

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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
۱۳۷۶

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۶/۰۰/۵۱

فهرستبرائگی

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 س/ ۳۶۸ TA

ISBN 964-425-027-3

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۰۲۷-۳

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 الرحيم

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 قرارگیرد تا در اجرای کارها به دقت مورد عمل قرار دهند.

در شرایط کنونی، علی‌رغم آنکه ساختمانهای فلزی به مقیاس وسیع در کشور اجرا می‌گردد، به علت نبود دستورالعمل‌های کافی و کمبود 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 این گونه 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 در کشورهای 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 دوره کارآموزی را در کارگاههای جوشکاری زیرنظر جوشکاران مجاز دید، و کارش 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 طور کلی، 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

آییننامه‌های 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 ساختمانی 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 قالیپان، 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 ساختمانهای مورد استفاده قرار دهند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	۱. دامنه کاربرد و کلیات
۷	۱-۱. هدف و دامنه کاربرد
۷	۲-۱. کلیاتی در مورد جوش و جوشکاری
۱۰	۲. سازمان دادن کارگاه
۱۱	۳. جوشکاری
۱۱	۱-۳. نقشه‌ها و علائم
۱۱	۲-۳. برنامه جوشکاری
۱۲	۳-۳. برش قطعات
۱۲	۱-۳-۳. ماشین‌اره و نوردهای برش
۱۲	۲-۳-۳. برش با قیچی
۱۳	۳-۳-۳. برش با شعله (برش با اکسیژن)
۱۳	۴-۳. آماده کردن درزها
۱۴	۵-۳. جوش کردن درزها و شرایط فنی مربوط به جوشکاری
۱۴	۱-۵-۳. جوش پذیری فلز مبنا
۱۵	۲-۵-۳. جفت کردن درزها
۱۷	۳-۵-۳. جمع کردن و تثبیت قطعات
۱۸	۴-۵-۳. تنظیم موقعیت درز برای جوشکاری
۱۹	۵-۵-۳. تعداد و ترتیب پاسها
۱۹	۶-۵-۳. انتخاب صحیح نحوه اجرا
۳۰	۷-۵-۳. تقدم و تأخر جوشکاری قسمتهای مختلف یا مرحله بندی جوشکاری

صفحه	عنوان
۳۰	۳-۵-۸. معایب جوش درز
۳۱	۳-۵-۹. پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسها
۳۲	۳-۶. شرایط محیط در موقع جوشکاری
۳۳	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	۳-۷-۴. رنگ کردن جوش درزها
۳۳	۳-۸. مقررات مربوط به طرز جوشکاری
۳۴	۳-۸-۱. مقررات و قواعد مربوط به حصول یک جوش سالم
۳۷	۳-۸-۲. مقررات و قواعد مربوط به تأمین ابعاد صحیح جوش درز
	۳-۸-۳. مقررات و توصیه های مربوط به تقلیل تنشها و تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری
۳۹	
۴۰	۳-۸-۴. مقررات و توصیه های دیگر
۴۰	۳-۹. درجه بندی جوشکاری
۴۱	۴. کنترل جوش
۴۲	۵. رواداری ها
۴۳	پیوست ۱
۵۳	پیوست ۲

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 می باشد.

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 می خورد که عبارت است از:

- منطقه ذوب شده و نواحی بلافاصله همجوار آن

- فلز مبنا (فلز مورد جوش)

منطقه ذوب شده که از انجماد فلز مذاب به دست آمده است ضمن جوشکاری تغییر و تحولات

بافتی، شیمیایی و فیزیکی می یابد.

فلز مبنا تحت اثر یک تحول حرارتی قرار می گیرد 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 الکتروود فولادی روکش دار (دستی)

- جوش قوس الکتریکی با الکتروود گرافیت

- جوش قوس الکتریکی زیرحفاظ گازهای احیا کننده

- جوش قوس الکتریکی زیرحفاظ گازهای خنثی

- جوش قوس الکتریکی با الکتروود 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 الکتروود فولادی روکش دار (دستی) و جوش قوس الکتریکی با الکتروود 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 الکتروود فولادی روکش دار مورد نظر می باشد.

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

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 علائم

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.

علائم 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 علائم 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 الکتروود، 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، گیتین، 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 هدمه 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 رامی‌توان 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 زیر 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 زیر 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 انحنا 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 راه‌حلی 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 و آماده کردن آنها برای شروع جوشکاری
- تنظیم موقعیت درز برای جوشکاری
- انتخاب صحیح نحوه اجرا

۳-۵-۱. جوش پذیری فلز مبنا

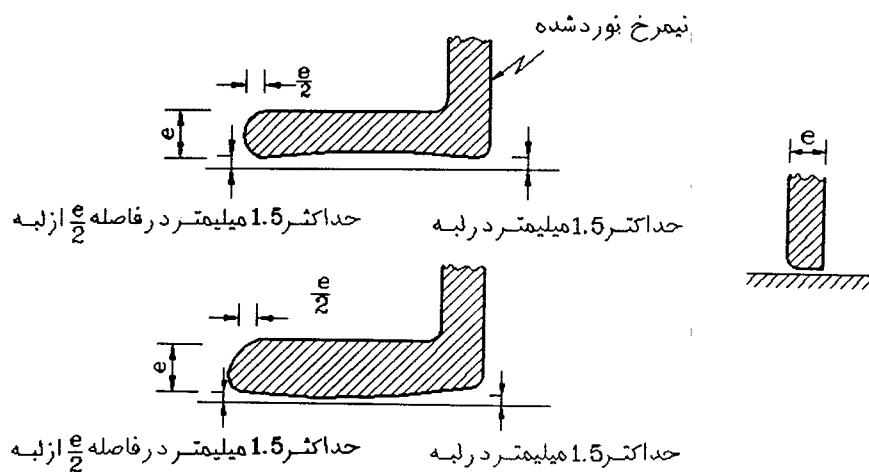
جوش پذیری فلز مبنا یکی از عواملی است که در سرعت جوشکاری نقش تعیین کننده دارد. اگر در نقشه‌ها فقط مشخصات مکانیکی فولاد قید شده باشد، سازنده باید فولادی را برای کار انتخاب کند که ضمن دارا بودن مشخصات مکانیکی مورد نظر، جوش پذیری لازم و کافی نیز داشته باشد. در صورتی که نوع فولاد و ترکیب شیمیایی آن نیز قبلاً 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 زیاده‌تری 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 $\frac{1}{5}$ 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 اندازه‌گیری می‌شود، نباید از $\frac{1}{5}$ 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.

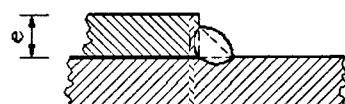
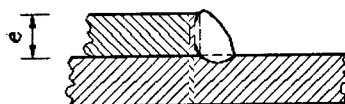
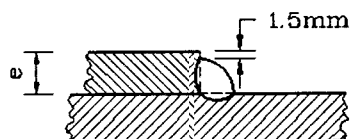
در هر حال، اگر قطعات مورد اتصال کاملاً به هم نجسبیده باشد، باید بعد جوش نشان داده شده در نقشه را به اندازه فاصله موجود بین دو قطعه افزایش داد. این مسئله حجم جوش را افزایش داده و زمان لازم برای انجام اتصال را زیادتر می‌کند.

در لبه‌های گرد نیم‌رخهای نورد شده، بعد جوش مساوی با $\theta - 0.625r$ میلیمتر می‌باشد، مگر اینکه در نقشه‌ها چیز دیگری نشان داده شده باشد.

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



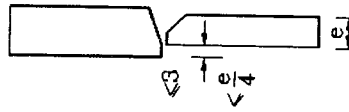
در لبه ورق‌ها بهتر است بعد جوش $1/5$ میلیمتر کمتر از θ باشد، اگر بعد جوش مساوی با θ باشد، باید جوشکاری طوری انجام گیرد که لبه ورق در اثر جوشکاری نازکتر نشود.



صحیح

غلط

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 $\frac{3}{4}$ و نه از ۳ میلیمتر بیشتر شود. θ عبارت است از ضخامت نازکترین ورق مورد اتصال.



اگر مقدار انحراف از مقدار مجاز بیشتر باشد، می توان 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 $1/5$ 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 در یک 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، روپاره 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.

۳-۴. 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 می دهد. 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 می توان 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 اجرا کننده باید از تجربیات و اطلاعات خود کمک بگیرد، زیرا شرایط کار به قدری متغیر و متفاوت است که نمی توان یک یا چند نحوه اجرای استاندارد پیشنهاد نمود. عوامل عمده ای که در تعیین نحوه اجرا مؤثر است، به شرح زیر می باشد:

- 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، الکتروود باید از نظر اقتصادی نیز قابل قبول باشد.

الکتروودهای جدید معمولاً از نظر مقاومت و ظاهر جوش نتایج خوبی می‌دهد. به این ترتیب، انتخاب الکتروود در این خلاصه می‌شود که الکتروودی 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 الکتروود 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 الکتروود 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 الکتروود 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، الکتروود خاصی مناسب است، مثلاً برای درزهای نوع (الف) الکتروودهای با بازده زیاد که روکش آنها حاوی گردآهن می‌باشد، بهترین نتیجه را می‌دهد، و برای درزهای نوع (ب) الکتروودهایی که روباره نازکتری می‌دهد (مانند الکتروودهای با روکش نازک سلولزی) از سایر الکتروودها مناسبتر است.

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

قطر الکتروود به عوامل زیر بستگی دارد.

- ضخامت ورقها: هر چه ورقهای مورد اتصال ضخیمتر باشد، باید الکتروود با قطر بیشتر مصرف گردد.

- مهارت جوشکار در حرکت دادن الکتروود و مهار کردن حوضچه مذاب جوش.

- وضع درز که روی ابعاد حوضچه مذاب اثر می‌گذارد (اثر نیروی ثقل).

- نوع آمادگی درز که قطر الکتروود را از لحاظ رسیدن به عمق درز محدود می‌کند. حداکثر قطر الکتروود برای اولین پاس درزهای لب به لب ۵ میلیمتر می‌باشد، ولی برای جوش گوشه از لحاظ قطر الکتروود محدودیتی در بین نیست.

- بعد جوش: قطر الکتروود باید طوری باشد که طول نوار جوش با بعد مورد نظر به ازای یک الکتروود، از مقدار معینی کمتر نباشد.

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

تغییر قطر الکتروود برای یک پاس معین مجاز نیست.

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

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

هر الکتروود به ازای یک شدت جریان معین بهترین بازده را داراست. این شدت جریان همیشه حداکثر شدت جریان مجاز برای کار با آن الکتروود 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 ایجاد 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 گرد آهن 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 می‌تواند کار کند. 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 قطب‌گرایی موجود بوده و استفاده از انواع مختلف الکترودها مقدور است و می‌توان قطب‌گرایی 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.

۳-۵-۶. 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 می تواند وسیله تنظیم شدت جریان را از دستگاه جدا کرده و با خود به محل جوشکاری ببرد، و متناسب با کاری که انجام می دهد، شدت جریان را بدون اتلاف وقت تنظیم نماید.

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

شدت جریان (آمپر)	ضخامت ورق (میلیمتر)	قطر الکترود (میلیمتر)
۶۰ تا ۱۰۰	۲ تا ۴	۲ تا ۳/۲
۱۰۰ تا ۱۵۰	۴ تا ۶	۳/۲ و ۴
۱۵۰ تا ۲۰۰	۶ تا ۱۰	۴ و ۵
۲۰۰ تا ۴۰۰	بزرگتر از ۱۰	۵ تا ۸

در تمام حالات، اختلاف پتانسیل باید بین ۶۰ تا ۱۰۰ ولت باشد، زیرا برای ولتاژهای بالاتر قوس متلاطم می شود.

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 می شود. با الکترودهای جدید که دارای روکش نسبتاً ضخیم می باشد، تمایل به استفاده از شدت جریانهای زیاد روزه روزه بیشتر می شود. در مورد الکترودهای با نفوذ زیاد که دارای روکش اسیدی یا روتیلی بسیار ضخیم است، معمولاً شدت جریان مساوی ۱۶ برابر مجذور قطر الکترود اختیار می شود.

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 الکتروده می باشد، یعنی اگر قطر الکتروده را Φ و قطر مغز آن را Φ_1 بنامیم، رابطه زیر به دست می آید:

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

شدت جریان لازم برای الکترودهای مختلف

قطر الکترودها (میلیمتر)	الکترودهای قدیمی		الکترودهای جدید	
	شدت جریان (آمپر)	تکائف جریان (آمپر به میلیمتر مربع)	شدت جریان (آمپر)	تکائف جریان (آمپر به میلیمتر مربع)
۲/۰	۴۵	۱۴/۴	۵۰	۱۶/۰
۲/۵	۷۰	۱۴/۳	۷۵	۱۵/۳
۳/۲	۱۱۰	۱۳/۷	۱۲۰	۱۵/۰
۴/۰	۱۴۰	۱۱/۱	۱۷۰	۱۳/۵
۵/۰	۱۹۰	۹/۵	۲۵۰	۱۲/۷
۶/۰	۲۴۰	۸/۴	۳۵۰	۱۲/۳
۸/۰	۳۲۰	۶/۳	۴۵۰	۹/۰

ولتاژ لازم برای الکترودهای جدید تابع شدت جریان، تکائف جریان، طول قوس الکتریکی و نوع و ضخامت روکش می باشد.

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

$$V = 12 + \frac{\lambda \Phi}{10} \cdot \frac{1}{A}$$

که در آن

$V =$ ولتاژ لازم برحسب ولت

$\lambda =$ طول قوس برحسب میلیمتر

$\Phi =$ قطر الکتروود برحسب میلیمتر

$I =$ شدت جریان برحسب آمپر

$A =$ سطح مقطع الکتروود برحسب میلیمتر مربع

علاوه بر آنچه که گفته شد، باید توصیه‌های سازنده الکتروود را هم در تعیین شدت جریان و ولتاژ و قطب گرایی الکتروود 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 نگه داشتن آن، مسئله‌ای است که به طور اساسی به مهارت جوشکار بستگی دارد. به طور تقریب، مناسبترین طول برای قوس برابر با نصف قطر الکتروود می‌باشد.

۳-۵-۶-۶. سرعت حرکت الکتروود

سرعت حرکت به نوع الکتروود و مهارت جوشکار بستگی دارد و باید طوری تنظیم شود که الکتروود 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، الکتروود سه حرکت دارد:

- حرکت مستمر به طرف درز متناسب با ذوب و مصرف شدن الکتروود، به منظور ثابت نگه داشتن طول قوس

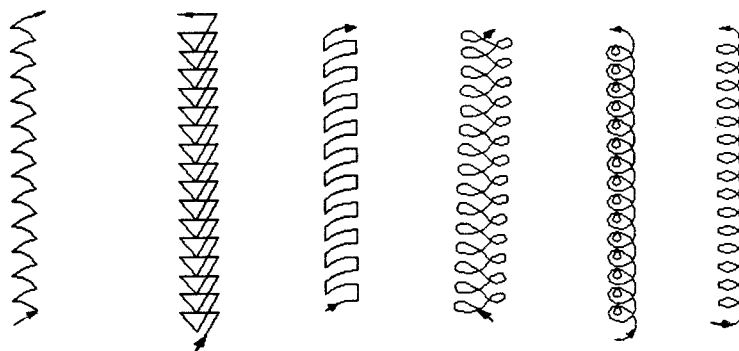
- حرکت مستمر در طول درز متناسب با پر شدن تدریجی درز

- 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 الکتروود 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 الکتروود درز را پر کرد، مشروط بر اینکه این عرض از ۲/۵ برابر قطر الکتروود بیشتر نشود. برای حصول یک جوش سالم و خوب باید حرکات الکتروود به دقت و با نظم کامل انجام گیرد. این کاملاً به مهارت جوشکار بستگی دارد.

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



نمونه‌هایی از حرکت جانبی الکتروود

۷-۶-۵-۳. 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 الکتروود که منجر به تغییر کیفیت فلز جوش می‌شود	+	+
افزایش قطر الکتروود	+	
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 جوش سربالا 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 می شود:

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 پهلوی، برای اطمینان از سلامت جوش

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

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 نمونه هایی که تحت شرایط معینی تهیه می شود، انجام می گیرد.

نوع نمونه ها، ابعاد هر یک از آنها، و طرز تهیه هر کدام در نشریه ای 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، نمونه ها را از ورق تا ۱۰ میلیمتر تهیه می کنند، و اگر حداکثر

ضخامت از ۲۰ میلیمتر بیشتر باشد، نمونه را با ورق به ضخامت ۲۰ تا ۲۵ میلیمتر می سازند.

در مورد جوش گوشه باید یک نمونه برشی با حداکثر بعد جوش یک پاسه، و نمونه ای دیگر با

حداقل بعد جوش چند پاسه تهیه گردد. به ازای هر وضع جوشکاری، باید نمونه ای با همان شرایط

تهیه شود.

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

تعداد نمونه‌های آزمایشی لازم برای درزهای لب به لب

تعداد و نوع آزمایش لازم					ضخامت ورقهای نمونه (میلیمتر)	حداکثر ضخامت ورقهای مورد اتصال (میلیمتر)
تاشدگی پهلوی	تاشدگی ریشه	تاشدگی گرده	خمشی آزاد	آزمایش کششی مقطع کوچک شده		
-	۲	۲	۲	۲	کوچکتر از ۱۰ یا مساوی ۱۰ میلیمتر	کوچکتر از ۲۰ یا مساوی ۲۰ میلیمتر
۴	-	-	۲	۲	به ضخامت حداکثر ولی کوچکتر از ۲۵ میلیمتر	بزرگتر از ۲۰ میلیمتر

تعداد نمونه‌های آزمایشی لازم برای سایر درزها

تعداد و نوع آزمایش لازم		بعد جوش
خمشی آزاد و سلامت جوش	برش طولی یا عرضی (متناسب با طرح)	
۱	۱	حداکثر بعد - یک پایه (در هر حال، بعد کمتر از ۱۰ میلیمتر)
-	۱	حداقل بعد - چند پایه

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 پهلوی 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 $\frac{2}{3}$ تاب کششی حداقل فلز مبنا کمتر نباشد.
- در آزمایش برش عرضی، تاب برشی جوشی از $\frac{7}{8}$ 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 نتیجه 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، مرحله بندی 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 بالآخره طرز ترمیم و رفع آنها در نشریه دیگری به نام معایب جوش شرح داده شده است.

معایبی که در جوش درزها مشاهده می شود، عبارت است از:

- تخلخل یا پوکی

- غوطه ور شدن دوباره 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 بینی های لازم برای جلوگیری از بروز معایب فوق به عمل آید. در صورتی که علی رغم این پیش بینی ها 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 وسیله سنگ زدن و تراشیدن، یا برش با اکسیژن به عمل آید. در هر حال نباید در این کار زیاده روی گردد. باید توجه داشت که فلز مبنا در اثر این عملیات ترک بر ندارد.

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 نمی شود.

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 می نماید. بالا بودن درجه حرارت در حد فاصل دو پاس متوالی نیز پیوستگی فلز جوش پاسهای مزبور را بهبود بخشیده و سرعت و کیفیت مطلوب جوشکاری را افزایش می دهد. در جوشکاری قطعات دارای ضخامت زیاد، باید پیش گرمایش و درجه حرارت بین پاسها مطابق جدول زیر باشد. این پیش گرمایش را می توان با شعله یا به کمک وسایل الکتریکی تأمین نمود.

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

با سایر انواع الکتروود	با الکتروودهای معمولی (مانند E60XX)	ضخامت قطعاتی که باید به هم جوش شود (میلیمتر)
۰	۰	تا ۲۵ میلیمتر
۹۰	۰	۲۵ تا ۵۰ میلیمتر
۱۵۰	۴۰	۵۰ تا ۷۵ میلیمتر
به کار بردن این الکتروودها توصیه نمی شود	۶۵	بیشتر از ۷۵ میلیمتر

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. پیش‌بینی‌های 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، مگر اینکه کار و جوشکار به نحو مناسبی حفاظت شوند.

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

۱-۷-۳. 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.

۲-۷-۳. 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.

۴-۷-۳. رنگ کردن جوش درزها

پس از اتمام عملیات جوشکاری، باید دوباره 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.

۸-۳. مقررات مربوط به طرز جوشکاری

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

- حصول یک جوش سالم و بی عیب و دارای مشخصات مکانیکی مورد نیاز
- تأمین نوار جوش به ابعاد و شکل مورد نیاز
- 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 پهلوهایی 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 نمی کند، و نفوذ جوش ناقص می ماند. بالعکس، اگر شدت جریان برای ذوب قطعه ضخیم کافی باشد قطعه نازکتر را می سوزاند. برای رفع این اشکال، در کارهای کم اهمیت می توان 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 لبه های 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 نمی کند، و نقص نفوذ و آمیزش به وجود می آید.

ب) ترتیبی اتخاذ شود که:

- روباره یا ناخالصیهای دیگر در فلز جوش غوطه ور 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 درزگود 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 زنگ زدگی، روغن، رنگ و سایر کثافات و رطوبت باشد. در مورد قطعات گالوانیزه باید دقت شود که قشر نازک روی که فلز مینا را پوشانده است، در موقع جوشکاری ذوب نشده و وارد فلز جوش نگردد.
- برای تمیز کردن درزها می توان 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 می گیرد، باید دوباره جوش کاملاً کنده شده و سطح جوش با برس سیمی تمیز گردد.
- از مصرف الکترودهای مرطوب که باعث ورود گاز هیدروژن در فلز جوش می شود، 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 بلرزند.
- 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 الکتروده باید با دقت انجام گیرد. برای این منظور باید نوک الکتروده با کار مماس شود، و بلافاصله پس از ایجاد جرقه به اندازه ای 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 الکتروده قطع نشود، زیرا کیفیت جوش در نقطه خاموش شدن الکتروده همیشه از جاهای دیگر پایین تر است.
- در شروع هر پاس باید سرعت حرکت الکتروده کم شود تا فلز مینا 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 می باشد.

- در هر 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 لایه های جوش از مقادیر زیر بیشتر نشود:

در پاس اول درزهای لب به لب، از ۶ میلیمتر

در جوش گوشه یک پایه، از ۸ میلیمتر

در جوش گوشه یک پایه وقتی که در وضع قائم از پایین به بالا جوش می شود، از ۱۲ میلیمتر در سایر موارد از ۳ میلیمتر

در صورتی که علی رغم تمام این پیش بینی ها و پیشگیری ها، بعضی از ضوابط فوق رعایت نگردد، یعنی معایبی در جوش مشاهده شود، باید مجدداً نوع و قطر الکتروود 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 منطقه ای قرار گیرد که تنشها حداکثر است و یا در حالتی واقع شود که جوش لب اتصال کامل قطعات کار را تأمین می نماید، باید جوشکاری از دور و 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 ۲۰ میلیمتر بیشتر نباشد، می توان از قطعات کمکی صرف نظر کرد، مشروط بر اینکه

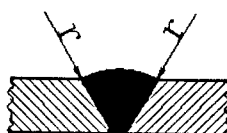
انتهای نوار جوش تا رسیدن به فلز سالم سنگ زده شده و سپس تا حصول گرده مورد نظر با پاسهای جانبی پر شود.

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 به وجود 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 الکتروود نباید از ۴ 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:

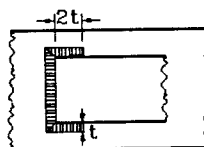
۲۰	۱۶	۱۲	۱۱	۱۰	۸	۶	۵	۳	بعد جوش گوشه (میلیمتر)
۲/۶	۲/۳	۲/۵	۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۳	۱/۲	۱/۱	برجستگی گرده (میلیمتر)

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 ۴۰ میلیمتر، مرحله‌بندی 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 دو طرفه، یا نیم 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 معاین 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 الکتروود 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 در کار 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.

۴. 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 از گرده‌سنج و لوازم اندازه‌گیری 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 و دامنه کاربرد هر یک از آنها در نشریه فوق توضیح داده شده است:

رعایت مقررات دستورالعمل مزبور در ساختمانهای فلزی الزامی است.

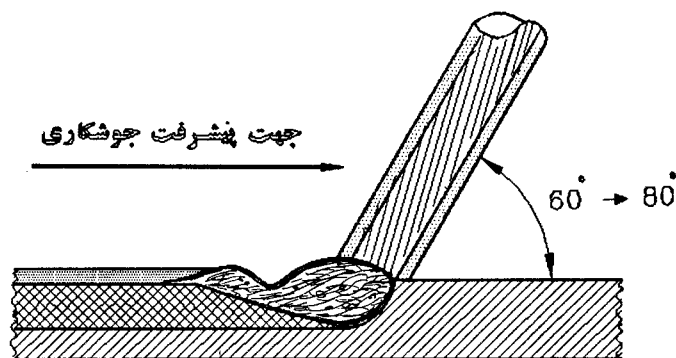
۵. رواداری‌ها (Tolerances)

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 هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

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

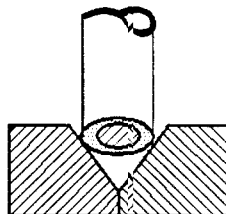
در این نوع اتصال، میزان نفوذ جوش بسته به سرعت حرکت الکترود و فاصله آن از قطعه کار، به نحو چشمگیری تغییر می‌کند. بهترین نتیجه موقعی به دست می‌آید که در وضع تخت، الکترودهای با روکش ضخیم مورد استفاده قرار می‌گیرد، و ضمن جوشکاری، لبه روکش الکترود به قطعه کار مماس شده، و امتداد الکترود با جهت پیشرفت جوشکاری 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

در این نوع اتصال نیز سرعت حرکت الکترود و فاصله آن از قطعه کار در کیفیت 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 الکتروود به سطوح جانبی درز مماس شود و امتداد الکتروود با جهت پیشرفت جوشکاری زاویه‌ای بین ۶۰ تا ۸۰ درجه تشکیل دهد. حرکت جانبی الکتروود 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 رو با 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 پایین دست انجام گیرد، ریشه جوش در آخر کار سنگ زده شده و یک پاس در وضع بالای سر جوش شود.

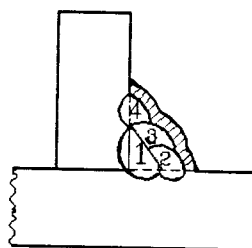
۳. اتصال سپری و لب روی هم

در این اتصالها که به کمک جوش گوشه انجام می‌گیرد، باید تا حد امکان از الکتروودهای 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 الکتروود به ورقهای مورد اتصال چسبیده و الکتروود 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 گود افتادگی هم در پاسهای بعد پُر می‌شود. پاسهای بعدی جوش باید با شدت جریان مناسبی که گود افتادگی ایجاد نمی‌کند، انجام گیرد. برای آنها باید الکتروود 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 الکتروود با هر دو ورق مورد اتصال زاویه‌ای در حدود ۴۵ 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 ۴ انجام گیرد.

۴. تناسب قطر الکتروود و شدت جریان با ضخامت ورقهای مورد اتصال و تعداد و ترتیب پاسها

قطر الکتروود 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 الکتروود و تمام عوامل فوق تعیین می‌گردد.

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

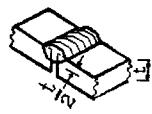
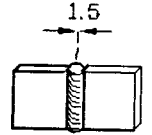
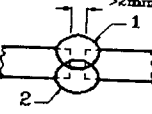
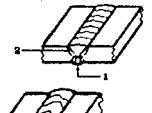
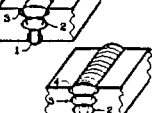
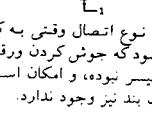
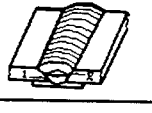
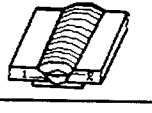
در جدول زیر، قطر الکتروود، شدت جریان لازم، و تعداد ترتیب پاسها برای ورقهای دارای ضخامتهای مختلف، انواع گوناگون اتصال، و وضعهای مختلف جوشکاری داده شده است. مقادیر

مندرج در جدول، ارقام متوسط نظیر حالات متعارف جوشکاری بوده، و می تواند در قدم اول به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد.

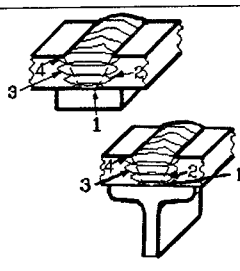
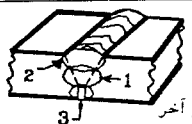
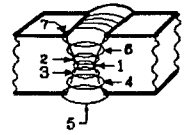
در تنظیم این جدول به ترتیب اتصال لب به لب، اتصال لب روی هم، اتصال سپری، و اتصال نبشی مورد توجه قرار گرفته، و نوع جوش برای هر نوع اتصال تعیین شده و پس از آن از ورقهای نازک گرفته تا ورقهای ضخیم، و از جوش یک پاسه گرفته تا جوشهای چند پاسه از یک یا دو رو، قطر الکتروود و شدت جریان برای جوشکاری در وضعهای مختلف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

در این جدول، برای تعیین شدت جریان، اغلب الکتروودهای متعارف مورد نظر بوده است، در صورتی که از الکتروودهای خاص مثلاً الکتروودهایی با بازده زیاد استفاده شود، باید شدت جریان متناسب با نوع الکتروود و بر مبنای توصیه های کارخانه سازنده افزایش داده شود. در جایی که الکتروودهای با بازده زیاد در نظر گرفته شده، نوع الکتروود با یک ستاره (*) مشخص گردیده است. در این جدول، کاربرد الکتروودهایی به قطر بزرگتر از ۸ میلیمتر نیز پیش بینی شده است. این الکتروودها در ایران کمتر ساخته می شود و اگر به آنها دسترسی نباشد، می توان از الکتروودهای با قطر کوچکتر استفاده نمود. در آن صورت شدت جریان نیز باید متناسب با قطر الکتروود تغییر داده شود.

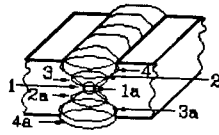
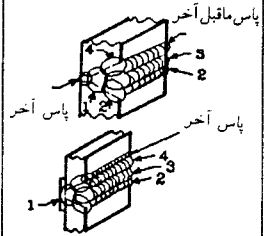
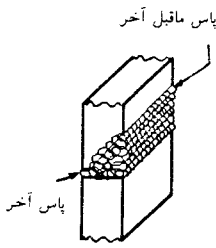
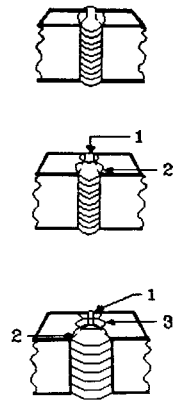
تناسب قطر الکترود و شدت جریان با ضخامت ورقهای مورد اتصال - تعداد و ترتیب پاسها

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

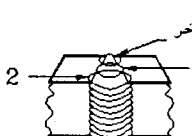
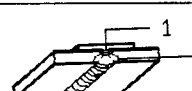
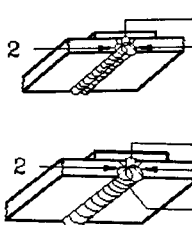
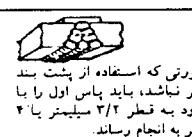
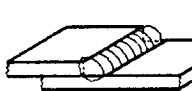
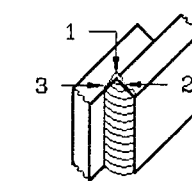
* - الکترودهایی که با این علامت مشخص شده است از نوع الکترودهای با بازده زیاد است که روکش آنها حاوی گرد آهن می باشد.

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 دوز نقای با پشت بند	لب	 این نوع اتصال وقتی به کار برده می شود که جوش کردن ورقها از دور و میسر نبوده، با ورقه روی قطعه دیگری جوش شود.	۱۲	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۲
			۱۶	تخت	۱	۵*	۴۰۰	۴۰
			۲۰	تخت	۱	۵*	۴۰۰	۴۰
			۲۲	تخت	۱	۵*	۴۰۰	۴۰
			۲۵	تخت	۱	۵*	۴۰۰	۴۰
لب به لب چنانگی	لب	 پاس آخر این نوع اتصال وقتی به کار برده می شود 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
			۱۲	تخت	۲	۵*	۲۷۵	۳۰
			۱۶	تخت	۳ و ۲	۵*	۲۷۵	۳۰
			۲۰	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰
			۲۵	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰
لب به لب دو چنانگی	لب	 این نوع اتصال مخصوص ورقهای ضخیم می باشد.	۲۰	تخت	۱	۵*	۱۳۰	۲۵
			۲۵	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰
			۳۲	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰
			۴۰	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰
			۴۰	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۰

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

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسها	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
ب. به ب. دو لایه ای	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
ب. به ب. جوشی	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
ب. به ب. نیم جوشی	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
ب. به ب. جوشی	لب		۵	قائم سریالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۵	قائم سریابین	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	قائم سریالا	۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۶	قائم سریابین	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	قائم سریابین	۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۸	قائم سریالا	۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۸	قائم سریابین	۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۸	قائم سریابین	۱ تا ۳	۴	۱۳۰	۴۵
			۱۰	قائم سریالا	۱	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۰	قائم سریابین	۱ تا ۳	۵	۱۵۰	۲۵

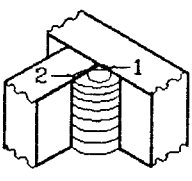
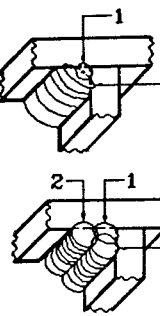
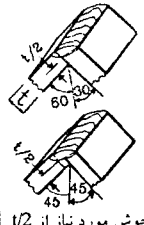
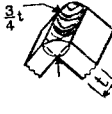
** - تعداد پاسها با توجه به مهارت جوشکاری و شرایط کار تعیین می شود.

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری پاسها	قطر الکتروود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
لب به لب	لب		۱۲	قائم سریالا ۱ تا ۳	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۴	قائم سریالا ۱ تا ۳	۵	۱۷۰	۲۸
			۱۶	قائم سریالا **	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۰	قائم سریالا **	۵	۱۷۰	۲۸
			۲۵	قائم سریالا **	۵	۱۷۰	۲۸
	لب		۵	بالای سر ۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	بالای سر ۲	۵	۱۵۰	۲۵
			۸	بالای سر ۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
				۲	۴	۱۳۰	۲۵
				۳	۵	۱۵۰	۲۵
			۱۰	بالای سر ۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
				۲	۴	۱۳۰	۲۵
				۳	۵	۱۵۰	۲۵
لب روی هم	لب	 در صورتی که استفاده از پشت بند میسر نباشد، باید پاس اول را با الکتروود 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
	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	قائم سریالا ۱	۳/۲	۱۱۰	۲۵
			۶	قائم سریالا ۱	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۰	قائم سریالا ۱	۴	۱۳۰	۲۵
			۱۴	قائم سریالا ۱ و ۲	۴	۱۳۰	۲۵
			۲۰	قائم سریالا ۱ تا ۳	۵	۱۵۰	۲۵
			۲۵	قائم سریالا ۱ تا ۴	۵	۱۵۰	۲۵

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

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

نوع اتصال	نوع جوش	شکل اتصال	ضخامت ورقها (میلیمتر)	وضع جوشکاری	پاسا	قطر الکترود (میلیمتر)	شدت جریان (آمپر)	حداقل ولتاژ قوس (ولت)
گوشه	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
	گوشه		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
گوشه	گوشه		۵	تخت	۱	۴*	۲۲۵	۳۰
			۶	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۲
			۸	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۴
			۱۰	تخت	۱	۵*	۳۲۵	۳۴
			۱۲	تخت	۱	۶*	۳۷۵	۳۶
	گوشه		۵	تخت	۱	۵*	۲۵۰	۳۰
			۶	تخت	۱	۵*	۲۷۵	۳۲
			۸	تخت	۱	۵*	۳۰۰	۳۴
			۱۰	تخت	۱	۶*	۳۵۰	۳۶
			۱۲	تخت	۲	۶*	۳۵۰	۳۶

* - تعداد پاساها با توجه به مهارت جوشکار و شرایط کار تعیین می شود.

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

رده بندی الکترودها و موارد کاربرد آنها

رده	شماره الکتروده	وضع	نوع جریان	کیفیت	کاربردهای اصلی - ملاحظات
نقد و دارای مشخصات مکانیکی خوب	EXX 10	تمام وضعها	جریان دایم با قطب گرایی معکوس	شدید	بسیار این الکترودها جوش یا مشخصات مکانیکی خود به دست می آید که کیفیت آن با بررسی از طریق رادیو - گرافی بسیار سازگار می باشد. کاربرد آنها معمولاً در اسکلتها و در جاهایی است که جوشهای چند پایه 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	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.
	EXX 12	تمام وضعها	جریان دایم با قطب گرایی مستقیم - جریان متناوب	متوسط	این الکترودها به ویژه برای جوشهای گوشه افقی یک پایه، 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 با بررسی 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	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 درز را نسبت 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 درز در موقع جوشکاری نیز محدودیت وجود دارد.
کم نفوذ	EXX 13	تمام وضعها	جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری ورقهای کم ضخامت تهیه شده است، ولی می توان آنها را در موارد دیگر نیز به عنوان الکترودهای کم نفوذ به کار برد. با وجود اینکه رشته جوش پهنی از این الکترودها حاصل می شود، اغلب آنها را برای جوشکاری سربا بین درزهای 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 پراونت قرار داده شده است، نمی توان از تمام مزایای الکترودها 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.

رد	شماره الکترو	وضع جوشکاری	نوع جریان	کیفیت، فوس	نفوذ	کاربردهای اصلی - ملاحظات
کم نفوذ	EXX 14	تمام وضعها	- جریان متناوب - جریان دایم با قطب گرایی مستقیم	ملايم	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 می باشد. 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 می باشد. ظاهر جوش حاصل با الکترودهای EXX 14 خوب بوده، و کاربرد آنها آسان می باشد.
کم هیدروژن - مخصوص جوشکاری فولادهای ک با اشکال جوش می شود.	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 می دهد. الکترودهای کم هیدروژن برای جوشکاری مصالحی که با اشکال جوش می شود، مانند فولادهای پر کربن، فولادهای کم آلیاژ و فولادهای با گوگرد زیاد مناسب می باشد. با استفاده از این الکترودها، پیش گرمایش و اصلاح حرارتی بعد از جوشکاری حذف شده، یا تقلیل می یابد. اگر روکش این الکترودها مرطوب باشد، نتیجه مطلوب از جوشکاری به دست نمی آید. روی این اصل، باید آنها را در قفسه های 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 می باشد، با این تفاوت که می توان 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 می باشد. این الکترودها شبیه الکترودهای EXX 15 است، ولی برای آنها میزان ریختن فلز مذاب در درز بیشتر است. ظاهر جوش حاصل نیز بهتر می باشد. شدت جریان کار برای این الکترودها از الکترودهای EXX 16 بیشتر بوده و روپاره جوش راحت تر جدا می شود.
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 آهنکی می باشد. این الکترودها در بین الکترودهای کم هیدروژن بیشترین میزان ریختن فلز مذاب در درز را دارا می باشد. این الکترودها قوسی پایدار دارد، و رشته جوش پهن و صافی ایجاد می نماید، ولی از لحاظ موقعیت جوش - درز موقع جوشکاری محدودیت دارد، و فقط در وضع تخت و یا جوش گوشه افقی به کار برده می شود.

رده	شماره الکترود	وضع جوشکاری	نوع جریان	کیفیت قوس	نفوذ	کاربردهای اصلی - ملاحظات
مخصوص درزهای عمیق و مقاطع 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 وقتی احتیاج به جوش گوشه با بعد زیاد باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیفیت جوش حاصل از این الکترودها خوب است. 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.
	EXX 27	- جوش گوشه افقی - وضع تخت	- جریان دایم با قطب‌گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری ورقهای ضخیم ساخته شده‌است، و برای 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.
مخصوص درزهای عمیق و مقاطع سنگین	EXX 30	- وضع تخت	- جریان دایم با قطب‌گرایی مستقیم - جریان متناوب	آرام	متوسط	این الکترودها برای جوشکاری ورقهای ضخیم ساخته شده‌است، و برای 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 انگلیسی B.S. 1719	الکترودهای آلمانی DIN 1913	الکترودهای آمریکا A.S.T.M. A233
E1XX	ZeXX/XXX/XX	EXX 10
E1XX	ZeXX/XXX/XX	EXX 11
E2XX	TiXX/XXX/XX	EXX 12
E3XX	TiXX/XXX/XX	EXX 13
E2XXJ E3XXJ	FeTiXX/XXX/XX	EXX 14
E2XXK E3XXK	FeTiXX/XXX/XX	EXX 24
E4XX	EsXX/XXX/XX	EXX 20
E4XXJ	FeEsXXX/XX	EXX 24
E4XXK	FeEsXX/XXX/XX	EXX 27
E5XX	OxXX/XXX/XX	EXX 20
E6XX	KbXX/XXX/XX	EXX 30
E6XX	—	EXX 15
E6XXJ	FeEbXX/XXX/XX	EXX 16
E6XX	FeKbXX/XXX/XX	EXX 16
E6XX	FeKbXX/XXX/XX	EXX 26

توضیح در مورد جدول هم ارزی الکترودهها:

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

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

- حروف اول شماره الکتروده نوع روکش آن را مشخص می نماید.

- Ze معرف روکشهای سلولزی است.

- Ti نشاندهنده روکشهای روتیلی است.

- Es نشاندهنده روکشهای اسیدی است.

- Kb معرف روکشهای کم هیدروژن می باشد.

- Fe مربوط به الکترودهایی است که روکش آنها گردآهن دارد.

- Tf نشاندهنده الکترودهای با قابلیت نفوذ زیاد می باشد.

- پس از حروف، اعداد رومی III و VII و VIII قرار دارد که دوازده نوع الکتروده را از لحاظ کیفیت فلز

جوش در جوش درز مشخص می کند. در واقع، این ارقام نشاندهنده نوع فولادی است که

الکتروده مزبور با آنها سازگار می باشد.

- پس از اعداد رومی، یکی از حروف d یا m یا s قرار دارد که ضخامت روکش الکتروده را

مشخص می کند. این حروف به ترتیب نماینده روکش نازک، روکش متوسط و روکش ضخیم

می باشد.

- سه رقمی که بعد از حروف مربوط به روکش قید می گردد، مشخصات مکانیکی فلز جوش یعنی

مقاومت کششی، ازدیاد طولی نسبی گسیختگی و مقاومت در مقابل ضربه آن را نشان می دهد.

- بالآخره، دو رقم آخر شماره الکتروده موقعیت درز در موقع جوشکاری و نوع جریان لازم را

مشخص می کند.

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

- الکتروده با حروف E نشان داده می شود.

- رقم اول سمت راست حرف E نوع روکش الکتروده را مشخص می کند.

- (۱) نمایشگر روکشهای سلولزی است.

- (۲) نشاندهنده روکشهای دارای تیتان است که روباره ای نسبتاً سیال ایجاد می کند.

- (۳) نشاندهنده روکشهای پرتیتان است که روباره خیلی سیال دارد.
- (۴) نماینده روکشهایی است که دارای مقدار زیادی اکسید و سیلیکاتهای آهن و منگنز بوده، و روباره متورمی ایجاد می کند.
- (۵) حاکی از وجود مقدار زیادی اکسید آهن و سیلیکاتها در روکش می باشد که روباره ضخیم و توپری ایجاد می نماید.
- (۶) حاکی از وجود مقدار زیادی آهک و فلوئورید در روکش می باشد.
- (۹) سایر انواع روکشهای را نشان می دهد.
- رقم دوم بعد از حرف E موقعیت جوش درز را در موقع جوشکاری با الکتروود مورد نظر تعیین می نماید.
- (۰) متناسب بودن الکتروود را برای جوشکاری در تمام وضعها نشان می دهد.
- (۱) متناسب بودن الکتروود را برای جوشکاری در وضعهای تخت، افقی، قائم سربالا و بالای سر نشان می دهد.
- (۲) متناسب بودن الکتروود را برای جوشکاری در وضعهای تخت و افقی نشان می دهد.
- (۳) متناسب بودن الکتروود را برای جوشکاری در وضع تخت نشان می دهد.
- (۴) متناسب بودن الکتروود را برای جوشکاری در وضع تخت و جوش گوشه افقی نشان می دهد.
- (۹) سایر وضعهای جوشکاری را که در بالا ذکر نشده است، مشخص می کند.
- رقم سوم بعد از حرف E نوع جریان مناسب با الکتروود را مشخص می سازد.
- در آخر بعضی از شماره ها حرف L و E اضافه می شود که نشاندهنده وجود گردآهن در روکش الکتروود می باشد.
- L راندمان ۱۱۰ تا ۱۳۰ درصد، و E راندمان بیش از ۱۳۰ درصد را نشان می دهد.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

فهرست نشریات

پائیز

۱۳۷۶

فهرست نشریات دفتر امور فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
۱	زلزله‌خیزی ایران (از سال ۱۹۰۰ تا سال ۱۹۶۹)	۱	۱۳۵۰	-	
۲	زلزله هشتم مرداد ماه ۴۹ قمری (گنبد کاووس)	۲	۱۳۵۰	-	
۳	بررسی‌های فنی	۳	۱۳۵۰	-	
۴	طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	۴	۱۳۵۰	-	
۵	آزمایش لوله‌های تحت فشارسیمان و پنبه‌نسوز	۵	۱۳۵۰	-	
۶	درکارگاه‌های لوله‌کشی	۵	۱۳۵۰	-	
۶	ضمائم فنی دستورالعمل طرح، محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	۶	۱۳۵۰	-	
۷	دفترچه تب شرح قیمت‌های واحد عملیات راههای فرعی	۷	۱۳۵۱	۱۳۵۲	فاقد اعتبار
۸	دفترچه تب شرح قیمت‌های واحد عملیات راههای اصلی	۸	۱۳۵۱	۱۳۵۲	فاقد اعتبار
۹	مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی	۹	۱۳۵۱	-	
۱۰	بررسی فنی مقدماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ منطقه	۱۰	۱۳۵۱	-	
۱۱	قیرو 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 بندرعباس	۱۳	۱۳۵۲	-	
۱۴	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجری)	۱۴	۱۳۵۲	۱۳۵۳	
۱۵	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه سازه‌های ماسه‌ای و راهسازی)	۱۵	۱۳۵۲	-	فاقد اعتبار
۱۶	شرح قیمت‌های واحد تب برای کارهای ساختمانی	۱۶	۱۳۵۲	-	فاقد اعتبار
۱۷	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان‌های عمومی از ۱۵۰ تخت تا ۷۲۰ تخت	۱۷	۱۳۵۲	-	
۱۸	مشخصات فنی عمومی لوله‌ها و اتصالات 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	تجهیز و سازماندهی کارگاه جوشکاری	۲۱	۱۳۵۲	۱۳۶۳	
۲۲	جوش‌پذیری فولادهای ساختمانی	۲۲	۱۳۵۲	۱۳۶۲	
۲۳	بازرسی و کنترل کیفیت 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	مشخصات فنی عمومی لوله‌کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان	۲۷	۱۳۵۲	-	

فهرست نشریات دفتر امپر فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
۲۸	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی (بخش ملاتها)	۲۸	۱۳۵۳	-	
۲۹	بررسی نحوه توزیع منطقی تخت‌های بیمارستانی کشور	۲۹	۱۳۵۳	-	
۳۰	مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعها و سپرها	۳۰	۱۳۵۳	۱۳۶۵	
۳۱	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش اندودها، قرنیزها و بندکشی)	۳۱	۱۳۵۳	-	
۳۲	شرح قیمت‌های واحد تیپ برای کارهای لوله‌کشی آب و فاضلاب ساختمان	۳۲	۱۳۵۳	-	
۳۳	مشخصات فنی عمومی راههای اصلی	۳۳	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۴	مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان	۳۴	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۵	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی	۳۵	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۶	مشخصات فنی عمومی کارهای بتانی	۳۶	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۷	استانداردهای نقشه‌کشی	۳۷	۱۳۵۳	-	
۳۸	مشخصات فنی عمومی اندودکاری	۳۸	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۳۹	شرح قیمت‌های واحد تیپ برای کارهای تاسیسات حرارتی و تهویه مطبوع	۳۹	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۰	مشخصات فنی عمومی درو پنجره	۴۰	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۱	مشخصات فنی عمومی شیشه‌کاری در ساختمان	۴۱	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۲	مشخصات فنی عمومی کاشی‌کاری و کفپوش در ساختمان	۴۲	۱۳۵۳	-	فاقد اعتبار
۴۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کاشی‌کاری، سرامیک‌کاری، 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 پندرعباس)	۴۶	۱۳۵۴	-	
۴۷	استاندارد پیشنهادی اتصالات لوله‌های تحت فشار پی.وی.سی	۴۷	۱۳۵۴	-	
۴۸	مشخصات فنی عمومی راههای فرعی درجه یک و دو	۴۸	۱۳۵۴	-	فاقد اعتبار
۴۹	بخشی پیرامون فضا در ساختمانهای اداری	۴۹	۱۳۵۴	-	
۵۰	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۰	۱۳۵۴	-	
۵۱	مشخصات فنی عمومی کارهای نصب و رفتهای 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 فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
۵۵	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (تجدید نظر اول)	۵۵	۱۳۵۴	۱۳۷۴	تجدید نظر اول: چاپ دوم
۵۶	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی	۵۶	۱۳۵۴		
۵۷	شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن آرمه	۵۷	۱۳۵۴		
۵۸	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۸	۱۳۵۴		
۵۹	شرح فینهای واحد تپ برای خطوط انتقال آب	۵۹	۱۳۵۲		فائد اعتبار
۶۰	شرح قیمت های واحد تپ برای شبکه توزیع آب	۶۰	۱۳۵۵		
۶۱	طرح و محاسبه قاب های شیب دار و قوسی فلزی	۶۱	۱۳۵۵		
۶۲	نگرشی بر کارکرد و نارسائی های کوی نهم آبان	۶۲	۱۳۵۵		
۶۳	زلزله های سال ۱۹۶۹ کشور ایران	۶۳	۱۳۵۵		
۶۴	مشخصات فنی عمومی درزهای اتصالات	۶۴	۱۳۵۵		فائد اعتبار
۶۵	نقاشی ساختمانها (آئین کاربرده)	۶۵	۱۳۵۵		فائد اعتبار
۶۶	تحلیلی بر روند دگرگونی های سکونت در شهرها	۶۶	۱۳۵۵		فائد اعتبار
۶۷	راهنمایی برای اجرای ساختمان بناهای اداری	۶۷	۱۳۵۵		
۶۸	ضوابط تجزیه و تحلیل قیمت های واحد اقلام مربوط به خطوط انتقال آب	۶۸	۱۳۵۶		
۶۹	زلزله های سال ۱۹۶۸ کشور ایران	۶۹	۱۳۵۶		
۷۰	مجموعه مقالات سمینار سنتو (پیشرفتهای اخیر در کاهش خطرات زلزله، تهران ۲۵-۲۳ آبان ماه ۱۳۵۵)	۷۰	۱۳۵۶		
۷۱	محافظت انبیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خوردگی	۷۱	۱۳۵۶		
۷۲	راهنمایی برای تجزیه قیمت های واحد کارهای تاسیساتی	۷۲	۱۳۵۶		
۷۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیات خاکی با وسایل مکانیکی)	۷۳	۱۳۵۶		
۷۴	ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمان های فولادی (براساس آئین نامه AISC)	۷۴	۱۳۵۶		
۷۵	برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی و راهسازی	۷۵	۱۳۵۶		
۷۶	مجموعه راهنمای تجزیه واحد قیمت های واحد کارهای ساختمانی و راهسازی (قسمت اول)	۷۶	۱۳۵۶		
۷۷	زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی	۷۷	۱۳۵۶		
۷۸	راهنمای طرح ساختمان های فولادی	۷۸	۱۳۵۷	۱۳۶۲	
۷۹	شرح خدمات نقشه برداری	۷۹	۱۳۶۰	۱۳۶۴	
۸۰	راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله خیز	۸۰	۱۳۶۰		
۸۱	سیستم گازهای طبی در بیمارستانها - محاسبات و اجرا	۸۱	۱۳۶۱		

فهرست نشریات دفتر امور فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
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 (باصدلی چرخدار)	۸۴	۱۳۶۳		
۸۵	معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی	۸۵	۱۳۶۵		چاپ سوم
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		چاپ چهارم
۸۹	مشخصات فنی تأسیسات برق بیمارستان	۸۹	۱۳۶۹	۱۳۷۳	
۹۰	دیوارهای سنگی	۹۰	۱۳۶۳	۱۳۷۶	
۹۱	القبای کالبد خانه سنتی (یزد)	۹۱	۱۳۶۴		چاپ اول (ویرایش دوم)
۹۲	جزئیات معماری ساختمانهای آجری	۹۲	۱۳۶۳	۱۳۷۶	
۹۳	گزارش فنی (ساختمان مرکز بهداشت قم)	۹۳	۱۳۶۳		
۹۴	تیرچه‌های پیش‌ساخته خربائی (مشخصات فنی، روش طرح و محاسبه به انضمام جدولهای محاسبه تیرچه‌ها)	۹۴	۱۳۶۶	۱۳۷۶	چاپ سوم
۹۵	مشخصات فنی نقشه‌برداری	۹۵	۱۳۶۸		
۹۶	جداول طراحی ساختمانهای بتن فولادی به‌روش حالت حدی	۹۶	۱۳۶۵		
۹۷	ضوابط طراحی فضاهای آموزشگاههای فنی حرفه‌ای (جلد اول، کارگاههای مربوط به رشته ساختمان)	۹۷	۱۳۶۵		
۹۸	ضرب‌ها 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		چاپ سوم
۱۰۱	مشخصات فنی عمومی راه	۱۰۱	۱۳۶۴	۱۳۷۵	
۱۰۲	مجموعه نقشه‌های تیپ تابلیه پلها (پیش ساخته، پیش تنیده، درجا) تا دهانه ۲۰ متر	۱۰۲	۱۳۶۶	۱۳۷۳	
۱۰۳	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (منابع آب و خاک ونحوه بهره‌برداری در گذشته و حال)	۱۰۳	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۴	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (هیدرولیک کانالها و مجاری)	۱۰۴	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۵	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (هیدرولیک لوله‌ها و مجاری)	۱۰۵	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۶	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (اندازه گیرهای جریان)	۱۰۶	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۰۷	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (نقشه‌های تیپ)	۱۰۷	۱۳۶۸	۱۳۷۳	

فهرست نشریات دفتر امور فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
۱۰۸	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مشخصات فنی عمومی)	۱۰۸	۱۳۶۸	۱۳۷۳	
۱۰۹	ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (خدمات فنی دوران بهره‌برداری و نگهداری)	۱۰۹	۱۳۶۸	۱۳۷۳	
۱۱۰	مشخصات فنی عمومی و اجرائی تاسیسات برقی ساختمان	۱۱۰	۱۳۷۱	۱۳۷۶	چاپ چهارم
۱۱۱	محافظت ساختمان در برابر حریق (بخش اول)	۱۱۱	۱۳۶۷	۱۳۷۳	
۱۱۲	محافظت ساختمان در برابر حریق (بخش دوم)	۱۱۲	۱۳۷۱	۱۳۷۳	
۱۱۳	کتابنامه تونل و تونل سازی	۱۱۳	۱۳۶۸		
۱۱۴	کتابنامه بندر	۱۱۴	۱۳۶۸		
۱۱۵	مشخصات فنی 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 و فاضلاب شهری	۱۱۸	۱۳۷۱		
۱۱۹	دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری (مجموعه‌ای شامل ۴ جلد)	۱۱۹	۱۳۷۱		
۱۲۰	آیین‌نامه بتن ایران "آبا" (بخش اول)	۱۲۰	۱۳۷۰	۱۳۷۵	ویرایش دوم
	آیین‌نامه بتن ایران "آبا" (بخش دوم)	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	مشخصات فنی 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 و طبقه‌بندی خاک)	۱۲۷	۱۳۷۲		
۱۲۸	مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمانها:				
	تاسیسات گرمائی، تعویض هوا و تهویه مطبوع (بخش دوم)	۱۲۸	۱۳۷۲		
	تاسیسات بهداشتی (بخش سوم)	۱۲۸	۱۳۷۴		
۱۲۹	ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه فاضلاب شهری	۱۲۹-۳	۱۳۷۲		
۱۳۰	گزارش و آمار روزانه بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های آب	۱۳۰-۳	۱۳۷۳		
۱۳۱	راهنمای طرح، اجرا و بهره‌برداری راههای جنگلی	۱۳۱			
۱۳۲	موازين فنی ورزشگاههای کشور (مجموعه‌ای شامل ۴ جلد)	۱۳۲	۱۳۷۴		
۱۳۳	راهنمای نگهداری و تعمیرات 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 فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	چاپ آخر	
۱۳۵	سه مقاله از آقای مهندس مگردیچیان در یک مجلد	۱۳۵	۱۳۷۴		در دست اقدام
۱۳۶	طرح جامع مصالح ساختمانی کشور	۱۳۶	-		
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		در دست اقدام
۱۴۰-۱	نقشه‌های تپ کلینیک و آزمایشگاه درجه یک دامپزشکی	۱۴۰-۱			
۱۴۰-۲	نقشه‌های تپ کلینیک و آزمایشگاه درجه دو دامپزشکی	۱۴۰-۲			
۱۴۰-۳	نقشه‌های تپ کلینیک مستقل دامپزشکی	۱۴۰-۳			
۱۴۱	راهنمای طراحی کارگاههای پرورش ماهی‌های گرم آبی	۱۴۱	۱۳۷۵		در دست اقدام
۱۴۲	ضوابط طراحی کارگاههای پرورش ماهی‌های گرم آبی	۱۴۲	۱۳۷۵		
۱۴۳	برنامه‌ریزی و طراحی هتل	۱۴۳	۱۳۷۵		
۱۴۴-۱	تسهیلات پیاده‌روی، مبانی فنی	۱۴۴-۱	۱۳۷۵		
۱۴۴-۲	تسهیلات پیاده‌روی (توصیه‌ها و معیارهای فنی)	۱۴۴-۲	۱۳۷۵		در دست اقدام
۱۴۴-۳	تسهیلات پیاده‌روی (سوابق مطالعات)	۱۴۴-۳	۱۳۷۶		
۱۴۵-۱	تقاطع‌های هم‌سطح شهری، مبانی فنی (برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت)	۱۴۵-۱	۱۳۷۶		
۱۴۵-۲	تقاطع‌های هم‌سطح شهری، توصیه‌ها و معیارهای فنی (برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت)	۱۴۵-۲	۱۳۷۶		
۱۴۵-۳	تقاطع‌های هم‌سطح شهری، سوابق و مطالعات	۱۴۵-۳	۱۳۷۶		در دست اقدام
۱۴۶	آموزش ایمنی تردد به خردسالان و نوجوانان	۱۴۶	۱۳۷۵		
۱۴۷	ضوابط طراحی ساختمانهای پرورش گاو شیری	۱۴۷	۱۳۷۵		
۱۴۸	دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی	۱۴۸			
۱۴۹-۱	مقدار تابش کلی خورشید بر تراز افقی در گستره ایران (قسمت اول: تابش خورشید و ابر گرفتگی)	۱۴۹-۱			در دست اقدام
۱۵۰	سازه‌های بتنی مهندسی محیط‌زیست و آزمون آب‌بندنی سازه‌های بتن آرمه	۱۵۰			
۱۵۱	نقشه‌های تپ ساختمانهای پرورش گاو شیری در اقلیم کاملاً مناسب	۱۵۱			
۱۵۲	راهنمای اجرای بتن در مناطق گرمسیری	۱۵۲	۱۳۷۵		
۱۵۳	دستورالعمل لایه‌بندی خاک در مطالعات زهکشی اراضی	۱۵۳	۱۳۷۵		در دست اقدام
۱۵۴	دستورالعمل حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای	۱۵۴	۱۳۷۵		
۱۵۵	دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیک خاک - روش چاهکر	۱۵۵	۱۳۷۵		
۱۵۶	راهنمای تعیین منحنی دبی - اشل رودخانه با استفاده از روش ایشنتین - باریاروسا	۱۵۶	۱۳۷۵		

فهرست نشریات دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار		ملاحظات
			چاپ اول	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 مرکب	۱۶۲	۱۳۷۶		
۱۶۳	مکمل ضوابط طراحی 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 طراحی کانالهای آبیاری و زهکشهای روباز	۱۶۶	۱۳۷۶		
۱۶۷-۱	مقررات و معیارهای طراحی و اجرای جزئیات تیپ ساختمانی اقلیم و ویژگیهای ساختمان	۱۶۷-۱			در دست اقدام
۱۶۷-۲	مضامین ساختمانی و ضوابط کاربردی آن	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 فنی و تدوین معیارها

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره	تاریخ انتشار	ملاحظات
		نشریه	چاپ اول چاپ آخر	
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 ارائه شده به چهارمین سمپوزیوم آثرو دینامیک و تهریه تونل‌های راه (انگلستان ۱۹۸۲)	-	۱۳۶۵	
۵	مجموعه مقاله‌های ارائه شده به کنفرانس محافظت ساختمانها در برابر حریق (۲۰-۳۰ تیر ماه ۱۳۶۵)	-	=	
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 و تحلیل 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 و نقد 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 و شکل‌پذیری 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 مقالات دومین سمینار بین‌المللی مکانیک و مهندسی پی ایران (فارسی - انگلیسی)	-	۱۳۷۱	
۲۶	مقدمه‌ای بوضع موجود دامداری، تولیدات دامی، بیماری و خدمات دامپزشکی در کشور	-	۱۳۷۲	
۲۷	ترجمه ۱۰۰۰ صفحه استاندارد iso (شامل ۱۳۷ نسخه) از بخش ساختمانی	-	۱۳۷۵	