بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

جوشکاری در ساختمانهای فولادی

نشریه شماره ۲۰

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

چاپ چهارم
۱۳۷٦

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷٦/۰۰/۵۱

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها

جوشکاری در ساختمانهای فولادی/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.- تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۶، ۱۳۵۲.

۵۷ص.: مصور.- (سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۰)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۶/۰۰/۵۱)

ISBN 964-425-027-3

چاپهای قبلی توسط دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه منتشر شده است.

"چاپ چهارم"

۱. جوشکاری - دستورالعملها. ۲. ساختمانهای فلزی - جوشکاری. الف. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۷۶ ش.۲۰ ۲س/۳۶۸ TA

شابک ۳-۰۲۷-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-027-3

جوشکاری در ساختمانهای فولادی

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ چهارم: ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۶

قیمت: ۳۵۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

توسعه روزافزون ساختمانهای فلزی در ایران و اهمیت توجه به مسئله جوش ایجاب می‌کند که آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های فنی خاص برای طرح و اجرای جوش در ساختمانهای فلزی تهیه شده، و در اختیار اجراکنندگان ساختمان، مهندسان مشاور، و ناظران قرار گیرد تا در اجرای کارها به دقت مورد عمل قرار دهند.

در شرایط کنونی، علی رغم آنکه ساختمانهای فلزی به مقیاس وسیع درکشور اجرا می‌گردد، به علت نبود دستورالعمل‌های کافی وکمبود نیروی انسانی لازم، وضع این قبیل ساختمانها از نظر فنی رضایتبخش نیست. عملیات جوش اغلب به وسیله کارگرانی صورت می‌گیرد که در این رشته تخصص لازم را ندارند، و جوشکاری در شرایطی انجام می‌پذیرد که عملاً نقاط ضعف بزرگی در این‌گونه ساختمانها به وجود می‌آورد. آثار این نقاط ضعف با یک لرزش زمین و خراب شدن تعداد قابل توجهی از ساختمانها مشهود خواهد گردید.

مسئله توجه به تخصص جوشکار درکشورهای پیشرفته دارای اهمیت خاص است. در این کشورها، کارگرانی می‌توانند مستقلاً جوشکاری کنند که مهارت کافی در جوشکاری داشته، و دارای گواهینامه خاص دال بر توفیق در امتحانات مخصوص جوشکاری باشند.

طبق آیین‌نامه کشور آلمان، گواهینامه مهارت در جوشکاری به کسی داده می‌شود که به اجزای جوش وقوف کامل داشته، و انواع الکترودها و روشهای جوشکاری را بداند و از عهده امتحان برآید. امتحان جوشکاری باید پس از آنکه کارگر سه سال مداوم دورهٔ کارآموزی را درکارگاههای جوشکاری زیرنظر جوشکاران مجاز دید، وکارش رضایتبخش بود، صورت پذیرد. امتحان باید توسط متخصصانی که دست کم ۲۵ سال سابقه جوشکاری دارند و دارای گواهینامه مخصوص از دستگاه نظارت اداره کل ساختمان فلزی باشند، انجام گیرد.

به طورکلی، دستورالعمل‌های قاطع و روشن، تخصص کافی، و وجود شرایط مناسب می‌تواند اتصالات جوش را به نحو قابل قبول بهبود بخشد. تدوین دستورالعمل‌هایی که تنها به صورت مواد

آیینامه‌های خشک فنی تهیه نشده، و به شکل راهنما و آموزنده در اختیار جوشکاران قرار گیرد، از اولین اقداماتی است که می‌تواند در بالا بردن کیفیت جوش در ایران کمک کند. از آنجا که تدوین دستورالعمل جامع جوشکاری مستلزم آشنایی با قابلیت جوش پذیری فولادهای ساختمانی، نحوه اجرای فنی جوشکاری، تجهیز و سازمان دادن کارگاههای ساختمانهای فلزی، روشهای مربوط به آزمایشهای جوش، و بالأخره آموزشهای لازم برای ایمنی جوشکاری و کارهای جوشکاری می‌باشد، شایسته است که برای هر یک از موضوعهای بالا دستورالعمل خاصی تهیه شود.

بنابراین، از چندی قبل از طرف این دفتر یک کمیته کارشناسی به منظور تهیه این دستورالعمل‌ها تشکیل شد، و به تدریج در مورد تدوین آنها اقدام گردید.

در تهیه این دستورالعمل‌ها، کمیته کارشناسی از خدمات ارزنده مهندسان مشاور سانو برخوردار بوده است.

اینک با سپاسگزاری از زحمات آقایان مهدی قالیبافان، امانوئل اوهانجانیان، غلامرضا زهری، احمد خراسانچیان و مهدی طبرسی، خوشوقت است که اولین ثمره این کوشش را به صورت دستورالعمل *جوشکاری در ساختمانهای فولادی* در اختیار دستگاههای اجرایی، مهندسان مشاور، سازندگان، و علاقه‌مندان قرار می‌دهد تا در اجرای کارهای جوشکاری در ساختمانها مورد استفاده قرار دهند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱. دامنه کاربرد و کلیات	۷
۱-۱. هدف و دامنه کاربرد	۷
۱-۲. کلیاتی در مورد جوش و جوشکاری	۷
۲. سازمان دادن کارگاه	۱۰
۳. جوشکاری	۱۱
۳-۱. نقشه‌ها و علایم	۱۱
۳-۲. برنامه جوشکاری	۱۱
۳-۳. برش قطعات	۱۲
۳-۳-۱. ماشین اره و نوردهای برش	۱۲
۳-۳-۲. برش با قیچی	۱۲
۳-۳-۳. برش با شعله (برش با اکسیژن)	۱۳
۳-٤. آماده کردن درزها	۱۳
۳-٥. جوش کردن درزها و شرایط فنی مربوط به جوشکاری	۱٤
۳-٥-۱. جوش پذیری فلز مبنا	۱٤
۳-٥-۲. جفت کردن درزها	۱٥
۳-٥-۳. جمع کردن و تثبیت قطعات	۱۷
۳-٥-٤. تنظیم موقعیت درز برای جوشکاری	۱۸
۳-٥-٥. تعداد و ترتیب پاسها	۱۹
۳-٥-٦. انتخاب صحیح نحوه اجرا	۱۹
۳-٥-۷. تقدم و تأخر جوشکاری قسمتهای مختلف یا مرحله بندی جوشکاری	۳۰

عنـوان	صفحـه

۳-۵-۸. معایب جوش درز	۳۰
۳-۵-۹. پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسها	۳۱
۳-۶. شرایط محیط در موقع جوشکاری	۳۲
۳-۷. عملیاتی که بعد از اتمام جوشکاری باید انجام شود	۳۳
۳-۷-۱. اصلاح حرارتی	۳۳
۳-۷-۲. اصلاح قطعات به کمک گرم کردن	۳۳
۳-۷-۳. چکش کاری	۳۳
۳-۷-٤. رنگ کردن جوش درزها	۳۳
۳-۸. مقررات مربوط به طرز جوشکاری	۳۳
۳-۸-۱. مقررات و قواعد مربوط به حصول یک جوش سالم	۳٤
۳-۸-۲. مقررات و قواعد مربوط به تأمین ابعاد صحیح جوش درز	۳۷
۳-۸-۳. مقررات و توصیه‌های مربوط به تقلیل تنشها و تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری	۳۹
۳-۸-٤. مقررات و توصیه‌های دیگر	٤۰
۳-۹. درجه بندی جوشکاری	٤۰
٤. کنترل جوش	٤۱
۵. رواداری‌ها	٤۲
پیوست ۱	٤۳
پیوست ۲	۵۳

۱. دامنه کاربرد و کلیات

۱-۱. هدف و دامنه کاربرد

منظور از این دستورالعمل تعیین شرایط و تشخیص محدودیتهای استفاده از جوش و ارائه قواعد صحیح جوشکاری برای ساختن قطعات و انجام اتصالات ساختمانهای فولادی می‌باشد.

۱-۲. کلیاتی در مورد جوش و جوشکاری

جوش دادن عبارت است از ایجاد پیوستگی مولکولی بین دو یا چند قطعه فلزی که دست کم یکی از آنها به طور موضعی تحت اثر حرارت به حالت خمیری یا مذاب درآمده باشد. این عمل ممکن است بدون فشار یا تحت فشار انجام پذیرد. متداولترین انواع جوش، جوش ذوبی است. در یک اتصال جوش ذوبی دو قسمت کاملاً مجزا به چشم می‌خورد که عبارت است از:

- منطقه ذوب شده و نواحی بلافاصله همجوار آن
- فلز مبنا (فلز مورد جوش)

منطقه ذوب شده که از انجماد فلزمذاب به دست آمده است ضمن جوشکاری تغییر و تحولات بافتی، شیمیایی و فیزیکی می‌یابد.

فلز مبنا تحت اثر یک تحول حرارتی قرار می‌گیرد که نتایج آن در هر نقطه به عواملی مانند فاصله آن نقطه از محل اتصال، حرارت ایجاد شده در موقع جوشکاری، تواتر گرم و سرد شدن، نوع فلز، و جز اینها بستگی دارد.

تغییر و تحول منطقه ذوب شده و فلز مبنا ممکن است به نتایجی به شرح زیر منجر شود:

- تغییر مشخصات مکانیکی فلز
- افزایش تُردی نوار جوش در درجه حرارتهای متعارف یا در درجه حرارتهای پایین
- افزایش حساسیت در مقابل ترک خوردگی
- ایجاد حبابهای هوا در نوار جوش
- تقلیل مقاومت در مقابل خورده شدن و زنگ زدن
- شدت و ضعف اثرات فوق به نوع جوش و روش انجام آن، یعنی به طرز تأمین حرارت لازم برای جوشکاری بستگی دارد.

برحسب منبع حرارتی مورد استفاده، انواع مختلف جوشکاری تشخیص داده می‌شود:

- جوشکاری با گاز که در آن شعله‌های با درجه حرارت زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. شعله از سوختن هیدروکربورها با اکسیژن حاصل می‌شود. مهمترین و متداولترین این نوع جوشکاریها جوش اکسی استیلن است.
- جوشکاری با استفاده از انرژی برق

این جوشکاری خود شامل دو نوع کاملاً متفاوت می‌باشد:

الف- جوش قوس الکتریکی

ب - جوش مقاومتی

- جوشکاری با استفاده از حرارت حاصل از احیای بعضی اکسیدها نظیر جوش آلومینوترمیک و سیلیکوترمیک
- روشهای خاص که کمتر در کارهای عادی مورد استفاده قرار می‌گیرند نظیر جوشکاری با القای الکتریکی یا جوشکاری زیربمباران الکترونی. بین انواع فوق، جوش قوس الکتریکی بیش از همه متداول و مورد استفاده می‌باشد.

جوش قوس الکتریکی به روشهای متعددی اجرا می‌شود که از بین آنها می‌توان روشهای زیر را نام برد:

- جوش قوس الکتریکی با الکترود فولادی روکش دار (دستی)
- جوش قوس الکتریکی با الکترود گرافیت
- جوش قوس الکتریکی زیرحفاظ گازهای احیاکننده
- جوش قوس الکتریکی زیرحفاظ گازهای خنثی
- جوش قوس الکتریکی با الکترود فولادی بدون روکش زیرحفاظ گرد جوشکاری (خودکار یا نیمه خودکار)

از روشهای مذکور آنچه که بیش از همه در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد، جوش قوس با الکترود فولادی روکش دار (دستی) و جوش قوس الکتریکی با الکترود فولادی بدون روکش زیر حفاظ گرد جوشکاری (خودکار یا نیمه خودکار) می‌باشد. روش دوم بیشتر برای ساختن قطعات در کارخانه به کار برده می‌شود.

در این دستورالعمل، دو نوع اخیر و به ویژه جوش قوس الکتریکی با الکترود فولادی روکش‌دار موردنظر می‌باشد.

به طور خلاصه، منظور از جوش قوس الکتریکی با الکترود فولادی عبارت است از ایجاد و نگهداری یک قوس الکتریکی بین الکترود فولادی و قطعاتی که باید به هم جوش شود. حرارت حاصل از این قوس باعث ذوب الکترود و لبه‌های قطعات مورد اتصال گشته و فلز مذاب حاصل قطعات مزبور را به هم متصل می‌نماید.

۲. سازمان دادن کارگاه

در نشریه دیگری از دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه با عنوان تجهیز و *سازمان دادن کارگاه* جوشکاری، نحوه سازمان دادن کارگاه جوشکاری شرح داده شده است که به کارگیری آن توصیه می‌گردد.

۳. جوشکاری

۳-۱. *نقشه‌ها و علایم*

جوشکاری باید براساس نقشه‌های اجرایی و با رعایت کامل تمام مشخصاتی که در آنها داده شده است، انجام گیرد. در نقشه‌ها باید نوع جوش درزها و بعد جوشها و طول آنها با صراحت نشان داده شده باشد. اگر مقیاس نقشه‌ها و جزئیات داده شده برای اجرای کار کافی نباشد، سازنده باید نقشه‌های لازم را تهیه کرده، و قبل از اجرا به تصویب مهندس برساند.

علایم ترسیمی جوش که در نقشه‌ها به کار برده می‌شود، باید مطابق دستورالعمل‌های دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه باشد. در صورتی که استفاده از علایم دیگری ضرورت پیدا کند باید مفهوم آنها به روشنی روی نقشه‌ها یا ضمایم آنها تشریح گردد.

در صورتی که رعایت شرایط و ترتیب خاصی در عملیات جوشکاری مورد نظر باشد، باید دستورالعمل مربوط به آن شرایط نیز همراه نقشه‌ها در اختیار سازنده قرار داده شود، و در صورت لزوم تقدم و تأخر جوشها و جهت پیشرفت جوشکاری در روی نقشه‌ها مشخص گردد.

۳-۲. *برنامه جوشکاری*

به منظور اجرای صحیح عملیات باید ابتدا برنامه کار تهیه شود و ساخت و نصب قطعات مطابق آن انجام پذیرد. برنامه باید قبل از اجرا به تصویب مهندس برسد. این برنامه برای تمام کارها اجباری است.

در برنامه ساخت باید برای هر جوش درز تعداد پاسها و ترتیب آنها، جهت پیشرفت جوشکاری، قطر الکترود، شدت جریان، ولتاژ و جز اینها مشخص شده باشد. همچنین در برنامه باید نکات زیر تصریح شده باشد:

- مراحل جوشکاری قسمتهای مختلف و نوع جوش (یکسره، مقطع، بخیه و جز اینها)
- طرز برگرداندن قطعه در حین جوشکاری
- اقداماتی که به منظور تقلیل تنشهای ناشی از جوشکاری به عمل خواهد آمد

به علاوه، باید کروکیهای لازم که به انجام صحیح کار کمک می‌کند، به این برنامه اضافه گردد. برنامه باید طوری تدوین شود که حصول بهترین نتیجه را به سریعترین صورت و با کمترین قیمت

تضمین کند.

در تدوین برنامه باید نکات زیر مورد توجه و مطالعه قرار گیرد:

- برش قطعات به ابعاد لازم و آماده کردن آنها به طرز صحیح
- آماده کردن درزها برای جوشکاری (شکل دادن لبه‌ها مطابق نقشه‌ها)
- جوش کردن درزها و شرایط فنی مربوط به آنها
- شرایط محیط در موقع جوشکاری
- عملیات مورد نیاز پس از جوشکاری

۳-۳. برش قطعات

برش قطعات را ممکن است با قیچی، پرس، گیوتین، ماشین اره، نورد برش، یا با گاز و شعله انجام داد.

۳-۳-۱. *ماشین اره و نورد برش*

استفاده از ماشینهای اره و نوردهای برش (در صورتی که مقدور باشد) بهترین روش بریدن قطعات می‌باشد. ماشینهای اره را می‌توان برای برش نیمرخهای فولادی با زوایای دلخواه مورد استفاده قرار داد.

۳-۳-۲. *برش با قیچی*

برش با قیچی برای قطعاتی که با جوش به هم وصل می‌شود با رعایت شرایط زیر مجاز می‌باشد:

- برای قطعات به ضخامت تا ۱۰ میلیمتر، مشروط بر اینکه سطح برش تمیز شود.
- برای قطعات به ضخامت تا ۱۶ میلیمتر، مشروط بر اینکه در طول حداقل ۲۰ میلیمتر از ابتدا و انتهای قسمتی که باید جوش شود به فلز صدمه دیده در اثر برش تا عمق حداقل ۲ میلیمتر با روش مناسبی مانند سنگ زدن یا ماشین کاری از روی مقطع برداشته شود. در صورتی که تمام مقطع در تمام سطح مورد جوشکاری قرار گرفته و ذرات آسیب دیده فلز ذوب شود، احتیاج به سنگ زدن یا ماشین کاری نیست.

۳-۳-۳. برش با شعله (برش با اکسیژن)

برش با شعله به شرطی مجاز است که سطح مقطع بریده شده را پس از برش تا به دست آوردن یک سطح صاف، سنگ زده و تمیز کنند. اگر برش با وسایل خودکار و نیمه خودکار به عمل آید، احتیاج به سنگ زدن نیست، ولی اگر در مقطع بریده شده ناهمواریهایی دیده شود باید آنها را سنگ زده و صاف نمود.

مزیت استفاده از شعله برای برش این است که بعضی از معایب داخلی فلز مانند تاخوردگیها و ناخالصیها و غیره نمایان می‌گردد، ولی این عیب را نیز دارد که اگر طول برش زیاد باشد، قطعه گرم شده و تغییر شکل می‌دهد و تنشهای موضعی در آن به وجود می‌آید.

برش با شعله باید طبق ضوابط "دستورالعمل برش با گاز" که در نشریه جداگانه‌ای شرح داده شده است، انجام گیرد.

۳-۴. آماده کردن درزها

آماده کردن درزها را می‌توان به کمک ماشین ابزار یا به کمک شعله انجام داد. در حالت اخیر باید شرایطی که در برش با شعله ذکر شد، رعایت گردد.

در صورتی که استفاده از ماشین ابزار و شعله مقدور نباشد، می‌توان برای آماده کردن درزها از مقارهای مخصوصی که با هوای فشرده کار می‌کند، استفاده نمود، ولی باید در آخر کار سطح درز را سنگ زده و کاملاً صاف کرد. این وسیله باید تا آنجا که ممکن است مورد استفاده قرار نگیرد، زیرا اغلب باعث ایجاد ترکهای بسیار ریز در فلز شده و ایمنی اتصال را تقلیل می‌دهد.

به وسیله سنگ زدن می‌توان درزها را آماده کرد، ولی باید سنگ تا آنجا که ممکن است ریزدانه باشد. سنگ زدن با سنگهای زبر درشت دانه باعث ایجاد بی‌نظمی در سطوح درز شده، و ترکهای بسیار ریزی در فلز ایجاد می‌نماید. بی‌نظمیهای درز و ترکها باعث ناهماهنگی ابعاد جوش و کاهش کیفیت مطلوب آن می‌باشد. با توجه به این مسئله، کار کردن با سنگهای زبر درشت دانه ممنوع شده است.

در آماده کردن درزها باید به نکات زیر توجه شود:

- وسایل خشن برای آماده کردن درز مورد استفاده قرار نگیرد.

- از هرگونه ترک خوردگی، پستی و بلندی، و ناخوردگی در فلز مبنا جلوگیری گردد.
- ابعاد درز با آنچه که در نقشه‌ها داده شده است، تفاوت نداشته باشد.
- ابعاد درز در تمام طول آن تا حد امکان یکنواخت باشد، زیرا یکنواخت بودن درز، یکنواختی نوار جوش را تأمین کرده، و باعث صرفه‌جویی در وقت و مصالح می‌شود.
- آمادگی درزها و تنظیم شیب سطوح ذوب شونده و زاویه خمها و شعاع انحنای درزهای لاله‌ای و نیم لاله‌ای و جز اینها، با رعایت رواداری‌های مربوط انجام گیرد (به بخش رواداری‌ها مراجعه شود).

۳-۵. *جوش کردن درزها و شرایط فنی مربوط به جوشکاری*

جوش کردن درزها باید طوری انجام گیرد که حداکثر استفاده از وسایل و مصالح و نیروی انسانی به عمل آید. حصول این منظور با افزایش هر چه بیشتر سرعت جوشکاری امکانپذیر است. به این ترتیب، مطالعه طرز انجام کار به جستجوی راه‌حل‌هایی برای افزایش سرعت جوشکاری منجر می‌گردد.

عواملی که در سرعت جوشکاری مؤثر است، به شرح زیر می‌باشد:

- جوش پذیری فلز مبنا
- جفت کردن درزها
- جمع کردن و تثبیت قطعات وآماده کردن آنها برای شروع جوشکاری
- تنظیم موقعیت درز برای جوشکاری
- انتخاب صحیح نحوه اجرا

۳-۵-۱. *جوش پذیری فلز مبنا*

جوش پذیری فلز مبنا یکی از عواملی است که در سرعت جوشکاری نقش تعیین کننده دارد. اگر در نقشه‌ها فقط مشخصات مکانیکی فولاد قید شده باشد، سازنده باید فولادی را برای کار انتخاب کند که ضمن دارا بودن مشخصات مکانیکی مورد نظر، جوش پذیری لازم و کافی نیز داشته باشد. در صورتی که نوع فولاد و ترکیب شیمیایی آن نیز قبلاً معلوم شده باشد، سازنده باید جوش پذیری آن

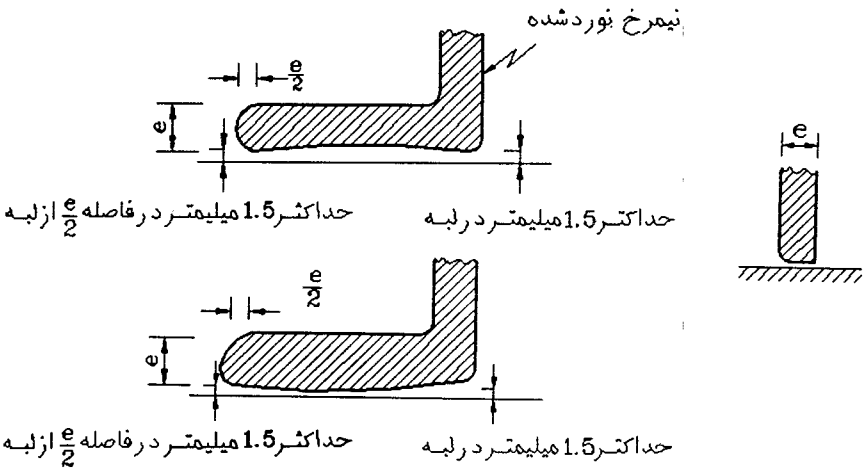
را مطابق آنچه که در نشریه دیگر دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه، زیر عنوان *جوش پذیری فولادهای ساختمانی* ذکر شده است، مورد مطالعه قرار داده و پس از آن سایر مطالعات لازم را انجام دهد.

۳-۵-۲. جفت کردن درزها

جفت کردن قطعات مورد اتصال در محل درز باید با دقت انجام گیرد. در صورتی که دو قطعه به صورت لب به لب به هم متصل شود، باید یک فاصله حداقل بین آنها موجود باشد. این فاصله برای جلوگیری از تغییر شکل زاویه‌ای در اثر جوشکاری و ممانعت از ترک خوردن جوش ضروری است. ولی هر چه این فاصله افزایش یابد، فلز زیادتری برای پر کردن درز لازم است، و به این ترتیب، مصرف الکترود و زمان لازم برای جوشکاری افزایش می‌یابد، یا به عبارت دیگر، سرعت جوشکاری کاهش یافته و مخارج مواد مصرفی اضافه می‌شود.

قطعاتی که با جوش گوشه به هم وصل می‌شود، باید تا حد امکان با هم جفت شده، و فاصله آنها با یکدیگر از ۱/۵ میلیمتر بیشتر نشود.

ابعاد قطعات نورد شده صد در صد دقیق نیست، و رواداری‌های حاصل از نورد کردن باعث می‌شود که در موقع اتصال این قطعات به هم روی ورق، فاصله‌ای بین دو قطعه مورد اتصال به وجود آید. این فاصله که در لب کار و حداکثر در فاصله‌ای برابر نصف ضخامت قطعه اندازه گیری می‌شود، نباید از ۱/۵ میلیمتر بیشتر باشد.



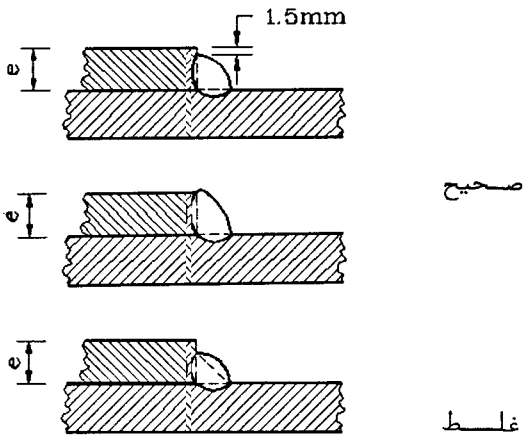
اگر ضخامت این قطعات از ۱۲ میلیمتر بیشتر باشد، باید ابتدا با یک پاس جوش لبه را در محل خود تثبیت کرده و سپس جوشکاری اصلی را انجام داد.

در هر حال، اگر قطعات مورد اتصال کاملاً به هم نچسبیده باشد، باید بعد جوش نشان داده شده در نقشه را به اندازه فاصله موجود بین دو قطعه افزایش داد. این مسئله حجم جوش را افزایش داده و زمان لازم برای انجام اتصال را زیادتر می‌کند.

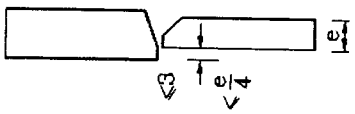
در لبه‌های گرد نیمرخهای نورد شده، بعد جوش مساوی با e-0.625r میلیمتر می‌باشد، مگراینکه در نقشه‌ها چیز دیگری نشان داده شده باشد.

اگر در نقشه، بعد جوش مساوی با ضخامت e تعیین شده باشد، باید جوشکاری طوری انجام گیرد که قسمت گرد شده لبه پر شود.

در لبه ورقها بهتر است بعد جوش ۱/۵ میلیمتر کمتر از e باشد، اگربعد جوش مساوی با e باشد، باید جوشکاری طوری انجام گیرد که لبه ورق در اثر جوشکاری نازکتر نشود.



در اتصال لب به لب، دو قطعه مورد اتصال باید کاملاً در امتداد هم قرار گیرد، و انحراف یکی از قطعات نسبت به قطعه دیگر نباید نه از $\frac{e}{4}$ و نه از ۳ میلیمتر بیشتر شود. e عبارت است از ضخامت نازکترین ورق مورد اتصال.



اگر مقدار انحراف از مقدار مجاز بیشتر باشد، می‌توان یکی از ورقها را خم کرده در مقابل ورق دیگر قرار داد، ولی زاویه خم نباید از ۲ درجه بیشتر شود. اگر ورقها با انحراف بیش از حد به هم جوش شده باشد، باید محل اتصال را بریده و ورقها را مجدداً به صورت صحیح به هم متصل کرد.

فاصله دو قطعه در اتصال روی هم و فاصله قطعات از پشت بند در اتصال لب به لب نباید از ۱/۵ میلیمتر بیشتر شود.

در صورتی که درز در تمام طول با جوش پر نشود، باید فاصله دو قطعه مورد اتصال به قدری ناچیز باشد که فقط با رنگ کردن بتوان از نفوذ آب در درز جلوگیری کرد.

۳-۵-۳. *جمع کردن و تثبیت قطعات*

قطعات مورد جوشکاری باید تا اتمام جوشکاری به وسیله پیچ، بست، گوه، زنجیر، گیره، یا به وسیله خالجوش در وضعیت لازم نگهداری شود.

وقت لازم برای جمع و ردیف کردن کار برای جوشکاری قسمت قابل ملاحظه‌ای از وقت مورد نیاز برای ساخت قطعات را تشکیل می‌دهد. اگر این کار طبق برنامه معین و قابل کنترلی انجام گیرد، سرعت کار به نحو چشمگیری افزایش خواهد یافت. برای تأمین این منظور، می‌توان اجزای مختلف قطعه را به کمک گیره‌ها و بستهای مناسب روی میز کار تثبیت کرده و سپس اقدام به جوشکاری نمود.

بستها و گیره‌ها باید قدرت کافی داشته باشد که از تغییر شکل و تغییر مکان قطعات در اثر

جوشکاری جلوگیری کند. البته گیره‌ها و بستها باید طوری باشد که در صورت لزوم تغییر مکان قطعه دریک جهت میسر باشد.

هر چه میزان کار مجهز و کار کردن با آن راحت‌تر باشد، سرعت جوشکاری قطعات بیشتر خواهد بود. به علاوه، استفاده از این وسایل باعث می‌شود که از تغییر شکل حاصل از جوشکاری به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاسته شود، زیرا چه در موقع جوشکاری و چه در موقع سرد شدن، قطعه روی میز تثبیت شده و نمی‌تواند جز در جهت مجاز آزادانه تغییر شکل دهد.

در صورتی که حجم کار زیاد باشد، بهتر است به تعداد لازم میز کار با گیره‌های مربوط تهیه شود، به طوری که وقتی جوشکار روی یک میز کار می‌کند، کمک جوشکار بتواند قطعه دیگری را روی میز دیگر جمع کرده و آماده جوشکاری سازد.

علاوه بر اینکه اجزای کار روی میز بسته می‌شود، نسبت به هم نیز ثابت می‌ماند. برای این منظور، اغلب از قطعات کمکی استفاده می‌شود، ولی گاهی نیز از خالجوش کمک گرفته می‌شود. در صورتی که خالجوش در محلی واقع شود که جوشکاری اصلی در آنجا به عمل خواهد آمد، باید کیفیت خالجوش با جوش اصلی یکسان باشد، روبارهٔ آن در موقع جوشکاری اصلی کاملاً تمیز شود، و خالجوش به کمک قوس الکتریکی ذوب شده و با جوش اصلی مخلوط گردد. جوشهای موقت معیوب و ترک خورده از این قاعده مستثنی می‌باشد، و باید قبل از انجام جوشکاری اصلی کاملاً از محل درز برداشته شود.

۳-۵-۴. تنظیم موقعیت درز برای جوشکاری

منظور از تنظیم موقعیت این است که قطعه را طوری جابه‌جا کنند و بچرخانند که جوشکاری درز مورد نظر در راحت‌ترین وضع انجام گیرد. معمولاً جوشکاری در وضع تخت، و به طور کلی جوشکاری در پایین دست، از حالات دیگر راحت‌تر و بازده آن بیشتر است. به عنوان مثال، سرعت جوشکاری یک درز در وضع تخت در حدود پنج برابر سرعت جوشکاری یک درز مشابه در وضع بالای سر می‌باشد، زیرا در حالت تخت، نیروی ثقل به ریختن فلز جوش در درز کمک می‌کند، ولی در حالت دوم، درست در جهت عکس عمل می‌نماید. برای مقابله با آن باید شدت جریان را پایین آورد و حوضچه مذاب جوش را محدودتر نمود.

اگر جوشکاری در وضع تخت میسر نباشد، باید یکی از وضعهای زیر را انتخاب کرد:
جوش لب: (به ترتیب اولویت) قائم، افقی، و اگر مقدور نباشد بالای سر
جوش گوشه: (به ترتیب اولویت) افقی، قائم، و اگر مقدور نباشد بالای سر

۳-۵-۵. تعداد و ترتیب پاسها

وقتی ابعاد مقطع جوش درز از حد معینی تجاوز کند، جوشکاری با یک پاس میسر نبوده و باید با چند پاس عملی گردد. تعداد و ترتیب پاسها به وضع درز بستگی دارد و باید دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد، زیرا کم و زیاد شدن تعداد پاسها سرعت کار را به طور محسوس تغییر می‌دهد. هر جوش درز ممکن است مرکب از یک یا چند لایه بوده و هر لایه ممکن است مرکب از یک یا چند پاس باشد. (برای تعیین تعداد و ترتیب پاسهای لازم برای جوشکاری درزهای مختلف، به پیوست ۱ مراجعه شود.)

۳-۵-۶. انتخاب صحیح نحوه اجرا

برای هر کار می‌توان یک نحوه اجرا پیدا کرد که حداقل زمان و هزینه را با توجه به تمام جوانب امر ایجاب کند. برای پیدا کردن این نحوه اجرا، مهندس اجراکننده باید از تجربیات و اطلاعات خود کمک بگیرد، زیرا شرایط کار به قدری متغیر و متفاوت است که نمی‌توان یک یا چند نحوه اجرای استاندارد پیشنهاد نمود. عوامل عمده‌ای که در تعیین نحوه اجرا مؤثر است، به شرح زیر می‌باشد:

- نوع الکترود
- قطر الکترود
- نوع جریانی که باید مصرف شود و شدت جریان
- طول قوس
- سرعت حرکت الکترود

۳-۵-۶-۱. نوع الکترود

الکترود باید چنان انتخاب شود که با فلز مبنا و با شرایط کار سازگار باشد و بتواند ضمن جوشکاری

درز را به نحو مطلوب پر کرده و مقاومت لازم اتصال را تأمین نماید. به علاوه، الکترود باید از نظر اقتصادی نیز قابل قبول باشد.

الکترودهای جدید معمولاً از نظر مقاومت و ظاهر جوش نتایج خوبی می‌دهد. به این ترتیب، انتخاب الکترود در این خلاصه می‌شود که الکترودی را مشخص نماییم که درزی با مشخصات معین را در حداقل زمان پر کند. زمان از عوامل مهمی است که در عملیات جوشکاری باید به حساب آورده شود، دقت در ارزیابی زمان می‌تواند به طور اساسی روی قیمت تمام شده مؤثر باشد.

نوع الکترود باید متناسب با نوع درز انتخاب گردد.

به طور کلی، سه نوع مختلف درز تشخیص داده می‌شود:

الف) درزهایی که می‌توان به سرعت پر کرد، نظیر درزهای لب به لب ورقهای ضخیم، و درزهای گوشه که در وضع تخت جوش می‌شود.

ب) درزهایی که باریک بوده و احتیاج به فلز جوش زیاد برای پر کردن ندارد، فقط فلز مذاب حاصل از الکترود باید روان باشد که درز باریک را پر کند، نظیر درزهای ورقهای نازک.

ج) درزهایی که فلز جوش باید در آنها به سرعت خود را بگیرد، نظیر درزهایی که در وضع بالای سر یا قائم جوش می‌شود.

در بعضی درزها مخلوطی از خواص فوق مورد احتیاج است، مثلاً درزهایی که باید به سرعت پر شود و فلز جوش در آنها باید زود خود را بگیرد، نظیر درزهای لب به لب ورقهای ضخیم که در وضع بالای سر جوش داده می‌شود، درزهای گوشه که به طور شیبدار با زاویه‌ای حدود ۱۰ تا ۲۰ درجه قرار می‌گیرد، یا درزهایی که فلز مذاب حاصل از الکترود باید روان بوده و در عین حال به سرعت خود را بگیرد، نظیر درز پیشانی ورقهای نازک وقتی که در وضع قائم از بالا به پایین جوش شود. برای هر یک از انواع مختلف درز، الکترود خاصی مناسب است، مثلاً برای درزهای نوع (الف) الکترودهای با بازده زیاد که روکش آنها حاوی گردآهن می‌باشد، بهترین نتیجه را می‌دهد، و برای درزهای نوع (ب) الکترودهایی که روباره نازکتری می‌دهد (مانند الکترودهای با روکش نازک سلولزی) از سایر الکترودها مناسبتر است.

برای تعیین مناسبترین الکترود برای کارهای مختلف، می‌توان از پیوست ۲ استفاده نمود.

۳-۵-۶-۲. قطر الکترود

قطر الکترود به عوامل زیر بستگی دارد.

- ضخامت ورقها: هر چه ورقهای مورد اتصال ضخیمتر باشد، باید الکترود با قطر بیشتر مصرف گردد.
- مهارت جوشکار در حرکت دادن الکترود و مهار کردن حوضچه مذاب جوش.
- وضع درز که روی ابعاد حوضچه مذاب اثر می‌گذارد (اثر نیروی ثقل).
- نوع آمادگی درز که قطر الکترود را از لحاظ رسیدن به عمق درز محدود می‌کند. حداکثر قطر الکترود برای اولین پاس درزهای لب به لب ۵ میلیمتر می‌باشد، ولی برای جوش گوشه از لحاظ قطر الکترود محدودیتی در بین نیست.
- بعد جوش: قطر الکترود باید طوری باشد که طول نوار جوش با بعد مورد نظر به ازای یک الکترود، از مقدار معینی کمتر نباشد.

در هر حال، برای کم کردن هزینه جوشکاری باید تا آنجا که ممکن است از قطورترین الکترودها استفاده کرد، زیرا ازدیاد قطر الکترود باعث افزایش سرعت وکاهش وقت لازم برای جوشکاری می‌شود، و به این ترتیب، قیمت تمام شده کار را پایین می‌آورد. ولی باید دقت کرد که افزایش قطر الکترود تا حدی مجاز است که باعث افزایش بیهوده ابعاد جوش نشود.

تغییر قطر الکترود برای یک پاس معین مجاز نیست.

ارقام داده شده در پیوست ۱ می‌تواند برای تعیین مناسبترین قطر الکترود مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۵-۶-۳. نوع جریان

نوع و شدت جریان به ضخامت، نوع قطعات مورد اتصال، و نوع الکترود بستگی دارد.

هر الکترود به ازای یک شدت جریان معین بهترین بازده را داراست. این شدت جریان همیشه حداکثر شدت جریان مجاز برای کار با آن الکترود نمی‌باشد. انتخاب نوع جریان (متناوب یا دایم) باید با توجه به معایب و محاسن هر یک از این دو نوع جریان صورت گیرد.

جهت جریان ۵۰ سیکل صد مرتبه در هر دقیقه تغییر می‌کند، و در نتیجه، جهت میدان

مغناطیسی حاصل از آن مرتباً در تغییر بوده و قطعه کار، مغناطیسی نمی‌شود، و به این ترتیب، خطر انحراف قوس به وجود نمی‌آید. در حالی که این خطر در موقع استفاده از جریان دایم وجود داشته و پیش‌بینی‌هایی را ایجاب می‌کند که وقتگیر است. با توجه به این مطلب، با جریان متناوب می‌توان قطر الکترود و شدت جریان را بیشتر گرفت.

برای بعضی از الکترودها، نظیر الکترودهای با بازده زیاد که روکش آنها گردآهن دارد، استفاده از شدت جریان ضروری است. با این الکترودها در درزهای تخت که به صورت پایین دست جوش داده می‌شود، بهترین نتیجه با جریان متناوب به دست می‌آید. در عوض، قوس حاصل از جریان متناوب به اندازه قوس حاصل از جریان دایم پایدار نیست، در نتیجه، بعضی از الکترودها با جریان متناوب قابل استفاده نیست.

مثلاً تعدادی از الکترودهای کم هیدروژن فقط با جریان دایم می‌توانند کار کنند. به علاوه، قوس الکتریکی با جریان متناوب را مشکل می‌توان با شدت جریان و ولتاژ کم حفظ کرد. لذا جریان متناوب برای جوشکاری ورقهای نازک که احتیاج به قوسی با شدت جریان و ولتاژ کم دارند، مناسب نیست.

به علت تغییر جهت جریان و ناپایدار بودن نسبی قوس، پاشیدن فلز جوش با جریان متناوب بهتر است.

جریان دایم برای جوشکاری ورقهای نازک و برای جوشکاری در وضعهای غیر از تخت، مناسبتر می‌باشد. با جریان دایم، امکان تغییر قطب گرایی موجود بوده و استفاده از انواع مختلف الکترودها مقدور است و می‌توان قطب گرایی را با توجه به کیفیت مورد نظر تغییر داد. مثلاً وقتی الکترود به قطب مثبت متصل باشد نفوذ جوش، و وقتی به قطب منفی وصل باشد سرعت ذوب شدن فلز بیشتر است.

۳-۵-٦-٤. تناسب شدت جریان و ولتاژ با الکترود و ضخامت قطعات کار

شدت جریان و ولتاژ لازم برای ذوب کردن الکترود به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها قطر الکترود، نوع روکش، و ضخامت روکش می‌باشد. شدت جریان باید با ضخامت قطعات مورد اتصال و نوع جوش درز سازگار باشد. علاوه بر این، شدت جریان و ولتاژ به وضع جوشکاری

نیز بستگی دارد و مطلوب آن است که حین جوشکاری درزهای مختلف، یعنی وقتی که جوشکار مشغول جوش دادن است، شدت جریان و ولتاژ توسط شخص دیگری تنظیم شود. بعضی از دستگاههای جوشکاری طوری طرح شده است که جوشکار می‌تواند وسیله تنظیم شدت جریان را از دستگاه جداکرده و با خود به محل جوشکاری ببرد، و متناسب با کاری که انجام می‌دهد، شدت جریان را بدون اتلاف وقت تنظیم نماید.

نظر به اینکه عوامل متعددی روی شدت جریان و ولتاژ مؤثر است، نمی‌توان حدود کاملاً دقیقی برای آنها معین نمود، ولی مقادیر زیر را می‌توان در تقریب اول به عنوان راهنما مورد استفاده قرار داد.

قطر الکترود (میلیمتر)	ضخامت ورق (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)
۲ تا ۳/۲	۲ تا ٤	٦٠ تا ١٠٠
۳/۲ و ٤	٤ تا ٦	١٠٠ تا ١٥٠
٤ و ٥	٦ تا ١٠	١٥٠ تا ٢٠٠
٥ تا ٨	بزرگتر از ١٠	٢٠٠ تا ٤٠٠

در تمام حالات، اختلاف پتانسیل باید بین ٦٠ تا ١٠٠ ولت باشد، زیرا برای ولتاژهای بالاتر قوس متلاطم می‌شود.

باید توجه داشت که شدت جریان کم باعث نقص نفوذ و آمیزش، و شدت جریان زیاده از حد باعث "سوخت جوش" و گودافتادگی اطراف جوش درز می‌شود. با الکترودهای جدید که دارای روکش نسبتاً ضخیم می‌باشد، تمایل به استفاده از شدت جریانهای زیاد روزبه‌روز بیشترمی‌شود. در مورد الکترودهای با نفوذ زیادکه دارای روکش اسیدی یا روتیلی بسیار ضخیم است، معمولاً شدت جریان مساوی ١٦ برابر مجذور قطر الکترود اختیار می‌شود.

$$I - 16 \qquad \Phi^2$$

در جدول زیر، حدود شدت جریان برای الکترودهای قدیمی و متعارف الکترودهای جدید داده شده است. این جدول برای الکترودهایی تنظیم شده است که ضخامت روکش آنها $\frac{1}{4}$ قطر مغز الکترود می‌باشد، یعنی اگر قطر الکترود را Φ و قطر مغز آن را Φ_1 بنامیم، رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Y = \frac{\Phi}{\Phi_1} = 1.5$$

شدت جریان لازم برای الکترودهای مختلف

قطر الکترودها (میلیمتر)	الکترودهای قدیمی		الکترودهای جدید	
	شدت جریان (آمپر)	تکاثف جریان (آمپربه‌میلیمتر مربع)	شدت جریان (آمپر)	تکاثف جریان (آمپربه‌میلیمتر مربع)
۲/۰	٤٥	١٤/٤	٥٠	١٦/٠
۲/٥	٧٠	١٤/٣	٧٥	١٥/٣
۳/۲	١١٠	١٣/٧	١٢٠	١٥/٠
٤/٠	١٤٠	١١/١	١٧٠	١٣/٥
٥/٠	١٩٠	٩/٥	٢٥٠	١٢/٧
٦/٠	٢٤٠	٨/٤	٣٥٠	١٢/٣
٨/٠	٣٢٠	٦/٣	٤٥٠	٩/٠

ولتاژ لازم برای الکترودهای جدید تابع شدت جریان، تکاثف جریان، طول قوس الکتریکی و نوع و ضخامت روکش می‌باشد.

برای الکترودهای فولادی ولتاژ لازم را می‌توان با دقت کافی از روی رابطه زیر تعیین نمود:

$$V = 12 + \frac{\lambda\Phi}{10} \cdot \frac{I}{A}$$

که در آن

V = ولتاژ لازم برحسب ولت

λ = طول قوس برحسب میلیمتر

Φ = قطر الکترود برحسب میلیمتر

I = شدت جریان برحسب آمپر

A = سطح مقطع الکترود برحسب میلیمتر مربع

علاوه بر آنچه که گفته شد، باید توصیه‌های سازنده الکترود را هم در تعیین شدت جریان و ولتاژ و قطب گرایی الکترود در نظر گرفت.

ارقام داده شده در پیوست ۱ نیز می‌تواند به منظور تعیین شدت جریان لازم برای جوشکاری انواع درزها در وضعهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد. این مقادیر جنبه پیشنهادی دارد و رعایت آنها الزامی نیست.

۳-۵-۶-۵. طول قوس

طول قوس در سرعت کار و چگونگی پرکردن درز مؤثر است، و بنابراین روی قیمت تمام شده کار اثر می‌گذارد. اگر طول قوس زیاد باشد، حرارت حاصل از آن تلف شده و فلز مذاب به صورت پراکنده در درز قرار می‌گیرد، و در نتیجه، سرعت کار پایین می‌آید. به علاوه، یک قوس بلند بیشتر از یک قوس کوتاه در معرض خطر انحراف قرار دارد.

اختیار طول قوس مناسب و ثابت نگه‌داشتن آن، مسئله‌ای است که به طور اساسی به مهارت جوشکار بستگی دارد. به طور تقریب، مناسبترین طول برای قوس برابر با نصف قطر الکترود می‌باشد.

۳-۵-۶-۶. سرعت حرکت الکترود

سرعت حرکت به نوع الکترود و مهارت جوشکار بستگی دارد و باید طوری تنظیم شود که الکترود فرصت کافی برای ذوب شدن و ذوب کردن سطوح درز را داشته باشد. مقدار فلزی هم که در درز ریخته می‌شود، باید به اندازه‌ای باشد که با رعایت رواداری‌های مربوط، برای تأمین ابعاد جوش

درز کفایت کند.

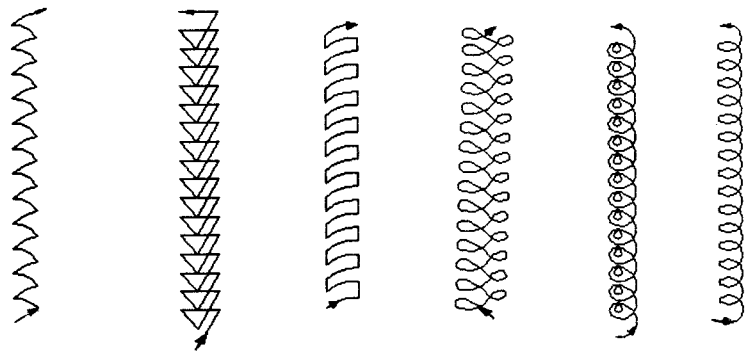
به طور کلی، الکترود سه حرکت دارد:

- حرکت مستمر به طرف درز متناسب با ذوب و مصرف شدن الکترود، به منظور ثابت نگه داشتن طول قوس
- حرکت مستمر در طول درز متناسب با پر شدن تدریجی درز
- حرکت در عرض درز

این حرکت برای پر کردن درزهای عریض انجام می‌گیرد.

اگر حرکت عرضی به عمل نیاید، عرض رشته جوش حاصل تقریباً مساوی قطر الکترود به اضافه ۱ تا ۲ میلیمتر خواهد بود. در صورتی که عرض درز از این مقدار بیشتر باشد و بخواهند آن را با یک پاس پر کنند، می‌توان با حرکت عرضی الکترود درز را پر کرد، مشروط بر اینکه این عرض از ۲/۵ برابر قطر الکترود بیشتر نشود. برای حصول یک جوش سالم و خوب باید حرکات الکترود به دقت و با نظم کامل انجام گیرد. این کاملاً به مهارت جوشکار بستگی دارد.

در زیر، نمونه‌هایی از حرکت جانبی الکترود داده شده است:



نمونه‌هایی از حرکت جانبی الکترود

۳-۵-۶-۷. ارزیابی عملی نحوه اجرا

قبل از شروع کار، باید نحوه اجرا و مهارت جوشکار یا جوشکاران مورد ارزیابی قرار گیرد، و پس

از حصول اطمینان از کارایی آنها، عملیات اجرایی شروع شود. اگر ضمن کار تغییراتی در روش، مصالح، یا جوشکاران داده شود، باید مجدداً اقدام به ارزیابی نمود. در جدول زیر، تغییرات اصلی که ارزیابی مجدد نحوه اجرا یا مهارت جوشکار را ایجاب می‌نماید، داده شده است.

شرح تغییرات	ارزیابی نحوه اجرا باید به عمل آید	آزمون مهارت جوشکار باید به عمل آید
تغییرات در نوع الکترود که منجر به تغییر کیفیت فلز جوش می‌شود	+	+
افزایش قطر الکترود	+	
تغییر بیش از ۱۵٪ در شدت جریان و یا ولتاژ	+	
تغییر بیش از ۲۵٪ در تعداد پاسهای یک جوش درز،یا سطح مقطع عرضی آن	+	
تقلیل درجه حرارت پیش گرمایش	+	
تغییر در درجه حرارت و مدت زمان اصلاح گرم	+	
تغییر نوع آمادگی درز	+	
هر تغییر در آمادگی درزها که باعث ازدیاد زاویه درز،فاصله ریشه درز، سطح ریشه درز، یا حذف پشت بند گردد	+	
تغییر وضع جوشکاری	+	+
تغییر جهت پیشرفت جوشکاری در وضع قائم از جوش‌سربالا به جوش سرپایین، یا بالعکس		+

آزمایشهای مربوط به ارزیابی مهارت جوشکار در قسمت دوم نشریه *تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری*، داده شده است.

برای اطمینان از صحت نحوه اجرا، معمولاً از آزمایشهای زیرکمک گرفته می‌شود:

جوش لب:

- آزمایش کششی مقطع کوچک شده، به منظور تعیین تاب کششی جوش
- آزمایش خمش آزاد، برای تعیین میزان نرمی
- آزمایش تاشدگی گرده، برای اطمینان از سلامت جوش
- آزمایش تاشدگی ریشه، برای اطمینان از سلامت جوش
- آزمایش تاشدگی پهلو، برای اطمینان از سلامت جوش

آزمایش اخیر برای ورقهای به ضخامت بیش از ۲۰ میلیمتر انجام می‌گیرد.

جوش گوشه:

- آزمایش طولی و عرضی، برای تعیین تاب برشی جوش
- آزمایش خمش آزاد، به منظور تعیین نرمی جوش
- آزمایش سلامت جوش گوشه، به منظور حصول اطمینان از کیفیت جوش

این آزمایشها روی نمونه‌هایی که تحت شرایط معینی تهیه می‌شود، انجام می‌گیرد.

نوع نمونه‌ها، ابعاد هر یک از آنها، و طرز تهیه هر کدام در نشریه‌ای جداگانه با عنوان *دستورالعمل آزمایش جوش*، شرح داده شده است.

اگر ورقهایی که باید به هم متصل شود، دارای ضخامتهای متفاوت باشد، در صورتی که حداکثر ضخامت از ۲۰ میلیمتر کمتر باشد، نمونه‌ها را از ورق تا ۱۰ میلیمتر تهیه می‌کنند، و اگر حداکثر ضخامت از ۲۰ میلیمتر بیشتر باشد، نمونه را با ورق به ضخامت ۲۰ تا ۲۵ میلیمتر می‌سازند.

در مورد جوش گوشه باید یک نمونه برشی با حداکثر بعد جوش یک پاسه، و نمونه‌ای دیگر با حداقل بعد جوش چند پاسه تهیه گردد. به ازای هر وضع جوشکاری، باید نمونه‌ای با همان شرایط تهیه شود.

تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای موارد مختلف، در جدولهای زیر داده شده است:

تعداد نمونه‌های آزمایشی لازم برای درزهای لب به لب

حداکثر ضخامت ورقهای مورداتصال (میلیمتر)	ضخامت ورقهای نمونه (میلیمتر)	تعداد و نوع آزمایش لازم				
		آزمایش کششی مقطع کوچک شده	خمش آزاد	تاشدگی گرده	تاشدگی ریشه	تاشدگی پهلو
کوچکتراز ۲۰ یامساوی ۲۰ میلیمتر	کوچکتراز ۱۰ یامساوی ۱۰ میلیمتر	۲	۲	۲	۲	-
بزرگتر از ۲۰ میلیمتر	به ضخامت حداکثرولی کوچکتراز ۲۵ میلیمتر	۲	۲	-	-	٤

تعداد نمونه‌های آزمایشی لازم برای سایر درزها

بعد جوش	تعداد و نوع آزمایش لازم	
	برش طولی یا عرضی (متناسب با طرح)	خمش آزاد و سلامت جوش
حداکثربعد-یک پاسه(در هر حال،بعدکمتراز ۱۰میلیمتر)	۱	۱
حداقل بعد - چند پاسه	۱	-

نتایج آزمایشها هنگامی رضایتبخش تلقی می‌شود که:

- در آزمایش کششی مقطع کوچک شده، تاب کششی جوش از حداقل تاب کششی فلز مبنا کمتر نباشد.
- در آزمایش خمشی آزاد، ازدیاد طول نسبی برای قطعات تنش‌گیری شده از ۳۰٪، و برای سایر قطعات از ۲۵٪ کمتر نباشد.
- در آزمایش تاشدگی گرده و ریشه و پهلو در قسمت کششی، آثاری از عیب و نقص ظاهر نگردد. اگر در این منطقه ترکهایی به طول بیش از ۳ میلیمتر مشاهده شود، نمونه مردود تلقی می‌گردد. ترکهای کنجهای نمونه در نظر گرفته نمی‌شود.
- در آزمایش برش طولی، تاب برشی جوش از $\frac{۲}{۳}$ تاب کششی حداقل فلز مبنا کمتر نباشد.
- در آزمایش برش عرضی، تاب برش جوشی از $\frac{۷}{۸}$ تاب کششی حداقل فلز مبنا کمتر نباشد.

گزارش نتایج تمام آزمایشها باید در کارگاه موجود باشد، و در صورت درخواست به مهندس ناظر ارائه شود.

۳-۵-۷. تقدم و تأخر جوشکاری قسمتهای مختلف و مرحله بندی جوشکاری علاوه بر عواملی که در سرعت جوشکاری مؤثر است، عوامل دیگری نیز که در نتیجهٔ حاصل از جوشکاری اثر تعیین کننده دارد، باید مورد مطالعه قرار گیرد. از جمله این عوامل می‌توان از تقدم و تأخر جوشکاری قسمتهای مختلف، و مرحله بندی جوشکاری نام برد.

در تنظیم برنامه جوشکاری باید به این مسئله توجه شود که قطعات با رعایت ترتیب به یکدیگر جوش شود تا جوشکاری یک درز مانع جوشکاری درزهای دیگر نگردد. به علاوه، به منظور جلوگیری از تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری، باید جوشکاری درزهای مختلف، و حتی در مواردی جوشکاری در طول یک درز واحد، مرحله‌بندی شود.

۳-۵-۸. *معایب جوش درز*

از جمله نکاتی که باید مورد مطالعه و دقت قرار گیرد، معایبی است که بروز آنها با توجه به جوانب امر محتمل می‌باشد.

عیوب جوش درزها، علل بروز آنها، روش جلوگیری، و بالأخره طرز ترمیم و رفع آنها در نشریه دیگری به نام معایب جوش شرح داده شده است.

معایبی که در جوش درزها مشاهده می‌شود، عبارت است از:

- تخلخل یا پوکی
- غوطه‌ور شدن روباره و اکسیدها در فلز جوش
- ذوب ناقص و نفوذ و آمیزش ناقص
- گودافتادگی و بیرون زدگی (لوچه)
- ترک خوردگی (در فلز جوش، در فلز مبنا، در گودی انتهایی)

در برنامه اجرایی باید تمام پیش بینی‌های لازم برای جلوگیری از بروز معایب فوق به عمل آید. در صورتی که علی‌رغم این پیش‌بینی‌ها عیوبی ظاهر گردد، باید قسمتهای معیوب را تا رسیدن به فلز سالم برداشت و دوباره جوشکاری کرد. برداشتن قسمتهای معیوب باید به کمک مقار یا سوهان، یا به وسیلهٔ سنگ زدن و تراشیدن، یا برش با اکسیژن به عمل آید. در هر حال نباید در این کار زیاده‌روی گردد. باید توجه داشت که فلز مبنا در اثر این عملیات ترک برندارد.

در قطعات زیر بار، برش قسمتهای معیوب با گاز مجاز نیست، مگر اینکه این عمل به منظور اصلاحات بسیار کوچک انجام گیرد که باعث تضعیف مقطع نمی‌شود.

قسمتهای ترک خورده باید دست کم تا فاصله ۲۵ میلیمتر پس از انتهای ترک برداشته شود و جوشکاری پس از آزمایش و اطمینان از سالم بودن فلز ادامه یابد.

۳-۵-۹. *پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسها*

به طور کلی، پیش گرمایش در بهبود جوش پذیری مؤثر بوده، و از بروز عیبهای جوش درز به نحو مؤثری جلوگیری می‌نماید. بالا بودن درجه حرارت در حد فاصل دو پاس متوالی نیز پیوستگی فلزجوش پاسهای مزبور را بهبود بخشیده و سرعت و کیفیت مطلوب جوشکاری را افزایش می‌دهد.

در جوشکاری قطعات دارای ضخامت زیاد، باید پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسها مطابق جدول زیر باشد. این پیش گرمایش را می‌توان با شعله یا به کمک وسایل الکتریکی تأمین نمود.

در موقع استفاده از این جدول، ضخامت قطعه ضخیمتر ملاک عمل خواهد بود.

ضخامت قطعاتی که بایدبه‌هم جوش شود (میلیمتر)	باالکترودهای‌معمولی (مانند E60XX)	با سایر انواع الکترود
تا ۲۵ میلیمتر	۰	۰
۲۵ تا ۵۰ میلیمتر	۰	۹۰
۵۰ تا ۷۵ میلیمتر	۴۰	۱۵۰
بیشتر از ۷۵ میلیمتر	۶۵	به کار بردن این الکترودها توصیه نمی‌شود

۳-۶. *شرایط محیط در موقع جوشکاری*

تا آنجا که ممکن است باید از جوشکاری در درجه حرارتهای پایین‌تر از ۵- درجه سانتیگراد خودداری شود. در صورتی که انجام جوشکاری در درجه حرارتهای پایین‌تر از ۵- درجه الزامی باشد، باید احتیاط خاص به عمل آید. پیش بینی‌های لازم و شرایط جوشکاری در هوای سرد در نشریه‌ای با عنوان *دستورالعمل جوشکاری در درجات حرارت پایین* شرح داده شده است.

اگر درجه حرارت قطعات مورد اتصال بین صفر و ۵- درجه سانتیگراد، و ضخامت ورقها کمتر از ۴۰ میلیمتر باشد، قبل از شروع جوشکاری باید اطراف درز را تا فاصله 4e با حرارتی معادل حرارت دست گرم کرد و این درجه حرارت را تا پایان جوشکاری حفظ نمود. فاصله مرز منطقه گرم شده از درز در هیچ جهت نباید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد.

اگر ضخامت ورقها از ۴۰ میلیمتر بیشتر باشد، درجه حرارت آنها در موقع جوشکاری در هیچ حال نباید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد.

در مواقع بارندگی یا مه غلیظ که سطح کار مرطوب است، یا وقتی که کار در معرض وزش باد شدید قرار می‌گیرد، باید عملیات جوشکاری متوقف شود، مگراینکه کار و جوشکار به نحو مناسبی حفاظت شوند.

۳-۷. عملیاتی که بعد از اتمام جوشکاری باید انجام گیرد

۳-۷-۱. اصلاح حرارتی

برای بعضی کارهای دقیق، بعد از جوشکاری عملیات اصلاح حرارتی به عمل می‌آید. این عمل که به منظور "تنش گیری" انجام می‌گیرد، در ساختمانهای متعارف به ندرت مورد پیدا می‌کند.

۳-۷-۲. اصلاح قطعات به کمک گرم کردن

گاهی قطعاتی را که در اثر جوشکاری تغییر شکل داده است گرم کرده و به شکل مطلوب درمی‌آورند. برای این منظور، گرم کردن قطعات حداکثر تا ۶۵۰ درجه مجاز است و فقط قطعاتی را می‌توان با استفاده از گرمایش اصلاح کرد که زیر بار نباشد.

۳-۷-۳. چکش کاری

در بعضی موارد، جوش درزهای مرکب از پاسهای متعدد را ضمن جوشکاری چکش کاری می‌کنند. ریشه جوش و لایه سطحی جوش درز نباید چکش کاری شود. چکش کاری نباید آن‌قدر شدید باشد که باعث ورآمدن یا گسیختگی جوش گردد.

۳-۷-۴. رنگ کردن جوش درزها

پس از اتمام عملیات جوشکاری، باید روباره جوش به کلی برداشته شود و گرده جوش با برس سیمی تمیز شده، و با رنگ مناسبی رنگ گردد. باید توجه داشت که قبل از پذیرش مهندس ناظر، هیچ جوش درزی با رنگ پوشانده نشود.

اطراف جوش درز قبل از رنگ کاری باید از رنگ و ذرات پاشیده شده جوش تمیز شود. توصیه می‌شود که این کار طبق مندرجات نشریه دیگری با عنوان *دستورالعمل رنگ کردن ساختمانهای فولادی به منظور حفاظت*، انجام گیرد.

۳-۸. مقررات مربوط به طرز جوشکاری

جوشکاری باید طوری انجام گیرد که سه منظور زیر برآورده شود:

- حصول یک جوش سالم و بی‌عیب و دارای مشخصات مکانیکی مورد نیاز
- تأمین نوار جوش به ابعاد و شکل موردنیاز
- به حداقل رساندن تغییر شکلها و تنشهای پسمانده حاصل از جوشکاری

۳-۸-۱. *مقررات و قواعد مربوط به حصول یک جوش سالم*

برای به دست آوردن یک جوش سالم باید شرایط زیر تأمین گردد:

الف) فلز جوش در ریشه و پهلوهای درز نفوذ کرده و با فلز مبنا ممزوج شود.

برای این منظور، باید درز در مناسبترین وضع ممکن از لحاظ جوشکاری، و در بهترین شرایط دید قرار گیرد، و جوشکار به آن مسلط باشد. به علاوه، طول قوس و شدت جریان و ولتاژ باید متناسب با نوع الکترود و نوع و ضخامت قطعات مورد اتصال تنظیم شود. اتصال قطعاتی که اختلاف ضخامت زیاد دارد، باید با دقت زیاد انجام گیرد، زیرا سرعت گرم شدن دو قطعه یکسان نبوده، و شدت جریانی که برای ذوب لبه قطعه نازک کافی است قطعه ضخیمتر را ذوب نمی‌کند، و نفوذ جوش ناقص می‌ماند. بالعکس، اگر شدت جریان برای ذوب قطعه ضخیم کافی باشد قطعه نازکتر را می‌سوزاند. برای رفع این اشکال، در کارهای کم اهمیت می‌توان قوس را بیشتر روی قطعه ضخیمتر متمرکز نمود، ولی در کارهای مهم باید قطعه ضخیمتر را زیرپیش گرمایش قرار داد، و درجه حرارت آن را در تمام مدت جوشکاری حفظ کرد.

برای تأمین نفوذ خوب، باید دقت کرد که فلز جوش در قسمتی از درز که لبه‌های آن ذوب شده است، بریزد. ریختن فلز جوش روی قسمتهای ذوب نشده به هیچ وجه مجاز نیست، زیرا این ذرات در فلز ذوب نشده نفوذ نمی‌کند، و نقص نفوذ و آمیزش به وجود می‌آید.

ب) ترتیبی اتخاذ شود که:

- روباره یا ناخالصیهای دیگر در فلز جوش غوطه‌ور نشده، و در روی آن جمع گردد.
- فضاهای کوچک و بزرگ حاوی گاز در فلز جوش به وجود نیاید.
- در موقع سرد شدن به علت انقباض فلز جوش، در داخل آن فضاهای خالی ایجاد نشود.
- فلز جوش و مناطق مجاور آن ترک نخورد.

- در حاشیه جوش درز گود افتادگی و بیرون زدگی (لوچه) به وجود نیاید.
- در محل قطع قوس، گودهای انتهایی ایجاد نشود.

بعضی از این اشکالات ممکن است علل دیگری داشته، و به نحوه جوشکاری مربوط نباشد، ولی در هر حال برای جلوگیری از بروز عیوب فوق باید مقررات زیر به کار بسته شود:

- تمام درزها قبل از جوشکاری تمیز شده و تا فاصله دست کم ۵۰ میلیمتر، عاری از هرگونه زنگ‌زدگی، روغن، رنگ و سایر کثافات و رطوبت باشد. در مورد قطعات گالوانیزه باید دقت شود که قشر نازک روی که فلز مبنا را پوشانده است، در موقع جوشکاری ذوب نشده و وارد فلز جوش نگردد.

برای تمیز کردن درزها می‌توان از مشعل جوشکاری استفاده کرد، به این ترتیب که درز را به کمک مشعل تا اندازه کافی گرم کرده و سپس با برس سیمی تمیز نمود.

- بعد از هر پاس جوش، و قبل از شروع پاس دیگری که روی آن قرار می‌گیرد، باید روباره جوش کاملاً کنده شده و سطح جوش با برس سیمی تمیز گردد.
- از مصرف الکترودهای مرطوب که باعث ورود گاز هیدروژن در فلز جوش می‌شود، باید جداً خودداری گردد.
- از سرد شدن سریع فلز جوش باید اکیداً جلوگیری شود.
- در موقع جوشکاری و در موقع سرد شدن جوش، قطعات نباید تکان خورده و بلرزد.
- برای جلوگیری از ایجاد گودی در موقع قطع قوس، باید یا اندکی به عقب برگشته و سپس قوس را متوقف نمود، یا نوار جوش را روی قطعات کمکی ادامه داد و پس از اتمام جوشکاری بدون وارد آوردن ضربه، آنها را به وسیله اره، شعله، یا قوس الکتریکی از قطعه کار جدا نمود.
- روشن کردن الکترود باید با دقت انجام گیرد. برای این منظور باید نوک الکترود با کار مماس شود، و بلافاصله پس از ایجاد جرقه به اندازه‌ای از آن فاصله بگیرد که قوس مناسبترین وضع را داشته باشد.
- تا حد امکان باید از متوقف کردن قوس خودداری شده، و قوس جز برای تعویض الکترود قطع نشود، زیرا کیفیت جوش در نقطه خاموش شدن الکترود همیشه از جاهای دیگر پایین‌تر است.
- در شروع هر پاس باید سرعت حرکت الکترود کم شود تا فلز مبنا فرصت کافی برای ذوب شدن

داشته باشد. کم کردن سرعت حرکت در انتهای هر نوار جوش نیز از لحاظ جلوگیری از ایجاد گودی انتهایی مفید می‌باشد.

- درهر توقف و شروع مجدد، قوس الکتریکی باید اندکی جلوتر از نقطه ختم نوار قبلی روشن شود و سپس، به منظور پر کردن گودی انتها، آن را دور بزنند.

- ضخامت لایه‌های جوش از مقادیر زیر بیشتر نشود:

در پاس اول درزهای لب به لب، از ٦ میلیمتر

در جوش گوشه یک پاسه، از ٨ میلیمتر

در جوش گوشه یک پاسه وقتی که در وضع قائم از پایین به بالا جوش می‌شود، از ١٢ میلیمتر در سایر موارد از ٣ میلیمتر

در صورتی که علی‌رغم تمام این پیش‌بینی‌ها و پیشگیریها، بعضی از ضوابط فوق رعایت نگردد، یعنی معایبی در جوش مشاهده شود، باید مجدداً نوع و قطر الکترود و شدت جریان مورد مطالعه قرار گرفته و به نحو مناسبی تغییر داده شود.

ج) وضع درز مورد توجه قرار گیرد، مثلاً در یک درز قائم برای تأمین نفوذ کامل بهتر است پاس اول از بالا به پایین و پاسهای دیگر از پایین به بالا جوش داده شود.

د) در صورتی که جوش لب در منطقه‌ای قرار گیرد که تنشها حداکثر است و یا در حالتی واقع شود که جوش لب اتصال کامل قطعات کار را تأمین می‌نماید، باید جوشکاری از دو رو انجام گیرد. قبل از شروع جوشکاری روی دیگر، باید ریشه جوش سنگ زده شده و کاملاً برای پذیرش رشته جوش جدید آماده گردد. اگر سنگ زدن ریشه جوش میسر نباشد، باید از پشت بند استفاده شود که حین جوشکاری ذوب شده و با فلز جوش مخلوط شود و سلامت جوش درز را تأمین نماید.

در حالات فوق، انتهای جوش لب باید روی قطعات کمکی که در کنار قطعه اصلی قرار گرفته، و به همان ترتیب آماده شده است، ادامه یابد. عرض این قطعات نباید از ضخامت ضخیمترین ورق مورد اتصال کمتر باشد. پس از اتمام جوشکاری، باید قطعات کمکی را از قطعات اصلی جدا کرد و انتهای نوار جوش را سنگ زده و با لبه کار همسطح نمود. در صورتی که ضخامت قطعات مورد اتصال از ٢٠ میلیمتر بیشتر نباشد، می‌توان از قطعات کمکی صرف نظر کرد، مشروط بر اینکه

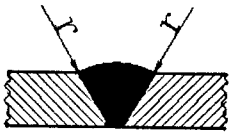
انتهای نوار جوش تا رسیدن به فلز سالم سنگ زده شده و سپس تا حصول گرده مورد نظر با پاسهای جانبی پر شود.

۳-۸-۲. *مقررات و قواعد مربوط به تأمین ابعاد صحیح جوش درز*

رعایت ابعاد دقیق جوش درز در ساختمانهای فولادی بسیار مهم است. نه تنها ابعاد جوش نباید از آنچه در نقشه‌ها داده شده است کمتر باشد، بلکه زیاد شدن ابعاد نیز صحیح نیست. حتی در بعضی موارد، مثلاً وقتی که جوش درز تحت اثر بارهای متناوب و مکرر قرار گرفته، و در آن خستگی به‌وجود می‌آید، بیشتر شدن ابعاد جوش ممکن است ایمنی را به شدت کم کند، زیرا هر تغییر مقطع ناگهانی باعث تمرکز تنش می‌گردد.

در اتصال لب به لب، گرده جوش ممکن است اندکی برجستگی داشته باشد، ولی در هر حال سطح آن باید منظم و صاف باشد.

برجستگی گرده جوش لب باید به اندازه‌ای باشد که مقطع کامل قطعه‌های مورد اتصال را در محل درز تأمین نماید، ولی این برجستگی نباید از ۳ میلیمتر بیشتر شود، و امتداد گرده باید به نحو مطلوبی با سطح ورقهای مورد اتصال مماس گردد.



اگر برجستگی گرده زیاد باشد، باید مقدار اضافی فلز جوش را با وسیله مناسبی برداشت؛ اگر برجستگی مقدار لازم را نداشته باشد، می‌توان مجدداً به جوشکاری اقدام نمود. در این صورت قطر الکترود نباید از ٤ میلیمتر بیشتر شود.

جوش گوشه ممکن است محدب، مستوی، یا مقعر باشد، ولی در هیچ حال برجستگی گرده جوش نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:

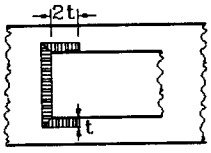
بعد جوش گوشه (میلیمتر)	۳	۵	۶	۸	۱۰	۱۱	۱۲	۱۶	۲۰
برجستگی گرده (میلیمتر)	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۶	۱/۷	۱/۸	۲/۰	۲/۳	۲/۶

برای کنترل شکل و ابعاد جوش درزها از گرده سنج‌ها استفاده می‌شود.

طرز کاربرد گرده سنج‌ها در نشریه جداگانه‌ای با عنوان *راهنمای کاربرد گرده سنج‌ها* شرح داده شده است.

اگر لب دو ورق دارای ضخامتهای متفاوت به وسیله جوش به هم متصل گردد، در صورتی که اختلاف ضخامت دو ورق قابل ملاحظه بوده و از نصف ضخامت ورق نازکتر بیشتر باشد، باید ورق ضخیم را ماشین کاری و لب آن را نازک کرده و سپس جوشکاری نمود. شیب قسمت ماشین کاری شده معمولاً ۱ به ۵ بوده، و در صورت موافقت مهندس طراح می‌تواند تا ۱ به ۳ افزایش یابد. در صورتی که اختلاف ضخامت کم بوده و از نصف ورق نازکتر تجاوز نکند، باید سطح گرده جوش مورب باشد و سطوح دو ورق را به یکدیگر متصل نماید.

جوشهای گوشه را تا حد امکان باید در دو انتها به اندازه دو برابر بعد جوش برگرداند و سپس متوقف نمود.



۳-۸-۳. مقررات و توصیه‌های مربوط به تقلیل تنشها و تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری

جوشکاری باید طوری مرحله‌بندی شود که از پیچیدگی قطعات و ایجاد تنشهای موضعی در آنها در اثر حرارت و افت جوش جلوگیری گردد. مرحله‌بندی نه تنها شامل درزهای مختلف می‌شود، بلکه در یک درز نیز می‌توان جوشکاری پاسهای مختلف، یا حتی جوشکاری یک پاس ساده را مرحله‌بندی نمود.

برای قطعات ضخیمتر از ٤٠ میلیمتر، مرحله بندی عملیات جوشکاری اجباری است.

روی یک قطعه، درزهای موازی را باید تا حد امکان به طور همزمان جوش داد. جهت پیشرفت جوشکاری باید به دقت انتخاب گردد. برای حصول نتیجه خوب باید جوشکاری از نقطه‌ای آغاز گردد که در آن نقطه حرکت دو قطعه مورد اتصال نسبت به یکدیگر از سایر نقاط مشکلتر است.

اگر قطعه‌ای در دو انتها به صورت گیردار اتصال داده می‌شود، باید در مرحله اول اتصالی را که انقباض طولی بیشتری را در قطعه موجب می‌شود، و در مرحله دوم اتصال سر دیگر را، انجام داد.

درزهایی که به کشش کار می‌کند باید طوری جوشکاری شود که در آنها تنشهای کششی موضعی به وجود نیاید. برای این منظور جوشکاری باید از نقطه‌ای شروع شود که قطعه بتواند آزادانه منقبض شده و تغییر شکل بدهد.

در صورتی که حذف تنشهای کششی موضعی جوش در محل اتصال امکانپذیر نباشد، باید تا حد امکان جوش درزها را از قسمت کششی حذف کرده و به قسمت فشاری منتقل نمود. ازدیاد تنشهای پسمانده با حجم نوار جوش نسبت مستقیم دارد. برای کم کردن این تنشها باید تا آنجا که ممکن است در جوشهای گوشه،به جای نوارهای کوتاه با بعد زیاد از نوارهای جوش طویل با بعد کم استفاده شود. در جوشهای لب برای ورقهای ضخیم نیز لازم است به جای درزهای جناغی و نیم جناغی، از درزهای لاله‌ای، لاله‌ای دو طرفه، جناغی دوطرفه، یانیم جناغی دو طرفه استفاده شود. این کار علاوه بر اینکه از مقدار تنشهای پسمانده می‌کاهد، مقدار مصرف الکترود را نیز کاهش می‌دهد.

۳-۸-۴. مقررات و توصیه‌های دیگر

- در صورتی که در قطعات ساختمانی معایبی وجود داشته باشد، پر کردن آنها (ترک، سوراخ و مانند اینها) با جوش مجاز نمی‌باشد. به عبارت دیگر، از جوشکاری نباید برای مرمت و اصلاح سوراخ و اشتباهات اتصال استفاده شود.
- در هر کارگاه، برای جلوگیری از هرگونه اشتباه باید سعی شود که بیش از یک نوع الکترود مصرف نشود، و در صورت اجبار باید کنترل شدیدی در این مورد به عمل آید.
- در کارگاهی که چندین جوشکار مشغول کار می‌باشند، باید جوشکاران مهر شناسایی داشته باشند که روی کار زده شود، و به این ترتیب، حجم و کیفیت کار هر جوشکار قابل کنترل بوده، و مسئولیتها مشخص گردد.

۳-۹. درجه‌بندی جوشکاری

درجه‌بندی جوشکاری با توجه به ضوابط زیر انجام می‌گیرد:

الف) کنترل جوش پذیری فلز مبنا

ب) کنترل تناسب آمادگی درزها با نوع کار

ج) مطالعه لوازم و مصالح جوشکاری با توجه به نحوه کار و فلز مبنا و طرز کار کردن قطعات

د) کنترل صحت نتایج حاصل از مطالعه فوق در آزمایشگاه

ه) امتحان جوشکاران از نظر مهارت

و) بررسی کامل جوش درزها پس از اتمام کار به کمک آزمایشهای غیرمخرب

اگر تمام نکات "الف تا و" رعایت شود، جوشکاری "درجه ۱" شناخته می‌شود.

اگر نکات "الف تا ه" رعایت گردد، جوشکاری "درجه ۲" شناخته می‌شود.

اگر قید خاصی از لحاظ انجام جوشکاری مرکار نباشد و شرایط فوق رعایت نشود، جوشکاری "درجه ۳" شناخته می‌شود.

در تمام جوشکاریها، اعم از جوشکاری درجه ۱ یا جوشکاریهای درجات ۲ و ۳، باید نکات فنی مربوط به جوشکاری رعایت گردد.

٤. کنترل جوش

کنترل جوش در ساختمانهای فلزی شامل دو قسمت است:

- کنترل ابعاد و اندازه‌ها
- کنترل کیفیت و مشخصات مکانیکی جوش

برای کنترل ابعاد و اندازه‌ها ازگرده‌سنج ولوازم اندازه گیری معمولی نظیر متر و مانند آن استفاده می‌شود. مراحل مختلف این کار در نشریه خاصی با عنوان *دستورالعمل بازرسی و کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی*، شرح داده شده است.

کنترل کیفیت جوش در سه مرحله انجام می‌گیرد:

- قبل از شروع عملیات اجرایی
- حین انجام کار
- پس از اتمام کار

روشهای مختلف کنترل ودامنه کاربرد هر یک از آنها در نشریه فوق توضیح داده شده است: رعایت مقررات دستورالعمل مزبور در ساختمانهای فلزی الزامی است.

۵. رواداری‌ها (Tolerances)

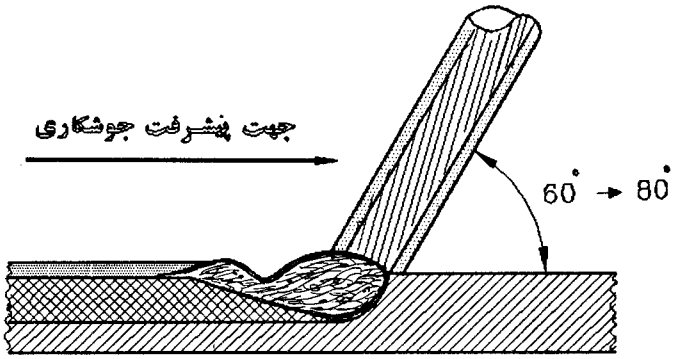
رواداری‌های مربوط به آمادگی درزها و ابعاد جوش درزها در استانداردهای مربوط به "انواع، اندازه‌ها و رواداری‌های درزها در جوشکاری دستی" و "انواع اندازه‌ها در رواداری‌های درزها در جوشکاری خودکار و نیمه خودکار" داده شده، که از طرف دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه به طور جداگانه تهیه شده است. عدول از ارقام مندرج در این استانداردها به هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.

پیوست ۱

در این پیوست، نکاتی در مورد جوشها و اتصالات مختلف بیان می‌شود که اطلاع از آنها و رعایت آنها در جوشکاری، به طور چشمگیری به بهبود کیفیت جوش کمک می‌کند. این نکات جنبه راهنمایی دارد و رعایت آنها الزامی نیست.

۱. اتصال لب به لب ساده

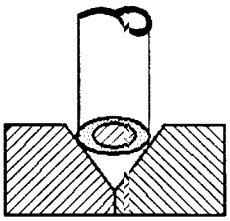
در این نوع اتصال، میزان نفوذ جوش بسته به سرعت حرکت الکترود و فاصلهٔ آن از قطعه کار، به نحو چشمگیری تغییر می‌کند. بهترین نتیجه موقعی به دست می‌آید که در وضع تخت، الکترودهای با روکش ضخیم مورد استفاده قرار می‌گیرد، و ضمن جوشکاری، لبه روکش الکترود به قطعه کار مماس شده، و امتداد الکترود با جهت پیشرفت جوشکاری زاویه‌ای بین ۶۰ تا ۸۰ درجه تشکیل دهد. در این حالت، الکترود باید به طور یکنواخت و نسبتاً سریع به جلو کشیده شود.



۲. اتصال لب به لب با آمادگی

دراین‌نوع‌اتصال‌نیزسرعت حرکت‌الکترود وفاصله‌آن از قطعه کار درکیفیت جوش نقش تعیین‌کننده دارد. در این نوع اتصالها باید ترتیبی اتخاذ شود که حوضچه مذاب در تمام مدت جوشکاری درست در زیر نوک الکترود قرار داشته باشد و الکترود تا آنجا که ممکن است سریع حرکت نماید.

برای حصول بهترین نتیجه باید در وضع تخت برای اولین پاس جوش، لبه‌های روکش الکترود به سطوح جانبی درز مماس شود و امتداد الکترود با جهت پیشرفت جوشکاری زاویه‌ای بین ۶۰ تا ۸۰ درجه تشکیل دهد. حرکت جانبی الکترود فقط برای پاسهای آخر درزهای عریض مجاز می‌باشد. از این حرکت برای اولین پاس جوش باید اکیداً پرهیز شود.



برای اتصال لب به لب ورقها باید تا آنجا که ممکن است جوشکاری از دو رو، و به صورت جوش پایین دست انجام گیرد. به این ترتیب، سرعت جوشکاری افزایش یافته و قیمت تمام شده کار پایین می‌آید. در صورتی که برگرداندن قطعه کار میسر نباشد، باید جوشکاری از یک روبا پشت بند انجام گیرد، زیرا جذب و جفت کردن دو ورق روی پشت بند ساده‌تر است و می‌توان جوشکاری را سریعتر انجام داد.

اگر استفاده از پشت بند نیز میسر نباشد، باید جوشکاری از یک رو به صورت جوش پایین‌دست انجام گیرد، ریشه جوش در آخر کار سنگ زده شده و یک پاس در وضع بالای سرجوش شود.

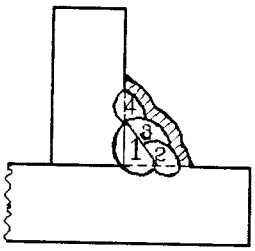
۳. اتصال سپری و لب روی هم

در این اتصالها که به کمک جوش گوشه انجام می‌گیرد، باید تا حد امکان از الکترودهای با بازده زیاد که روکش آنها دارای گردآهن می‌باشد، استفاده شود. در مورد جوشهای گوشه یک پاسه در وضع تخت یا افقی، اگر لبه روکش الکترود به ورقهای مورد اتصال چسبیده و الکترود در صفحه منصف دو ورق مورد اتصال قرار داشته باشد و با جهت پیشرفت جوشکاری زاویه‌ای در حدود ۶۰ درجه تشکیل دهد، بهترین نتیجه از جوشکاری حاصل خواهد شد.

در صورتی که جوش گوشه چند پاسه باشد، باید جوش را با همان شرایط پاس اول با سرعت و

شدت جریان زیادتری به انجام رسانده، و به ایجاد گود افتادگی توجه نکرد. به این ترتیب، نفوذ ریشه تأمین شده و گودافتادگی هم در پاسهای بعد پُر می‌شود. پاسهای بعدی جوش باید با شدت جریان مناسبی که گودافتادگی ایجاد نمی‌کند، انجام گیرد. برای آنها باید الکترود با صفحه افقی و جهت پیشرفت جوشکاری زاویه‌ای در حدود ۷۰ درجه تا ۸۰ درجه تشکیل دهد، مگر برای رشته‌هایی که در جوار ورق قائم قرار می‌گیرد. در مورد این رشته‌ها باید الکترود با هر دو ورق مورد اتصال زاویه‌ای در حدود ٤٥ درجه تشکیل دهد.

در مورد جوشهای گوشه که از چند لایه تشکیل شده است، پس از اتمام جوشکاری هر لایه باید دوباره جوش برداشته شود. تمیز کردن روباره پس از هر پاس لزومی ندارد.



مثلاً در مورد اتصال در شکل فوق عمل تمیز کردن روباره باید فقط پس از پاس ۲ و پاس ٤ انجام گیرد.

٤. تناسب قطر الکترود و شدت جریان با ضخامت ورقهای مورد اتصال و تعداد و ترتیب پاسها

قطر الکترود به عوامل متعدد بستگی دارد که از آن جمله می‌توان از ضخامت قطعات مورد اتصال، موقعیت درز به هنگام جوشکاری، نوع آمادگی درز، بعد جوش، و مهارت جوشکار نام برد.

شدت جریان لازم برای جوشکاری با توجه به قطر الکترود و تمام عوامل فوق تعیین می‌گردد.

تعداد و ترتیب پاسهای جوش تابع طرز قرار گرفتن درز در موقع جوشکاری و بعد جوش می‌باشد.

در جدول زیر، قطر الکترود، شدت جریان لازم، و تعداد ترتیب پاسها برای ورقهای دارای ضخامتهای مختلف، انواع گوناگون اتصال، و وضعهای مختلف جوشکاری داده شده است. مقادیر

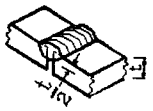
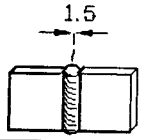
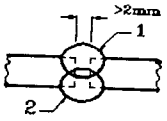
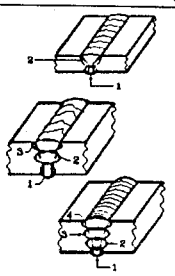
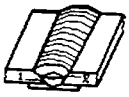
مندرج در جدول، ارقام متوسط نظیر حالات متعارف جوشکاری بوده، و می‌تواند درقدم اول به عنوان راهنما مورد استفاده قرارگیرد.

در تنظیم این جدول به ترتیب اتصال لب به لب، اتصال لب روی هم، اتصال سپری، و اتصال نبشی مورد توجه قرارگرفته، و نوع جوش برای هر نوع اتصال تعیین شده و پس از آن از ورقهای نازک گرفته تا ورقهای ضخیم، و از جوش یک پاسه گرفته تا جوشهای چند پاسه از یک یا دو رو، قطر الکترود و شدت جریان برای جوشکاری در وضعهای مختلف داده شده است.

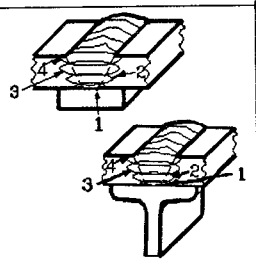
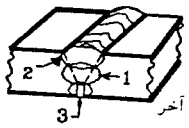
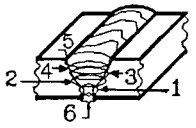
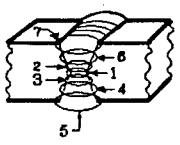
در این جدول، برای تعیین شدت جریان، اغلب الکترودهای متعارف مورد نظر بوده است، در صورتی که از الکترودهای خاص مثلاً الکترودهایی با بازده زیاد استفاده شود، باید شدت جریان متناسب با نوع الکترود و برمبنای توصیه‌های کارخانه سازنده افزایش داده شود. در جایی که الکترودهای با بازده زیاد در نظرگرفته شده، نوع الکترود با یک ستاره (*) مشخص گردیده است.

در این جدول، کاربرد الکترودهایی به قطر بزرگتر از ۸ میلیمتر نیز پیش بینی شده است. این الکترودها در ایران کمتر ساخته می‌شود و اگر به آنها دسترسی نباشد، می‌توان از الکترودهای با قطر کوچکتر استفاده نمود. در آن صورت شدت جریان نیز باید متناسب با قطر الکترود تغییر داده شود.

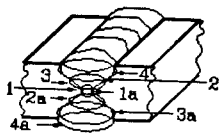
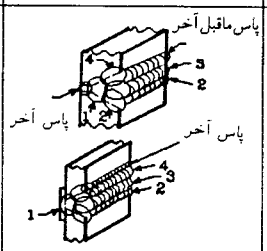
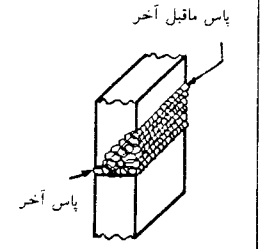
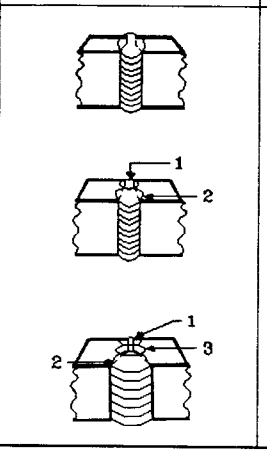
تناسب قطر الکترود و شدت جریان با ضخامت ورقهای مورد اتصال - تعداد و ترتیب پاسها

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب به لب ساده	لب		۵	تخت	۱	۶	۱۹۰	۳۰
			۶	تخت	۱	۸	۳۰۰	۳۴
			۱۰	تخت	۱	۸	۴۲۵	۳۸
			۱۲	تخت	۱	۹	۵۰۰	۴۰
			۵	قائم	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
		سنگ زدن ریشه قبل از پاس دوم لزومی ندارد	۵	تخت	۱ و ۲	۶	۱۹۰	۳۰
			۶	تخت	۱ و ۲	۸	۳۰۰	۳۴
			۸	تخت	۱ و ۲	۸	۳۷۵	۳۶
			۱۰	تخت	۱ و ۲	۸	۴۲۵	۳۸
		یک پاس جوش موقت الکترود به قطر ۴ میلیمتر قبل از پاسهای اصلی، در حالتی که عرض درز از ۲ میلیمتر بیشتر باشد.	۱۴	تخت	۱ و ۲	۹	۵۰۰	۴۰
لب به لب جناغی	لب		۶	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۵*	۱۷۵	۲۸
			۸	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۵*	۲۰۰	۳۰
			۱۰	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۶*	۲۲۵	۳۰
			۱۲	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۶	۲۲۵	۳۰
					۳	۶*	۳۲۵	۳۸
		این نوع اتصال وقتی به کاربرده می‌شود که جوش کردن ورقها از دو رو میسر نبوده، و امکان استفاده از پشت بند نیز وجود ندارد.	۱۴	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۶	۲۲۵	۳۰
					۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴	۸*	۴۰۰	۴۰
لب به لب جناغی با پشت بند	لب		۶	تخت	۱	۸	۳۲۵	۳۴
					۲	۹	۴۲۵	۳۸
			۱۰	تخت	۱	۸	۳۲۵	۳۴
					۲	۹	۴۲۵	۳۸

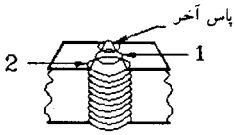
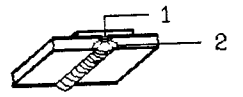
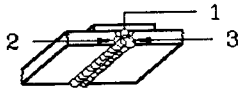
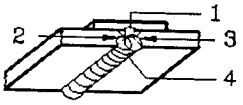
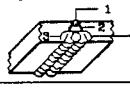
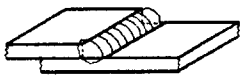
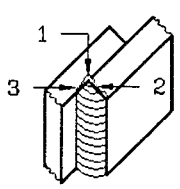
* - الکترودهایی که با این علامت مشخص شده است از نوع الکترودهای با بازده زیاد است که روکش آنها حاوی گرد آهن می‌باشد.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب به لب ذوزنقه‌ای با پشت بند	لب	 این نوع اتصال وقتی به کار برده می‌شود که جوش کردن ورقها از درو میسر نبوده، یا ورقه روی قطعه دیگری جوش شود.	۱۲	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
					۲تا۴	۶*	۴۰۰	۴۰
			۱۶	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
					۲تا۵	۶*	۴۰۰	۴۰
			۲۰	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
					۲تا۷	۶*	۴۰۰	۴۰
			۲۲	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
					۲تا۸	۶*	۴۰۰	۴۰
			۲۵	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
					۲تا۱۰	۶*	۴۰۰	۴۰
لب به لب جناغی	لب	 پاس آخر این نوع اتصال وقتی به کاربرده می‌شود که امکان برگرداندن ورقها و جوشکاری از هر دو رو به صورت پایین دست وجود دارد. اگر امکان برگرداندن ورقها موجود نباشد، باید ریشه درز را سنگ زده و با الکترود به قطر ۵ میلیمتر در وضع بالای سر جوش نمود.	۱۰	تخت	۱	۵	۱۷۵	۲۸
					۲	۵*	۲۷۵	۳۰
					آخر	۵*	۲۷۵	۳۰
			۱۲	تخت	۱	۶	۲۷۵	۳۰
					۲	۶*	۳۲۵	۳۴
					آخر	۵*	۲۷۵	۳۰
			۱۶	تخت	۱	۶	۲۷۵	۳۰
					۲ و ۳	۶*	۳۷۵	۳۸
					آخر	۵*	۲۷۵	۳۰
لب به لب لاله‌ای	لب		۲۰	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲تا۴	۶	۲۷۵	۳۰
					۵	۸	۳۲۵	۳۴
					۶	۶	۲۷۵	۳۰
لب به لب دو جناغی	لب	 این نوع اتصال مخصوص ورقهای ضخیم می‌باشد.	۲۰	تخت	۱	۵	۱۳۰	۲۵
					۲و۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴و۵	۶	۴۰۰	۴۰
			۲۵	تخت	۱	۵	۱۳۰	۲۵
					۲و۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴تا۷	۶	۴۰۰	۴۰
			۳۲	تخت	۱	۵	۱۳۰	۲۵
					۲و۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴تا۹	۶	۴۰۰	۴۰
			۴۰	تخت	۱	۵	۱۳۰	۲۵
					۲و۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴تا۱۱	۶	۴۰۰	۴۰

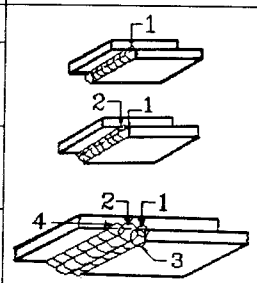
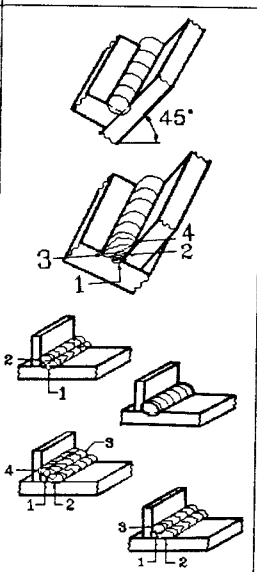
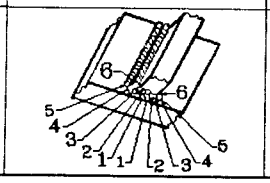
* - الکترودهایی که با این علامت مشخص شده است از نوع الکترودهای با بازده زیاد است که روکش آنها حاوی آهن می‌باشد.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب به لب دو لایه‌ای	لب		۲۵	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۱a	۶	۲۷۵	۳۰
					۲a و ۲	۶	۲۷۵	۳۰
					۳a و ۳	۶	۲۷۵	۳۰
					۴a و ۴	۸	۳۲۵	۳۴
لب به لب جناغی	لب		۵	افقی	۱ و ۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۶	افقی	۱ و ۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۸	افقی	۱ تا ۳	۴	۱۴۰	۲۵
			۱۰	افقی	۱ تا ۴	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۲	افقی	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۴	افقی	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۶	افقی	**	۵	۱۷۰	۲۸
لب به لب نیم جناغی	لب		۲۰	افقی	**	۶	۲۵۰	۳۰
					ماقبل آخر	۵	۱۷۰	۲۸
					آخر	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۵	افقی	**	۶	۲۵۰	۳۰
					ماقبل آخر	۵	۱۷۰	۲۸
					آخر	۵	۱۷۰	۲۸
لب به لب جناغی	لب		۵	قائم‌سربالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۵	قائم‌سرپایین	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۶	قائم سربالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	قائم سرپایین	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۸	قائم سربالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۸	قائم سرپایین	۱ تا ۳	۴	۱۳۰	۴۵
			۱۰	قائم سربالا	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۰	قائم‌سرپایین	۱ تا ۳	۵	۱۵۰	۲۵

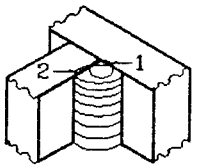
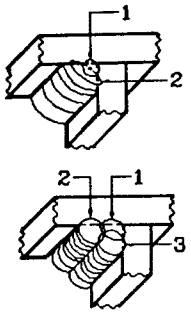
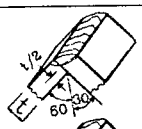
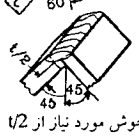
** - تعداد پاسها با توجه به مهارت جوشکاری و شرایط کار تعیین می‌شود.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب به لب جناغی	لب		۱۲	قائم سربالا	۱ تا ۳	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۴	قائم سربالا	۱ تا ۳	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۶	قائم سربالا	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۰	قائم سربالا	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۵	قائم سربالا	**	۵	۱۷۰	۲۸
	لب		۵	بالای سر	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۶	بالای سر	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۵	۱۵۰	۲۵
					۳	۵	۱۵۰	۲۵
			۸	بالای سر	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۴	۱۳۰	۲۵
					۳	۵	۱۵۰	۲۵
					۴	۵	۱۵۰	۲۵
			۱۰	بالای سر	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
					۲	۴	۱۳۰	۲۵
					۳	۵	۱۵۰	۲۵
					۴	۵	۱۵۰	۲۵
	لب	 درصورتی که استفاده از پشت بند میسر نباشد، باید پاس اول را با الکترود به قطر ۳/۲ میلیمتر یا ۴ میلیمتر به انجام رساند. در این حالت، ترتیب پاسها به شکل زیر خواهد بود. 	۱۲	بالای سر	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۴	بالای سر	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۶	بالای سر	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۰	بالای سر	**	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۵	بالای سر	**	۵	۱۷۰	۲۸
لب روی هم	گوشه		۳	افقی	۱	۶	۲۵۰	۳۰
			۵	افقی	۱	۶	۲۵۰	۳۰
			۶	افقی	۱	۶	۲۵۰	۳۰
			۸	افقی	۱	۶	۲۵۰	۳۰
			۱۰	افقی	۱	۶	۲۵۰	۳۰
	گوشه		۵	قائم‌سربالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	قائم‌سربالا	۱	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۰	قائم‌سربالا	۱	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۴	قائم‌سربالا	۱و۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۲۰	قائم‌سربالا	۱تا۳	۵	۱۵۰	۲۵
			۲۵	قائم‌سربالا	۱تا۴	۵	۱۵۰	۲۵

** - تعداد پاسها با توجه به مهارت جوشکار و شرایط کار تعیین می‌شود.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب روی هم	گوشه		۵	بالای سر	۱	۵	۱۵۰	۲۵
			۶	بالای سر	۱	۵	۱۵۰	۲۵
					۲	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۱۰	بالای سر	۱ تا ۳	۵	۱۵۰	۲۵
					۴	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۱۴	بالای سر	۱ تا ۵	۵	۱۵۰	۲۵
سپری	گوشه		۱۲	تخت	۱	۹	۳۵۰	۲۶
			۲۵	تخت	۱	۹	۳۵۰	۲۶
					۲ تا ۴	۹*	۵۰۰	۴۰
			۵	افقی	۱	۶	۱۹۰	۳۰
			۶	افقی	۱	۶	۱۹۰	۳۰
			۱۰	افقی	۱	۶	۱۹۰	۳۰
			۱۴	افقی	۱ تا ۳	۶	۱۹۰	۳۰
			۵	تخت یا افقی	۱	۳/۲*	۱۷۵	۲۸
			۶	تخت یا افقی	۱	۴*	۲۲۵	۳۰
			۸	تخت یا افقی	۱	۵*	۲۷۵	۳۲
			۱۰	تخت یا افقی	۱	۶*	۳۷۵	۳۶
			۱۴	تخت یا افقی	۱ و ۲	۶*	۳۷۵	۳۶
			۲۰	تخت یا افقی	۱ تا ۴	۶*	۳۷۵	۲۶
			۲۵	تخت یا افقی	۱ تا ۵	۶*	۳۷۵	۳۶
	لب		۲۵	تخت	۱	۴	۱۳۰	۲۵
					۲	۶	۲۷۵	۳۰
					۳	۸	۳۲۵	۳۴
					۴ تا ۶	۶	۱۹۰	۳۰

* - الکترودهایی که با این علامت مشخص شده است از نوع الکترودهای با بازده زیاد است که روکش آنها حاوی گردآهن می‌باشد.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
سپری	گوشه		۵	قائم	۱	۴	۱۴۰	۲۵
			۶	قائم	۱	۵	۱۵۰	۲۵
			۸	قائم	۱	۵	۱۷۵	۲۸
			۱۰	قائم	۱	۵	۱۷۵	۲۸
			۱۲	قائم	۱ و ۲	۵	۱۷۵	۲۸
			۱۴	قائم	۱ و ۲	۵	۱۷۵	۲۸
			۱۶	قائم	**	۵	۱۷۵	۲۸
			۲۰	قائم	**	۵	۱۷۵	۲۸
			۲۵	قائم	**	۵	۱۷۵	۲۸
			۵	بالای سر	۱	۴	۱۴۰	۲۵
			۶	بالای سر	۱	۵	۱۶۰	۲۷
			۸	بالای سر	۱	۵	۱۶۰	۲۷
			۱۰	بالای سر	۲	۵	۱۶۰	۲۷
			۱۲	بالای سر	۳	۵	۱۶۰	۲۷
			۱۴	بالای سر	**	۵	۱۶۰	۲۷
			۱۶	بالای سر	**	۵	۱۶۰	۲۷
			۲۰	بالای سر	**	۵	۱۶۰	۲۷
			۲۵	بالای سر	**	۵	۱۶۰	۲۷
تخت	گوشه	اگر جذب و جفتی درز خوب باشد 	۵	تخت	۱	*۴	۲۲۵	۳۰
			۶	تخت	۱	*۵	۲۷۵	۳۲
		اگر درز بیش از ۱/۵ میلیمتر باز باشد 	۸	تخت	۱	*۵	۳۰۰	۳۴
			۱۰	تخت	۱	*۵	۳۲۵	۳۴
		وقتی بعد مؤثر جوش مورد نیاز از t/2 کوچکتر باشد.	۱۲	تخت	۱	*۶	۳۷۵	۳۶
			۵	تخت	۱	*۵	۲۵۰	۳۰
			۶	تخت	۱	*۵	۲۷۵	۳۲
			۸	تخت	۱	*۵	۳۰۰	۳۴
		وقتی که بعد مؤثر جوش مورد نیاز از t/2 بزرگتر باشد. (در وضعهای قائم و بالای سر نظیر اتصال سپری عمل می شود).	۱۰	تخت	۱	*۶	۳۵۰	۳۶
			۱۲	تخت	۲	*۶	۳۵۰	۳۶

** - تعداد پاسها با توجه به مهارت جوشکار و شرایط کار تعیین می‌شود.

* - الکترودهایی که با این علامت مشخص شده است از نوع الکترودهای با بازده زیاد است که روکش آنها حاوی گرد آهن می‌باشد.

پیوست ۲

رده بندی الکترودها و موارد کاربرد آنها

رده	شماره الکترود	وضع جوشکاری	نوع جریان	کیفیت قوس	نفوذ	کاربردهای اصلی - ملاحظات
نافذ و دارای مشخصات مکانیکی خوب	EXX 10	تمام وضعها	-جریان دایم با قطب گرایی معکوس	شدید	عمیق	با این الکترودها جوش با مشخصات مکانیکی خود به دست می آید که کیفیت آن با بازرسی از طریق رادیو - گرافی بسیار سازگار می باشد. کاربرد آنها معمولاً در اسکلتها و در جاهایی است که جوشهای چند پاسه مورد نیاز می باشد، مانند کشتی سازی، پل سازی، ساختمانها، لوله کشی و مخازن تحت فشار.
	EXX 11	تمام وضعها	- جریان متناوب -جریان دایم با قطب گرایی معکوس (*)	شدید	عمیق	این الکترودها نظیر الکترودهای EXX 10 است، ولی برای کار با جریان متناوب ساخته شده است و حد ارتجاعی و تاب کششی آنها هم اندکی بیشتر است.
مخصوص جوشکاری تولیدی	EXX 12	تمام وضعها	-جریان دایم با قطب گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	این الکترود به ویژه برای جوشهای گوشه افقی یک پاسه، با سرعت و شدت جریان زیاد مناسب می باشد. چه در مورد جوش لب و چه در مورد جوش گوشه، وقتی که جذب و جفتی در زها خوب نبوده و دامنه تغییرات شدت جریان زیاد است، کاربرد این الکترودها با توجه به مشخصات آنها آسان و مفید می باشد. نفوذ الکترودهای EXX 12 کمتر است، ولی می تواند با یک پاس شرایط مورد نظر بازرسی از طریق رادیوگرافی را تأمین نماید.
مخصوص جوشکاری تولیدی	EXX 24	- جوش گوشه افقی - وضع تخت	- جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	آرام	کم	روکش این الکترودها دارای گرد آهن بوده، و برای جوشهای گوشه فوق العاده مناسب می باشد. گرد آهن موجود در روکش، میزان ریختن فلز مذاب در در زرانسبت به الکترودهای EXX 12 افزایش می دهد. کاربرد این الکترودها راحت و ظاهر جوش خوب می باشد. موارد کاربرد این الکترودها شبیه الکترودهای EXX 12 است، ولی جذب و جفتی در زها با این الکترودها باید بهتر از حالتی باشد که الکترودهای EXX 12 به کار برده می شود. به علاوه، باید توجه داشت که از لحاظ موقعیت در زدر موقع جوشکاری نیز محدودیت وجود دارد.
کم نفوذ	EXX 13	تمام وضعها	- جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	ملایم	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری ورقهای کم ضخامت تهیه شده است، ولی می توان آنها را در موارد دیگر نیز به عنوان الکترود کم نفوذ به کار برد. با وجود اینکه رشته جوش پهنی از این الکترودها حاصل می شود، اغلب آنها را برای جوشکاری سرپایین در زهای قائم به کار می برند. این الکترودها مخصوصاً برای کار کردن با ترانسفورماتورهای جریان متناوب و با ولتاژ کم مناسب می باشد.

* - در صورت استفاده از جریانهایی که در داخل پرانتز قرار داده شده است، نمی توان از تمام مزایای الکترود بهره گرفت.

** - در این پیوست روش شماره گذاری آمریکایی A.S.T.M برای الکترودها ملاک عمل قرار گرفته است. برای تعمیم مطالب، در انتهای این پیوست هم ارزی الکترودهای استاندارد A.S.T.M ، الکترودهای استاندارد انگلستان، و الکترودهای استاندارد آلمان ارائه می گردد.

رده	شماره الکترود	وضع جوشکاری	نوع جریان	کیفیت قوس	نفوذ	کاربردهای اصلی - ملاحظات
کم نفوذ	EXX 14	تمام وضعها	- جریان متناوب -جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	ملایم	متوسط	روکش این الکترودها دارای گرد آهن بوده، و برای همان موارد استعمال EXX 13 ساخته شده است، با این تفاوت که میزان ریختن فلز مذاب در درز نسبت به EXX 13 بیشتر می‌باشد. البته این میزان هنوز نسبت به EXX 24 و EXX 27 کمتر است. در یک وضع مشخص جوش درز، سرعت جوشکاری با EXX 13 و EXX 14 یکسان می‌باشد. ظاهر جوش حاصل با الکترودهای EXX 14 خوب بوده، و کاربرد آنها آسان می‌باشد.
کم هیدروژن - مخصوص جوشکاری فولادهایی که با اشکال جوش می‌شوند	EXX 15	تمام وضعها	جریان دایم با قطب گرایی معکوس	آرام	متوسط	جوش حاصل از این الکترودها دارای خواص فیزیکی خوبی بوده و با اشعه X بهترین کیفیت را نشان می‌دهد. الکترودهای کم هیدروژن برای جوشکاری مصالحی که با اشکال جوش می‌شود، مانند فولادهای پر کربن، فولادهای کم آلیاژ و فولادهای با گوگرد زیاد مناسب می‌باشد. با استفاده از این الکترودها، پیش گرمایش و اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری حذف شده، یا تقلیل می‌یابد. اگر روکش این الکترودها مرطوب باشد، نتیجه مطلوب از جوشکاری به دست نمی‌آید. روی این اصل، باید آنها را در قفسه‌های مخصوص رطوبت زدایی نگهداری کرد، یا قبل از مصرف مطابق دستورهای سازنده گرم نمود.
	EXX 16	تمام وضعها	- جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی معکوس	آرام	متوسط	این الکترودها شبیه الکترودهای EXX 15 می‌باشد، با این تفاوت که می‌توان آنها را چه با جریان متناوب و چه با جریان دایم به کار برد.
کم هیدروژن	EXX 18	جوش گوشه افقی -وضع تخت	- جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	آرام	متوسط	روکش این الکترودها ۳۰ درصد گرد آهن دارد، و از نوع تیتانی می‌باشد. این الکترودها شبیه الکترودهای EXX 15 است، ولی برای آنها میزان ریختن فلز مذاب در درز بیشتر است. ظاهر جوش حاصل نیز بهتر می‌باشد. شدت جریان کار برای این الکترودها از الکترودهای EXX 16 بیشتر بوده و روبارهٔ جوش راحت‌تر جدا می‌شود.
کم هیدروژن	EXX 25	- جوش گوشه - وضع تخت	- جریان دایم با قطب گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	روکش این الکترودها ۵۰ درصد گرد آهن دارد، و از نوع آهکی می‌باشد. این الکترودها در بین الکترودهای کم هیدروژن بیشترین میزان ریختن فلز مذاب در درز را دارا می‌باشد. این الکترودها قوسی پایدار دارد، و رشته جوش پهن و صافی ایجاد می‌نماید، ولی از لحاظ موقعیت جوش - در زموقع جوشکاری محدودیت دارد، و فقط در وضع تخت و یا جوش گوشه افقی به کار برده می‌شود.

رده	شماره الکترود	وضع جوشکاری	نوع جریان	کیفیت قوس	نفوذ	کاربردهای اصلی - ملاحظات
مخصوص درزهای عمیق ومقاطع سنگین	EXX 20	- جوش گوشه افقی - وضع تخت	- جریان دایم با قطب‌گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری‌های تولیدی و مقاطع و قطعات سنگین نظیر مخازن تحت فشار، شاسی ماشین آلات سنگین و قسمتهای سنگین ساختمانها ساخته شده است. این الکترودها فقط در وضع تخت و جوش گوشه افقی قابل استفاده است، و وقتی‌احتیاج به جوش-گوشه با بعد زیاد باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیفیت جوش حاصل از این الکترودها خوب است.
	EXX 27	- جوش گوشه افقی - وضع تخت	- جریان دایم با قطب گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	سرعت جوشکاری با این الکترودها بیش از سرعت کار با الکترودهای EXX 20 می‌باشد. این الکترودها مناسبترین الکترود برای جوشکاری پایین دست درزهای عمیق می‌باشد، ولی از لحاظ سرعت کار نسبت به الکترودهای EXX 24 در درجه دوم قرار دارد. کار کردن با الکترودهای EXX 27 نیز مانند الکترودهای EXX 24 آسان است، امام مشخصات جوش حاصل از الکترودهای EXX 27 برتر است.
مخصوص درزهای عمیق ومقاطع سنگین	EXX 30	- وضع تخت	- جریان دایم با قطب‌گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری ورقهای ضخیم ساخته شده‌است،وبرای درزهای عمیق مناسب می‌باشد. میزان ریختن فلز مذاب در درز برای این الکترودها بیش از الکترودهای EXX 20 است، ولی دوباره آنها کمتر سیال می‌باشد.

جدول هم ارزی الکترودهای استاندارد A.S.T.M. با الکترودهای استاندارد انگلستان و آلمان

الکترودهای آمریکا A.S.T.M. A233	الکترودهای آلمانی DIN 1913	الکترودهای انگلیسی B.S. 1719
EXX 10	ZeXX/XXX/XX	E1XX
EXX 11	ZeXX/XXX/XX	E1XX
EXX 12	TiXX/XXX/XX	E2XX
EXX 13	TiXX/XXX/XX	E3XX
EXX 14	FeTiXX/XXX/XX	E2XXJ E3XXJ
EXX 24	FeTiXX/XXX/XX	E2XXK E3XXK
EXX 20	EsXX/XXX/XX	E4XX
EXX 24	FeEsXXX/XX	E4XXJ
EXX 27	FeEsXX/XXX/XX	E4XXK
EXX 20 EXX 30	OxXX/XXX/XX	E5XX
EXX 15	KbXX/XXX/XX	E6XX
EXX 16	—	E6XX
EXX 16	FeEbXX/XXX/XX	E6XXJ
EXX 26	FeKbXX/XXX/XX	E6XX

توضیح در مورد جدول هم ارزی الکترودها:

۱) مشخصات روش شماره گذاری .A.S.T.M در متن نشریه شرح داده شده است.

۲) اصول کلی شماره گذاری الکترودها به روش آلمانی به شرح زیر است:

- حروف اول شماره الکترود نوع روکش آن را مشخص می‌نماید.
- Ze معرف روکشهای سلولزی است.
- Ti نشاندهنده روکشهای روتیلی است.
- Es نشاندهنده روکشهای اسیدی است.
- Kb معرف روکشهای کم هیدروژن می‌باشد.
- Fe مربوط به الکترودهایی است که روکش آنها گردآهن دارد.
- Tf نشاندهنده الکترودهای با قابلیت نفوذ زیاد می‌باشد.
- پس از حروف، اعداد رومی III و VII و VIII قرار دارد که دوازده نوع الکترود را از لحاظ کیفیت فلز جوش در جوش درز مشخص می‌کند. در واقع، این ارقام نشاندهنده نوع فولادی است که الکترود مزبور با آنها سازگار می‌باشد.
- پس از اعداد رومی، یکی از حروف d یا m یا s قرار دارد که ضخامت روکش الکترود را مشخص می‌کند. این حروف به ترتیب نماینده روکش نازک، روکش متوسط و روکش ضخیم می‌باشد.
- سه رقمی که بعد از حروف مربوط به روکش قید می‌گردد، مشخصات مکانیکی فلز جوش یعنی مقاومت کششی، ازدیاد طولی نسبی گسیختگی و مقاومت در مقابل ضربه آن را نشان می‌دهد.
- بالأخره، دو رقم آخر شماره الکترود موقعیت، درز در موقع جوشکاری و نوع جریان لازم را مشخص می‌کند.

۳) مبانی شماره گذاری به روش انگلیسی به شرح زیر است:

- الکترود با حروف E نشان داده می‌شود.
- رقم اول سمت راست حرف E نوع روکش الکترود را مشخص می‌کند.
  - (۱) نمایشگر روکشهای سلولزی است.
  - (۲) نشاندهنده روکشهای دارای تیتان است که روباره‌ای نسبتاً سیال ایجاد می‌کند.

- (۳) نشاندهنده روکشهای پرتیتان است که روبارهٔ خیلی سیال دارد.
- (٤) نماینده روکشهایی است که‌دارای مقدار زیادی اکسید و سیلیکاتهای آهن و منگنز بوده، و روباره متورمی ایجاد می‌کند.
- (٥) حاکی از وجود مقدار زیادی اکسید آهن و سیلیکاتها در روکش می‌باشد که روبارهٔ ضخیم و توپری ایجاد می‌نماید.
- (٦) حاکی از وجود مقدار زیادی آ هک و فلوئورید در روکش می‌باشد.
- (۹) سایر انواع روکشهای را نشان می‌دهد.

- رقم دوم بعد از حرف E موقعیت جوش درز را در موقع جوشکاری با الکترود مورد نظر تعیین می‌نماید.
- (۰) متناسب بودن الکترود را برای جوشکاری در تمام وضعها نشان می‌دهد.
- (۱) متناسب بودن الکترود را برای جوشکاری در وضعهای تخت، افقی، قائم سربالا و بالای سر نشان می‌دهد.
- (۲) متناسب بودن الکترود را برای جوشکاری در وضعهای تخت و افقی نشان می‌دهد.
- (۳) متناسب بودن الکترود را برای جوشکاری در وضع تخت نشان می‌دهد.
- (٤) متناسب بودن الکترود را برای جوشکاری در وضع تخت و جوش گوشه افقی نشان می‌دهد.
- (۹) سایر وضعهای جوشکاری راکه در بالا ذکر نشده است، مشخص می‌کند.

- رقم سوم بعد از حرف E نوع جریان مناسب با الکترود را مشخص می‌سازد.
- در آخر بعضی از شماره‌ها حرف L و E اضافه می‌شود که نشاندهنده وجود گردآهن در روکش الکترود می‌باشد.
- L راندمان ۱۱۰ تا ۱۳۰ درصد، و E راندمان بیش از ۱۳۰ درصد را نشان می‌دهد.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

فهرست نشریات

پائیـــز

۱۳۷۶

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۱	زلزله‌خیزی ایران (از سال ۱۹۰۰ تا سال ۱۹۶۹)	۱	۱۳۵۰	-	
۲	زلزله هشتم مرداد ماه ۴۹ قرناوه (گنبد کاووس)	۲	۱۳۵۰	-	
۳	بررسی‌های فنّی	۳	۱۳۵۰	-	
۴	طرح و محاسبه واجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	۴	۱۳۵۰	-	
۵	آزمایش لوله‌های تحت فشارسیمان وپنبه‌نسوز درکارگاه‌های لوله‌کشی	۵	۱۳۵۰	-	
۶	ضمائم فنی دستورالعمل طرح، محاسبه واجرای رویه‌های بتنی درفرودگاهها	۶	۱۳۵۰	-	
۷	دفترچه تیپ شرح قیمتهای واحد عملیات راههای فرعی	۷	۱۳۵۱	۱۳۵۴	فاقد اعتبار
۸	دفترچه تیپ شرح قیمتهای واحد عملیات راههای اصلی	۸	۱۳۵۱	۱۳۵۴	فاقد اعتبار
۹	مطالعه وبررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی	۹	۱۳۵۱	-	
۱۰	بررسی فنّی مقدّماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ منطقه قیر و کارزین استان فارس	۱۰	۱۳۵۱	-	
۱۱	برنامه‌ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی کوچک	۱۱	۱۳۵۱	-	
۱۲	روسازی شنی و حفاظت رویه آن	۱۲	۱۳۵۲	-	
۱۳	زلزله ۱۷ آبانماه بندرعبّاس	۱۳	۱۳۵۲	-	
۱۴	تجزیه‌وتحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجری)	۱۴	۱۳۵۲	۱۳۵۳	
۱۵	تجزیه وتحلیل هزینه کارهای ساختمانی ور اهسازی (بخش تعیین هزینه ساعتی ماشینهای راهسازی)	۱۵	۱۳۵۲	-	فاقد اعتبار
۱۶	شرح قیمتهای واحد تیپ برای کارهای ساختمانی	۱۶	۱۳۵۲	-	فاقد اعتبار
۱۷	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان‌های عمومی از ۱۵۰ تخت تا ۷۲۰ تخت	۱۷	۱۳۵۲	-	
۱۸	مشخّصات فنّی عمومی لوله‌هاواتّصالات پی.وی.سی سخت برای مصارف آب‌رسانی	۱۸	۱۳۵۲	-	
۱۹	روش نصب و کارگذاری لوله‌های پی.وی.سی	۱۹	۱۳۵۲	-	
۲۰	جوشکاری در ساختمانهای فولادی	۲۰	۱۳۵۲	۱۳۷۶	چاپ چهارم
۲۱	تجهیزوسازماندهی کارگاه جوشکاری	۲۱	۱۳۵۲	۱۳۶۳	
۲۲	جوش‌پذیری فولادهای ساختمانی	۲۲	۱۳۵۲	۱۳۶۲	
۲۳	بازرسی و کنترل کیفیّت جوش در ساختمانهای فولادی	۲۳	۱۳۵۲	۱۳۷۳	
۲۴	ایمنی در جوشکاری	۲۴	۱۳۵۲	۱۳۷۳	
۲۵	زلزله ۲۳ نوامبر ۱۹۷۲ ماناگوا	۲۵	۱۳۵۲	-	
۲۶	جوشکاری در درجات حرارت پایین	۲۶	۱۳۵۲	۱۳۷۳	
۲۷	مشخّصات فنّی عمومی لوله‌کشی آب سردوگرم و فاضلاب ساختمان	۲۷	۱۳۵۲	-	

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۲۸	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی (بخش ملاتها)	۲۸	۱۳۵۳	-	
۲۹	بررسی نحوه توزیع منطقی تختهای بیمارستانی کشور	۲۹	۱۳۵۳	-	
۳۰	مشخّصات فنّی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعها و سپرها	۳۰	۱۳۵۳	۱۳۶۵	
۳۱	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش اندودها، قرنیزها وبندکشی)	۳۱	۱۳۵۳	-	
۳۲	شرح قیمتهای واحد تیپ برای کارهای لوله‌کشی آب و فاضلاب ساختمان	۳۲	۱۳۵۳	-	
۳۳	مشخّصات فنّی عمومی راههای اصلی	۳۳	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۴	مشخّصات فنّی عمومی اسکلت فولادی ساختمان	۳۴	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۵	مشخّصات فنّی عمومی کارهای بتنی	۳۵	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۶	مشخّصات فنّی عمومی کارهای بنائی	۳۶	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۷	استانداردهای نقشه‌کشی	۳۷	۱۳۵۳	-	
۳۸	مشخّصات فنّی عمومی اندودکاری	۳۸	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۹	شرح قیمتهای واحد تیپ برای کارهای تاسیسات حرارتی وتهویه مطبوع	۳۹	۱۳۵۳		فاقد اعتبار
۴۰	مشخّصات فنّی عمومی درو پنجره	۴۰	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۱	مشخّصات فنّی عمومی شیشه‌کاری در ساختمان	۴۱	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۲	مشخّصات فنّی عمومی کاشی‌کاری و کف‌پوش در ساختمان	۴۲	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کاشی کاری، سرامیک کاری، فرش‌کف و عایق‌کاری)	۴۳	۱۳۵۳	-	
۴۴	استاندارد پیشنهادی لوله‌های سخت پی.وی.سی در لوله‌کشی آب آشامیدنی	۴۴	۱۳۵۴		
۴۵	استاندارد پیشنهادی لوله‌های سخت پی.وی.سی در مصارف صنعتی	۴۵	۱۳۵۴		
۴۶	زلزله ۱۶ اسفند ۱۳۵۳ (سرخون بندرعباس)	۴۶	۱۳۵۴		
۴۷	استاندارد پیشنهادی اتصالهای لوله‌های تحت فشار پی.وی.سی	۴۷	۱۳۵۴		
۴۸	مشخّصات فنّی عمومی راههای فرعی درجه یک و دو	۴۸	۱۳۵۴		فاقد اعتبار
۴۹	بحثی پیرامون فضا در ساختمانهای اداری	۴۹	۱۳۵۴		
۵۰	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۰	۱۳۵۴		
۵۱	مشخّصات فنّی عمومی کارهای نصب ورقهای پوششی سقف	۵۱	۱۳۵۴		فاقد اعتبار
۵۲	شرح قیمتهای واحد تیپ برای کارهای تاسیسات برق	۵۲	۱۳۵۴		فاقد اعتبار
۵۳	زلزله‌های سال ۱۹۷۰ کشور ایران	۵۳	۱۳۵۴		
۵۴	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی.وی.سی در لوله‌کشی آب سرد	۵۴	۱۳۵۴		

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۵۵	مشخّصات فنّی عمومی کارهای ساختمانی (تجدید نظر اول)	۵۵	۱۳۵۴	۱۳۷۴	تجدید نظر اوّل: چاپ دوم
۵۶	راهنمای طرح و اجرای عملیّات نصب لوله‌های سخت پی.وی.سی	۵۶	۱۳۵۴		
۵۷	شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن‌آرمه	۵۷	۱۳۵۴		
۵۸	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب‌نگار در ایران	۵۸	۱۳۵۴		
۵۹	شرح قیمتهای واحد تیپ برای خطوط انتقال آب	۵۹	۱۳۵۴		فاقد اعتبار
۶۰	شرح قیمتهای واحد تیپ برای شبکه توزیع آب	۶۰	۱۳۵۵		
۶۱	طرح ومحاسبه قابهای شیبدار و قوسی فلزّی	۶۱	۱۳۵۵		
۶۲	نگرشی برکارکرد و نارسائیهای کوی نهم آبان	۶۲	۱۳۵۵		
۶۳	زلزله‌های سال ۱۹۶۹ کشور ایران	۶۳	۱۳۵۵		
۶۴	مشخّصات فنّی عمومی درزهای انبساط	۶۴	۱۳۵۵		فاقد اعتبار
۶۵	نقاشی ساختمانها (آئین کاربرد)	۶۵	۱۳۵۵		فاقد اعتبار
۶۶	تحلیلی برروند دگرگونیهای سکونت در شهرها	۶۶	۱۳۵۵		فاقد اعتبار
۶۷	راهنمائی برای اجرای ساختمان بناهای اداری	۶۷	۱۳۵۵		
۶۸	ضوابط تجزیه وتحلیل قیمتهای واحد اقلام مربوط به خطوط انتقال آب	۶۸	۱۳۵۶		
۶۹	زلزله‌های سال ۱۹۶۸ کشور ایران	۶۹	۱۳۵۶		
۷۰	مجموعه مقالات سمینار سنتو (پیشرفتهای اخیر درکاهش خطرات زلزله، تهران۲۳-۲۵آبانماه۱۳۵۵)	۷۰	۱۳۵۶		
۷۱	محافظت ابنیه فنّی آهنی و فولادی در مقابل خورندگی	۷۱	۱۳۵۶		
۷۲	راهنمائی برای تجزیه قیمتهای واحد کارهای تاسیساتی	۷۲	۱۳۵۶		
۷۳	تجزیه وتحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیّات خاکی با وسایل مکانیکی)	۷۳	۱۳۵۶		
۷۴	ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (براساس آئین نامه AISC)	۷۴	۱۳۵۶		
۷۵	برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی وراهسازی	۷۵	۱۳۵۶		
۷۶	مجموعه راهنمای تجزیه‌واحدقیمتهای‌واحدکارهای‌ساختمانی و راهسازی(قسمت‌اول)	۷۶	۱۳۵۶		
۷۷	زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی	۷۷	۱۳۵۶		
۷۸	راهنمای طرح ساختمانهای فولادی	۷۸	۱۳۵۷	۱۳۶۲	
۷۹	شرح خدمات نقشه‌برداری	۷۹	۱۳۶۰	۱۳۶۴	
۸۰	راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله‌خیز	۸۰	۱۳۶۰		
۸۱	سیستم گازهای طبّی دربیمارستانها ـ محاسبات و اجرا	۸۱	۱۳۶۱		

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۸۲	راهنمای اجرای سقفهای تیرچه و بلوک	۸۲	۱۳۶۲	۱۳۷۵	ویرایش سوم: چاپ دوم
۸۳	نقشه‌های تیپ پلها و آبروها تا دهانه ۸ متر	۸۳	۱۳۶۶	۱۳۷۳	
۸۴	طراحی مسکن برای اشخاص دارای معلولیت (باصندلی چرخدار)	۸۴	۱۳۶۳		
۸۵	معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی	۸۵	۱۳۶۵		
۸۶	معیارهای طرح هندسی راههای روستائی	۸۶	۱۳۶۴		
۸۷	معیارهای طرح هندسی تقاطع‌ها	۸۷	۱۳۶۷		
۸۸	چکیده‌ای از طرح هندسی راهها و تقاطع‌ها	۸۸	۱۳۶۴		
۸۹	مشخّصات فنّی تاسیسات برق بیمارستان	۸۹	۱۳۶۹	۱۳۷۳	
۹۰	دیوارهای سنگی	۹۰	۱۳۶۳	۱۳۷۶	چاپ سوم
۹۱	الفبای کالبد خانه سنتی (یزد)	۹۱	۱۳۶۴		
۹۲	جزئیات معماری ساختمانهای آجری	۹۲	۱۳۶۳	۱۳۷۶	چاپ چهارم
۹۳	گزارش فنّی (ساختمان مرکز بهداشت قم)	۹۳	۱۳۶۳		
۹۴	تیرچه‌های پیش‌ساخته خرپائی (مشخّصات فنّی، روش طرح و محاسبه به انضمام جدولهای محاسبه تیرچه‌ها)	۹۴	۱۳۶۶	۱۳۷۶	چاپ اوّل (ویرایش دوم)
۹۵	مشخّصات فنّی نقشه‌برداری	۹۵	۱۳۶۸		
۹۶	جداول طراحی ساختمانهای بتن فولادی به‌روش حالت حدی	۹۶	۱۳۶۵		
۹۷	ضوابط طراحی فضاهای آموزشگاههای‌فنی‌حرفه‌ای(جلداوّل، کارگاههای مربوط‌به‌رشته‌ساختمان)	۹۷	۱۳۶۵		
۹۸	ضریب‌ها و جدولهای تبدیل واحدها و مقیاسها	۹۸	۱۳۶۶	۱۳۶۷	
۹۹	وسایل کنترل ترافیک	۹۹	۱۳۷۰		
۱۰۰	بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار	۱۰۰	۱۳۶۸		
۱۰۱	مشخّصات فنّی عمومی راه	۱۰۱	۱۳۶۴	۱۳۷۵	چاپ سوم
۱۰۲	مجموعه نقشه‌های تیپ تابلیه پلها(پیش ساخته، پیش تنیده، درجا)تا دهانه ۲۰ متر	۱۰۲	۱۳۶۶	۱۳۷۳	
۱۰۳	ضوابط و معیارهای فنّی شبکه‌های آبیاری و زهکشی(منابع آب و خاک ونحوه بهره‌برداری در گذشته و حال)	۱۰۳	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۴	ضوابط‌ومعیارهای‌فنّی‌شبکه‌های‌آبیاری و زهکشی (هیدرولیک کانالها ومجاری)	۱۰۴	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۵	ضوابط ومعیارهای‌فنّی‌شبکه‌های‌آبیاری‌وزهکشی(هیدرولیک لوله‌هاو مجاری)	۱۰۵	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۶	ضوابط و معیارهای فنّی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (اندازه گیرهای جریان)	۱۰۶	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۷	ضوابط‌ومعیارهای‌فنّی‌شبکه‌های آبیاری و زهکشی (نقشه‌های تیپ)	۱۰۷	۱۳۶۸	۱۳۷۳	

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۱۰۸	ضوابط و معیارهای فنّی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مشخّصات فنّی عمومی)	۱۰۸	۱۳۶۸	۱۳۷۳	
۱۰۹	ضوابط و معیارهای فنّی شبکه‌های آبیاری وزهکشی(خدمات فنّی دوران بهره‌برداری و نگهداری)	۱۰۹	۱۳۶۸	۱۳۷۳	
۱۱۰	مشخّصات فنّی عمومی واجرائی تاسیسات برقی ساختمان	۱۱۰	۱۳۷۱	۱۳۷۶	چاپ چهارم
۱۱۱	محافظت ساختمان در برابر حریق (بخش اوّل)	۱۱۱	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۱۲	محافظت ساختمان در برابر حریق (بخش دوّم)	۱۱۲	۱۳۷۱	۱۳۷۳	
۱۱۳	کتابنامه تونل و تونل سازی	۱۱۳	۱۳۶۸		
۱۱۴	کتابنامه بندر	۱۱۴	۱۳۶۸		
۱۱۵	مشخّصات فنّی عمومی ساختمانهای گوسفندداری	۱۱۵	۱۳۷۱		
۱۱۶	استاندارد کیفیت آب آشامیدنی	۱۱۶	۱۳۷۱		
۱۱۷	مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری	۱۱۷	۱۳۷۱		
۱۱۸	مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های جمع‌آوری آبهای سطحی وفاضلاب شهری	۱۱۸	۱۳۷۱		
۱۱۹	دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری (مجموعه‌ای شامل ۴ جلد)	۱۱۹	۱۳۷۱		
۱۲۰	آئین‌نامه بتن ایران "آبا" (بخش اوّل)	۱۲۰	۱۳۷۰	۱۳۷۵	ویرایش دوم
	آئین‌نامه بتن ایران "آبا" (بخش دوّم)	۱۲۰	۱۳۷۲	۱۳۷۵	چاپ سوم
۱۲۱	ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه آب شهری	۱۲۱	۱۳۷۱		
۱۲۲	مجموعه نقشه‌های تیپ اجرایی ساختمانهای گوسفندداری	۱۲۲	۱۳۷۱		
۱۲۳	ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی	۱۲۳	۱۳۷۴		ویرایش دوم
۱۲۴	مشخّصات فنّی عمومی مخازن آب زمینی	۱۲۴	۱۳۷۲		
۱۲۵	مجموعه نقشه‌های تیپ اجرایی مخازن آب زمینی	۱۲۵	۱۳۷۳		
۱۲۶	فهرست مقادیر و آحادبهای مخازن آب زمینی	۱۲۶			زیر چاپ
۱۲۷	آزمایشهای تیپ مکانیک خاک (شناسایی وطبقه‌بندی خاک)	۱۲۷	۱۳۷۲		
۱۲۸	مشخّصات فنّی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمانها:				
	تاسیسات گرمائی، تعویض هوا و تهویه مطبوع (بخش دوم)	۱۲۸	۱۳۷۲		
	تاسیسات بهداشتی (بخش سوم)	۱۲۸	۱۳۷۴		
۱۲۹	ضوابط فنّی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه فاضلاب شهری	۱۲۹-۳	۱۳۷۲		
۱۳۰	گزارش و آمار روزانه بهره‌برداری ازتصفیه‌خانه‌های آب	۱۳۰-۳	۱۳۷۳		
۱۳۱	راهنمای طرح،اجرا وبهره‌برداری راههای جنگلی	۱۳۱			
۱۳۲	موازین فنّی ورزشگاههای کشور(مجموعه‌ای شامل ۴ جلد)	۱۳۲	۱۳۷۴		
۱۳۳	راهنمای نگهداری وتعمیرات تصفیه‌خانه‌های آب و حفاظت و ایمنی تاسیسات	۱۳۳	۱۳۷۴		
۱۳۴	نیروی انسانی در تصفیه‌خانه‌های آب و مراقبت بهداشتی و کنترل سلامت آنها	۱۳۴	۱۳۷۴		

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اوّل	چاپ آخر	
۱۳۵	سه مقاله از آقای مهندس مگردیچیان در یک مجلد	۱۳۵	۱۳۷۴		
۱۳۶	طرح جامع مصالح ساختمانی کشور	۱۳۶	-		در دست اقدام
۱۳۷	راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از مخازن آب	۱۳۷	۱۳۷۴		
۱۳۸	مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات	۱۳۸	۱۳۷۴		
۱۳۹	آئین نامه بارگذاری پلها	۱۳۹	۱۳۷۴		
۱۴۰-۱	نقشه‌های تیپ کلینیک و آزمایشگاه درجه یک دامپزشکی	۱۴۰-۱			در دست اقدام
۱۴۰-۲	نقشه‌های تیپ کلینیک و آزمایشگاه درجه دو دامپزشکی	۱۴۰-۲			در دست اقدام
۱۴۰-۳	نقشه‌های تیپ کلینیک مستقل دامپزشکی	۱۴۰-۳			در دست اقدام
۱۴۱	راهنمای طرّاحی کارگاههای پرورش ماهی‌های گرم آبی	۱۴۱	۱۳۷۵		
۱۴۲	ضوابط طرّاحی کارگاههای پرورش ماهی‌های گرم آبی	۱۴۲	۱۳۷۵		
۱۴۳	برنامه‌ریزی و طرّاحی هتل	۱۴۳	۱۳۷۵		
۱۴۴-۱	تسهیلات پیاده‌روی، مبانی فنّی	۱۴۴-۱	۱۳۷۵		
۱۴۴-۲	تسهیلات پیاده‌روی (توصیه‌ها و معیارهای فنّی)	۱۴۴-۲	۱۳۷۵		
۱۴۴-۳	تسهیلات پیاده‌روی (سوابق مطالعات)	۱۴۴-۳	۱۳۷۶		
۱۴۵-۱	تقاطع‌های هم‌سطح شهری، مبانی فنّی (برنامه‌ریزی، طرّاحی و مدیریت)	۱۴۵-۱	۱۳۷۶		
۱۴۵-۲	تقاطع‌های هم‌سطح شهری، توصیه‌ها و معیارهای فنّی (برنامه‌ریزی، طرّاحی و مدیریت)	۱۴۵-۲	۱۳۷۶		
۱۴۵-۳	تقاطع‌های هم سطح شهری، سوابق و مطالعات	۱۴۵-۳	۱۳۷۶		
۱۴۶	آموزش ایمنی تردّد به خردسالان و نوجوانان	۱۴۶	۱۳۷۵		
۱۴۷	ضوابط طرّاحی ساختمانهای پرورش گاو شیری	۱۴۷	۱۳۷۵		
۱۴۸	دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی	۱۴۸			در دست‌اقدام
۱۴۹-۱	مقدار تابش کلّی خورشید بر تراز افقی در گسترهٔ ایران (قسمت اوّل: تابش خورشید و ابر گرفتگی)	۱۴۹-۱			در دست‌اقدام
۱۵۰	سازهای بتنی مهندسی محیط‌زیست و آزمون آب‌بندی سازه‌های بتن‌آرمه	۱۵۰			
۱۵۱	نقشه‌های تیپ ساختمانهای پرورش گاوشیری در اقلیم کاملاً مناسب	۱۵۱			در دست‌اقدام
۱۵۲	راهنمای اجرای بتن در مناطق گرمسیری	۱۵۲	۱۳۷۵		
۱۵۳	دستورالعمل لایه‌بندی خاک در مطالعات زهکشی اراضی	۱۵۳	۱۳۷۵		
۱۵۴	دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای	۱۵۴	۱۳۷۵		
۱۵۵	دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیک خاک - روش چاهکد	۱۵۵	۱۳۷۵		
۱۵۶	راهنمای تعیین منحنی دبی - اشل رودخانه با استفاده از روش اینشتین - باربا روسا	۱۵۶	۱۳۷۵		

فهرست نشریات دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اوّل	چاپ آخر	
۱۵۷	دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری از ماشین آلات مورد نیاز شبکه‌های آبیاری و زهکشی	۱۵۷	۱۳۷۵		
۱۵۸	دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات و تجهیزات شبکه‌های آبیاری و زهکشی	۱۵۸	۱۳۷۵		
۱۵۹	ژئو فیزیک و نقش آن در مهندسی آب، استاندارد و مطالعات الکتریک با روش مقاومت ویژه	۱۵۹	۱۳۷۵		
۱۶۰	دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبخیز	۱۶۰	۱۳۷۵		
۱۶۱	آیین نامه طرح هندسی راهها	۱۶۱	۱۳۷۵		
۱۶۲	دستورالعمل حفر و تجهیز پیزومترهای مرکّب	۱۶۲	۱۳۷۶		
۱۶۳	مکمل ضوابط طرّاحی شبکه‌های جمع‌آوری آبهای سطحی و فاضلاب شهر	۱۶۳	۱۳۷۶		
۱۶۴	دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیک خاک باروش پیزومتری	۱۶۴	۱۳۷۶		
۱۶۵	دستورالعمل برف سنجی	۱۶۵	۱۳۷۶		
۱۶۶	معیارهای هیدرولیکی طرّاحی کانالهای آبیاری و زهکشهای روباز	۱۶۶	۱۳۷۶		
۱۶۷-۱	مقرّرات و معیارهای طرّاحی و اجرای جزئیات تیپ ساختمانی اقلیم و ویژگیهای ساختمان	۱۶۷-۱			در دست اقدام
۱۶۷-۲	مصالح ساختمانی و ضوابط کاربردآن	۱۶۷-۲			در دست اقدام
۱۶۷-۳	روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان	۱۶۷-۳			در دست اقدام
۱۶۷-۴	ویژگیهای ساختاری ابنیه	۱۶۷-۴			در دست اقدام
۱۶۷-۵	ویژگیهای عملکردی ابنیه	۱۶۷-۵			در دست اقدام

فهرست مجموعه سخنرانیها و مقالات سمینارها و نشریات بدون شماره
دفتر امور فنّی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار: چاپ اوّل	تاریخ انتشار: چاپ آخر	ملاحظات
۱	مجموعه برگردان مقاله‌های برگزیده از سمینارهای بین‌المللی تونل‌سازی (تونل سازی ۸۵)	-			
۲	مجموعه سخنرانیهای دومین سمینار تونل‌سازی	-			
۳	بتن در مناطق گرمسیر (اولین سمینار بندرسازی)	-	۱۳۶۵		
۴	مجموعه مقاله‌های ارائه‌شده به چهارمین سمپوزیوم آئرودینامیکی و تهویه تونلهای راه (انگلستان ۱۹۸۲)	-	۱۳۶۵		
۵	مجموعه‌مقاله‌های ارائه شده به کنفرانس محافظت ساختمانها در برابر حریق (۲۰-۳۰تیرماه۱۳۶۵)	-	=		
۶	مجموعه سخنرانیهای سومین سمینار تونل‌سازی	-	=		
۷	مجموعه سخنرانیهای اولین سمینار بندرسازی	-	=		
۸	توصیه‌های بین‌المللی متحدالشکل برای محاسبه و اجرای سازه‌های متشکل از پانل‌های بزرگ بهم پیوسته	-	۱۳۶۷		
۹	چهره معماری دزفول در آینه امروز	-			
۱۰	واژه‌نامه بتن (بخشی از آئین‌نامه بتن ایران)		۱۳۶۸	۱۳۷۱	
۱۱	مهندسی زلزله وتحلیل سازه‌ها در برابر زلزله	-	۱۳۶۹		
۱۲	بررسی و تهیه بتن با مقاومت بالا با استفاده از کلینگر	-	۱۳۶۸		
۱۳	مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بتن ۶۹	-	۱۳۶۹		
۱۴	مجموعه مقالات سمینار بتن ۶۷	-	۱۳۶۹		
۱۵	گزارش زلزله منجیل ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹	-	۱۳۶۹		
۱۶	مجموعه مقالات اولین سمینار بین‌المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلدهای اول و دوم)	-	۱۳۶۹		
۱۷	مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بتن ۶۹ (پیوست)		۱۳۷۰		
۱۸	بررسی، ارزیابی و نقد طرحهای مرتع و آبخیزداری	-	۱۳۷۰		
۱۹	بررسی،ارزیابی ونقد طرحهای مرتع و آبخیزداری(جمع‌بندی و نتیجه‌گیری)	-	۱۳۷۰		
۲۰	مجموعه مقالات اولین سمینار بین‌المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلد سوم)	-	۱۳۷۰		
۲۱	زلزله وشکل‌پذیری سازه‌های بتن‌آرمه	-	۱۳۶۹		
۲۲	خلاصه مقالات کنفرانس بین‌المللی بتن ۷۱	-	۱۳۷۱		
۲۳	مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بتن ۷۱ (فارسی)	-	۱۳۷۱		
۲۴	مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی بتن ۷۱ (انگلیسی)	-	۱۳۷۱		
۲۵	مجموعه مقالات‌دومین سمینار بین‌المللی‌مکانیک و مهندسی پی‌ایران(فارسی ـ انگلیسی)	-	۱۳۷۱		
۲۶	مقدمه‌ای بروضع موجود دامداری، تولیدات دامی، بیماری و خدمات دامپزشکی درکشور	-	۱۳۷۲		
۲۷	ترجمه ۱۰۰۰ صفحه استاندارد Iso (شامل ۱۳۷ نسخه) از بخش ساختمانی	-	۱۳۷۵		