
۶-۵ ضخامت ریشه (پیشانی)	۷۳
۷-۵ سنگ زدن ریشه از پشت (شیارزنی پشت)	۷۵

فصل ششم

تغییر شکل‌های ناشی از جوشکاری

۱-۶ عوامل مؤثر در تغییر شکل‌های ناشی از جوشکاری	
۷۶	
۲-۶ عوامل اعوجاج	۷۶

فهرست مطالب

۱۴۲	۹-۹ عملیات تمیز کاری و رنگ
۱۴۴	۱۰-۹ عملیات حمل
۱۱-۹	عملیات پیش مونتاژ و مونتاژ در پای کار
۱۴۴	۱۲-۹ عملیات و اداشتن، نصب، خال جوش و اتصالات موقت
۱۴۵	۱۳-۹ شاقولی کردن ستون ها، هم محور نمودن ستون ها و تکمیل اطلاعات
۱۴۵	۱۴-۹ رواداری نصب ستون و نصب کف ستون

فصل دهم

طراحی جوش و اتصالات

۱۰	۱-۱۰ لزوم تعیین اندازه جوش به جهت توجیه اقتصادی
۱۴۶	۲-۱۰ اندازه جوش گوشه
۱۴۷	۳-۱۰ حداقل اندازه ساق جوش
۱۴۷	۴-۱۰ حداقل اندازه جوش گوشه
۱۴۸	۵-۱۰ حداقل طول مؤثر جوش گوشه
۱۰	۶-۱۰ محدودیت سایر جوش ها و ضخامت جوش
۱۴۹	انگشتانه یا کام توپر
۱۰	۷-۱۰ ضخامت گلوی مؤثر برای جتوش شیاری با نفوذ نسبی
۱۵۰	۸-۱۰ انواع جوش
۱۵۱	۹-۱۰ لرزش جوش
۱۵۲	۱۰-۱۰ تنش های مجاز جوش
۱۰	۱۱-۱۰ تخمین طول جوش تحت اثر لنگرخمشی
۱۵۲	۱۲-۱۰ اتصالات جوشی با برون محوری
۱۵۴	۱۳-۱۰ وصله ستون ها
۱۵۵	۱۴-۱۰ انواع اتصالات
۱۰	۱۵-۱۰ اتصال تیر به ستون در قاب های خمشی و پیزه
۱۵۶	

۹

۱۰۱	۵-۷ چک لیست بازرگانی چشمی (عینی)
۱۰۷	

فصل هشتم

آزمایش های ارزیابی

۱۱۲	۱-۸ آزمایش های ارزیابی و تأیید
۱۱۲	۲-۸ آزمایش های مخبر
۱۱۳	۱-۲-۸ آماده سازی نمونه های آزمایشی
۱۱۸	۳-۸ آزمایش های غیر مخبر

فصل نهم

مسائل اجرایی در کارهای فولادی

۱۲۹	۱-۹ عملیات اجرایی در کارهای فولادی
۱۲۹	۲-۹ عملیات برشکاری و آماده سازی لبه ها و عملیات سوراخ کاری
۱۲۹	۳-۹ ساخت اخدا
۱۳۰	۱-۳-۹ تسمیه سازی
۱۳۰	۲-۳-۹ مونتاژ ورق های بال و جان مقاطع I شکل
۱۳۲	
۱۳۳	۳-۳-۹ مونتاژ مقاطع جعبه ای
۱۳۴	۴-۳-۹ جوشکاری بال و جان
۱۳۵	۵-۳-۹ تحدب بال و سخت کننده های عرضی
۱۳۶	۴-۹ ساخت ستون های صلیبی شکل
۱۳۶	۱-۴-۹ مونتاژ تک مرحله ای
۱۳۶	۲-۴-۹ مونتاژ دو مرحله ای
۱۳۷	۳-۴-۹ جوش ثانویه - جوش سخت کننده ها
۱۳۷	۴-۴-۹ مونتاژ نهایی
۱۳۷	۵-۴-۹ جوش نهایی
۱۳۷	۵-۹ موقعیت جوشکاری
۱۳۸	۶-۹ ورق های تقویتی بال تیر
۱۳۹	۷-۹ وصله کارخانه ای
۱۴۰	۸-۹ وصله کاری کارگاهی

فهرست مطالب

سوالات آزمون نظام مهندسی عمران-نظرارت	
۱۹۹	عمران-نظرارت، اردیبهشت‌ماه سال ۹۷
۲۰۰	عمران-نظرارت، بهمن‌ماه سال ۹۷
۲۰۱	عمران-نظرارت، مهرماه سال ۹۸
۲۰۲	عمران-نظرارت، مهرماه سال ۹۹
سوالات آزمون نظام مهندسی عمران-اجرا	
۲۰۴	عمران-اجرا، اردیبهشت‌ماه سال ۹۷
۲۰۴	عمران-اجرا، بهمن‌ماه سال ۹۷
۲۰۶	عمران-اجرا، مهرماه سال ۹۸
۲۰۸	عمران-اجرا، مهرماه سال ۹۹
سوالات آزمون نظام مهندسی معماری-نظرارت	
۲۱۰	معماری-نظرارت، اردیبهشت‌ماه سال ۹۷
۲۱۰	معماری-نظرارت، بهمن‌ماه سال ۹۷
۲۱۱	معماری-نظرارت، مهرماه سال ۹۸
۲۱۳	معماری-نظرارت، مهرماه سال ۹۹
سوالات آزمون نظام مهندسی معماری-اجرا	
۲۱۴	معماری-اجرا، اردیبهشت ۹۷
۲۱۴	معماری-اجرا، بهمن‌ماه سال ۹۷
۲۱۵	معماری-اجرا، مهرماه سال ۹۸
۲۱۶	معماری-اجرا، مهرماه سال ۹۹
۲۱۷	کلیدوازه
۲۲۴	منابع و مأخذ
۱۵۶	۱۶-۱۰ اتصالات مهاربند همگرا
۱۵۷	۱۷-۱۰ اتصال ستون به ورق پای ستون
۱۵۷	۱۸-۱۰ اتصال ساده تیر با نبشی جان
۱۵۷	۱۹-۱۰ اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن انعطاف‌پذیر
۱۵۸	۲۰-۱۰ اتصال ساده تیر با نشیمن تقویت شده
۱۵۹	۲۱-۱۰ اتصالات صلب تیر به ستون
۱۶۱	۲۲-۱۰ اتصالات پای ستون (کف ستون)
۱۶۱	۲۳-۱۰ اتصال ورق پای ستون به شالوده در ستونها با محوری
۱۶۱	۲۴-۱۰ اتصال ستون به ورق پای ستون
۱۶۱	۲۵-۱۰ اتصالات لوله‌ها و قوطی‌ها (مقاطع توخالی)
۱۶۲	۲۶-۱۰ اتصال مستقیم لوله‌ها و قوطی‌ها
۱۶۴	۲۷-۱۰ استفاده از ورق‌های اتصال
فصل یازدهم	
نکات بسیار مهم در آزمون‌های نظام مهندسی	
۱۶۶	۱۱-۱۱ نکات بسیار مهم جوش و جوشکاری
۱۶۶	مبحث پنج مقررات ملی ساختمان (مصالح و فرآورده‌های ساختمانی)
۱۶۷	مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی)
۱۶۷	مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها)
۱۹۱	مبحث هفدهم مقررات ملی ساختمان (لوله‌کشی گاز طبیعی)
۱۹۳	(لوله‌کشی گاز طبیعی)

بسمه تعالیٰ

پس از حمد و ثنای الهی و ذکر سلام و صلوات به پیشگاه معزز پیامبر عظیم الشأن اسلام حضرت محمد مصطفی (ص) «مراتب تشکر و قدردانی فراوان و محلانه خود را از تمامی خوانندگان محترم، دانشجویان، استادی و از همه بیشتر داوطلبان آزمون‌های نظام مهندسی که با نگاه تیز بین، کم و کاستی‌های کتاب این حیران، چه از طریق پیامک و تماس تلفنی، و چه از طریق درگاه اینترنتی و یا حضوری یادآور و متذکر شدند، اعلام می‌داریم. در ویرایش سوم سعی نمودیم مطالبی را متذکر شویم، که معمولاً در سوالات آزمون‌های نظام مهندسی دوره گذشته آمده و یا اینکه احتمال آمدن سوال از آن در آزمون‌های دوره‌های آینده بسیار زیاد باشد.

در ویرایش سوم و چهارم به منظور اختصار و راحتی داوطلبان و خوانندگان محترم از توضیحات غیرضروری اجتناب وزیدم و از آوردن مطالبی که تا به حال از آن سوالی طرح نشده و نیز احتمال طرح شدن سوال از آن در آزمون‌های بعدی بسیار اندک است خودداری نمودیم، ذکر این نکته ضروریست که ویرایش سوم از نظر محتوای با ویرایش‌های قبلی کمتر از ۱۰ درصد همخوانی و اشتراک دارد، لذا بهتر است ویرایش سوم را یک تالیف، گردآوری و تدوین جدید بنامیم.

ویرایش چهارم، شامل جایه جایی فصل‌ها و مطالب ویرایش سوم به نحوی بود که مطالعه و پاسخگویی به سوالات را برای داوطلبان راحت‌تر می‌کرد. در ویرایش چهارم مطالب بسیار مهم آزمونی به کتاب الحق شد به طوری که حدود ۵ درصد مطالب این ویرایش نسبتاً به ویرایش سوم، جدید بود. اما در ویرایش پنجم تغییر و تحولات فراوان و اساسی را در متن کتاب و نکات آزمونی ابجاد کردیم تا کتاب را بیش از پیش کارآمد کنیم، از دوستان و همکاران محترم و ارجمند سرکار خانم مهندس محسنی و آقای مهندس مسعود فیروزی که با انتقادات و نظرات کارشناسی خود موجب کارآمدی و کلبردی تر شدن این کتاب در قالب ویرایش پیش رو (ویرایش پنجم) شدند، کمال قدردانی و تشکر و سپاس را داریم. هچنین از جناب آقای هادی بغدادی که طراحی گرافیکی کتاب را قبول زحمت نموده‌اند و به نحو احسن کار را به انتقام رسانده‌اند کمال قدردانی و سپاس را داریم. در آخر از تمامی خوانندگان محترم تقاضا دارم که ما را از نظرات و انتقادات خود محروم نساخته و ضعف‌هایمان را متذکر شوند.

و من... التوفيق
محمدحسین علیزاده بزری

لطفاً جهت دریافت اصلاحات یا العاقات احتمالی این کتاب
به سایت انتشارات نوآور (آدرس زیر) مراجعه فرمایید.

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ و آییننامه اجرایی آن مصوب ۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایتها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی‌دی‌اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری وغیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور منع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و مخالفین تحت پیگرد قانونی و قضائی قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید. کل یا قسمتی از کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مستولیت اداره سایت را به عهده دارند. به طور روزانه به بررسی محتوای سایتها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرائم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده. کلیه خسارates واردہ به این انتشارات و مؤلف از مخالفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کتابی، جزو، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، افسست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفاء حقوق خود از مخالف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،
از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۰ ۲۹۹۱۰۹ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

۱-۱ مقدمه

جوشکاری به معنی اتصال دو نقطه فلز با حرارت و ذوب فلز مینا به یکدیگر می‌باشد. حدوداً سی و پنج نوع جوشکاری وجود دارد که ساز و کار آنها ذوب فلز و ریختن فلز مذاب در محل اتصال است. روش دیگری نیز در جوشکاری وجود دارد که مبنای آن گرم کردن فلزات تا دما و حرارت معین و اعمال فشار به منظور جوش خوردن فلزها به یکدیگر است، البته روش مذکور در صنعت ساختمان کارایی ندارد.

فرآیند جوشکاری به دو دسته‌ی کلی حالت جامد و حالت مذاب تقسیم می‌شود. در فرآیند جوشکاری حالت جامد، نیازی به ذوب قطعه نیست بلکه تنها می‌بایست پیوند متالوژیکی بین اجزا برقرار شود. در هنگام اتصال درجه حرارت نباید از نقطه ذوب فلز تجاوز کند. در ضمن در این فرآیند هیچگونه آلایز پرکن ذوب شونده (نظیر فرآیندهای لحم گرم و سرد) به کار گرفته نمی‌شود.

انواع فرآیندهای جوشکاری حالت جامد عبارتند از:

- ۱- جوشکاری اصطکاکی
- ۲- جوشکاری نوردی
- ۳- جوشکاری فشاری
- ۴- جوشکاری انفجاری
- ۵- جوشکاری ضربه‌ای
- ۶- جوشکاری با فرکانس بالا
- ۷- جوشکاری اصطکاکی- اختلاطی
- ۸- جوشکاری مینیاتوری
- ۹- جوشکاری دیفوژیونی (نفوذی).

اتصال بین دو نقطه‌ی فلزی با ذوب کردن لبه‌ها یا سطح اتصال با یا بدون افودن فلز پرکننده با یا بدون اعمال فشار را جوشکاری ذوبی می‌نامند. این نوع فرآیند برای پلاستیک‌ها و سرامیک‌ها نیز کاربرد داشته و تحت عنوان جوشکاری امتزاجی شناخته می‌گردد. کیفیت محصول در این فرآیند تابع نحوه اجرا می‌باشد. سه ویژگی خاص در این نوع جوشکاری وجود دارد که عبارتند از: ۱- شدت منبع حرارتی، ۲- ترخ ورود حرارت به قطعه، ۳- نحوه پوشش دادن ناحیه جوش، انواع فرآیندهای جوشکاری حالت مذاب بر مبنای منبع تولید حرارت عبارتند از: ۱- شیمیایی، ۲- مقاومتی، ۳- قوس. ۴- پرتوهای پر انرژی.

ذکر این نکته ضروری است که در فرآیند جوشکاری عوامل زیر مورد نیاز است: ۱- منبع ایجاد گرما یا فشار، ۲- فلز مادر یا فلز پایه، ۳- فلز پرکننده یا فلز جوش.

منبع ایجاد گرما می‌تواند منبع الکتریکی یا شعله باشد. فلز پایه همان قطعات فلزی است که می‌بایست با یکدیگر بکلارچه گردند. فلز پرکننده نیز فلزی است که در فرآیند جوشکاری ذوب شده و درز بین دو قطعه فلز پایه را پر می‌کنند. جوشکاری می‌تواند با یا بدون فلز پرکننده باشد.

۲-۱ جوش قوس الکتریکی

گارها در حالت عادی قابلیت هدایت الکتریسیته ندارد، اما در صورتی که تحت تأثیر عوامل خارجی از قبیل حرارت زیاد، میدان الکتریکی و... قرار گیرند، برخی از اتم‌ها الکترون از دست داده و بار مثبت پیدا می‌کنند (یون‌های مثبت) و برخی از الکترون‌ها وارد مدار اتم‌های خنثی شده و آنها را دارای بار منفی می‌سازند (یون‌های منفی)، این عمل یونیزه شدن نامیده می‌شود. گاز یا هوا پس از یونیزه شدن قابلیت هدایت الکتریسیته پیدا می‌کند و هر قدر شدت عمل یونیزاسیون بیشتر باشد، حرکت یون‌های باردار سریع‌تر و قابلیت هدایت بیشتر می‌شود.

با نزدیک کردن نوک الکترود به فلز پایه، در فاصله‌ای حدود قطر الکترود، هوا یونیزه شده و قابلیت هدایت الکتریکی پیدا می‌کند. اما به دلیل بالا بودن مقاومت الکتریکی در طول قوس، انرژی الکتریکی تبدیل به انرژی حرارتی می‌شود. قوس الکتریکی در میدان مغناطیسی منحرف می‌گردد، با کوتاه کردن طول قوس و تغییر زاویه الکترود می‌توان از میزان انحراف قوس کاست.

جوش قوس الکتریکی یکی از روش‌های جوشکاری است که کاربرد بسیار وسیعی در جوشکاری ساختمانی دارد. در این روش اتصال بین قطعات فلز مادر با ذوب کردن لبه‌های درز و سخت شدن بعدی آنها صورت می‌پذیرد. در حین ذوب، فلز پایه و فلز جوش (پرکننده) با یکدیگر ممزوج شده و پس از سخت شدن، اتصال قطعات تأمین می‌شود.

حرارت لازم برای ذوب مصالح، توسط قوس الکتریکی تأمین می‌گردد. قوس الکتریکی بین مفتول فولادی که الکترود نامیده می‌شود و فلز پایه تشکیل می‌شود. با نزدیک کردن الکترود به درز جوش، قوس ایجاد شده و حرارتی معادل 3600°C درجه سلسیوس در قوس ایجاد می‌گردد. این حرارت زیاد، موجب ذوب فلز پایه و نوک الکترود می‌شود و یک حوضچه مذاب از هر دو فلز در نوک الکترود به وجود می‌آورد. با حرکت الکترود، حوضچه مذاب به سمت جلو حرکت کرده و حوضچه‌های مذاب پشتی سرد و منجمد شده و باعث امتصاص و یک پارچگی دو فلز در محل درز می‌شوند.

گازها در حالت عادی توانایی هدایت الکتریسیته را ندارند، اما در صورتی که عوامل خارجی از قبیل حرارت زیاد، میدان الکتریکی و غیره روی آن اثر بگذارند، برخی از اتم‌ها الکترون از دست داده و لذا اتم دارای بار مثبت می‌شود (یون‌های مثبت). وقتی اتمی الکترون از دست می‌دهد مگوییم حفره ایجاد شده است و تعدادی از الکترون‌ها وارد مدار اتم‌های خنثی می‌شوند و لذا آن‌ها را دارای بار منفی می‌کنند (یون‌های منفی). به این عمل یونیزه شدن می‌گویند. گاز یا هوا بعد از یونیزه شدن توانایی هدایت الکتریسیته پیدا کرده و هرچه شدت عمل یونیزه شدن بیشتر باشد، (یعنی تعداد یون‌های مثبت و منفی بیشتر شود) حرکت یون‌های باردار سریع‌تر و توانایی هدایت الکتریکی بیشتر می‌شود. حفره مقدار باری برابر الکترون دارد اما با مقدار مثبت. مقدار با الکتریکی الکترون برابر 1.6×10^{-19} کولن است.

با نزدیک نمودن نوک الکترود به فلز پایه، در فاصله‌ای نزدیک به قطر الکترود، هوا اطراف الکترود یونیزه شده و قابلیت هدایت الکتریکی پیدا می‌کند. به دلیل اینکه مقاومت الکتریکی در طول قوس زیاد است، انرژی الکتریکی تبدیل به انرژی حرارتی می‌شود.

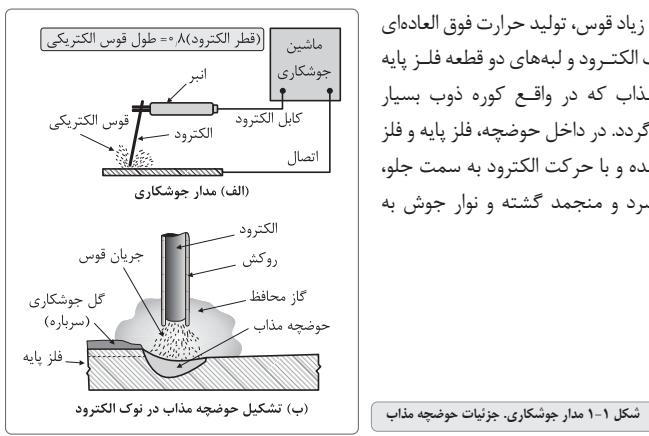
ذکر این نکته ضروریست که قوس الکتریکی در میدان مغناطیسی منحرف می‌گردد، با کوتاه نمودن طول قوس و تغییر زاویه الکترود می‌توان میزان انحراف قوس را کاهش داد.

۳-۱ مدار جوشکاری قوس الکتریکی

مدار جوشکاری قوس الکتریکی شامل موارد ذیل است: ۱- ماشین جوشکاری که می‌تواند ترانس، رکتیفایر و یا موتور و مولد (دینام یا دیزل ژنراتور) باشد.

۲- اتصال به فلز پایه، ۳- اتصال به انبر و الکترود. ۴- قوس الکتریکی.

در صورتی که نوک الکترود به قطعه فلز پایه بچسبد، اصطلاحاً اتصال کوتاه حاصل شده و جریان زیادی در مدار برقرار می‌شود که مورد نظر نمی‌باشد. اما در صورتی که الکترود در فاصله معینی از فلز پایه قرار گیرد، حرکت الکترون‌ها باعث یونیزه شدن هوا و ایجاد قوس الکتریکی می‌شود.



مقاومت الکتریکی زیاد قوس، تولید حرارت فوق العاده‌ای می‌نماید که باعث ذوب الکترود و لبه‌های دو قطعه فلز پایه در داخل حوضچه مذاب که در واقع کوره ذوب بسیار کوچکی می‌باشد می‌گردد. در داخل حوضچه، فلز پایه و فلز جوش باهم آمیخته شده و با حرکت الکترود به سمت جلو، حوضچه‌های پشتی سرد و منجمد گشته و نوار جوش به وجود می‌آید.

شکل ۱-۱ مدار جوشکاری، جزئیات حوضچه مذاب

۱-۳-۱- نوع جریان: نوع جریان و قطبیت در جوشکاری قوس الکتریکی از موارد مهمی است، که می‌باشد به آن توجه داشت. نوع جریان در جوشکاری قوس الکتریکی می‌تواند جریان یکسو (مستقیم) یا جریان متناوب باشد. در مورد قطبیت هم باید دانست که، هنگامی که برای جوشکاری از جریان یکسو استفاده شود مدار جوشکاری را می‌توان به دو صورت: ۱- اتصال با قطبیت منفی، ۲- اتصال با قطبیت مثبت، برقرار نمود. در اتصال با قطبیت منفی یا مستقیم، قطب منفی به الکترود متصل می‌گردد. در این حالت حدود $\frac{2}{3}$ حرارت در فلز مینا، $\frac{1}{3}$ آن در الکترود آزاد می‌شود. در اتصال با قطبیت مثبت یا معکوس، قطب مثبت به الکترود متصل می‌گردد. در این حالت $\frac{1}{3}$ حرارت در فلز مینا و $\frac{2}{3}$ آن در الکترود آزاد می‌شود. با توجه به اینکه در جوشکاری با جریان متناوب، جهت جریان به تنابو عوض می‌شود، اتصال با قطبیت مثبت یا منفی مفهوم ندارد. لذا نیمی از حرارت حاصل از قوس الکتریکی، در الکترود و نیمی دیگر در قطعه آزاد می‌شود.

۱-۴ عوامل مهم در جوشکاری قوسی

در جوشکاری قوسی عواملی مهم وجود دارد که بر کیفیت جوش اثر دارند و برای داشتن یک جوش خوب می‌باشد هر کدام از این عوامل با نوع کار و وسایل مورد استفاده هماهنگ شوند. این عوامل عبارتند از:
۱- شدت جریان، ۲- طول قوس یا ولتاژ قوس، ۳- سرعت پیشروی و ۴- زاویه الکترود.

۱-۴-۱- شدت جریان: شدت جریان قوس مناسب با قطر الکترود مصرفی روی ماشین جوشکاری تنظیم می‌گردد. هر چقدر قطر الکترود بیشتر باشد، جریان مصرفی بیشتر است. همیشه بایست میزان آمپری که سازنده الکترود توصیه نموده است، مورد توجه قرار گیرد. ولتاژ تعیین کننده قابلیت تشکیل و تداوم قوس الکتریکی و نیز میزان پایداری، یا دوام آن است. در صورتی که ولتاژ زیاد باشد، طول قوس بلند شده و ممکن است باعث انحراف قوس شود. در صورتی که میزان ولتاژ خیلی کم باشد، طول قوس خیلی کوچک شده و برقراری قوس بسیار مشکل خواهد بود.

۱-۴-۲- تعیین شدت جریان: هنگامی که قوس برقرار شود و جوشکاری آغاز گردد، مقدار آمپری از مدار جوشکاری عبور می‌کند، که به شدت جریان جوشکاری معروف است. جریان قوس مناسب با قطر الکترود مصرفی روی ماشین جوشکاری تنظیم می‌گردد.

در جوشکاری با الکترودهای روکش دار استاندارد، عدد آمپر به طور تقریبی با عدد قطر بر حسب هزارم اینچ برابر می‌باشد. الکترود به قطر $\frac{3}{25}$ میلی‌متر یا $\frac{1}{8}$ اینچ که برابر با $125\text{ آمپر خوب کار می‌کند}$ ، توجه به این نکته ضروریست که هنگامی که صحبت از قطر می‌شود منظور قطر سیم مغزه است نه قطر روکش الکترود.

۱-۴-۳- طول قوس: فاصله بین سر الکترود تا سطح قطعه مورد جوشکاری به هنگام برقراری قوس را طول قوس می‌نامند؛ طول قوس در کیفیت جوشکاری بسیار موثر است. طول قوس رابطه مستقیم با ولتاژ دو سر قوس دارد، یعنی برای این که طول قوس سه برابر شود، نیاز است ولتاژ سه برابر شود. بدطور تحریبی می‌دانیم به ازای هر $\frac{1}{6}$ اینچ طول قوس 10 ولت بین دو سر قوس لازم است، یعنی می‌توان گفت به ازای هر یک میلی‌متر قوس، تقریباً $6/3$ ولت نیاز است.

یک قاعده کلی بیان می‌کند که: «طول قوس باید مقداری کمتر از قطر الکترود مورد استفاده باشد» به طور مثال با الکترود به قطر 4 میلی‌متر ، طول قوس بین $3\text{ تا }4\text{ میلی‌متر}$ و ولتاژ $22\text{ تا }20\text{ ولت}$ مناسب است. در عمل برای جوشکاری اندازه‌گیری دقیق طول قوس هنگام جوشکاری ممکن نیست اما جوشکار می‌تواند با گوش دادن به صدای قوس و با تمرین، طول قوس مناسب را برقرار نماید.

۱-۴-۴- سرعت پیشروی: سرعت پیشروی قوس با ضخامت فلز مورد جوشکاری، مقدار جریان و اندازه، شکل یا گرده دلخواه جوش تغییر خواهد کرد.

نکته

به طور کلی سرعت پیشروی مناسب عبارت است از سرعتی که در اجرای یک جوش تک پاسه ساده با طول قوس ثابت، حوضچه مذاب تشکیل شده دو برابر قطر الکترود باشد.

۱-۴-۵- زاویه الکترود: در جوشکاری ورق حالت مسطح (حالت تخت)، الکترود می‌بایست عمود بر ورق باشد و در حالت‌های دیگر بهتر است الکترود زاویه موجود جوشکاری را نصف نماید. معمولاً انحراف تا 15 درجه از آنچه گفته شد اشکالی ندارد. محدوده‌ی زوایای مناسب جوشکاری در وضعیت‌های مختلف جوشکاری در آئینه نامه جوشکاری ساختمانی ایران آمده است.

۱-۵ فرآیندهای جوشکاری

فرآیندهای جوشکاری در سه رده عمومی قرار می‌گیرند، که عبارت‌اند از: ۱- جوشکاری دستی، ۲- جوشکاری نیمه‌خودکار و ۳- جوشکاری خودکار.

اختلاف سه فرآیند نام برده در موارد ذیل آمده است:

(الف) هدایت انبر که در جوشکاری دستی و نیمه‌خودکار توسط کارگر انجام می‌شود.

(ب) نوع الکترود که در جوشکاری دستی از الکترود روکش دار با طول محدود استفاده می‌گردد و در جوشکاری نیمه‌خودکار و خودکار از الکترود لخت (بدون روکش) با طول پیوسته که دور قرقه پیچیده شده، استفاده می‌شود.

(پ) نحوه محافظت از نوار جوش مذاب در حال سخت شدن.

در جوشکاری نیمه‌خودکار، هدایت انبر توسط جوشکار انجام می‌شود، اما طول الکترود نامحدود است.

فرآیندهای جوشکاری خودکار و نیمه‌خودکار عبارتند از: ۱- جوش زبریودری، ۲- جوش تحت حفاظت گاز با الکترود فلزی، ۳- جوش تحت حفاظت گاز با الکترود تنگستن، ۴- جوش تحت حفاظت گاز با الکترود توپیودری، ۵- جوش سرباره الکتریکی و ۶- جوش گاز الکتریکی.

تفاوت قابل توجه در فرآیندهای فوق، نحوه محافظت از نوار جوش در حالت سخت شدن است. در جوشکاری دستی این کار به وسیله روکش الکترود که در حین ذوب الکترود با آن ذوب شده و به صورت لایه سخت در روی جوش خود را می‌بندد، صورت می‌گیرد. در سایر روش‌ها به دلیل آنکه از الکترود لخت استفاده می‌شود، محافظت به سبک دیگری تأمین می‌شود.



شکل ۲-۱ تأثیر عوامل مهم روی کیفیت جوش

۶-۱ جوشکاری دستی با الکترود روکش دار (SMAW)

جوشکاری دستی متدالترین فرآیند جوشکاری در کارگاههای ساختمانی می‌باشد که در تمام حالات تخت، افقی، سرپالا و سقفی قابل اجرا می‌باشد. وسایل مورد نیاز این نوع جوشکاری عبارتند از: مولد، مدار، انبر، ماسک، الکترود روکش دار و جوشکار ماهر. کیفیت جوش حاصل بستگی به مهارت جوشکار، نوع الکترود و روکش آن و سایر تجهیزات جوشکاری دارد.

مهارت جوشکار و نحوه آموزش جوشکار، اهمیت اول را دارد. سایر تجهیزات لازم برای جوشکاری دستی شامل چکش گل زن، برس، گرم کن الکترود و لوله دمیدن هوا برای زدودن گرد و غبار درز جوش است.

نکته

عیب عمده‌ی این روش، سرعت کم و هزینه دستمزد بالا و وقت گیر بودن عملیات و گل برداری بین عبورهای پی در پی نوار جوش است.

روکش الکترود به طور مستقیم در فرآیند جوش دخالت ندارد، اما نقش بسیار عمده‌ای در افزایش سهولت و کیفیت جوشکاری دارد. روکش در حین جوشکاری به همراه الکترود ذوب شده و پس از سرد شدن به صورت لایه‌ای روی نوار جوش می‌بندد.

وجود این لایه، از اکسیداسیون نوار جوش و سرد شدن سریع آن جلوگیری کرده و باعث افزایش کیفیت جوشکاری می‌گردد. در سایر فرآیندهای جوشکاری این روکش می‌باشد به نحو دیگری تأمین شود.

۷- جوشکاری زیرپودری (SAW)

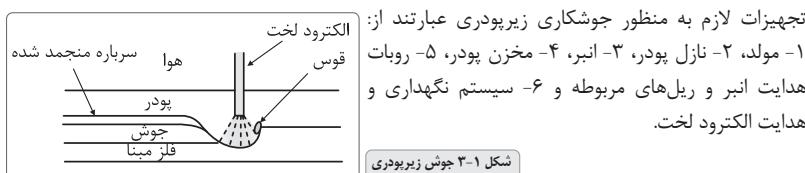
جوش زیرپودری یک روش خودکار جوشکاری می‌باشد. در جوش زیرپودری، ماده حفاظت کننده جوش، به صورت پودر روی درز ریخته می‌گردد. به فاصله کمی پشت نازل پودر، قوس الکتریکی به وسیله الکترود لخت و در زیر این پودر برقرار می‌شود. در حین جوشکاری، قوس زیر پودر برقرار شده و جرقه جوشکاری مشاهده نمی‌گردد و نیازی به استفاده از ماسک برای اپراتور نیست و تنها استفاده از عینک محافظ صنعتی کافی می‌باشد. الکترود فلزی لخت که در این نوع جوشکاری از آن استفاده می‌گردد، به مصرف پرکردن درز می‌رسد.

نوار جوش به وسیله گل جوشکاری که از پودرهای ذوب شده ایجاد شده و روی آن لایه دیگری از پودر ذوب نشده به صورت دانه‌ای قرار دارد، حفاظت می‌گردد. پودر ذوب نشده قابل بازیابی می‌باشد.

پودر که عامل مشخصه این روش جوشکاری است روشکاری است روشکاری ایجاد می‌نماید که اجازه می‌دهد عمل جوشکاری بدون پاشیدگی، جرقه زدن و یا ایجاد دود انجام پذیرد. پودر دانه‌ای معمولاً به طور خودکار روی خط جوش و در جلوی الکترود که در حال حرکت به جلو می‌باشد، ریخته می‌شود. این ماده، حوضچه منابع را در مقابل گارهای هوا محافظت نموده و به تمیزی فلز کمک می‌کند و در ضمن خواص شیمیایی فلز جوش را نیز بهبود می‌بخشد.

نکته

جوشکاری به روش قوس زیرپودری اغلب به صورت تخت برای جوشکاری کارخانه‌ای در حالت خودکار و یا نیمه‌خودکار مورد استفاده قرار می‌گیرد.



۸- جوش تحت حفاظت گاز با الکترود مصرفی (GMAW)

جوش تحت حفاظت گاز، فرآیندی است که در آن الکترود مصرفی، که تحت پوشش گاز محافظ قرار دارد، به صورت خودکار تغذیه می‌شود. از آن جا که خصوصیات الکترود قوس و سرعت رسوب، به صورت خودکار تنظیم می‌شوند، تنها سرعت انتقال، هدایت و تنظیم مکان انبر مخصوص جوشکاری است که به صورت دستی و به وسیله جوشکار انجام می‌پذیرد. در این روش الکترود، مفتول لخت و پیوسته‌ای است که از میان گیره الکترود گذشته و با یک قرقه تغذیه می‌گردد. حفاظت در این روش با سپری از گاز غیر فعال (نیتری آرگون) و یا فعال مانند CO_2 صورت می‌پذیرد.

نکته

بعضی از ویژگی‌های این روش جوشکاری عبارتند از: ۱- تغذیه پیوسته سیم جوش، ۲- عدم وجود سریاره و در نتیجه عدم نیاز به تمیزکاری جوش، ۳- نرخ ترسیب زیاد در نوار جوش، ۴- حرارت و اعوجاج کم (حرارت ایجاد شده نسبت به سایر روش‌ها کمتر است، در نتیجه اعوجاج جوشکاری کمتر است)، ۵- جوشکاری تحت حفاظت گاز می‌باشد در محیط‌های بسته و کارخانه‌ای و بدون وزش باد انجام گیرد. اما در موقعیت‌های مختلف به صورت نیمه‌خودکار قابل استفاده می‌باشد. ۶- عدم نفوذ هیدروژن در نوار جوش.

تمام توابع فرآیند توسط تجهیزاتی کنترل می‌شوند که عبارتند از: ۱- مولد، ۲- کپسول گاز CO_2 و یا ترکیبی از CO_2 و آرگون، ۳- واحد تغذیه سیم جوش و ۴- انبر مخصوص جوشکاری و کابل‌ها.



نکته

انبر مخصوص جوشکاری و کابل، سه وظیفه عمده بر عهده دارند که عبارتند از: ۱- از طریق آن‌ها گاز وارد منطقه قوس می‌شود، ۲- از طریق آن‌ها انرژی الکتریکی به مجرای اتصال متصل می‌گردد و ۳- به وسیله آن‌ها الکترود مصرفی به مجرای اتصال هدایت می‌شود.

خصوصیات جوش تحت حفاظت گاز را می‌توان به واسطه چهار مدل اصلی انتقال فلز به خوبی توضیح داد، چهار مدل اصلی انتقال عبارتند از: ۱- انتقال اسپری محوری، ۲- انتقال قطره‌ای، ۳- انتقال پالسی و ۴- انتقال کوتاه. منظور از مدل انتقال فلز، طریقه جدا شدن قطرات مذاب از نوک الکترود و انتقال آنها به حوضچه‌ی مذاب است. هر یک از مدل‌های انتقال فلز مشخصات متفاوتی دارند به نحوی که می‌توان هر یک را به عنوان یک فرآیند جوشکاری متفاوت تلقی کرد. مدل انتقال فلز به فاکتورهایی مانند میزان ولتاژ و شدت جریان، نوع گاز محافظه مورد استفاده و مشخصات منع قدرت بستگی دارد.

یکی از وجوده تمایز بین مدل‌های فوق، اختلاف در میزان حرارت ورودی به قطعه کار است. حالت اسپری بیشترین حرارت ورودی را ایجاد می‌کند و بعد از آن بیشترین حرارت ورودی به ترتیب در حالت پالسی، حالت قطره‌ای و در آخر در حالت قوس کوتاه ایجاد می‌شود. لذا انتخاب مدل اسپری جهت جوشکاری مقاطع ضخیم با سرعت بالا مناسب‌ترین انتخاب می‌باشد، اگر چه با این قوس امکان جوشکاری تنها در وضعیت تخت مسیر است. امکان جوشکاری در حالت اتصال کوتاه در تمام وضعیت‌ها وجود دارد، اما جهت جوشکاری مقاطع ضخیم به دلیل کم بودن میزان انرژی قوس، احتمال بروز ذوب ناقص زیاد است.

۹- جوش تحت حفاظت گاز با الکترود توپودری

این فرآیند شبیه جوشکاری تحت حفاظت گاز است، با این فرق که الکترود ممتد آن لوله‌ای شکل است و در مغزه‌ی آن مقدار محدودی پودر وجود دارد. این پودر همان نقشی را ایفا می‌کند که روکش در روش جوشکاری دستی با الکترود روکشدار یا پودر در روش جوش زیرپودری به عهده دارند. در الکترودهای ممتد قرقره پیچ، حفظ روکش بر روی سیم ممکن نمی‌باشد. به همین دلیل پودر در مغز الکترود قرار داده می‌شود. در این حالت حفاظت هم توسط گاز و هم توسط پودر داخل الکترود صورت می‌گیرد.

در جوشکاری قوسی با الکترودهای توپودری (FCAW) حرارت جوشکاری به وسیله ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود پرکننده پیوسته و قطعه کار تأمین می‌گردد. خصوصیت منحصر به فرد این فرآیند، استفاده از الکترودهای توپودری است. جوشکاری قوسی با الکترود توپودری دو حالت مختلف دارد. در این فرآیند با حفاظت گازی، از یک گاز خارجی به منظور حفاظت قوس در برابر نیتروژن و اکسیژن موجود در اتمسفر استفاده می‌گردد. قسمت‌های تشکیل‌دهنده مرکز الکترودهای مورد استفاده در این روش، حاوی تشکیل دهنده‌های سرباره، اکسیژن زدایا، پایدارکننده‌های قوس و عناصر آلیاژی می‌باشد. در فرآیند جوشکاری قوسی با الکترودهای توپودری با الکترودهای خود محافظ، اجزای هسته الکترود، فلز جوش را بدون حفاظت خارجی، از اتمسفر محافظت می‌نماید. در برخی الکترودهای خود محافظ، گاز حفاظتی به وسیله تجزیه اجزای پودر درون الکترود ایجاد می‌گردد. در بعضی موارد دیگر حفاظت به وسیله سرباره انجام می‌پذیرد و قطره‌های فلز مذاب از قوس عبور کرده و حوضچه جوش به وسیله پوشش سرباره در برابر اتمسفر محافظت می‌گردد.

در اغلب الکترودهای خود محافظ، مقداری مواد اکسیژن‌زندا موجود است. وجود این مواد در الکترودهای خود محافظت به ایجاد فلز جوش بدون عیب کمک می‌نماید. همچنین الکترودهای خود محافظ می‌توانند در بردازنده پایدارکننده قوس و عناصر آلیاژی باشند.

جدول ۱- انتخاب روش گاز محافظه در فرآیندهای جوش قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز

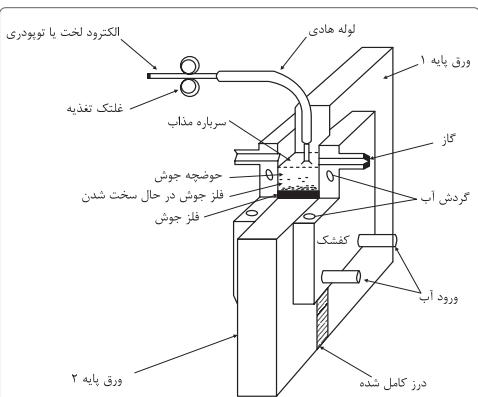
الاتصالات المصرفی	گاز محافظه							روش		قطبیت
	آرگون	هلیم	CO ₂	O ₂	H _۲	N _۲	GTAW	GMAW		
فولاد نرم‌هه	۱۰۰						*			DCSP
	۷۵ تا ۸۰		۲۵ تا ۲۰						*	DCRP
		۱۰۰						*A		DCRP
			۱۰۰						*	DCRP
	۹۸			۲					*	DCRP
فولاد کم‌آلیاژ	۹۷			۳					*	DCRP
	۹۵			۵					*	DCRP
	۸۰				۲۰					DCRP
	۸۰		۲۰							DCRP
	۹۹			۱					*	DCRP
فولاد ضدزنگ	۹۵			۵					*	DCSP
	۸۰				۲۰			*		DCSP
	۱۰۰							*		DCSP
		۱۰۰						*A		DCSP

نکته

این فرآیند (فرآیند توپودری) به دلیل داشتن بازدهی بالا در جوشکاری پیوسته وجود پودر، نسبت به دیگر فرآیندهای جوشکاری قوسی مزیت‌هایی دارد. این مزیت‌ها عبارتند از: ۱- نیاز به مهارت کمتر جوشکاری نسبت به فرآیند جوش تحت حفاظت گاز با الکترود مصرفی، ۲- ساده‌تر بودن نسبت به جوشکاری قوسی زیر پودری، ۳- حساسیت کمتر به آلودگی و زنگ زدن، نسبت به فرآیند جوشکاری قوسی با حفاظت گاز (حفاظت گاز با الکترود مصرفی)، ۴- ایجاد نفوذ عمیق‌تر نسبت به فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود دستی (SMAW) و ۵- سرعت رسوب بالا برای جوشکاری در همه وضعیت‌ها.

۱- جوش گاز الکتریکی (EGW)

جوش گاز الکتریکی، روش مائیسینی خودکار به منظور جوشکاری درزها در وضعیت قائم است. در این روش هم از الکترود ممتد لخت و هم از الکترود توپودری می‌توان استفاده نمود. این روش قادر به پرنمودن درز جوش ورق‌های ضخیم با یک بار عبور می‌باشد.



شیار جوش از دو طرف به وسیله دو کفشک که به واسطه جریان آب خنک نگه داشته می‌شود، احاطه می‌گردد. کفشک همراه با پیشرفت جوشکاری، به سمت بالا حرکت می‌نماید. لذا حوضچه مذاب از دو طرف به طور کامل محصور شده و از ریزش آن جلوگیری می‌گردد. جوش را می‌توان با دمیدن گاز و با استفاده از الکترودهای توبوپرداز محافظت کرد.

شکل ۴-۱ جوشکاری گاز الکتریکی

۱۱-۱ جوش سریاره الکتریکی (ESW)

جوش سریاره الکتریکی همانند جوش گاز الکتریکی است، با این فرق که جوشکاری در جوش سریاره الکتریکی به کمک حرارت حاصل از مقاومت سریاره جوش در برابر جریان الکتریکی انجام می‌پذیرد و سریاره مذاب موجب حفاظت جوش و همچنین ذوب مفتول و لبه‌های ورق می‌گردد.

سریاره در حالت جامد هادی الکتریستیته نمی‌باشد، لذا برای شروع جوشکاری به حرارت قوس الکتریکی به منظور ذوب سریاره نیاز است. اما با توجه به اینکه عملیات اصلی جوشکاری توسط حرارت حاصل از مقاومت سریاره در برابر جریان الکتریکی انجام می‌شود، این جوش در حقیقت جوش قوس الکتریکی نیست. کفشک‌های هادی جوش می‌توانند به صورت مصرف شدنی یا مصرف نشدنی باشند.

شکل ۵-۱ جوش سریاره الکتریکی

با این روش می‌توان درز با هر ضخامتی را با یک بار عبور، جوش داد. به طور اصولی جوشکاری گاز الکتریکی و سریاره الکتریکی برای درزها با ضخامت زیاد توجیه اقتصادی دارند. در این جوش به دلیل سرعت کم پیشروی جوشکاری، نوار جوش حاصل دارای بافت درشتی بوده و در نتیجه طاقت نمونه زخم دار آن کم خواهد بود.

۱۲-۱ جوش خمیری

نکته

جوش خمیری در صنعت ساختمان اغلب به منظور جوشکاری میلگردها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این روش دو سر میلگرد که هر کدام به قطبی از مولد متصل شده‌اند، به یکدیگر نزدیک می‌گردند. با برقراری قوس الکتریکی دو سر میلگردها داغ و سرخ می‌شوند. در این لحظه دو سر میلگرد به هم فشرده می‌شوند تا امتصاص کامل حاصل شود.

۱۳-۱ جوشکاری گل میخ

فرآیند جوشکاری قوسی گل میخ، از رایج‌ترین فرآیندهای جوشکاری گل میخ‌های فلزی به فلز پایه می‌باشد، که از لحاظ ساختاری مانند روش SMAW می‌باشد. در این فرآیند گل میخ فلزی به عنوان الکترود عمل نموده و قوس الکتریکی بین نوک گل میخ و سطح ورق ایجاد می‌گردد که باعث ذوب و ممزوج شدن گل میخ با ورق فولادی می‌شود. گل میخ در داخل یک انبر تپانچه‌ای شکل قرار گرفته و جهت محافظت منطقه‌ی جوش از یک قطعه‌ی حلقه‌ی سرامیکی استفاده می‌گردد. بعد از برقرارشدن قوس در یک زمان معین انبر تپانچه‌ای شکل، گل میخ را به سمت حوضچه مذاب فشارداده و فرآیند جوشکاری به پایان می‌رسد. در این روش علاوه بر ذوب کل مقطع گل میخ، یک جوش گوشه ظریف هم اطراف گل میخ ایجاد می‌گردد. مدت زمان کل فرآیند کمتر از یک ثانیه است.

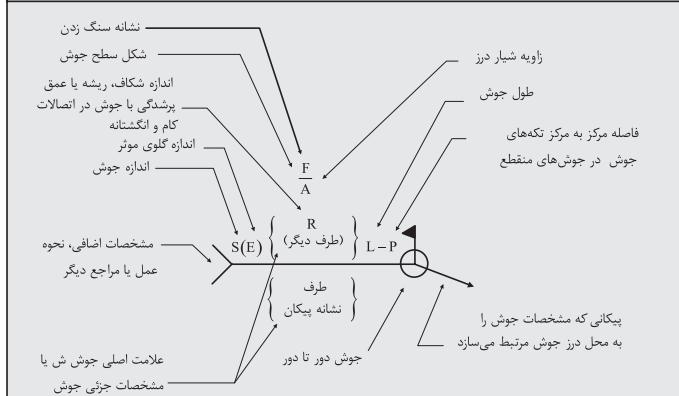
۱۴-۱ علامه‌ی جوشکاری

نیاز به یک وسیله‌ی ساده در عین حال دقیق برای برقراری تقاضه‌ی میان طرح و سازنده، به استفاده از علامه‌ی اختصاری که نمایشگر انواع جوش‌ها و اندازه‌ی آن‌هاست، رواج بخشیده است.

علامه اصلی جوش									
جوش پشت یا پشت بند	گوشه	کام یا انگشتانه	شیاری						
			ساده	جناغی	نیم‌جناغی	لاله‌ای	نیم لاله‌ای	جناغی گرد	جناغی گرد
□	△	□		✓	✓	▽	▽	○	○

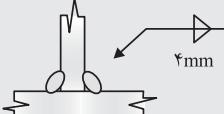
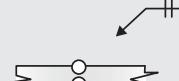
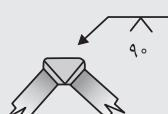
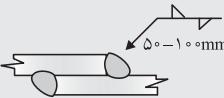
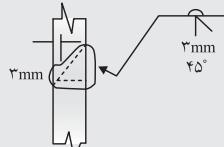
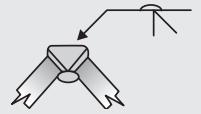
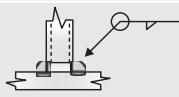
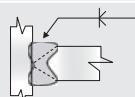
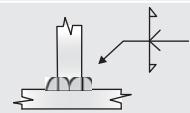
قلایم تکمیلی جوش					
برای دیگر عالم اساسی به کتاب علایم قراردادی اتصالات در ساختمان‌های فلزی با نظریات Mra גمه کنید	جوش	جوش در محل (موقعیت صب)	شكل سطح جوش	جوش پکره	
	دور تا دور	دور تا دور	تخت	محدب	

محل قراردادی جایگیری علامت‌های جوشکاری



شکل ۱-۶ علامه اصلی جوشکاری

جدول ۱-۲ کاربرد علائم جوشکاری

جوش های گوشه	جوش های شیاری	جوش های شیاری مخصوص
 <p>عدد نماینده اندازه ساق جوش، وقتی جوش های دوطرف یکی باشد تنها در یک طرف گذارده می شود.</p>	 <p>جوش لب به لب ساده با جوشکاری از دوطرف</p>	 <p>اتصال گونیا با جوش شیاری</p>
 <p>نشان دهنده این است که جوش ها منقطع، یکی در میان بوده، طول جوش ۵ سانتی متر بوده و به فاصله مرکز به مرکز ۱۰ سانتی متر قرار دارد.</p>	 <p>جوش نیم جناغی با شکاف ریشه ۳ میلی متر با پنج ۴۵ درجه در قاعده بالایی و استفاده از جوش پشت بند</p>	 <p>اتصال گونیا با جوش شیاری با خط جوش داخلی</p>
 <p>جوش دور تا دور</p>	 <p>نیم جناغی دوطرفه</p>	 <p>اتصال گونیا با جوش نفوذی کامل - ترکیب جوش گوشه و جوش شیاری موردن استفاده در اتصالات تحت بارهای ضربه ای یا در مععرض خستگی</p>

۱۵-۱ کاربرد انواع جوش در ساختمان

جوش گوشه بیشترین کاربرد را در ساختمان دارد. اغلب اتصالات شامل اتصالات نبیشی ها، مهاربندها، ورق های مهاربندی توسعه جوش گوشه انجام می شود. اصولاً جوش گوشه می بایست به گونه ای آرایش داده شود که تحت تنشی برشی قرار داده شود. جوش گوشه نمی بایست تحت تنشی های قائم قرار بگیرد. از جوش های شیاری به منظور یکسره کردن ورق ها برای ساخت تیر ورق ها و ستون های ورقی و نیز در اتصالات صلب تیر به ستون برای اتصال ورق های زیر سری و رو سری به ستون استفاده می گردد. همچنین از جوش های شیاری در مواقعی که جوش تحت تنشی های قائم قرار دارد، استفاده می شود.

۱۶- جوش پذیری فولاد

اکثر فولادهای ساختمانی را می‌توان با روش جوش قوس الکتریکی با درزهای سالم و قوی، جوش داد. جوش پذیری فولاد به صورت قابلیت سهولت در حصول جوش سالم و بدون ترک تعريف می‌گردد. هنگامی می‌گوییم یک نوع فولاد قابل جوش می‌باشد که بدون مخارج اضافی و مشکلات جانبی، بتوان آن را به صورت متعارف جوش داد. جوشکاری برخی از انواع فولاد، راحت‌تر و آسان‌تر از سایر فولادها می‌باشد. از آنجایی که جوش ترکیبی از فلز الکترود و فلز پایه است، به منظور حصول جوش خوب، تعیین ترکیبات فلز جوش و فلز پایه، ضروری است. آلیاژهای غیرآهنی موجود در فولاد، عوامل عمدۀ مؤثر در جوش‌پذیری آن می‌باشند. در جدول ذیل حدود متعارف این آلیاژها برای حصول حداکثر سرعت جوشکاری و اقتصاد مناسب کار آرائه شده است. فولادهایی که آلیاژهای آن‌ها بیشتر از مقادیر مندرج در این جدول است، احتیاج به الکترودها و دستورالعمل‌های خاص جوشکاری دارند.

آلیاژهای فولادهای نرمۀ معمولاً در محدوده‌های ذکر شده در جدول ذیل می‌باشد. اما جوشکاری فولادهای پر ضخامت، حتی در صورتی که از نوع فولادهای نرمۀ باشند، نیاز به دستورالعمل‌ها و توجهات خاص دارد. میزان برخی از آلیاژهای موجود در فولادهای پر مقاومت و آلیاژدار از مقادیر مندرج در جدول ذیل، تجاوز می‌کنند و لذا جوشکاری آن‌ها نیز به دستورالعمل‌ها و توجهات خاص نیاز دارد.

در هنگام جوشکاری ورق‌های ضخیم یا فولادهای پر مقاومت و آلیاژدار به منظور جلوگیری از وقوع ترک نیاز به دستورالعمل‌های خاص می‌باشد. این دستورالعمل‌ها در بردارنده یک و یا تمام عوامل مذکور در زیر می‌باشند: ۱- حداقل نفوذ برای جلوگیری از رقیق شدگی فلز جوش با عنصر آلیاژ ورق، ۲- شکل و هندسه درز جوش، ۳- پیش گرمایش، دمای کنترل شده به منظور عبورهای (پاس‌های) میانی و کنترل حرارت القایی از عمل جوشکاری به منظور به تأخیر انداختن سرعت سردشدن و کاهش تنش‌های انقباضی.

جدول ۱-۳ حدود مناسب آلیاژهای فولاد برای حصول قابلیت جوشکاری مناسب

عنصر	دامنه مناسب (درصد)	در صورتی که مقدار هر یک از عناصر از مقادیر زیر تجاوز نماید، روش‌ها و تدبیر خاص در هنگام جوشکاری لازم است.
C کربن	۰/۰۶ تا ۰/۰۲۵	۰/۳۵
Mn منگنز	۰/۰۸ تا ۰/۰۳۵	۱/۴
Si سیلیسیم	۰/۱ (حداکثر)	۰/۰۳
S سولفور	۰/۰۳۵ (حداکثر)	۰/۰۵
P فسفر	۰/۰۳ (حداکثر)	۰/۰۴

۱۷- پیش گرمایش

هرچند که پیش گرمایش مزایای زیادی دارد، اما به دلیل افزایش مخارج استفاده از آن، در مواردی توصیه می‌شود که به آن نیاز است. در ورق‌های ضخیم به دلیل کاهش سرعت سرد شدن جوش و نیز افزایش شکل‌پذیری آن نیاز به پیش گرمایش می‌باشد. باید به این نکته توجه داشت که پیش گرمایش ورق‌های ضخیم موجب کاهش تنش‌های انقباضی که در اثر گیرداری درز ایجاد می‌گردد، می‌شود.



الکترودهای کم هیدروژن دارای پوششی هستند که قادر هیدروژن می‌باشد. لذا جوشی عاری از ترک، و ریز ترک ایجاد می‌کنند. این نوع الکترودها به دلیل کاهش نیاز به عملیات پیش گرمایش کاربرد ویژه‌ای در جوشکاری فولادهای سخت جوش و فولادهای آلیاژ دار پر مقاومت دارند. حداقل دمای پیش گرمایش و دمای پاس‌های میانی طبق توصیه‌های AWS در جدول ذیل ارائه شده است. این حداقل‌ها می‌بایست با توجه به حرارت جذب شده در حین جوشکاری، تجزیه شیمیایی فولاد، هندسه درز و سایر عوامل اصلاح شود.

نکته

الف: یکی از عوامل مهم به منظور جلوگیری از ترک در جوش، پیش گرمایش عبارتند از: ۱- برای کاهش سرعت سرد شدن در محدوده ۲۰۰ درجه سلسیوس به منظور اجازه دادن به خروج هرگونه هیدروژن جذب شده به وسیله مصالح جوش و ناجهه‌ی تفتیده در فلز پایه، ۲- برای افزایش سرعت بحرانی مجاز سرد شدن در زیر دمایی که خطر ترک خودگی در زیر نوار جوش از بین رفته است، ۳- برای کاهش سرعت انجام در گز از محدوده دمای بحرانی (۲۰ تا ۹۰ درجه سلسیوس) به دلیل جلوگیری از تردی و افزایش شکل‌بندی نوار جوش و ناجهه تفتیده در فلز پایه، ۴- برای کاهش تنش‌های انقباضی در جوش و فلز پایه مجاور آن، به خصوص در درزهایی که درجه گیرداری آن‌ها زیاد است، ۵- کاهش دمای انتقال در فلز پایه اطراف آن، ۶- به منظور افزایش طاقت زخم در ناجهه جوش.

ب: در صورت استفاده از الکترود کم هیدروژن، پیش گرمایش را می‌توان به حداقل رساند. در وضعيت‌های نظیر جوشکاری ورق‌های خیلی ضخیم یا پر آلیاژ و یا درزهای با درجه گیرداری بالا، نیاز به پیش گرمایش بیشتری است.

جدول ۴-۱ حداقل دمای پیش گرمایش. دمای پاس‌های میانی طبق AWS

نوع جوشکاری		
(mm)	t (ضخامت)	جوشکاری با الکترودهای غیر کم هیدروژن
≤ ۲۰		لازم نیست
> ۲۰, ≤ ۴۰		۶۵ درجه سلسیوس
> ۴۰, ≤ ۶۰		۱۰۵ درجه سلسیوس
> ۶۰		۱۵۰ درجه سلسیوس

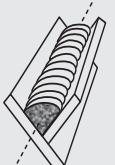
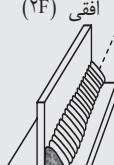
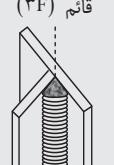
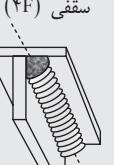
- ۱- هنگامی که دمای محیط کمتر از (۱۵)- درجه سلسیوس باشد، جوشکاری نمی‌بایست صورت بگیرد.
- ۲- هنگامی که دمای فلز پایه کمتر از دمای توصیه شده برای ضخامت ورق است، برای دو حالت خال جوش و جوش اصلی می‌بایست پیش گرمایش انجام شود. پیش گرمایش می‌بایست به طریقی صورت بگیرد که دمای سطحی قلعاتی که فلز جوش در روی آن‌ها ترسیب می‌گردد، به فاصله مساوی ضخامت قطعه (اما کمتر از ۷۵ سانتی‌متر) در طرفین و سمت پیشروی جوش، از درجه حرارت مذکور در جدول بزرگ‌تر گردد. دمای پیش گرمایش نمی‌بایست از ۲۰۵ درجه سلسیوس بیشتر شود. توجه شود که درجه حرارت پاس‌های میانی شامل هیچ محدودیتی نمی‌باشد.
- ۳- هنگامی که دمای فلز پایه کمتر از صفر باشد، با اعمال پیش گرمایش دمای آن می‌بایست به ۲۰ درجه سلسیوس برسد. جوشکاران با تجربه با لمس قطعه، دمایی در حد بدن را دمایی مناسب برای جوشکاری مناسب می‌دانند.

۱۸-۱ وضعیت‌های جوشکاری

با توجه به وضعیت قرار گرفتن قطعه‌ی مورد جوش نسبت به الکترود بزرگ F، چهار وضعیت یا موقعیت جوشکاری (وضعیت جوشکاری) به وجود می‌آید که عبارتند از: ۱- وضعیت تخت یا وضعیت کفی (با علامت ۱F در جوش گوش و ۱G در جوش شیاری)، ۲- وضعیت افقی (با علامت ۲F در جوش گوش و ۲G در جوش شیاری)، ۳- وضعیت سر بالا (با علامت ۲F در جوش گوش و ۳G در جوش شیاری)، ۴- وضعیت سقفی (با علامت ۴F در جوش گوش و ۴G در جوش شیاری)

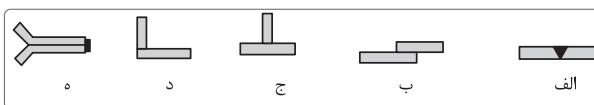
جوشکاری در وضعیت تخت ساده‌ترین و در وضعیت سقفی مشکل‌ترین می‌باشد.

جدول ۱-۵ وضعیت‌های جوشکاری

وضعیت‌های گوش	تخت یا کفی (۱F)	افقی (۲F)	قائم (۳F)	سقفی (۴F)
وضعیت‌های شیاری	ورق افقی جوش افقی	ورق قائم جوش افقی	ورق قائم جوش قائم	ورق افقی جوش افقی
				
	تحت یا کفی (۱G)	افقی (۲G)	قائم (۳G)	سقفی (۴G)

۱۹-۱ اتصالات جوشی

اتصال جوشی عبارتند از برقراری اتصال بین قطعات فلز پایه در حالات مختلف قرارگیری قطعات نسبت به هم، حالات اتصال می‌گویند. انواع اتصالات جوشی به طور کلی عبارتند از: الف- اتصال لب به لب، ب- اتصال رویهم (پوشش)، ج- اتصال سپری، د- اتصال گونیا، ه- اتصال پیشانی. در شکل ذیل دیل انواع اتصال آمده است.



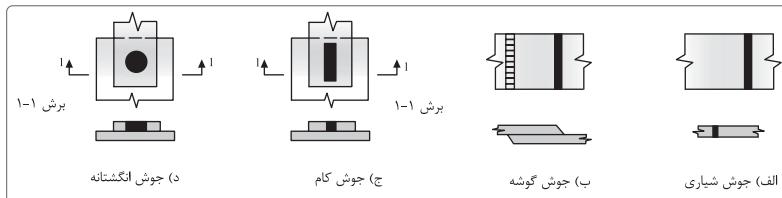
شکل ۷-۱ انواع اتصالات جوشی



۱۰-۱ انواع جوش

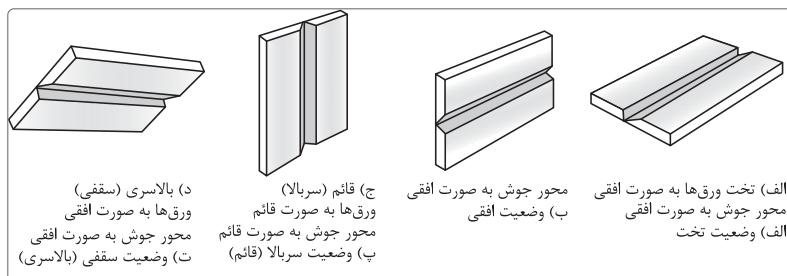
در مورد طبقه‌بندی جوش‌ها می‌بایست گفت که آن‌ها به چهار دسته تقسیم می‌شوند، که عبارتند از:

- ۱- جوش شیاری -۲- جوش گوشه، -۳- جوش کام و -۴- جوش انگشتانه. شکل ذیل انواع جوش‌ها را نمایش داده است.

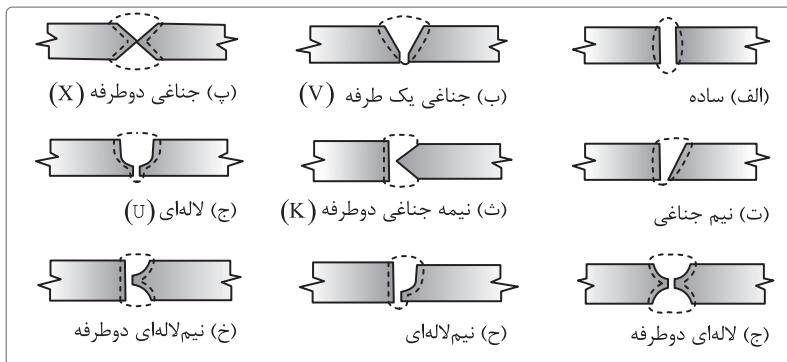


شکل ۱-۱ انواع جوش

۱-۱-۱- جوش شیاری: از جوش شیاری برای یکسره کردن تمام قدرت ورق‌ها و برقراری درز جوش‌های تمام قدرت استفاده می‌گردد. برای انجام جوش شیاری در دو لبه‌ی مجاور هم، لازم است لبه‌های کار به منظور نفوذ کامل جوش آماده گردند. عمل‌آلا در جوش شیاری اغلب از درز ساده و یا درزهای جناغی استفاده می‌گردد.



شکل ۱-۲ وضعیت مختلف جوش شیاری



شکل ۱-۳ انواع جوش شیاری