

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



دوره آموزشی

# جوشکاری و نصب لوله های صنعتی بر اساس استاندارد ASME/ANSI B31.3

عبدالوهاب ادب آوازه

انجمن جوشکاری و آزمایشهای غیرمخرب ایران

نشانی: تهران ، خیابان شهید عباس موسوی (فرصت) سازمان پژوهشهای علمی ایران

تلفن و فاکس: ۸۸۲۹۵۸۸

[www.iran-mavad.com](http://www.iran-mavad.com)

مرجع دانشجویان و مهندسیان مواد



## جوشکاری و نصب لوله های صنعتی

### براساس استاندارد ASME/ANSI B31.3

#### مسئولیت

این استاندارد مسئولیت را برای دست اندرکاران سیستم لوله کشی صنعتی بشرح زیر تقسیم بندی نموده است:

#### ۱- کارفرما

برای انطباق با استاندارد و برآوردن نیازمندیهای طراحی، ساختمان، آزمون، بازرسی و آزمایش بمنظور انتقال سیال یا سیستم فرایندی که این لوله کشی قسمتی از آن محسوب میشود، مسئولیت کلی با کارفرما است. مسئولیت شناسایی و تعیین سرویس سیال در رده  $D$  و  $M$  با کارفرما است که در این رابطه راهنمای «ضمیمه  $M$ » مفید می باشد.

#### ۲- طراح

طراح نسبت به انطباق طرح تفصیلی با نیازمندیهای استاندارد و نیازمندیهای دیگر اعلام شده توسط کارفرما، در مقابل کارفرما مسئول است.

#### ۳- سازنده، قطعه ساز و نصاب

سازنده، قطعه ساز (اسپول ساز) و نصاب لوله کشی، مسئول تأمین مواد، متعلقات و اجرا مطابق با خواسته های استاندارد و مهندسی طرح می باشد.

#### ۴- بازرس کارفرما

بازرس کارفرما در مورد اطمینان از برآورده شدن الزامات فصل VI و پاراگراف های M340 لغایت M345 در مقابل کارفرما مسئول است.

## تعاریف

**ASSEMBLY** = اتصال دادن دو یا چند قطعه از متعلقات لوله کشی بیکدیگر بوسیله پیچ،

جوشکاری، چسب زنی، رزوه کردن لحیمکاری سخت، لحیمکاری نرم، سیمانکاری یا استفاده از دستگاه های بسته بندی بطوری که بوسیله مهندسی طرح مشخص گردیده است، می باشد.

**DESIGNER** = طراح، شخص یا سازمان مسئول مهندسی طرح می باشد.

**DESIGN ENGINEERING** = طرح تفصیلی سیستم لوله کشی با در نظر گرفتن نیازمندیهای فرایندی و مکانیکی، منطبق بر الزامات استاندارد و مشتمل بر مشخصات فنی ضروری، نقشه ها و اسناد پشتیبانی می باشد.

**ERECTION** = نصب کامل سیستم لوله کشی در جاهای خود و روی تکیه گاه های اختصاصی طبق طرح تفصیلی منجمله مونتاژ، قطعه سازی، آزمون، بازرسی و آزمایش سیستم و مطابق استاندارد می باشد.

**FABRICATION** = آماده سازی متعلقات لوله کشی برای مونتاژ شامل برشکاری، رزوه کردن، شیارزنی، فرم دهی، خم کردن و اتصال دادن به شکل زیرمجموعه می باشد. قطعه سازی یا اسپول سازی ممکن است همراه آزمایش چشمی نیز باشد. قطعه سازی ممکن است در کارگاه یا در محوطه انجام شود.

**MITER** = اتصال دو یا چند قطعه مستقیم لوله بیکدیگر است که محورهای لوله ها بجای آنکه در یک امتداد باشند، با یکدیگر متقاطع باشند.

**PIPE** = لوله، ظرف استوانه ای تحمل کننده فشار سیال برای انتقال سیال یا انتقال فشار سیال است. 'واژه Tube یا Tubing نیز وقتی برای سرویس تحت فشار بکار برده میشود، منظور همان لوله است.

## نمودار نشاندهنده دامنه کاربرد لوله کشی B31.3

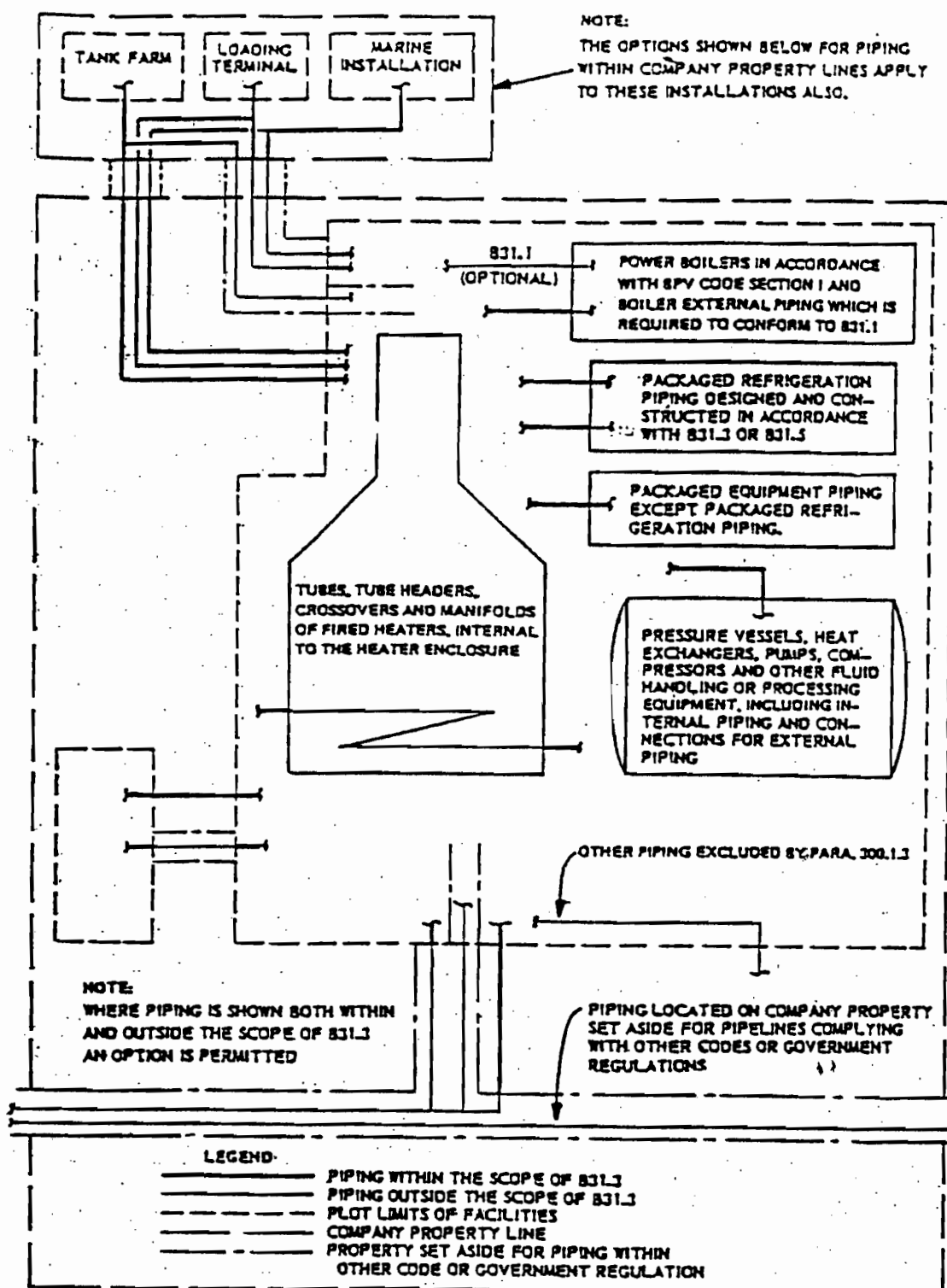


FIG. 300.1.1 DIAGRAM ILLUSTRATING SCOPE OF B31.3 PIPING

## ضرب کیفیت اتصال جوش

### الف - ضرب کیفیت اصلی

ضرب کیفیت اتصال جوش «EJ» که در جدول A-1B درج شده، ضرب کیفیت اصلی است. برای لوله یا اجزاء با درز جوش مستقیم یا مارپیچ ضرب کیفیت در جدول 302.3.4 ارائه شده است.

### ب - ضرب کیفیت افزوده

برای بعضی از انواع جوش ها میتوان با انجام آزمون اضافی، ضرب کیفیت اتصال جوش را افزایش داد. ضرب کیفیت افزوده نیز در جدول 302.3.4 درج گردیده است.

## ضریب کیفیت اصلی برای درز جوش های طولی لوله ها، تیوب ها و فیتینگ ها

TABLE A-18

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS  $E_1$   
These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

| Spec. No.           | Class (or Type) | Description   | $E_1$ (2) | Appendix A Notes |
|---------------------|-----------------|---|-----------|------------------|
| <b>Carbon Steel</b> |                 |   |           |                  |
| API 5L              | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
|                     | ...             | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
|                     | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt, straight or spiral seam | 0.95      | ...              |
|                     | ...             | Furnace butt welded   | 0.60      | ...              |
| A 53                | Type S          | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
|                     | Type E          | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
|                     | Type F          | Furnace butt welded pipe  | 0.60      | ...              |
| A 105               | ...             | Forgings and fittings   | 1.00      | (9)              |
| A 106               | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
| A 120               | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
|                     | ...             | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
|                     | ...             | Furnace butt welded pipe  | 0.60      | ...              |
| A 134               | ...             | Electric fusion welded pipe, single butt, straight or spiral seam | 0.80      | ...              |
| A 135               | ...             | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
| A 139               | ...             | Electric fusion welded pipe, straight or spiral seam              | 0.80      | ...              |
| A 179               | ...             | Seamless tube   | 1.00      | ...              |
| A 181               | ...             | Forgings and fittings   | 1.00      | (9)              |
| A 211               | ...             | Spiral welded pipe  | 0.75      | ...              |
| A 234               | ...             | Seamless and welded fittings                                      | 1.00      | (16)             |
| A 333               | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
|                     | ...             | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
| A 334               | ...             | Seamless tube   | 1.00      | ...              |
| A 350               | ...             | Forgings and fittings   | 1.00      | (9)              |
| A 369               | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
| A 381               | ...             | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed                    | 1.00      | (18)             |
|                     | ...             | Electric fusion welded pipe, spot radiographed                    | 0.90      | (19)             |
|                     | ...             | Electric fusion welded pipe, as manufactured                      | 0.85      | ...              |
| A 420               | ...             | Welded fittings, 100% radiographed                                | 1.00      | (16)             |
| A 524               | ...             | Seamless pipe   | 1.00      | ...              |
| A 587               | ...             | Electric resistance welded pipe                                   | 0.85      | ...              |
| A 671               | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed                    | 1.00      | ...              |
|                     | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam                     | 0.85      | ...              |
| A 672               | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed                    | 1.00      | ...              |
|                     | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam                     | 0.85      | ...              |
| A 691               | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed                    | 1.00      | ...              |
|                     | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam                     | 0.85      | ...              |



## ضریب کیفیت اصلی برای درز جوش های طولی لوله ها، تیوب ها و فیتینگ ها

TABLE A-1B (CONT'D)

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E<sub>1</sub>  
 These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

| Spec. No.                               | Class (or Type) | Description                                    | E <sub>1</sub> (2) | Appendix A Notes |
|---|-----------------|--|--------------------|------------------|
| <b>Low and Intermediate Alloy Steel</b> |                 |  |                    |                  |
| A 182                                   | ...             | Forgings and fittings                          | 1.00               | (9)              |
| A 234                                   | ...             | Seamless and welded fittings                   | 1.00               | (16)             |
| A 333                                   | ...             | Seamless pipe                                  | 1.00               | ...              |
|   | ...             | Electric resistance welded pipe                | 0.85               | ...              |
| A 334                                   | ...             | Seamless tube                                  | 1.00               | ...              |
| A 335                                   | ...             | Seamless pipe                                  | 1.00               | ...              |
| A 350                                   | ...             | Forgings and fittings                          | 1.00               | ...              |
| A 369                                   | ...             | Seamless pipe                                  | 1.00               | ...              |
| A 420                                   | ...             | Welded fittings, 100% radiographed             | 1.00               | (16)             |
| A 671                                   | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed | 1.00               | ...              |
|   | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam  | 0.85               | ...              |
| A 672                                   | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed | 1.00               | ...              |
|   | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam  | 0.85               | ...              |
| A 691                                   | 12, 22          | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed | 1.00               | ...              |
|   | 13, 23          | Electric fusion welded pipe, double butt seam  | 0.85               | ...              |
| <b>Stainless Steel</b>                  |                 |  |                    |                  |
| A 182                                   | ...             | Forgings and fittings                          | 1.00               | ...              |
| A 268                                   | ...             | Seamless tube                                  | 1.00               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded tube, double butt seam  | 0.85               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded tube, single butt seam  | 0.80               | ...              |
| A 269                                   | ...             | Seamless tube                                  | 1.00               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded tube, double butt seam  | 0.85               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded tube, single butt seam  | 0.80               | ...              |
| A 312                                   | ...             | Seamless pipe                                  | 1.00               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt seam  | 0.85               | ...              |
|   | ...             | Electric fusion welded pipe, single butt seam  | 0.80               | ...              |
| A 358                                   | 1, 3, 4         | Electric fusion welded pipe, 100% radiographed | 1.00               | ...              |
|   | 5               | Electric fusion welded pipe, spot radiographed | 0.90               | ...              |
|   | 2               | Electric fusion welded pipe, double butt seam  | 0.85               | ...              |
| A 376                                   | ...             | Seamless pipe                                  | 1.00               | ...              |
| A 403                                   | ...             | Seamless fittings                              | 1.00               | ...              |
|   | ...             | Welded fitting, 100% radiographed              | 1.00               | (16)             |
|   | ...             | Welded fitting, double butt seam               | 0.85               | ...              |
|   | ...             | Welded fitting, single butt seam               | 0.80               | ...              |

## ضریب کیفیت اصلی برای درز جوش های طولی لوله ها، تیوب ها و فیتینگ ها

TABLE A-1B (CONT'D)

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS  $E_1$   
 These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

| Spec. No.                       | Class (or Type) | Description                                   | $E_1$ (2) | Appendix A Notes |
|---------------------------------|-----------------|---|-----------|------------------|
| <b>Stainless Steel (Cont'd)</b> |                 |   |           |                  |
| A 409                           | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt seam | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded pipe, single butt seam | 0.80      | ...              |
| A 430                           | ...             | Seamless pipe                                 | 1.00      | ...              |
| A 789                           | ...             | Seamless                                      | 1.00      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, 100% radiographed     | 1.00      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, double butt           | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, single butt           | 0.80      | ...              |
| A 790                           | ...             | Seamless                                      | 1.00      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, 100% radiographed     | 1.00      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, double butt           | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded, single butt           | 0.80      | ...              |
| <b>Copper and Copper Alloy</b>  |                 |   |           |                  |
| B 42                            | ...             | Seamless pipe                                 | 1.00      | ...              |
| B 43                            | ...             | Seamless pipe                                 | 1.00      | ...              |
| B 68                            | ...             | Seamless tube                                 | 1.00      | ...              |
| B 75                            | ...             | Seamless tube                                 | 1.00      | ...              |
| B 88                            | ...             | Seamless water tube                           | 1.00      | ...              |
| B 280                           | ...             | Seamless tube                                 | 1.00      | ...              |
| B 466                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 467                           | ...             | Electric resistance welded pipe               | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt seam | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded pipe, single butt seam | 0.80      | ...              |
| <b>Nickel and Nickel Alloy</b>  |                 |   |           |                  |
| B 160                           | ...             | Forgings and fittings                         | 1.00      | (9)              |
| B 161                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 164                           | ...             | Forgings and fittings                         | 1.00      | (9)              |
| B 165                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 166                           | ...             | Forgings and fittings                         | 1.00      | (9)              |
| B 167                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 366                           | ...             | Seamless and welded fittings                  | 1.00      | (16)             |
| B 407                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 444                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |
| B 464                           | ...             | Welded pipe                                   | 0.80      | ...              |
| B 619                           | ...             | Electric resistance welded pipe               | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt seam | 0.85      | ...              |
|                                 | ...             | Electric fusion welded pipe, single butt seam | 0.80      | ...              |
| B 622                           | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00      | ...              |

## ضریب کیفیت اصلی برای درز جوش های طولی لوله ها، تیوب ها و فیتینگ ها

TABLE A-1B (CONT'D)

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E<sub>t</sub>  
 These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

| Spec. No.                 | Class (or Type) | Description                                   | E <sub>t</sub> (%) | Appendix A Notes |
|---------------------------|-----------------|---|--------------------|------------------|
| <b>Unalloyed Titanium</b> |                 |   |                    |                  |
| B 337                     | ...             | Seamless pipe                                 | 1.00               | ...              |
|                           | ...             | Electric fusion welded pipe, double butt seam | 0.85               | ...              |
| <b>Aluminum Alloy</b>     |                 |   |                    |                  |
| B 210                     | ...             | Seamless tube                                 | 1.00               | ...              |
| B 241                     | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00               | ...              |
| B 247                     | ...             | Forgings and fittings                         | 1.00               | (9)              |
| B 345                     | ...             | Seamless pipe and tube                        | 1.00               | ...              |
| B 361                     | ...             | Seamless fittings                             | 1.00               | ...              |

## ضریب کیفیت درز جوش طولی مستقیم و مارپیچ

| شماره   | نوع اتصال  | نوع درز  | آزمون                             | ضریب<br><i>E<sub>j</sub></i>  |
|---|--|--|-----------------------------------|---|
| ۱   | جوش لب بلب<br>آهنگری، جوش پیوسته   |    | مستقیم                            | آنطور که طبق مشخصات<br>فنی ارائه شده لازم است<br>0.60*              |
| ۲   | جوش مقاومت الکتریکی  |    | مستقیم و مارپیچ                   | آنطور که طبق مشخصات<br>فنی ارائه شده لازم است<br>0.85*              |
| ۳   | جوش ذوبی الکتریکی  |  |                                   |   |
| ۴   | الف- جوش لب بلب<br>یکطرفه (با یا بدون فلز<br>پرکننده)  |   | مستقیم یا مارپیچ                  | آنطور که طبق مشخصات<br>فنی ارائه شده یا این کد<br>لازم است.<br>0.80 |
|   |  |  |                                   | مضافاً پرتونگاری موردی<br>0.90                                      |
|   |                | مضافاً پرتونگاری ۱۰۰ درصد<br>1.00  |                                   |   |
|   | ب- جوش لب بلب<br>دوطرفه (با یا بدون فلز<br>پرکننده)  |  | مستقیم یا مارپیچ<br>طبق شماره ۴-ب | آنطور که طبق مشخصات<br>فنی ارائه شده یا این کد<br>لازم است.<br>0.85 |
|   |  |  |                                   | مضافاً پرتونگاری موردی<br>0.90                                      |
|   |  |  |                                   | مضافاً پرتونگاری ۱۰۰ درصد<br>1.00                                   |
| طبق مشخصات فنی مشخص شده                         |  |  |                                   |   |
| ۴   | الف) ASTM A 211  | آنطور که در مشخصات<br>فنی مجاز است   | مارپیچ                            | طبق نیاز مشخصات فنی<br>0.75*  |
|   | ب) API 5L<br> | جوش قوسی زیرپودری<br>(SAW)   | مستقیم یا یک<br>یا دو درز         | طبق نیاز مشخصات فنی<br>0.95   |
| جوش قوسی فلزی<br>گازی<br>GMAW<br>ترکیب SAW, GMA |  | مارپیچ   |                                   |   |

\* افزودن ضریب کیفیت با آزمون اضافی برای درزهای ۱، ۲، ۴-الف مجاز نیست.

## فلنج های فلزی

### فلنج های روکار

الف- در شرایط بهره برداری مشروطه ذیل ، فلنج روکار (SLIP-ON) بایستی با جوش دو طرفه باشد:

۱- در معرض فرسایش شدید، خوردگی شیار یا بارگذاری دوره ای،

۲- سیال قابل اشتعال ، سمی یا مضر برای انسان،

۳- تحت شرایط دوره ای شدید،

۴- درجه حرارت زیر منهای ۱۰۰ درجه سانتیگراد .

ب- وقتی دوره های بزرگ حرارتی انتظار می رود (خصوصاً اگر فلنج ها عایق نشده باشند) ، نبایستی از فلنج های روکار استفاده شود.

فلنج های منبسط شده، فلنج های با جوش پریزی و رزوه ای فقط با توجه به محدودیت های مقرر در استاندارد (بندهای ۳۱۳، ۳۱۱ و ۳۱۴) می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

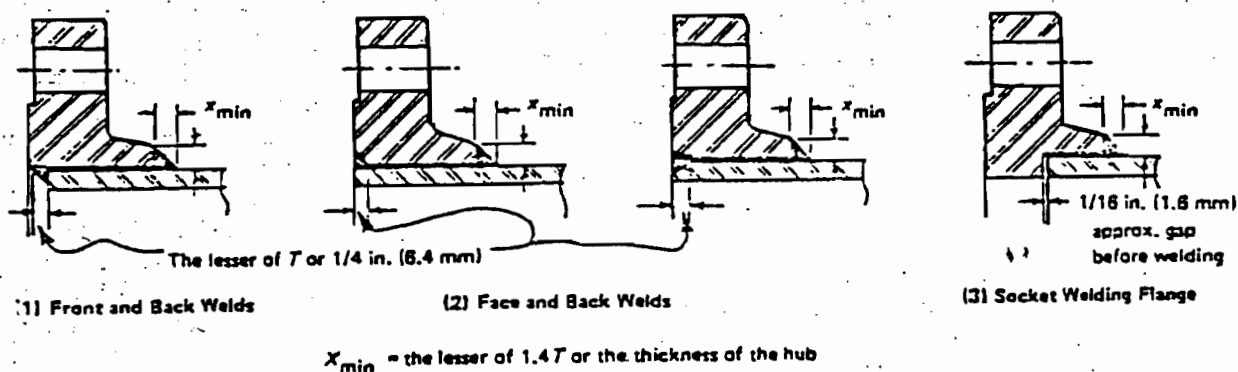


FIG. 328.5.2B TYPICAL DETAILS FOR DOUBLE-WELDED SLIP-ON AND SOCKET WELDING FLANGE ATTACHMENT WELDS

جوشهای جلو و پشت

جوشهای رو و پشت

فلنج با جوش پریزی

جزئیات جوشهای اتصال فلنج روکار و پریزی با جوشهای دو طرفه

## قطعه سازی، مونتاژ و نصب

### جوشکاری

هر کارفرما مسئول جوشهای انجام شده توسط افراد سازمان خود می باشد. آزمایشات لازم برای دستورالعملهای جوشکاری و تایید صلاحیت جوشکاری و آزمون تایید صلاحیت جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری بایستی انجام شود.

### تایید صلاحیت روش جوشکاری

الف- تایید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری و تایید صلاحیت جوشکار و اپراتور جوشکاری بایستی بجز موارد مذکور در ذیل طبق الزامات کد ASME بخش IX انجام شود

ب- هر گاه فلز مبنا، خمش راهنمایی شده ۱۸۰ درجه را طبق بخش IX تحمل نکند، نمونه جوش تایید صلاحیت بایستی همان درجه خمش فلز مبنا را با اختلاف ۵ درجه تحمل نماید.

ج- نیازمندیهای پیش گرم کردن و عملیات حرارتی بایستی همانند چنین نیازمندیهایی در مهندسی طرح، برای تایید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری نیز اعمال گردد.

د- نیازمندیهای آزمایش ضربه، طبق کد یا مهندسی طرح بایستی در PQR نیز برآورده شود.

هـ- اگر از لایه های مصرفی یا مجموعه ماشینکاری شده معادل یا حلقه های پشت بند استفاده می شود بایستی مناسب بودن آنها بوسیله تایید صلاحیت روش (PQR) به اثبات برسد. تایید صلاحیت روش بدون حلقه پشت بند در اتصال جوش لب بلب یکطرفه، روش با استفاده از حلقه پشت بند را نیز پوشش می دهد.

و- برای کاهش تعداد PQR، فلز مبنا حتی الامکان برحسب شماره طبقه بندی (P-NO.) و شماره گروه (Group-No.) براساس ترکیب، جوش پذیری و خواص مکانیکی تقسیم بندی گردیده است.

P-NO. برای بیشتر فلزات در ستون جداگانه ای از جدول A-I ارائه شده است (جدول A-I در ضمائم همین جزوه).



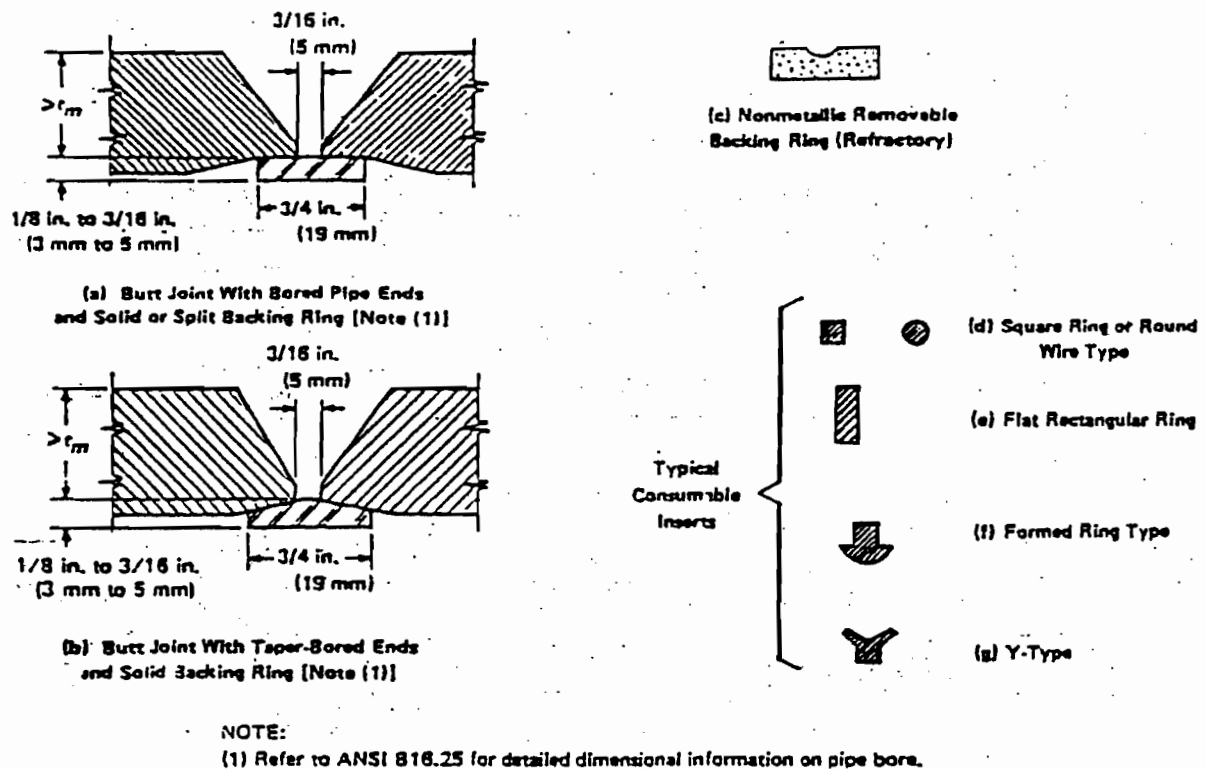


FIG. 328.3.2 TYPICAL BACKING RINGS AND CONSUMABLE INSERTS

حلقه های پشت بند و لایه های مصرفی بطور نمونه

### تایید صلاحیت روش توسط دیگران

هر کارفرما مسئول تایید صلاحیت روش جوشکاری مربوط به افراد سازمان خود خواهد بود. در صورت تایید بازرس، روشهای جوشکاری تایید صلاحیت شده توسط دیگران در صورت برآورده ساختن شرایط ذیل می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

الف- بازرس بایستی مطمئن باشد که :

۱- مشخصات روش جوشکاری (WPS) پیشنهادی، توسط سازمان معرفی، با احساس مسئولیت و دارای متخصصین جوشکاری ذیربط تهیه شده تایید صلاحیت گردیده و به اجرا درآمده است.

۲- کارفرمای قبلی در مشخصات روش جوشکاری (WPS) تغییری نداده باشد.

ب- P-No. فلز مبنای قبلی، ۱، ۳، ۴ گروه ۱ (حداکثر گرم ۱/۲۵) یا ۸ بوده و نیاز به آزمایش ضربه نداشته است.

ج - فلز مبنای جدید دارای همان P-No. باشد بجز مواردی که جوشکاری P-No. های ۳، ۴ و ۱ طبق بخش IX از کد ASME به P-No. های دیگر مجاز است.

د- قطعه مورد نظر ضخامت بیشتر از ۱۹ میلیمتر نداشته باشد و عملیات حرارتی لازم نباشد.

ه- فشار طراحی برای جنس مورد نظر در درجه حرارت طراحی از فشار طراحی مربوط به کلاس ۳۰۰ مندرج در ANSI B 16.5 تجاوز ننماید و درجه حرارت طراحی در محدوده منهای ۲۹ تا باضافه ۳۹۹ درجه سانتیگراد قرار داشته باشد.

و- فرایند جوشکاری، GTAW، SMAW یا ترکیبی از آنها باشد.

ز- الکترودهای جوشکاری برای فرایند SMAW از طبقه بندیهای ذیل انتخاب شده باشد:

| AWS A5.1 | AWS A5.4        | AWS A5.5   |
|----------|-----------------|------------|
| E6010    | E308 - 15, -16  | E7010 - A1 |
| E6011    | E308L - 15, -16 | E7018 - A1 |
| E7015    | E309 - 15, -16  | E8016 - B1 |
| E7016    | E310 - 15, -16  | E8018 - B1 |
| E7018    | E16-8-2-15, -16 | E8015-B2L  |
|          | E316-15, -16    | E8016-B2   |
|          | E347-15, -16    | E8018-B2   |
|          |                 | E8018-B2L  |

ح - کارفرما مسئولیت مشخصات روش جوشکاری (WPS) و سابقه تأیید صلاحیت (PQR) را کتباً قبول نماید.

ط - کارفرما حداقل یک نفر جوشکار یا اپراتور جوشکاری که قبلاً در پروژه قبلی از عهده آزمون تأیید صلاحیت اجرایی با استفاده از همان WPS و لوله با همان P-No. برآمده باشد، در اختیار داشته باشد.

برای تأیید صلاحیت اجرایی طبق 302 - QW از بخش IX کد ASME بایستی آزمون خمش بکاربرده شود. تأیید صلاحیت با رادیوگرافی قابل قبول نیست.



### تأیید صلاحیت اجرایی توسط دیگران

برای اجتناب از دوباره کاری، کارفرما ممکن است تأیید صلاحیت اجرایی انجام شده توسط کارفرمای دیگر را بپذیرد، بشرطی که مشخصاً مورد تأیید بازرس باشد. پذیرش این موضوع به تأیید صلاحیت روی لوله با استفاده از همان دستورالعمل یا دستورالعمل معادل و با محدوده های متغیرهای اساسی مکتوب طبق بخش IX از کد ASME، محدود می شود.

کارفرمای جدید بایستی کپی مدارک آزمون تأیید صلاحیت اجرایی کارفرمای قبلی را که در آن نام کارفرما، نام جوشکار یا اپراتور جوشکاری، شناسه دستورالعمل، تاریخ تأیید صلاحیت و تاریخ آزمایش ثبت گردیده است، در اختیار داشته باشد.

### سوابق تأیید صلاحیت

کارفرما بایستی سابقه خود گواهی شده دستورالعمل جوشکاری و آزمون جوشکار و یا اپراتور جوشکاری مورد استفاده را برای ارائه به صاحبکار (و نماینده صاحبکار و بازرس) در دسترس داشته باشد.

این سابقه بایستی تاریخ آزمون و نتایج تأیید صلاحیت جوش و جوشکار و شماره شناسایی جوشکار را نشان دهد.

## مواد

### فلزپر کننده

فلزپر کننده مورد استفاده بایستی با نیازمندیهای *ASME - Sec.IX* مطابقت داشته باشد. اگر فلزپر کننده در گد مزبور درج نشده باشد ولی تأیید صلاحیت روش جوشکاری (*PQR*) قبول شده باشد، تأیید صاحبکار لازم است.

### جنس پشت بند

حلقه پشت بند مورد استفاده بایستی با موارد ذیل منطبق باشد:

#### الف - حلقه های پشت بند فلزی

حلقه های پشت بند فلزی بایستی از نوع جوش پذیر باشند. درصد گوگرد آنها نبایستی از ۰/۰۵ درصد بیشتر باشد.

ب - اگر دو عضو جوش شونده قرار است به عضو سومی که بعنوان حلقه پشت بند است جوش داده شوند و یک یا دو عضو فریتی و عضو دیگر اوستنیتی باشد، استفاده رضایتبخش از چنین موادی بایستی با تهیه *PQR* نشان داده شود. حلقه های پشت بند ممکن است از نوع ماشینکاری شده یا نوار شکافته شده (*SPLIT-BAND*) باشند. بعضی از حلقه های پشت بند متداول در شکل صفحه ۱۲ نشان داده شده است.

#### ج - حلقه های پشت بند غیر آهنی و غیر فلزی

از حلقه های پشت بند غیر آهنی یا غیر فلزی نیز می توان استفاده کرد، بشرطیکه مورد تایید طراح باشد و دستور العمل جوشکاری با استفاده از آن پشت بند تایید صلاحیت گردد.

۱۱

### لایه های مصرفی

از لایه های مصرفی برای سیستم لوله کشی می توان استفاده کرد، بشرطیکه جنس لایه از همان ترکیب شیمیایی اسمی فلز پرکننده باشد، سبب آلیاژدهی زیان آور برای جوش نگردد و دستور العمل جوشکاری با بکار بردن آن تایید صلاحیت شود. بعضی از انواع متداول لایه در شکل صفحه ۱۲ نشان داده شده است.

## آماده سازی برای جوشکاری

### تمیزکاری

سطوح داخلی و خارجی لوله مورد برشکاری یا جوشکاری بایستی تمیز و بدون رنگ، روغن، زنگ، پلیسه یا سایر آلاینده ها باشد تا وقتی که حرارت اعمال می شود برای جوش یا فلز مبنا، مضر نباشد.

### آماده سازی انتهای لوله

#### الف - کلیات

۱- آماده سازی انتهای لوله فقط وقتی قابل قبول است که سطح بطور معقولی صاف و درست باشد و مواد بجا مانده از برش اکسیژنی یا برش قوسی از سطوح برش حرارتی پاک گردد.

۲- آماده سازی انتهای لوله برای جوشهای شیاری طبق مشخصات *ANSI B16.25* یا هر مشخصات فنی دیگر که خواسته های *WPS* را برآورده سازد، قابل قبول است.

برای سهولت مراجعه، زاویه اصلی پخ لوله طبق *ANSI B16.25* در شکل ذیل (انگاره

Figs. 328.4.2-328.4.4

الف و ب) نشان داده شده است.

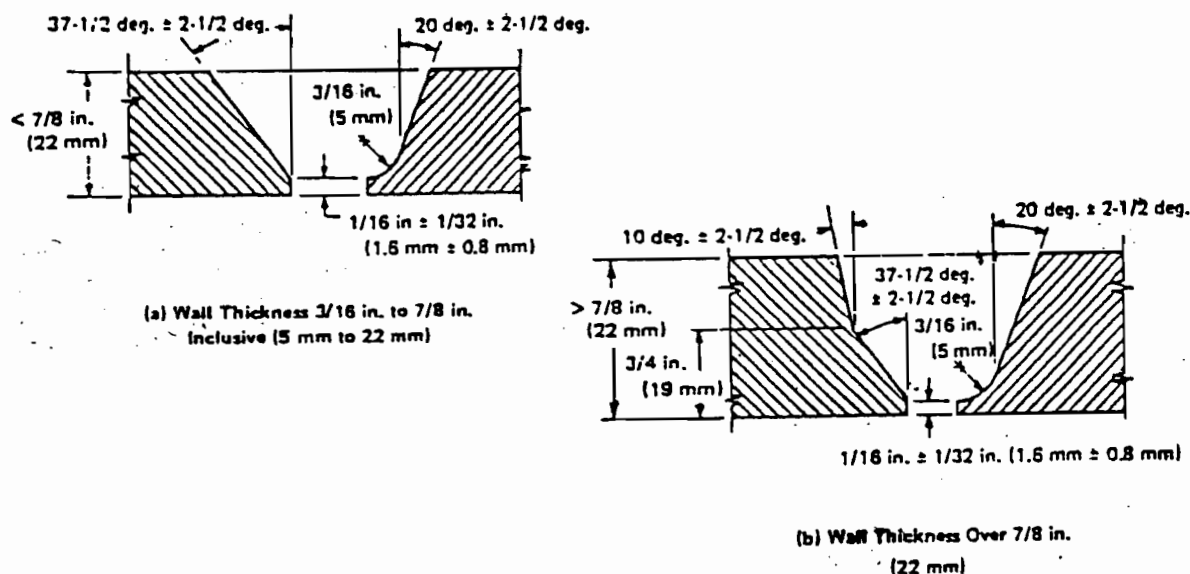
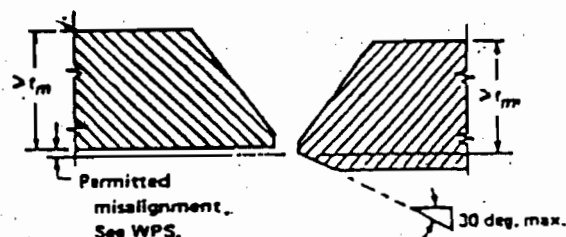


FIG. 328.4.2 TYPICAL BUTT WELD END PREPARATION

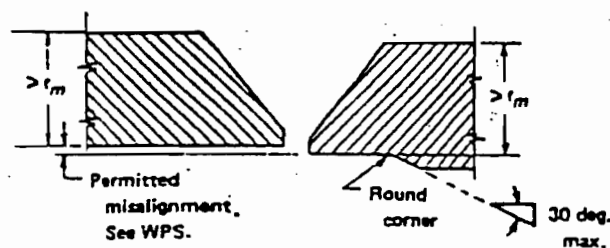
آماده سازی انتهای لوله برای جوش لب بلب بطور نمونه

## ب - جوشهای محیطی

۱- اگر انتهای قطعه مطابق شکل صفحه ۱۲ (انگاره های الف و ب) برای جفت و جوری با حلقه پشت بند یا لایه مصرفی، یا طبق شکل صفحه بعد برای تصحیح عدم همترازی از داخل، تراشیده شده باشد، این تراش (پیرایش) نبایستی ضخامت دیواره را از حداقل ضخامت لازم ( $t_m$ ) کمتر نماید.



(a) Thicker Pipe Taper-Bored to Align



(b) Thicker Pipe Bored for Alignment

FIG. 328.4.3 TRIMMING AND PERMITTED MISALIGNMENT

## پیرایش سر لوله و عدم همترازی مجاز

- ۲- سوراخ انتهای لوله را میتوان برای جا دادن کامل حلقه پشت بند، گشاد نمود بشرطی که ضخامت باقیمانده دیواره لوله از حداقل ضخامت مجاز ( $t_m$ ) کمتر نشود.
- ۳- اگر نیازمندیهای ضخامت دیواره لوله حفظ شود، برای بهبود همترازی میتوان انتهای لوله را به همان اندازه اسمی لوله درآورد.
- ۴- هر جا ضروری باشد، می توان داخل یا بیرون لوله را جوش داد تا همترازی بدست آید یا جای تراشکاری برای نشستن حلقه پشت بند یا لایه تامین گردد.
- ۵- وقتی قطعات یک اتصال جوش شیار حلقه ای یا با محور شکسته دارای ضخامت دیواره نامساوی باشند و ضخامت یک دیواره  $1/5$  برابر ضخامت دیواره دیگر است، آماده سازی آنها و هندسه اتصال بایستی مطابق با طراحی های قابل قبول برای ضخامت دیواره نامساوی مندرج در *ANSI B16.5* باشد.

## همترازی

### الف- جوشهای محیطی

۱- سطوح داخلی قطعات در انتهای مورد اتصال در جوشهای شیاری حلقه ای یا با محور شکسته (مایتر) بایستی در بین محدوده های ابعادی طبق WPS و طرح مهندسی همتراز گردد.

۲- اگر سطوح بیرونی لوله ها همتراز نباشند، جوش بین آنها بایستی شیب دار گردد.

### ب- جوشهای طولی

همترازی جوشهای شیاری طولی بایستی با نیازمندیهای استاندارد مطابقت داشته باشد.

### ج- جوشهای اتصال انشعابی

۱- اتصالات انشعابی که با سطح لوله اصلی مجاور می شوند بایستی برای جوش شیاری آماده سازی شده باشند و خواسته های WPS را برآورده سازند (شکل انگاره های الف و ب).

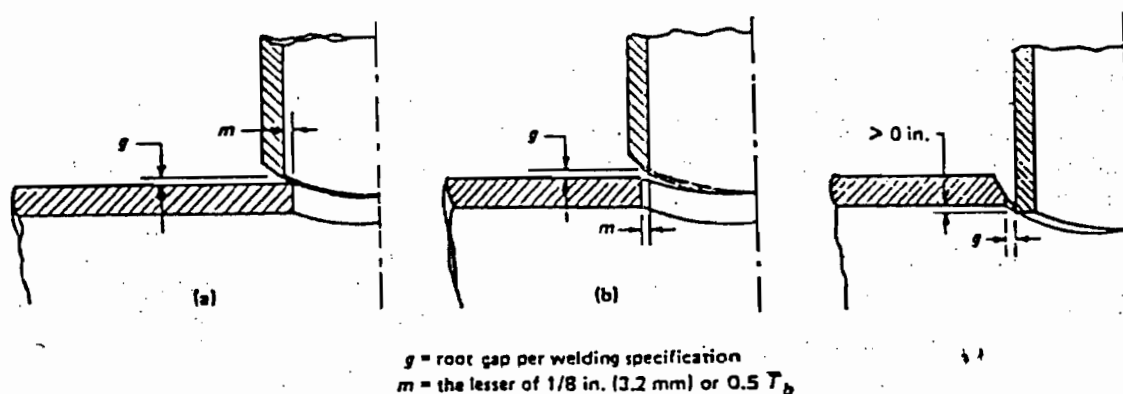


FIG. 328.4.4 PREPARATION FOR BRANCH CONNECTIONS

### آماده سازی برای اتصالات انشعابی

۲- اتصالات انشعابی که در داخل سوراخ اصلی قرار گرفته اند بایستی به سطح داخلی سوراخ چسبیده باشند. (شکل انگاره ج)

۳- سوراخ تعبیه شده در بدنه اصلی بمنظور اجرای اتصال انشعابی نبایستی بیش از اندازه مجاز  $m$  از نیمرخ لازم انحراف داشته باشد یعنی اختلاف قطر داخلی سوراخ های لوله اصلی و لوله انشعاب نبایستی از  $m$  بیشتر باشد. در هیچ مورد نبایستی انحرافات شکل سوراخ سبب شود که از محدوده تolerانس فاصله ریشه در  $WPS$  خارج گردد. در صورت لزوم می توان با جوش یکی از دو قسمت را ترمیم نموده و سپس برای انطباق، سطح قسمت جوش داده شده را پرداخت کرد.

#### د- فاصله

فاصله دولبه در ریشه (میزان باز بودن) نبایستی در محدوده تolerانس مجاز

$WPS$  باشد.

## نیازمندیهای جوشکاری

### کلیات

الف - تمام جوشها منجمله جوش ترمیمی برای همترازی بایستی مطابق دستورالعمل تأیید صلاحیت شده و توسط جوشکاران یا اپراتورهای جوشکاری تأیید صلاحیت شده انجام شود.

ب - به هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری برای تأیید صلاحیت بایستی یک علامت شناسایی اختصاص داده شود و اگر در طرح تفصیلی مشخص شده باشد، روی جوش لوله های تحت فشار یا ناحیه مجاور جوش، علامت شناسایی جوشکار یا اپراتور جوشکاری درج میگردد. بجای علامتگذاری جوش میتوان سابقه مناسبی که جوش هر جوشکار در آنها ثبت شده باشد، تهیه نمود.

ج - خالجوش در ریشه اتصال بایستی با همان الکترودی که برای جوشکاری پاس ریشه استفاده می شود، انجام شود. خالجوش ها بایستی توسط جوشکار یا اپراتور جوشکاری تأیید صلاحیت شده صورت گیرد. خالجوش ها بایستی با جوش پاس ریشه ذوب شده و هماهنگ گردند مگر آنکه خالجوشهای ترک خورده بایستی با سنگ زنی برطرف شوند. خالجوشهای پلی (بالای شیار جوش) بایستی برداشته شوند.

د - چکش زنی (کوبیدن) پاس ریشه و پاس آخر جوش ممنوع است.

ه - اگر احتمال برخورد باران، برف، تگرگ یا باد شدید به ناحیه جوش وجود دارد یا سطح فلز ناحیه جوش یخ زده یا خیس است، هیچگونه جوشکاری نبایستی انجام شود.

### و - شیرهای با انتهای جوشی

ترتیب جوشکاری، دستورالعمل و عملیات حرارتی شیر با انتهای جوشی بایستی بگونه ای باشد که آب بندی نشیمنگاه شیر (Seat) را حفظ کند.

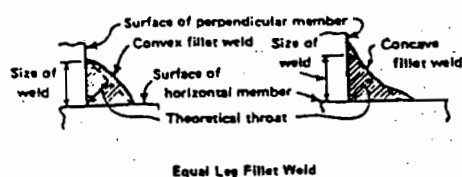


## جوشهای پریزی و گوشه ای

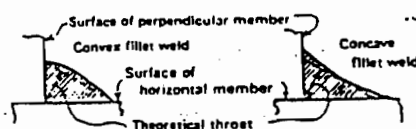
جوشهای گوشه ای (منجمله جوشهای پریزی) ممکن است محدب، تخت یا مقعر باشد. اندازه جوش گوشه ای در شکل نشان داده شده است.

الف - جزئیات جوش فلنج های Slip-on و اجزاء جوش پریزی در شکل های و نشان داده شده است.

ب - اگر فلنج های روکار (Slip-on) یکطرفه جوش داده شده باشند، این جوش بایستی در ناف (hub) باشد.



Equal Leg Fillet Weld



Unequal Leg Fillet Weld

### GENERAL NOTE:

The size of an equal leg fillet weld is the leg length of the largest inscribed isosceles right triangle (theoretical throat = 0.707 X size).

### GENERAL NOTE:

The size of an unequal leg fillet weld is the leg length of the largest right triangle which can be inscribed within the weld cross section (e.g., 1/2 in. X 3/4 in.).

FIG. 328.5.2A FILLET WELD SIZE

## اندازه جوش گوشه ای

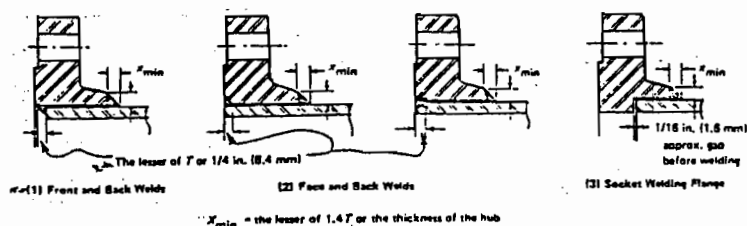


FIG. 328.5.2B TYPICAL DETAILS FOR DOUBLE-WELDED SLIP-ON AND SOCKET WELDING FLANGE ATTACHMENT WELDS

جزئیات جوش دوطرفه اتصال فلنج با جوش پریزی و روکار بطور نمونه

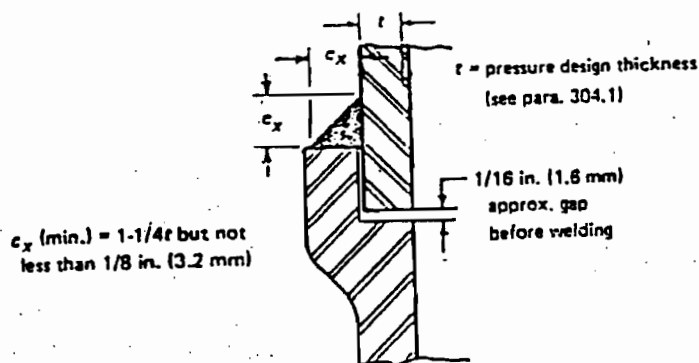


FIG. 328.5.2C MINIMUM WELDING DIMENSIONS FOR SOCKET WELDING COMPONENTS OTHER THAN FLANGES

حداقل اندازه های جوش برای جوش پریزی اجزاء غیرفلنجی

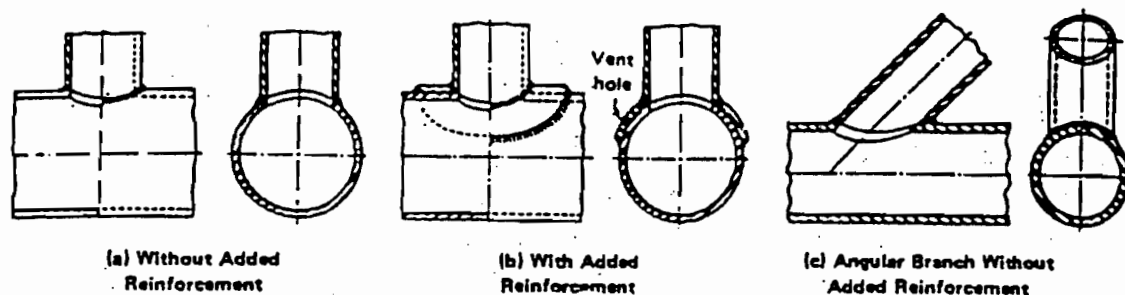


## جوش آب بندی

جوش آب بندی بایستی توسط جوشکار تأیید صلاحیت شده انجام شود.

## اتصالات انشعابی جوشی

الف - جزئیات قابل قبول اتصالات انشعابی که با وصله تقویتی یا بدون وصله تقویتی مستقیماً به لوله اصلی جوش داده می شوند در شکل انگاره های الف، ب، ج، د و ه نشان داده شده اند. شکلها بطور نمونه ارائه شده اند و شامل همه انواع انشعابهای قابل قبول نمی باشند.



FIGS. 328.5.4A, B, C TYPICAL WELDED BRANCH CONNECTIONS

## اتصالات انشعابی جوشی بطور نمونه

ب - جزئیات قابل قبول ضمامات اتصالات انشعابی در شکل نشان داده شده است. موقعیت و حداقل اندازه جوشهای ضمام بایستی با خواسته های ارائه شده مطابقت داشته باشد.

ج - فهرست و علائم بکار رفته در شکل و این متن عبارتند از:

$$Th = tc \text{ یا } 6/8 \text{ میلیمتر، هر کدام کمتر است.}$$

$$Tb = \text{ضخامت اسمی نشعاب}$$

$$Th = \text{ضخامت اسمی لوله اصلی}$$

$$Tr = \text{ضخامت اسمی ورق تقویتی یا زینی شکل}$$

$$Tb \text{ یا } Tr, \text{ هر کدام کمتر است } t \min$$

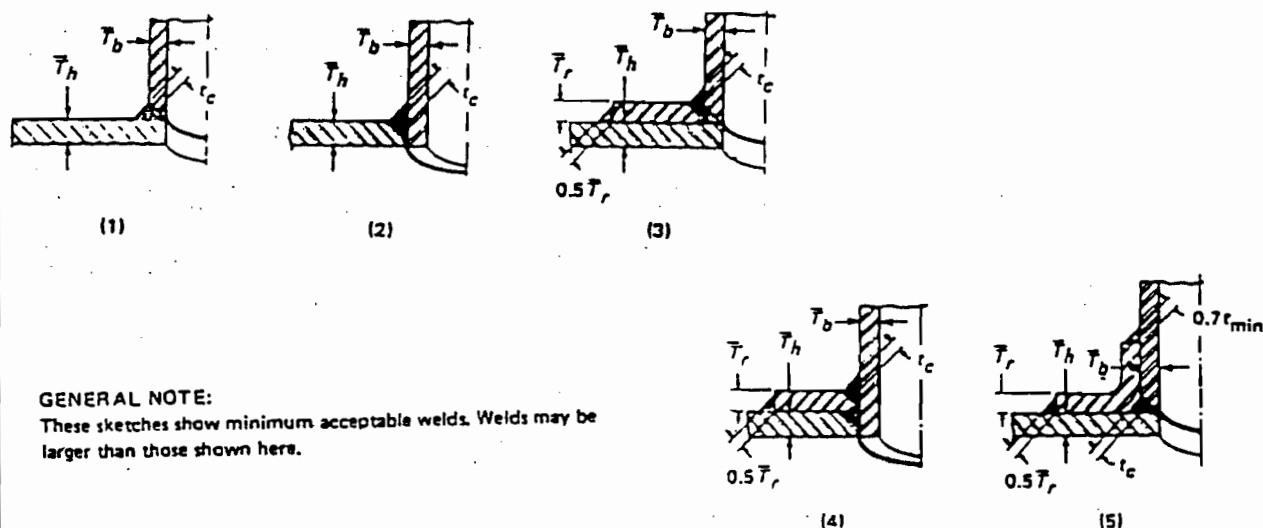


FIG. 328.5.4D ACCEPTABLE DETAILS FOR BRANCH ATTACHMENT WELDS

## جزئیات قابل قبول ضوابط اتصالات انشعابی

د- اتصالات انشعابی (منجمله فیتینگ های اتصال انشعابی اختصاصی تقویتی مجموعه) که روی لوله اصلی قرار می گیرند یا در سوراخ لوله اصلی جا زده می شوند، بایستی بوسیله جوشهای شیاری با نفوذ کامل انجام شوند. این جوشهای شیاری بایستی با جوشهای گوشه ای پوشش داده شوند. حداقل اندازه گلوئی جوشهای گوشه ای  $t_c$  می باشد (انگاره های ۱ و ۲ در شکل).

ه- وصله یا زین تقویتی بایستی به لوله انشعابی به طرق ذیل جوش داده شود:

۱- جوش شیاری با نفوذ کامل باضافه جوش گوشه ای پوششی با حداقل اندازه گلوئی  $t_c$  یا

۲- جوش گوشه ای با اندازه گلوئی حداقل  $0.7 t_{min}$  (انگاره ۵ در شکل).

و- لبه بیرونی تر، وصله یا زین تقویتی بایستی به لوله اصلی بوسیله جوش گوشه ای با حداقل اندازه گلوئی  $0.5 Tr$  متصل گردند.

انگاره های ۳، ۴ و ۵ در شکل ملاحظه شود.

ز- وصله یا زین تقویتی بایستی طوری فرم داده شوند که بخوبی با لوله هایی که به آنها وصل می شوند، جفت و جور گردند.

هر وصله یا زین تقویتی بایستی یک سوراخ تهویه داشته باشد (سوراخ تهویه بایستی در وصله تقویتی ایجاد شود نه در بدنه لوله در محل انشعاب). سوراخ تهویه برای آشکارساختن نشتی احتمالی در جوش بین لوله انشعاب و لوله اصلی و برای تهویه حین جوشکاری و عملیات حرارتی است.

وصله یا زین تقویتی را میتوان چند تکه ساخت بشرطی که اتصالات بین تکه ها دارای مقاومت معادل با فلز مینای وصله یا زین تقویتی باشد و در صورت استفاده از تقویتی چند تکه، هر تکه بایستی یک سوراخ تهویه جداگانه داشته باشد.

ح - آزمون جوش بین لوله انشعاب و لوله اصلی و تعمیرات لازم بایستی قبل از سوار کردن و جوش دادن تقویتی انجام شده باشد.

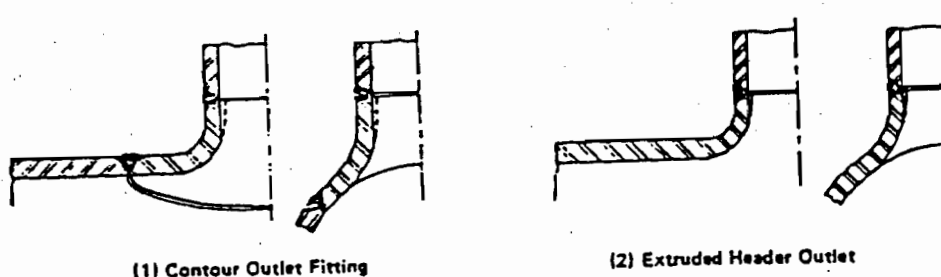
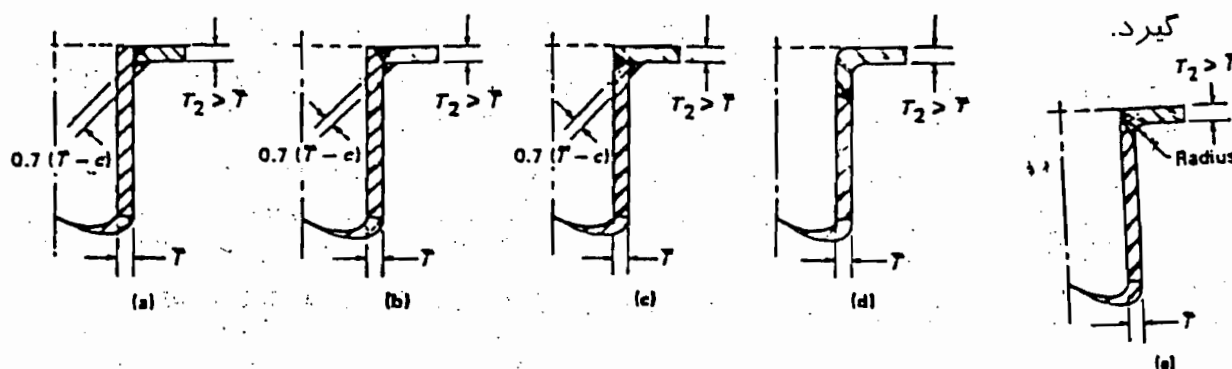


FIG. 328.5.4E ACCEPTABLE DETAILS FOR BRANCH ATTACHMENT SUITABLE FOR 100% RADIOGRAPHY

جزئیات قابل قبول برای ضمامن انشعابی مناسب برای ۱۰۰٪ رادیوگرافی

### قطعات روییم سوار شده

شکل زیر چند نمونه قطعات روییم سوار شده را بطور نمونه نشان می دهد. برای سوار کردن قطعات روییم بایستی مقررات اتصالات انشعابی جوشی مورد توجه قرار



GENERAL NOTE: Laps shall be machined (front and back) or trued after welding. Plate flanges per para. 304.5 or lap joint flanges per ANSI B16.5 may be used. Welds may be machined to radius, as in sketch (e), if necessary to match B16.5 lap joint flanges.

FIG. 328.5.5 TYPICAL FABRICATED LAPS

قطعات روییم سوار شده بطور نمونه

### جوشکاری برای شرایط دوره ای شدید

برای جوشکاری لوله جهت شرایط دوره ای شدید بایستی دستورالعملی بکاربرده شود که سطح داخلی صاف، منظم و بانفوذ کامل تأمین گردد.

### تعمیر جوش

عیب بایستی از جوش تعمیری تا رسیدن به فلز سالم برداشته شود. جوشهای تعمیری بایستی با استفاده از دستورالعمل جوشکاری تأیید صلاحیت شده انجام شود با توجه به اینکه حفره مورد تعمیر ممکن است از نظر دوره ظاهری (نیمرخ) و ابعاد با اتصال اصلی فرق داشته باشد.

جوشهای تعمیری بایستی توسط جوشکاران یا اپراتورهای تأیید صلاحیت شده انجام شود. پیش گرم کردن و عملیات حرارتی بایستی همانند جوشکاری اصلی انجام شود.

## پیش گرمایش

پیش گرمایش همراه با عملیات حرارتی برای حداقل رسانیدن اثرات مضر درجه حرارتهای بالا و شیبهای زیاد حرارتی که در جوشکاری پیش می آیند، بکار برده میشود. لزوم پیش گرم کردن و درجه حرارت پیش گرم کردن بایستی در مهندسی تفصیلی مشخص شود و در *WPS* نوشته شده و با رعایت آن تأیید صلاحیت جوشکاری بدست آید.

الزامات پیش گرمایش و توصیه های مربوط به پیش گرمایش برای همه انواع جوشها منجمله جوشهای طرف پشت، جوشهای تعمیراتی و جوشهای آب بندی اتصالات رزوه ای، اعمال می شود.

### الزامات و توصیه ها

درجه حرارت حداقل پیش گرم کردن لازم و توصیه شده برای لوله های با *P-No.* های متعدد در جدول ارائه شده است. اگر درجه حرارت محیط کمتر از صفر درجه سانتیگراد باشد، توصیه های ارائه شده ضروری می گردند. ضخامت درج شده در جدول مربوط به ضخامت قطعه ضخیم تر اتصال می باشد.

### جنس فهرست نشده

الزامات پیش گرمایش برای جنس فهرست نشده بایستی در *WPS* مشخص شود.

### تصدیق درجه حرارت

درجه حرارت پیش گرمایش با استفاده از گچ حرارتی، ترموکوپل، پیرومتر یا وسایل مناسب دیگر اندازه گیری می شود تا اطمینان حاصل شود که درجه حرارت مشخص شده در *WPS* قبل از جوشکاری بدست می آید و حین جوشکاری حفظ می گردد.

### منطقه پیش گرمایش

پیش گرمایش بایستی حداقل تا فاصله ۲۵ میلیمتری هر لبه جوش ادامه داشته باشد.

## الزامات مشخص

### فلزات غیرهمجنس

وقتی دو قطعه با نیازهای پیش گرمایش مختلف بهمدیگر جوش داده می شوند، توصیه می شود که از درجه حرارت بالاتر نشان داده شده در جدول استفاده شود.

### وقفه در جوشکاری

اگر جوشکاری بهر دلیلی قطع شود، نرخ سرد کردن بایستی کنترل شود یا برای جلوگیری از اثرات مضر در لوله کشی چاره اندیشی گردد. قبل از شروع مجدد جوشکاری بایستی پیش گرمایش مشخص شده در WPS اعمال شود.

## درجه حرارت پیش گرمایش

TABLE 330.1.1  
PREHEAT TEMPERATURES

| Base Metal P-No.<br>[Note (1)] | Weld Metal Analysis A-No.<br>[Note (2)] | Base Metal Group                   | Nominal Wall Thickness |        | Specified Min. Tensile Strength, Base Metal |       | Min. Temperature |         |                  |                  |
|--------------------------------|---|------------------------------------|------------------------|--------|---|-------|------------------|---------|------------------|------------------|
|                                |   |                                    |                        |        |   |       | Required         |         | Recommended      |                  |
|                                |   |                                    | in.                    | mm     | ksi   | MPa   | °F               | °C      | °F               | °C               |
| 1                              | 1                                       | Carbon steel                       | < 1                    | < 25.4 | ≤ 71  | ≤ 490 | ...              | ...     | 50               | 10               |
|                                |   |                                    | ≥ 1                    | ≥ 25.4 | All   | All   | ...              | ...     | 175              | 79               |
|                                |   |                                    | All                    | All    | > 71  | > 490 | ...              | ...     | 175              | 79               |
| 3                              | 2, 11                                   | Alloy steels,<br>Cr ≤ 1/2%         | < 1/2                  | < 12.7 | ≤ 71  | ≤ 490 | ...              | ...     | 50               | 10               |
|                                |   |                                    | ≥ 1/2                  | ≥ 12.7 | All   | All   | ...              | ...     | 175              | 79               |
|                                |   |                                    | All                    | All    | > 71  | > 490 | ...              | ...     | 175              | 79               |
| 4                              | 3                                       | Alloy steels<br>1/2% < Cr ≤ 2%     | All                    | All    | All   | All   | 300              | 149     | ...              | ...              |
| 5                              | 4, 5                                    | Alloy steels,<br>2 1/4% ≤ Cr ≤ 10% | All                    | All    | All   | All   | 350              | 177     | ...              | ...              |
| 6                              | 6                                       | High alloy steels<br>martensitic   | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 300 <sup>3</sup> | 149 <sup>3</sup> |
| 7                              | 7                                       | High alloy steels<br>ferritic      | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 50               | 10               |
| 8                              | 8, 9                                    | High alloy steels<br>austenitic    | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 50               | 10               |
| 9A, 9B                         | 10                                      | Nickel alloy steels                | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 200              | 93               |
| 10                             | ...                                     | Cr-Cu steel                        | All                    | All    | All   | All   | 300-400          | 149-204 | ...              | ...              |
| 10A                            | ...                                     | Mn-V steel                         | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 175              | 79               |
| 10E                            | ...                                     | 27Cr steel                         | All                    | All    | All   | All   | 300*             | 149*    | ...              | ...              |
| 11A SG 1                       | ...                                     | 8Ni, 9Ni steel                     | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 50               | 10               |
| 11A SG 2                       | ...                                     | 5Ni steel                          | All                    | All    | All   | All   | 50               | 10      | ...              | ...              |
| 21-52                          | ...                                     | ...                                | All                    | All    | All   | All   | ...              | ...     | 50               | 10               |

### NOTES:

- (1) P-Number from BPV Code, Section IX, Table QW-422. Special P-Numbers (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4, and SP-5) require special consideration. The required thermal treatment for Special P-Numbers shall be established by the engineering design and demonstrated by the welding procedure qualification.
- (2) A-Number from BPV Code, Section IX, Table QW-442.
- (3) Maximum interpass temperature 600°F (316°C).
- (4) Maintain interpass temperature between 350°F-450°F (177°C-232°C).



## عملیات حرارتی

عملیات حرارتی برای دفع یا آزاد کردن اثرات مضر ناشی از درجه حرارت بالا و شیب حرارتی شدید جوش و آزاد سازی تنش های باقیمانده ناشی از خمش و فرم دهی بکار برده می شود. مقررات ارائه شده در اینجا برای بیشتر عملیات جوشکاری، خمش و فرم دهی مناسب است ولی ضرورتاً تمام شرایط بهره برداری را پوشش نمی دهد.

### الزامات عملیات حرارتی

- الف - عملیات حرارتی برحسب گروه بندی مواد و با توجه به محدوده های ضخامت طبق خواسته های جدول انجام می شود.
- ب - عملیات حرارتی بعد از جوشکاری بایستی در WPS مشخص شود و مطابق با آن در تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری رعایت شود.
- ج - طرح تفصیلی بایستی نیاز به آزمون و یا کنترل دیگر علاوه بر الزامات این کد را برای حصول اطمینان از کیفیت جوشها مشخص کند.
- د - عملیات حرارتی برای خمش و فرم دادن بایستی مطابق «عملیات حرارتی لازم» انجام شود.

### ضخامت حاکم

وقتی اجزا بوسیله جوشکاری متصل می شوند، ضخامت مورد نظر در مقررات اعمال عملیات حرارتی طبق جدول بایستی ضخامت جزء ضخیم تر اتصال باشد، بجز موارد ذیل:

الف - در ائطالات انشعابی، فلز افزوده شده بعنوان تقویتی (بغیر از فلز جوش) چه بصورت مجموعه بشد و چه بصورت ضمیمه، در تعیین نیازهای عملیات حرارتی نبایستی بحساب آید.

وقتی ضخامت جوش در هر سطح از انشعاب از دو برابر حداقل ضخامت ماده نیازمند به عملیات حرارتی بزرگتر باشد، عملیات حرارتی ضروری است، حتی اگر ضخامت اجزاء در اتصال از حداقل ضخامت نیازمند تنش زدائی کمتر باشد.



ضخامت جوش برای جزئیات نشان داده شده در شکل «ضمائم اتصالات انشعابی» بایستی با استفاده از فرمولهای زیر محاسبه شود:

$$\text{انگاره ۱} \quad T_b + t_c =$$

$$\text{انگاره ۲} \quad T_h + t_c =$$

$$\text{انگاره ۳} = \text{بزرگتر از } T_b + t_c \text{ یا } T_r + t_c$$

$$\text{انگاره ۴} \quad T_h + T_r + t_c =$$

$$\text{انگاره ۵} \quad T_b + t_c =$$

ب - در صورت جوشهای گوشه ای فلنج های با جوش پریزی و Slip - on و اتصالات لوله کشی NPS 2 و کوچکتر، جوشهای آب بندی اتصالات رزوه ای در لوله کشی NPS2 و کوچکتر و ضمایم قطعات غیر فشاری خارجی نظیر گوشواره ها یا اجزاء دیگر تکیه گاهی لوله در همه اندازه های لوله، وقتی ضخامت جوش در هر سطح از دو برابر حداقل ضخامت مقرر برای عملیات حرارتی (حتی ضخامت اجزاء در اتصال کمتر از ضخامت حداقل باشد)، عملیات حرارتی ضروری است بجز در موارد ذیل:

- ۱- برای مواد با P-No. 1 وقتی ضخامت گلوئی ۱۶ میلیمتر یا کمتر باشد، بدون توجه به ضخامت فلز مبنا، عملیات حرارتی لازم نیست.
- ۲- برای مواد با P-No. ۳، ۴، ۵ یا A-10 وقتی ضخامت گلوئی جوش ۱۳ میلیمتر یا کمتر باشد بدون توجه به ضخامت فلز مبنا عملیات حرارتی لازم نیست، بشرطی که حداقل پیش گرم کردن توصیه شده اعمال گردد و مقاومت کششی حداقل مشخص شده فلز مبنا از ۷۱۰۰۰ پوند بر اینچ مربع (۴۹۰ مگا پاسکال) کمتر باشد.
- ۳- برای مواد آهنی وقتی با فلز پرکننده غیر سخت شونده در هوا جوش داده می شود، عملیات حرارتی لازم نیست. برای مواد آهنی وقتی اثرات شرایط بهره برداری نظیر انبساط حرارتی مختلف بخاطر درجه حرارت مرتفعه، یا خوردگی بطور ناجوری بر قطعه جوش داده شده اثر نگذارد برای جوشکاری می توان از فلز پرکننده اوستینیتی استفاده کرد.

### گرم کردن و سرد کردن

روش کردن کردن بایستی درجه حرارت لازم برای فلز، یکنواختی درجه حرارت و کنترل درجه حرارت را تأمین کند و می تواند مشتمل بر کوره در بسته، حرارت دادن موضعی با شعله، مقاومت الکتریکی، القای الکتریکی یا واکنش شیمیایی گرمازا باشد. روش سرد کردن بایستی نرخ سرد کردن لازم یا مطلوب را تأمین کند و می تواند مشتمل بر سرد کردن در کوره، در هوا بوسیله اعمال حرارت موضعی یا عایق با بوسیله مناسب دیگر باشد.

### تصدیق درجه حرارت

درجه حرارت عملیات حرارتی بایستی بوسیله پیرمتر، ترموکوپل با روشهای مناسب دیگر بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که نیازمندیهای WPS برآورده می گردد.

### سختی سنجی

بمنظور تصدیق عملیات حرارتی رضایتبخش از جوشهای تولیدی و خمش گرم و لوله کشی گرم فرم داده شده حداقل ۱۰ درصد از جوشها و خمش های گرم و اجزای فرم داده شده گرم در هر دسته عملیات حرارتی کوره ای و ۱۰۰ درصد آنهایی که بطور موضعی عملیات حرارتی می شوند بایستی سختی سنجی شوند. محدوده سختی به جوش و منطقه تأثیر حرارت اعمال می گردد.

### نیازمندیهای مشخص

هرجا که با تجربه یا دانش، شرایط بهره برداری تضمین می شود، روشهای آلترناتیو عملیات حرارتی بکاربرده می شود.

### عملیات حرارتی آلترناتیو

عملیات حرارتی نرمالیزه کردن یا نرمالیزه کردن و برگشت دادن بازپخت ممکن است بجای عملیات حرارتی بعد از جوشکاری، خمش یا فرم دادن اعمال شود، بشرطی که

خواص مکانیکی جوش، منطقه تأثیر حرارت و فلز مینا بعد از چنین عملیات حرارتی خواسته های مشخصات فنی را برآورده سازد و جایگزینی عملیات حرارتی توسط طراحی تأیید شود.

### استثناها در الزامات اصلی

همانطور که قبلاً یادآوری شده است، برای مناسب بودن با شرایط بهره برداری در بعضی موارد ممکن است اصلاحاتی در عملیات حرارتی لازم باشد. در چنین مواردی طراحی ممکن است الزامات بیشتری را در طرح نفضیلی در مورد عملیات حرارتی و محدوده سختی بخواهد و یا الزامات سختی و عملیات حرارتی را کمتر نمونه و یا حذف نماید.

الف - وقتی از موارد مقرر، الزامات کمتری مشخص کرده باشد، طراحی بایستی به صاحبکار رضایتبخش بودن و کفایت آن مقررات را با تجربه بهره برداری قابل مقایسه، با ملاحظه درجه حرارت بهره برداری و اثراتش، فرکانس و شدت دوره حرارتی، سطوح تنش قابل انعطاف، احتمال شکست ترد و سایر ضرایب مربوطه نمایش دهد. بعلاوه آزمایشات مناسب منجمله تأیید صلاحیت WPS بایستی انجام شود.

### مواد غیر همجنس

الف - عملیات حرارتی اتصالات جوش داده شده از جنس فلزات فریتی غیر همجنس یا از جنس فلزات فریتی با فلز پرکننده فریتی غیر همجنس بایستی در بالاترین محدوده درجه حرارت ارائه شده در جدول برای آن فلزات انجام شود.

ب - عملیات حرارتی اتصالات جوش داده شده اجزاء فریتی و اوستنیتی و فلزات

پرکننده بایستی براساس مواد فریتی (یا آنطور که طرح تفصیلی مشخص شده) انجام شود.

### عملیات حرارتی تاخیری

اگر قطعه جوش داده شده با تاخیر عملیات حرارتی می شود، در آنصورت بایستی نرخ سرد کردن کنترل گردد یا با وسایل دیگر از سرد شدن سریع قطعه جلوگیری شود تا اثرات مضر در سیستم لوله کشی ایجاد نگردد.

### عملیات حرارتی جزیی

وقتی کل مجموعه لوله کشی برای عملیات حرارتی در داخل کوره جا نشود، انجام عملیات حرارتی در چند نوبت مجاز است بشرطی که در قسمت های عملیات حرارتی شده در دو دفعه حداقل ۳۰ سانتیمتر از طول، مشترک باشد و قسمتهائی از مجموعه که در بیرون کوره قرار گرفته، از شیب حرارتی مضر محافظت گردد.

### عملیات حرارتی موضعی

وقتی عملیات حرارتی موضعی انجام می شود، نواری محیطی از لوله اصلی و نواری محیطی از لوله انشعاب بایستی حرارت داده شود تا محدوده درجه حرارت مشخص شده در کل مقطع لوله برقرار گردد و بتدریج در طرفین نوار کم شود. نوار حرارتی مشتمل است بر جوش یا خم یا مقطع فرم داده شده و حداقل تا فاصله ۲۵ میلیمتری طرفین آنها.

TABLE 331.1.1  
REQUIREMENTS FOR HEAT TREATMENT

| Base Metal<br>P-Number<br>(Note 1) | Weld Metal<br>Analysis<br>A-Number<br>(Note 2) | Base Metal<br>Group   | Nominal Wall<br>Thickness                    |                                | Specified Min.<br>Tensile<br>Strength,<br>Base Metal |                              | Metal Temperature<br>Range     |                            | Holding Time                          |                     |               | Brinell<br>Hardness,<br>(Note 4)<br>Max. |
|------------------------------------|--|---|--|--------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------|--|
|                                    |  |   |  |                                |  |                              |                                |                            |                                       |                     |               |  |
|                                    |  |   | In.  | mm                             | ksi  | MPa                          | °F                             | °C                         | hr/in.<br>Nominal<br>Wall<br>(Note 3) | Min.<br>Time,<br>hr |               |  |
| 1                                  | 1  | Carbon steel  | $\leq \frac{3}{4}$<br>$> \frac{3}{4}$        | $\leq 19$<br>$> 19$            | All<br>All   | All<br>All                   | None<br>1100-1200              | None<br>593-649            | ...                                   | ...                 | 1             | ...                                      |
| 3                                  | 2, 11  | Alloy steels,<br>Cr $\leq \frac{1}{2}\%$  | $\leq \frac{3}{4}$<br>$> \frac{3}{4}$<br>All | $\leq 19$<br>$> 19$<br>All     | $\leq 71$<br>All<br>$> 71$                           | $\leq 490$<br>All<br>$> 490$ | None<br>1100-1325<br>1100-1325 | None<br>593-718<br>593-718 | ...                                   | ...                 | 1             | ...                                      |
| 4                                  | 3  | Alloy steels,<br>$\frac{1}{2}\% < Cr \leq 2\%$  | $\leq \frac{1}{2}$<br>$> \frac{1}{2}$<br>All | $\leq 12.7$<br>$> 12.7$<br>All | $\leq 71$<br>All<br>$> 71$                           | $\leq 490$<br>All<br>$> 490$ | None<br>1300-1375<br>1300-1375 | None<br>704-746<br>704-746 | ...                                   | ...                 | 2             | ...                                      |
| 5                                  | 4, 5   | Alloy steels,<br>$2\frac{1}{4}\% \leq Cr \leq 10\%$<br>( $\leq 3\% Cr, \leq 0.15\% C$ )<br>( $> 3\% Cr$ or $> 0.15\% C$ or) | $\leq \frac{1}{2}$<br>$> \frac{1}{2}$        | $\leq 12.7$<br>$> 12.7$        | All<br>All   | All<br>All                   | None<br>1300-1400              | None<br>704-760            | ...                                   | ...                 | 2             | ...                                      |
| 6                                  | 6  | High alloy steels<br>martensitic<br>A 240 Gr. 429   | All  | All                            | All  | All                          | 1350-1450                      | 732-788                    | 1                                     | 2                   | 2             | 241                                      |
| 7                                  | 7  | High alloy steels<br>ferritic   | All  | All                            | All  | All                          | 1150-1225                      | 621-663                    | 1                                     | 2                   | 2             | 241                                      |
| 8                                  | 8, 9   | High alloy steels<br>austenitic   | All  | All                            | All  | All                          | None                           | None                       | ...                                   | ...                 | ...           | ...                                      |
| 9A, 9B                             | 10   | Nickel alloy steels   | $\leq \frac{1}{2}$<br>$> \frac{1}{2}$        | $\leq 19$<br>$> 19$            | All<br>All   | All<br>All                   | None<br>1100-1175              | None<br>593-635            | ...                                   | ...                 | 1             | ...                                      |
| 10                                 | ...  | Cr-Cu steel   | All  | All                            | All  | All                          | 1400-1500 <sup>a</sup>         | 760-816 <sup>a</sup>       | $\frac{1}{2}$                         | $\frac{1}{2}$       | $\frac{1}{2}$ | ...                                      |

|          |     |                |  |                            |                            |                              |                                |                              |               |               |               |     |
|----------|-----|----------------|--|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| 10A      | ... | Mn-V steel     | $\leq \frac{3}{4}$<br>$> \frac{3}{4}$<br>All | $\leq 19$<br>$> 19$<br>All | $\leq 71$<br>All<br>$> 71$ | $\leq 490$<br>All<br>$> 490$ | None<br>1100-1300<br>1100-1300 | None<br>593-704<br>593-704   | ...           | ...           | ...           | ... |
| 10E      | ... | 27Cr steel     | All  | All                        | All                        | All                          | 1225-1300 <sup>a</sup>         | 663-704 <sup>a</sup>         | 1             | 1             | 1             | ... |
| 10H      | ... | Cr-Ni-Mo steel | All  | All                        | All                        | All                          | Note (7)                       | Note (7)                     | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | ... |
| 11A SG 1 | ... | 8Ni, 9Ni steel | $\leq 2$<br>$> 2$                            | $\leq 51$<br>$> 51$        | All<br>All                 | All<br>All                   | None<br>1025-1085 <sup>a</sup> | None<br>552-585 <sup>a</sup> | ...           | 1             | 1             | ... |
| 11A SG 2 | ... | 5Ni steel      | $> 2$  | $> 51$                     | All                        | All                          | 1025-1085 <sup>a</sup>         | 552-585 <sup>a</sup>         | 1             | 1             | 1             | ... |

## NOTES:

(1) P-Number from BPV Code, Section IX, Table QW-422. Special P-Numbers (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4, and SP-5) require special consideration.

The required thermal treatment for Special P-Numbers shall be established by the engineering design and demonstrated by the welding procedure qualification.

(2) A-Number from BPV Code, Section IX, Table QW-442.

(3) For SI equivalent, h/mm, divide hr/in. by 25.

(4) See para. 331.3.7.

(5) Cool as rapidly as possible after the hold period.

(6) Cooling rate to 1200°F (649°C) shall be less than 100°F (56°C)/hr; thereafter, the cooling rate shall be fast enough to prevent embrittlement.

(7) Postweld heat treatment is neither required nor prohibited, but any heat treatment applied shall be performed at 1800°F-1900°F (982°C-1038°C) followed by rapid cooling.

(8) Cooling rate shall be  $> 300^\circ\text{F}$  (167°C)/hr to 600°F (316°C).

## خم کردن و فرم دادن

### کلیات

خم کردن لوله و فرم دادن اجزا را می توان با هر روش گرم یا سرد که مناسب آن ماده، سرویس سیال و شدت خمش یا فرم دادن باشد، انجام داد. سطح تمام شده بایستی بدون ترک بوده و اساساً عاری از کمانش باشد. ضخامت بعد از خم کردن یا فرم دادن نبایستی کمتر از ضخامت طراحی باشد.

### خم کردن

#### تخت کردن خمشی

تخت کردن یک خم یا فرق بین حداکثر و حداقل قطر در هر مقطع عرضی نبایستی از ۸٪ قطر خارجی برای فشار داخلی و ۳٪ برای فشار خارجی تجاوز نماید.

### کرکره ای و خم های دیگر

خم های با طرح های دیگر (نظیر چروک یا کرکره ای) که برای طراحی فشاری تایید صلاحیت شده اند را میتوان بکار برد به غیر از مواردی که غدقن شده اند (پاراگراف 306.2 و M306.2).

### نیازمندیها

الف- خم کردن سرد مواد فریتی بایستی زیر محدوده درجه حرارت تبدیل انجام شود.  
ب- خم کپردن گرم مواد بایستی در درجه حرارت بالای محدوده تبدیل و در هر صورت بین محدوده درجه حرارت سازگار با جنس و سرویس مورد نظر انجام شود.

### فرم دادن

محدوده درجه حرارت فرم دادن بایستی با جنس، سرویس مورد نظر و عملیات حرارتی مشخص شده سازگار باشد.



### عملیات حرارتی لازم

عملیات حرارتی لازم برای خم کردن و فرم دادن بشرح زیر است :

#### خم کردن و فرم دادن گرم

بعد از خم کردن و فرم دادن گرم مواد با  $P-NO$  های ۳، ۴، ۵، ۶ و  $A-10$  برای همه ضخامت ها ، عملیات حرارتی لازم است.

زمان و درجه حرارت عملیات حرارتی از جدول استخراج می شود.

#### خم کردن و فرم دادن سرد

بعد از خم کردن و فرم دادن سرد (برای همه ضخامتها و با درجه حرارت و طول مدت مندرج در جدول) در موارد ذیل، عملیات حرارتی لازم است :

الف - برای مواد با  $P-NO$  یک لغایت ۶، وقتی حداکثر ازدیاد طول محاسبه شده فیبر بعد از خم کردن یا فرم دادن از ۵۰٪ حداقل ازدیاد طول اصلی مشخص شده برای مشخصات کاربردی ، درجه و ضخامت تجاوز کند.

این الزامات ممکن است عدول شود چنانچه بتوان نشان داد که لوله و فرایند خم کردن و فرم دادن انتخابی برای ماده بشدت تغییر داده شده حداقل ۱۰٪ ازدیاد طول را بیمه می کند.

ب- برای ماده نیازمند آزمایش ضربه ، وقتی حداکثر ازدیاد طول محاسبه شده فیبر بعد از خم کردن یا فرم دادن از ۵٪ تجاوز نماید.

ج- وقتی در طرح تفصیلی مشخص شده باشد.

## بازرسی، آزمون و آزمایش

### بخش ۱ - بازرسی

#### ۱-۱ - کلیات

این کد بین آزمون و بازرسی تفاوت قائل است. بازرسی به وظایفی اطلاق می شود که برای صاحبکار توسط بازرس یا نمایندگان «بازرس» اشاره می شود منظور بازرس یا نمایندگان بازرسی صاحبکار است.

#### ۱-۲ - مسئولیت بازرسی

تصدیق آنکه همه آزمونها و آزمایشهای لازم انجام شده است و بازرسی لوله کشی به وسعت لازم و رضایتبخش که با الزامات قابل کاربرد کد و طرح تفصیلی مطابقت داشته باشد، با بازرس است.

#### ۱-۳ - حقوق بازرس کارفرما

بازرس کارفرما و نمایندگان بازرسی بایستی به هر مکانی که کار در ارتباط با لوله کشی در حال انجام است، دسترسی داشته باشند. این فعالیت ها مشتملند بر: ساخت، سرهم بندی، عملیات حرارتی، مونتاژ، نصب، آزمون و آزمایش لوله کشی. بازرس حق ممیزی و آزمون، بازرسی لوله کشی با استفاده از هر روش آزمون مشخصی شده بوسیله طرح تفصیلی و مرور گواهینامه ها و سوابق لازم برای کسب رضایت کارفرما دارد.

#### ۱-۴ - تایید صلاحیت بازرس کارفرما

الف- بازرس کارفرما بایستی از طرف کارفرما منصوب شده باشد که می تواند کارفرما، کارمند کارفرما، کارمند یک سازمان مهندسی یا علمی، یا شرکت شناخته شده بیمه یا بازرسی باشد که بعنوان نماینده کارفرما عمل کند.

- بازرس کارفرما نبایستی از طرف پیمانکار نمایندگی داشته یا کارمند سازنده، قطعه ساز یا نصاب لوله کشی باشد مگر آنکه کارفرما نیز سازنده، قطعه ساز یا نصاب باشد.
- ب- بازرس کارفرما بایستی دارای حداقل ۱۰ سال تجربه در زمینه طراحی، قطعه سازی یا بازرسی لوله کشی تحت فشار صنعتی باشد.
- هر ۲۰ درصد اتمام کار بطور رضایتبخش در رشته مهندسی اعتبار دهی شده از طرف شورای مهندسی برای توسعه حرفه ای معادل یکسال تجربه (جمعاً حداکثر ۵ سال) در نظر گرفته می شود.
- ج- در دادن نمایندگی اجرای بازرسی، بازرس کارفرما مسئول تعیین آنستکه شخصی که به او وظیفه بازرسی محول شده، برای اجرای آن وظیفه تایید صلاحیت شده باشد.

## بخش ۲- آزمون

آزمون به وظایف کنترل کیفیت اجرایی سازنده (فقط برای اجزا)، قطعه ساز یا نصاب اطلاق می گردد. در این کد اشاره به «آزمایشگر» منظور شخصی است که آزمونهای کنترل کیفیت اجرا می کند.

## ۲-۱- مسئولیت برای آزمون

- بازرسی توسط بازرس، مسئولیت سازنده، قطعه ساز یا نصاب را برای موارد ذیل آزاد نمی سازد:
- الف- تامین مواد، اجزا، و مهارت کاری مطابق با الزامات این کد و طراحی تفصیلی.
- ب- انجام همه آزمونهای لازم.
- ج- آماده بهاری سوابق مناسب برای آزمونها و آزمایشها جهت استفاده بازرس.

## ۲-۲- الزامات آزمون

### ۲-۲-۱- کلیات

قبل از آغاز عملیات تاسیسات لوله کشی بایستی اجزاء و مهارت کاری مطابق الزامات قابل کاربرد و طرح تفصیلی بررسی شود.

منظور از این بررسی، تامین آزمایشگر و بازرس ذیصلاح است که الزامات این کد و طرح تفصیلی را برآورده سازد.

الف- برای مواد با  $P-NO$  های ۳، ۴ و ۵، آزمون بایستی پس از تکمیل عملیات حرارتی انجام شود.

ب- برای اتصال انشعاب، آزمون جوش تحت فشار و تعمیرات لازم جوش بایستی قبل از سوار کردن وصله یا زین تقویتی انجام شود.

## ۲-۲- معیار پذیرش

معیار پذیرش بایستی در طرح تفصیلی ذکر شود ولی بایستی حداقل خواسته های قابل کاربرد معیار پذیرش ارائه شده در جدول و متن مربوطه و معیار تکمیلی و مطالب ذکر شده در جای دیگر این کد را برآورده سازد.

الف- جدول 341.3.2A معیار پذیرش جوشها (محدودیت های عیوب) را ارائه می دهد.  
ب- جدول 341.3.2B قابلیت کاربرد آزمونهای متعدد را برای عیوب مختلف جوش که در شکل 341.3.2 نشان داده شده اند، ارائه می کند،

## ۲-۳- اجزاء معیوب و مهارت کم

یک جزء امتحان شده که دارای یک یا چند عیب است (عیوب از نوع غیرقابل قبول، یا مقدار بیشتر از حد مجاز) بایستی تعمیر شود و یا تعویض گردد و کار جدید بایستی دوباره با همان روشها و با همان درصد امتحان شود و با همان معیار پذیرش همانند کار اصلی بررسی گردد.

## ۲-۴- امتحان پیشرفتی

وقتی امتحان موردی ~~بازرسی شده~~ عیب نشان دهد :

الف- دو مورد اضافی از همان نوع (اگر اتصالات جوش داده شده یا چسب زده شده بوسیله همان جوشکار، چسب زن یا کاربر) بایستی تحت همان امتحان قرار داده شود.  
ب- اگر دو مورد اضافی امتحان شده قابل قبول باشند، همان مورد اولیه که عیب داشت بایستی تعمیر یا تعویض گردد و دوباره امتحان شود ولی موارد دیگر قابل قبول است.

TABLE 341.3.2A  
ACCEPTANCE CRITERIA FOR WELDS

| Criteria (A to M) for Types of Welds, for Service Conditions, and for Required Examination Methods (Note (1)) |                           |                            |                         |                                |                   |                              |                          |                  |                   |                  |                         |                                |                          |                   |                              |     |     |     |     |
|---|---------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Kind of Imperfection  | Normal Service Conditions |                            |                         |                                |                   |                              | Severe Cyclic Conditions |                  |                   |                  |                         |                                | Category D Fluid Service |                   |                              |     |     |     |     |
|   | Methods                   |                            | Types of Weld           |                                |                   |                              | Methods                  |                  |                   |                  | Types of Weld           |                                | Method                   | Types of Weld     |                              |     |     |     |     |
|   | Visual                    | Spot or Random Radiography | Girth and Miller Groove | Longitudinal Groove [Note (2)] | Fillet [Note (3)] | Branch Connection [Note (4)] | Visual                   | 100% Radiography | Magnetic Particle | Liquid Penetrant | Girth and Miller Groove | Longitudinal Groove [Note (2)] |                          | Fillet [Note (3)] | Branch Connection [Note (4)] |     |     |     |     |
| Crack   | X                         | X                          | A                       | A                              | A                 | A                            | X                        | X                | X                 | X                | A                       | A                              | A                        | A                 | X                            | A   | A   | A   | B   |
| Lack of fusion  | X                         | X                          | A                       | A                              | A                 | A                            | X                        | X                | X                 | X                | A                       | A                              | A                        | A                 | X                            | A   | NA  | NA  | A   |
| Incomplete penetration  | X                         | X                          | B                       | A                              | NA                | B                            | X                        | X                | X                 | X                | A                       | A                              | A                        | NA                | X                            | C   | A   | NA  | A   |
| Internal porosity   |                           | X                          | E                       | E                              | NA                | E                            |                          | X                | X                 | X                | D                       | D                              | NA                       | NA                | ...                          | ... | ... | ... | ... |
| Slag inclusion or elongated indication  |                           | X                          | G                       | G                              | NA                | G                            |                          | X                | X                 | X                | F                       | F                              | NA                       | NA                | ...                          | ... | ... | ... | ... |
| Undercutting  | X                         | X                          | H                       | A                              | H                 | H                            | X                        | X                | X                 | X                | A                       | A                              | A                        | A                 | X                            | I   | A   | H   | II  |
| Surface porosity or exposed slag inclusion [Note (5)]   | X                         | ...                        | A                       | A                              | A                 | A                            | ...                      | X                | ...               | ...              | A                       | A                              | A                        | A                 | X                            | A   | A   | A   | A   |
| Surface finish  | ...                       | ...                        | ...                     | ...                            | ...               | ...                          | X                        | ...              | ...               | ...              | J                       | J                              | J                        | J                 | ...                          | ... | ... | ... | ... |
| Concave root surface (suck-up)  | X                         | ...                        | K                       | K                              | NA                | K                            | ...                      | ...              | ...               | ...              | K                       | K                              | NA                       | NA                | X                            | K   | K   | NA  | K   |
| Reinforcement or internal protrusion  | X                         | ...                        | L                       | L                              | L                 | L                            | X                        | ...              | ...               | ...              | L                       | L                              | L                        | L                 | X                            | M   | M   | M   | M   |

ج- اگر در هر یک از دو مورد امتحان اضافی، عیب نشان دهد، برای هر مورد عیب دار، دو مورد اضافی دیگر بایستی امتحان شود.

د- اگر همه موارد امتحان شده طبق بند (ج) قابل قبول باشند، فقط موارد معیوب قبلی بایستی تعمیر یا تعویض شوند و دوباره امتحان گردند ولی تمام موارد ارائه شده بوسیله امتحان اضافی قبول است.

ه- اگر هر یک از موارد امتحان شده در بند (ج) عیب نشان دهد، همه موارد ارائه شده بوسیله امتحان های پیشرفتی بایستی یا :

۱- تعمیر یا تعویض شوند و دوباره امتحان گردند.

۲- تمام آنها امتحان شوند و برحسب ضرورت تعمیر گردند یا تعویض شوند و امتحان مجدد گردند تا نیازهای این گد برآورده شود.

### انواع امتحان برای ارزیابی عیوب

TABLE 341.3.2B  
TYPES OF EXAMINATION FOR  
EVALUATING IMPERFECTIONS<sup>1</sup>

| Kind of Imperfection     | Type of Examination |                                       |                              |      |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|------|
|                          | Visual              | Liquid Penetrant or Magnetic Particle | Ultra-sonic or Radio-graphic |      |
|                          |                     |                                       | Random                       | 100% |
| Crack                    | X                   | X                                     | X                            | X    |
| Incomplete penetration   | X                   | ...                                   | X                            | X    |
| Lack of fusion           | X                   | ...                                   | X                            | X    |
| Weld undercutting        | X                   | ...                                   | ...                          | ...  |
| Weld reinforcement       | X                   | ...                                   | ...                          | ...  |
| Internal porosity        | ...                 | ...                                   | X                            | X    |
| External porosity        | X                   | ...                                   | ...                          | ...  |
| Internal slag inclusions | ...                 | ...                                   | X                            | X    |
| External slag inclusions | X                   | ...                                   | ...                          | ...  |
| Concave root surface     | X                   | ...                                   | X                            | X    |

**NOTE:**

(1) Evaluation, any necessary repair of imperfections, and examination of additional items shall be limited to the requirements of para. 341.4 unless more stringent requirements are specified by the engineering design.



**Criterion Value Notes for Table 3A1.3.2A**

| Symbol | Criterion  | Measure | Acceptable Value Limits (Note 6)   |
|--------|--|---------|--|
| A      | Extent of imperfection   |         | Zero (no evident imperfection)   |
| B      | Depth of incomplete penetration  |         | $\leq \frac{1}{32}$ in. (0.8 mm) and $\leq 0.2 T_w$  |
| C      | Cumulative length of incomplete penetration  |         | $\leq 1.5$ in. (38 mm) in any 6 in. (150 mm) weld length   |
| D      | Depth of lack of fusion and incomplete penetration   |         | $\leq 0.2 T_w$   |
| E      | Cumulative length of lack of fusion and incomplete penetration (Note 7)  |         | $\leq 1.5$ in. (38 mm) in any 6 in. (150 mm) weld length   |
| F      | Size and distribution of internal porosity   |         | See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4   |
| G      | Size and distribution of internal porosity   |         | For $T_w \leq \frac{1}{2}$ in. (6.4 mm), limit is same as D  |
| H      | Slag inclusion or elongated indication   |         | For $T_w > \frac{1}{2}$ in. (6.4 mm), limit is $1.5 \times D$  |
| I      | Individual length  |         | $\leq T_w/3$   |
| J      | Individual width   |         | $\leq \frac{1}{32}$ in. (2.4 mm) and $\leq T_w/3$  |
| K      | Cumulative length  |         | $\leq T_w$ in any $12 T_w$ weld length.  |
| L      | Slag inclusion or elongated indication   |         | $\leq 2 T_w$   |
| M      | Individual length  |         | $\leq \frac{1}{8}$ in. (3.2 mm) and $\leq T_w/2$   |
| N      | Individual width   |         | $\leq 4 T_w$ in any $\frac{1}{8}$ in. (150 mm) weld length   |
| O      | Cumulative length  |         | $\leq \frac{1}{32}$ in. (0.8 mm) and $\leq T_w/4$  |
| P      | Depth of undercut  |         | $\leq \frac{1}{16}$ in. (1.6 mm) and $\leq T_w/4$ or $\frac{1}{32}$ in. (0.8 mm)   |
| Q      | Surface roughness  |         | $\leq 500$ min. AARH per ANSI B46.1  |
| R      | Depth of root surface concavity  |         | Total joint thickness, incl. weld reinf., $\geq T$   |
| S      | Height of reinforcement or internal protrusion (Note 8) in any plane through the weld shall be within limits of the applicable height value in the tabulation at right. Weld metal shall merge smoothly into the component surfaces. |         | For $T_w$ in. (mm)   |
| T      | Height of reinforcement or internal protrusion (Note 8) as described in L  |         | $\leq \frac{1}{4}$ (6.4)<br>$> \frac{1}{4}$ (6.4), $\leq \frac{1}{2}$ (12.7)<br>$> \frac{1}{2}$ (12.7), $\leq 1$ (25.4)<br>$> 1$ (25.4)<br>Limit is $2L$ |

**NOTES:**

- (1) Criteria given are for required examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design. See also paras. 341.5 and 341.5.3.
- (2) Longitudinal groove weld includes straight and spiral seam. Criteria are not intended to apply to welds made in accordance with a standard listed in Table A-1 or Table 326.3.
- (3) Fillet weld includes socket and seal welds, and attachment for slip-on flanges and branch reinforcement.
- (4) Branch connection weld includes pressure containing welds in branches and fabricated laps.
- (5) These imperfections are evaluated only for welds  $\leq \frac{3}{16}$  in. (5 mm) in nominal thickness.
- (6) Where two limiting values are separated by "and," the lesser of the values determines acceptance. Where two sets of values are separated by "or," the larger value is acceptable.
- (7) Tightly butted unfused root faces are unacceptable.
- (8) For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat, Fig. 328.5.2A; internal protrusion does not apply.



## درصد امتحان

### امتحان نرمال

لوله کشی های پوشش داده نشده در سرویس سیال رده  $D$  یا لوله کشی برای شرایط دوره ای شدید به درصدی که در اینجا مشخص می شود یا چنانچه درصد مشخص شده در طرح تفصیلی بیشتر است، بایستی امتحان گردند. معیار پذیرش همان است که برای شرایط بهره برداری عادی در متن و جدول ارائه شده مگر آنکه چیز دیگری مشخص شده باشد.

### الف - امتحان چشمی

حداقل امتحان بشرح زیر بایستی انجام شود :

۱- مواد و اجزاء بمیزان کافی که بطور تصادفی انتخاب شده باشند تا رضایت آزمایشگر جلب شده باشد و آنهایی که با مشخصات فنی مطابقت دارند و بدون آسیب دیدگی هستند.

۲- حداقل ۵٪ از قطعه سازی برای جوش های انجام شده بوسیله هر جوشکار و اپراتور جوشکاری بایستی نمونه انتخاب شود.

۳- ۱۰۰٪ قطعه سازی برای جوش های طولی و غیر محیطی، بجز اجزایی که طبق مشخصات فنی ساخته شده اند.

امتحان تصادفی مجموعه رزوه شده، پیچ شده و اتصالات دیگر برای جلب رضایت آزمایشگر بمنظور انطباق با نیازمندیهای قابل کاربرد.

وقتی قرار است آزمایش نیوماتیک انجام شود، تمام اتصالات رزوه ای، پیچی و اتصالات مکانیکی دیگر بایستی امتحان شود.

امتحان تصادفی حین لوله کشی نصب شده بمنظور کشف آسیب دیدگی احتمالی که نیاز به تعمیر یا تعویض داشته و یا کشف انحراف از منظور طراحی.

### ب- امتحان دیگر

حداقل جوشهای شیاری لب بلب و مایتر بایستی به روش رادیوگرافی تصادفی یا به روش التراسونیک امتحان شوند.

جوشهای مورد امتحان بایستی طوری انتخاب شود که اطمینان حاصل گردد که کار هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری را شامل شود. جوشها همچنین بایستی طوری انتخاب شوند که تقاطع با اتصالات طولی (Tee Joint) را شامل گردد. رادیوگرافی جوش محیطی بایستی حداقل ۳۸ میلیمتر از جوش طولی را نیز در برگیرد.

۲- حداقل ۵٪ از همه اتصالات لحیمکاری سخت شده و چسب زده شده امتحان می شوند. اتصالات مورد امتحان طوری انتخاب می گردند که کار هر لحیمکار سخت، چسب زن و اپراتور ساخت اتصالات تولیدی را شامل شود.

### ج - گواهینامه ها و سوابق

آزمایشگر (ممتحن) بایستی از روی گواهینامه سوابق و شواهد دیگر اطمینان پیدا کند که مواد و اجزا از نوع مشخص شده بوده و قطعات عملیات حرارتی، امتحان و آزمایش لازم را گذرانیده باشند. ممتحن بایستی با گواهینامه بازرس را مطمئن سازد که همه نیازمندیهای کنترل کیفیت کد و طرح تفضیلی برآورده شده است.

### امتحان لوله کشی برای سرویس سیال زده D

لوله کشی و عناصر لوله کشی برای سرویس سیال با رده D همانگونه که در طرح تفصیل اختصاص داده شده بایستی با وسعتی که رضایت ممتحن را برای انطباق اجزاء، مواد و مهارت با نیازمندیهای این کد و طرح تفضیلی تامین کند، بطور چشمی امتحان شود.

معیار پذیرش در جدول معیار پذیرش برای سرویس سیال زده D درج شده است.

### امتحان لوله کشی برای شرایط دوره ای شدید

لوله کشی مورد استفاده تحت شرایط دوره ای شدید بایستی به درصد مشخص شده در اینجا یا به هر درصدی بیشتر مشخص شده در طرح تفصیلی امتحان شود. معیار پذیرش همان است که در جدول معیار پذیرش برای شرایط دوره ای شدید ارائه شده است مگر آنکه مشخصاً چیز دیگری مشخص شده باشد.

**الف - امتحان چشمی**

نیازمندیهای امتحان چشمی به استثنای موارد ذیل اعمال می شود:

- ۱- همه اقلام قطعه سازی شده بایستی امتحان شود.
  - ۲- تمام اتصالات رزوه ای، پیچی و اتصالات دیگر بایستی امتحان شود.
  - ۳- از نظر ابعادی و همترازی تمام لوله کشی نصب شده بایستی امتحان شود.
- تکیه گاهها، راهنماها و نقاط فنی سرد بایستی برای اطمینان از آنکه جابجائی لوله کشی تحت همه شرایط راه اندازی، بهره برداری و توقف بدون دردسرو قید و بند با محیط سازگار خواهد بود، بررسی شود.

**ب - امتحان دیگر**

همه جوشهای لب بلب و شیاری مایتر و همه جوشهای اتصالات انشعابی قطعه سازی شده قابل مقایسه با جوشهایی که در شکل نشان داده شده است، بایستی بوسیله ۱۰۰ درصد رادیوگرافی یا اگر در طرح تفصیلی مشخص شده باشد ۱۰۰ درصد التراسونیک گردد. جوشهای پریزی و جوشهای اتصالات انشعابی که رادیوگرافی نمی شوند بایستی با روشهای ذره مغناطیسی یا مایع نافذ امتحان گردند.

**ج - امتحان حین اجرا** که با امتحان غیرمخرب شایسته تکمیل شود را میتوان جایگزین امتحان بند (ب) نمود بشرطی که در طرح تفصیلی ذکر شده باشد یا بازرس اجازه دهد.

**د - گواهی کردن و سوابق**

همانند آنچه که قبلا گفته شده عمل شود.

**امتحان تکمیلی**

طرح تفصیلی ممکن است علاوه بر روشهای امتحان تشریح شده قبلی، روشهای امتحان تکمیلی را نیز خواستار شود. درصد امتحان تکمیلی و هر آنچه که معیار پذیرش متفاوت با معیار پذیرش شرح داده شده بایستی در طرح تفصیلی مشخص گردد.

## رادیوگرافی موردی

### الف - برای جوشهای طولی

برای جوشهای طولی که قرار است ضریب اتصال جوش  $Ej = 0.90$  داشته باشد، امتحان رادیوگرافی حداقل ۳۰ سانتیمتر در هر ۳۰ متر جوش برای هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری لازم دارد.

معیار پذیرش همان است که در جدول معیار پذیرش برای پرتونگاری موردی یا تصادفی درج شده است.

### ب - جوشهای لب بلب محیطی و جوشهای دیگر

وسعت امتحان رادیوگرافی حداقل یک شوت از یک درز در هر ۲۰ درز جوش برای هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری توصیه می شود مگر آنکه در جدول مربوطه برای رادیوگرافی موردی یا تصادفی برای نوع اتصال مزبور چیز دیگری مشخص شده باشد.

### ج - امتحان پیشرفتی

مقررات امتحان پیشرفتی که قبلاً گفته شده، قابل کاربرد هستند.

### د - جوشهای مورد امتحان

محلهای جوشها و نقاطی که در آن نقاط قرار است آزمایش رادیوگرافی موردی انجام شود، بایستی توسط بازرس انتخاب و یا تأیید شود.

### ه - سختی سنجی

با همان وسعتی که قبلاً گفته شد بایستی سختی سنجی انجام شود مگر آنکه در طرح تفصیلی وسعت یا درصد دیگری ارائه شده باشد.

### امتحان برای رفع عدم اطمینان

برای برطرف کردن نشانه های مشکوک می توان اقدام به رادیوگرافی نمود. معیار پذیرش این رادیوگرافی همانند معیار پذیرش جوش اصلی است.

## افراد امتحان کننده

### تأیید صلاحیت و گواهی افراد

افراد امتحان کننده بایستی آموزش دیده و تجربه فراخور الزامات امتحان های مشخص شده را داشته باشند (برای این منظور توصیه های تأیید صلاحیت افراد آزمایش های غیرمخرب و گواهی  $SNT - TC - IA$  می تواند بعنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد).

صاحبکار بایستی سوابق امتحانهای انجام شده را با ذکر تاریخ و نتایج تأیید صلاحیت افراد گواهی کند و مدرک مربوطه را نگهداری نماید و در دسترس بازرس قرار دهد.

### نیازمندیهای مشخص

برای امتحان حین کار، امتحان بایستی توسط افراد غیرمجری انجام شود.

### دستورالعمل های امتحان

امتحان بایستی مطابق دستورالعمل مکتوب انجام شود. دستورالعمل امتحان بایستی با روشهای مشخص شده در انواع امتحان منجمله روشهای ویژه مطابقت داشته باشد. دستورالعمل بایستی مطابق بند ۱،  $T - 250$  از بخش  $V$  کد  $ASME$  نوشته شود. صاحبکار بایستی سوابق امتحان دستورالعمل های بکار گرفته شده را گواهی کند و سوابق را نگهداری نماید و در دسترس بازرس قرار دهد.

### انواع امتحان

#### روشهای مورد استفاده

بجز روشهای ویژه، هر امتحان که در این کد یا در طرح تفصیلی یا توسط بازرس مشخص شده بایستی با یکی از روشهای مشخص شده در اینجا انجام شود.

ضریب کیفیت افزوده شده  
ریخته ای ها

سطوح پذیرش ریخته ای ها

TABLE 302.3.3C  
INCREASED CASTING QUALITY FACTORS  $E_c$

| Supplementary Examination<br>in Accordance with Note(s) | Factor<br>$E_c$ |
|---|-----------------|
| (1)   | 0.85            |
| (2)(a) or (2)(b)  | 0.85            |
| (3)(a) or (3)(b)  | 0.95            |
| (1) and (2)(a) or (2)(b)                                | 0.90            |
| (1) and (3)(a) or (3)(b)                                | 1.00            |
| (2)(a) or (2)(b) and (3)(a) or (3)(b)                   | 1.00            |

NOTES:

- (1) Machine all surfaces to a finish of 250  $\mu$ m arithmetic average roughness height per ANSI B46.1, thus increasing the effectiveness of surface examination.
- (2) (a) Examine all surfaces of each casting (magnetic material only) by the magnetic particle method in accordance with ASTM E 709. Judge acceptability in accordance with MSS SP-53, using reference photos in ASTM E 125.
- (b) Examine all surfaces of each casting by the liquid penetrant method, in accordance with ASTM E 165. Judge acceptability of flaws and weld repairs in accordance with Table 1 of MSS SP-53, using ASTM E 125 as a reference for surface flaws.
- (3) (a) Fully examine each casting ultrasonically in accordance with ASTM E 114, accepting a casting only if there is no evidence of depth of defects in excess of 5% of wall thickness.
- (b) Fully radiograph each casting in accordance with ASTM E 142. Judge in accordance with the stated acceptance levels in Table 302.3.3D.

TABLE 302.3.3D  
ACCEPTANCE LEVELS FOR CASTINGS

| Material<br>Examined<br>(Thickness)                             | Applicable<br>Standard | Acceptance<br>Level<br>(or Class) | Acceptable<br>Discontinu-<br>ities |
|---|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Steel<br>(to 1 in.)<br>(25 mm)                                  | ASTM E 446             | 1                                 | Types A, B, C                      |
| Steel<br>(over 1 in. to<br>2 in.) (25<br>to 51 mm)              | ASTM E 446             | 2                                 | Types A, B, C                      |
| Steel<br>(over 2 in. to<br>4 1/2 in.)<br>(51 mm<br>to 114 mm)   | ASTM E 186             | 2                                 | Categories A, B, C                 |
| Steel<br>(over 4 1/2 in.<br>to 12 in.)<br>(114 mm to<br>305 mm) | ASTM E 280             | 2                                 | Categories A, B, C                 |
| Aluminum &<br>magnesium   | ASTM E 155             | ...                               | Shown in reference<br>radiographs  |
| Copper, Ni-Cu   | ASTM E 272             | 2                                 | Codes A, Ba, Bb                    |
| Bronze  | ASTM E 310             | 2                                 | Codes A and B                      |



## امتحان ذره مغناطیسی

### الف- ریخته ای ها

امتحان ذره مغناطیسی ریخته ای ها در جدول [302.3.3C, Note(2) (a)] ارائه شده است.

### ب- جوشها و اجزاء

امتحان ذره مغناطیسی سایر اجزاء و جوشها بایستی مطابق بند ۷ از بخش V کد ASME انجام شود.

### ج- معیار پذیرش

معیار پذیرش برای ریخته ای ها در (Para.302.303) مشخص شده است. معیار پذیرش اجزاء دیگر و جوشها در (Para.3413.2) ارائه شده است.

## امتحان مایع نافذ

### الف- ریخته ای ها

امتحان مایع نافذ ریخته ای ها در جدول [302.3.3C, Note(2) (b)] ارائه شده است.

### ب- اجزاء و جوشها

امتحان مایع نافذ اجزاء دیگر و جوشها بایستی مطابق بند ۲ از بخش V کد ASME انجام شود.

### ج- معیار پذیرش

معیار پذیرش برای ریخته ای ها در (Para.302.3.3) مشخص شده است. معیار پذیرش اجزاء دیگر و جوشها در (Para.341.3.2) ارائه شده است.



## امتحان رادیوگرافی

### الف- ریخته ای ها

رادیوگرافی ریخته ای ها در جدول [302.3.3C, Note(3) (b)] ارائه شده است.

### ب- اجزاء و جوشها

رادیوگرافی اجزاء دیگر و جوشها بایستی مطابق بند ۲ از بخش V کد ASME انجام شود.

### ج- معیار پذیرش

معیار پذیرش برای ریخته ای ها در (Para.302.3.3) مشخص شده است. معیار پذیرش اجزاء دیگر و جوشها در (Para.341.3.2) ارائه شده است.

## دامنه رادیوگرافی

### الف- رادیوگرافی ۱۰۰ درصد (FULL)

رادیوگرافی ۱۰۰ درصد فقط برای جوشهای شیار حلقه ای و مایتر انجام می شود مگر آنکه در طرح تفصیلی چیز دیگری مشخص شده باشد.

### ب- رادیوگرافی تصادفی (RANDOM)

رادیوگرافی تصادفی فقط برای جوشهای شیار حلقه ای و مایتر انجام می شود.

### ج- رادیوگرافی موردی (SPOT)

رادیوگرافی موردی عبارتست از یک شوت از قسمتی از درصد مشخصی از جوش. برای جوشهای شیار حلقه ای، مایتر و انشعابی حداقل نیاز رادیوگرافی عبارتند از:  
۱- برای لوله با قطر اسمی کوچکتر - یا مساوی ۲/۵ اینچ ( $NPS > 2/5$ ) یک شوت تکی (پرتو دهی تکی) بیضوی شامل کل محیط جوش رادیوگرافی می شود.

- ۲- برای لوله با قطر اسمی بیشتر از ۲/۵ اینچ ( $NPS > 2/5$ )، ۲۵ درصد محیط داخلی یا ۱۵۰ میلیمتر هر کدام کمتر است.  
برای جوش طولی حداقل رادیوگرافی ۱۵۰ میلیمتر از طول جوش است.

## امتحان التراسونیک

### الف- ریخته ای ها

امتحان التراسونیک ریخته ای ها در جدول [302.3.3C, Note(3) (b)] ارائه شده است.

### ب- جوشها

امتحان التراسونیک جوشها (شامل اجزاء دیگر نمی شود) بایستی مطابق بخش V از کد ASME بند ۵ انجام شود.

ج- وقتی روش انتقال بعنوان آلترناتیو انتخاب می شود بایستی با حداقل ذیل بکار برده شود:

۱- برای لوله های با قطر اسمی کوچکتر یا مساوی ۲ اینچ، یکبار در هر ۱۰ اتصال جوش امتحان شده.

۲- برای لوله های با قطر اسمی بین ۲ تا خود ۱۸ اینچ، یکبار برای هر ۱/۵ متر جوش امتحان شده.

۳- برای لوله های با قطر اسمی بزرگتر از ۱۸ اینچ، یکبار برای هر اتصال جوش امتحان شده.

د- در اعمال روش انتقال، هر ماده و هر اندازه و ضخامت دیواره بایستی جداگانه مورد توجه قرار گیرد. بعلاوه، روش انتقال بایستی حداقل دوبار در هر نوع اتصال جوش بکار برده شود.

ه- وقتی روش انتقال انجام می شود، سطح مرجع برای کنترل کردن ناپیوستگی ها بایستی برای انعکاس تصحیح انتقال اصلاح شود.

### معیار پذیرش

معیار پذیرش برای ریخته ای ها در (Para.302.3.3) ارائه شده است.  
معیار پذیرش جوشها همانند (Para.341.3.2) می باشد با الزامات تکمیلی ذیل:  
الف- ناپیوستگی های خطی که دامنه آنها از سطح مرجع بیشتر باشد و طولشان از مقادیر ذیل تجاوز نماید، قابل قبول نیستند.

$$1- \frac{6}{8} \text{ میلیمتر برای } Tw < 19 \text{ mm}$$

$$2- \frac{T}{3} \text{ برای } Tw < 57 \text{ میلیمتر}$$

$$3- 19 \text{ میلیمتر برای } Tw > 2 \frac{1}{4} \text{ اینچ}$$

### امتحان حین اجرا

#### تعریف

امتحان حین اجرا شامل امتحانهای ذیل است:

الف- آماده سازی و تمیزکاری اتصال.

ب- پیش گرم کردن.

ج- جفت و جوری، تلرانس اتصال و همترازی داخلی قبل از اتصال دادن،

د- متغیرهای مشخص شده بوسیله دستورالعمل اتصال منجمله فلز پُر کننده و

۱- (برای جوشکاری) حالت و الکتروود،

۲- (برای لحیمکاری سخت) حالت، روانساز، درجه حرارت لحیمکاری سخت، خیس کردن

درست و عهل موئینگی،

۳- (برای چسب زنی) ابزار، مواد دیگر و کاربردشان و پیوستگی به الزامات زیست

محیطی.

ه- (برای جوشکاری) شرایط پاس ریشه بعد از تمیزکاری، قسمتهای بیرونی و جایی

که در دسترس است، به کمک مایع نافذ یا ذره مغناطیسی وقتی در طرح تفصیلی

مشخص شده باشد.

و- (برای جوشکاری) برداشتن سرباره و شرایط جوش بین پاسها

ز- ظاهر اتصال جوش تمام شده

## روش

روش امتحان حین اجرا چشمی مطابق طرح تفصیلی است مگر آنکه در طرح تفصیلی روشهای دیگری مشخص شده باشد.

## آزمایش

### آزمایش نشتی

قبل از آغاز بهره برداری، هر سیستم لوله کشی بایستی برای اطمینان از آب بندی آزمایش شود. آزمایش نشتی بایستی آزمایش هیدرواستاتیک باشد مگر آنچه در اینجا ارائه شده است:

الف - به اختیار کارفرما، سیستم لوله کشی سرویس رده  $D$  بجای آزمایش نشت هیدرواستاتیک می تواند تحت آزمایش نشت پیش راه اندازی قرار داده شود.

ب - هر جا که کارفرما احساس کند که آزمایش نشت هیدرواستاتیک غیر ممکن است، می توان آزمایش نیوماتیک انجام داد یا آزمایش مرکب هیدرواستاتیک - نیوماتیک با تشخیص خطر ذخیره انرژی در گاز فشرده جانشین آن نمود.

ج - هر گاه کارفرما تشخیص دهد که هر دو آزمایش هیدرواستاتیک و نیوماتیک غیر ممکن است، آزمایش نشت آلترناتیو می تواند انجام شود بشرطی که دو شرط زیر اعمال گردد:

- ۱ - آزمایش هیدرواستاتیک ممکن است به آستری یا عایق داخلی آسیب برساند یا ممکن است فرایند در حضور رطوبت خطرناک، خورنده یا بی خاصیت شود یا بخاطر درجه حرارت پائین حین آزمایش خطر شکست ترد داشته باشد.
- ۲ - آزمایش نیوماتیک خطر ناخواسته آزاد سازی احتمالی انرژی ذخیره شده در سیستم ایجاد کند یا بخاطر درجه حرارت فلز حین آزمایش خطر شکست ترد بوجود بیاید.

### نیازمندیهای کلی آزمایشات نشتی

این نیازمندیها به بیش از یک نوع آزمایش نشتی اعمال می شود:

## محدودیتهای فشار

### الف - تنش بیش از مقاومت تسلیمی

اگر فشار آزمایش در درجه حرارت آزمایش تنشی بیشتر از مقاومت تسلیمی ایجاد میکند در آنصورت بایستی فشار آزمایش را کاهش داد تا از مقاومت تسلیمی تجاوز نکند.

### ب - انبساط سیال آزمایش

اگر قرار باشد سیال آزمایش برای مدتی نگهداشته شود و سیال آزمایش در سیستم در معرض انبساط حرارتی باشد، بایستی تمهیدات لازم برای پرهیز از فشار اضافی پیش بینی گردد.

### ج - آزمایش نیوماتیک مقدماتی

آزمایش مقدماتی با استفاده از هوای فشرده با فشار حداکثر ۲۵ پوند براینچ مربع قبل از آزمایش هیدرواستاتیک انجام می شود تا موقعیت نشت های عمده احتمالی مشخص و برطرف گردد.

## نیازمندیهای دیگر آزمایش

### الف - امتحان نشتی

آزمایش نشتی بایستی حداقل بمدت ۱۰ دقیقه نگهداشته شود و همه اتصالات و کانکشن ها بایستی برای نشت بررسی گردد.

### ب - عملیات حرارتی

آزمایش نشتی بایستی بعد از عملیات حرارتی انجام شود.

### ج - درجه حرارت کم آزمایش

وقتی آزمایش نشستی در درجه حرارتهای نزدیک به درجه حرارت تبدیل شکست داکتیل انجام می شود، احتمال شکست تُرد بایستی مورد توجه قرار گیرد.

### مقررات ویژه برای آزمایش

#### الف - زیر مجموعه های لوله کشی

زیر مجموعه های لوله کشی را میتوان جداگانه یا بصورت یکپارچه در سیستم لوله کشی آزمایش نمود.

#### ب - اتصالات فلنجی

اتصال فلنجی که در آن برای جدا کردن تجهیزات دیگر موقع آزمایش از فلنج کور استفاده شده است، احتیاج به آزمایش ندارد.

#### لوله کشی با فشار خارجی

لوله کشی در معرض فشار خارجی بایستی با فشار  $1/5$  برابر فشار اختلافی خارجی (حداقل ۱۵ پوند بر اینچ مربع) بصورت داخلی آزمایش شود.

#### لوله کشی دو جداره

الف - خط داخلی بایستی بر مبنای فشار طراحی داخلی و خارجی، هر کدام بحرانی است، آزمایش نشستی شود. این آزمایش بایستی قبل از آنکه جدار بیرونی (جاکت) نصب گردد، انجام شود تا اتصالات خط داخلی دسترسی و دید داشته باشد.

ب - لوله بیرونی (جاکت) بایستی بر مبنای فشار طراحی جاکت آزمایش نشستی شود مگر آنکه در طرح تفصیلی چیز دیگری اشاره شده باشد.

### تعمیرات یا اضافات بعد از آزمایش نشتی

اگر تعمیرات یا جوشکاری اضافات بعد از آزمایش نشتی انجام شود و لوله کشی تحت تاثیر قرار گیرد بایستی آزمایش نشتی تکرار شود ولی اگر کارفرما تمهیداتی برای اطمینان از سلامت سیستم پیش بینی نماید ممکن است از آزمایش مجدد صرف نظر کند.

### سوابق آزمایش

از آزمایش هر سیستم لوله کشی بایستی سوابق بشرح زیر ثبت و ضبط شود.

- تاریخ آزمایش

- شناسه سیستم لوله کشی آزمایش شده

- سیال آزمایش

- فشار آزمایش

- گواهی نتایج توسط ممتحن

این سوابق تا اخذ گواهی از بازرسی مبنی بر اینکه آزمایش فشار لوله کشی قبول شده است، نگهداری می شود. سپس گواهی بازرس در پرونده ثبت و ضبط می شود.

### آماده سازی برای آزمایش نشتی

#### اتصالات در معرض دید

تمام اتصالات منجمله جوشها و چسب ها بایستی حین آزمایش نشتی بدون عایق و در معرض دید قرار داده شوند. اتصالاتی که قبلا آزمایش شده اند ممکن است عایق شوند یا پوشیده شده باشند. اگر آزمایش نشتی حساس لازم است، تمام اتصالات بایستی بدون پرایمر و رنگ رها شده باشند.

#### تکیه گاه های موقت

برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک لوله کشی های بخار یا گاز بمنظور تحمل وزن مایع آزمایش بایستی تکیه گاه های موقت اضافی پیش بینی شود.



### اتصالات انبساطی

اتصالات انبساطی (درزهای انبساط) بایستی بدون ممانعت موقت با فشار لازم یا ۱۵۰ درصد فشار طراحی (هر کدام کمتر است) آزمایش شوند.

برای این منظور، اتصالات انبساطی که بستگی به مهارهای خارجی جهت ممانعت بار فشاری انتهایی دارد، بایستی با سیستم در محل آزمایش شود.

اتصالات انبساطی ممانعت سر خود ممکن است در محل یا در جای دیگر آزمایش شوند.

برای تداوم آزمایش بالای ۱۵۰ درصد فشار طراحی ممکن است اتصالات انبساطی بطور موقت ممانعت کردند و در محل یا در جای دیگر آزمایش شوند.

### محدوده های لوله کشی آزمایش شده

تجهیزاتی که نبایستی آزمایش شوند بایستی از سیستم لوله کشی با فلانچ کور یا با وسایل جدا کردند. برای این جدا کردن میتوان از شیر استفاده کرد بشرطی که شیر (منجمله مکانیزم بستن شیر) برای فشار مورد نظر مناسب باشد.

## آزمایش نشت هیدرواستاتیک

### سیال آزمایش

سیال آزمایش آب است مگر آنکه آسیب زدن به لوله کشی بخاطر یخ زدن یا اثرات بد آب روی سیستم یا فرایند وجود داشته باشد.

در صورتی که از آب استفاده نشود میتوان از مایع غیررسمی دیگر استفاده نمود. اگر سیال آزمایش قابل اشتعال است، نقطه اشتعال آن بایستی بالای ۴۹ درجه سانتیگراد باشد و محیط آزمایش مورد توجه قرار گیرد.

### فشار آزمایش

فشار آزمایش هیدرواستاتیک در هر نقطه سیستم لوله کشی بشرح زیر است:

الف - حداقل ۱/۵ برابر فشار طراحی

ب - اگر درجه حرارت کاری بالاتر از درجه حرارت آزمایش است،

حداقل فشار آزمایش بایستی با معادله زیر محاسبه شود. نسبت  $ST$  به  $S$  بایستی از ۶/۵ بیشتر باشد.

$$P_T = \frac{1/5 \text{ } PST}{S}$$

که:

$P_T$  = حداقل درجه فشار آزمایش هیدرواستاتیک

$P$  = درجه فشار داخلی طراحی

$ST$  = مقدار تنش در درجه حرارت آزمایش

$S$  = مقدار تنش در درجه حرارت طراحی (جدول A-1 ملاحظه شود)

ج - اگر فشار آزمایش تنشی بالاتر از مقاومت تسلیمی در درجه حرارت آزمایش ایجاد می کند، فشار آزمایش را میتوان به حداکثر فشاری که از مقاومت تسلیمی در درجه حرارت آزمایش بشیر نباشد، کاهش داد.

### آزمایش هیدرواستاتیک لوله کشی با مخزن تحت فشار بصورت یکپارچه

الف - اگر فشار آزمایش لوله کشی متصل به مخزن با فشار آزمایش مخزن یکی یا کمتر باشد، میتوان سیستم لوله کشی را با مخزن تحت فشار بصورت یکپارچه آزمایش نمود.

ب - اگر فشار آزمایش لوله کشی از فشار آزمایش مخزن تحت فشار بیشتر باشد و جدا کردن لوله کشی از مخزن تحت فشار مقدور نباشد، لوله کشی و مخزن را می توان بصورت یکپارچه ولی با فشار آزمایش مخزن تحت فشار آزمایش کرد بشرطی که کارفرما موافقت کند و فشار آزمایش مخزن تحت فشار از ۷۷٪ فشار آزمایش لوله کشی کمتر نباشد.

## آزمایش نشت نیوماتیک

### احتیاط

آزمایش نیوماتیک لوله کشی فقط با تأیید کارفرما مجاز است. آزمایش نیوماتیک خطر ذخیره شدن انرژی در گاز تحت فشار دارد. بنابراین بایستی برای حداقل رسانیدن احتمال شکست تُرد حین آزمایش نشت نیوماتیک مراقبت ویژه بعمل آید. درجه حرارت آزمایش از این نظر برای انتخاب جنس لوله توسط طراح حائز اهمیت است.

### دستگاه ترخیص فشار

یک دستگاه ترخیص فشار با تنظیم حداکثر فشار آزمایش باضافه ۵۰ پوند بر اینچ مربع یا باضافه ۱۰ درصد فشار آزمایش بایستی تدارک شده و مورد استفاده قرار گیرد.

### سیال آزمایش

گاز استفاده شده بعنوان سیال آزمایش اگر هوا نباشد بایستی غیر مشتعل شونده و غیرسمی باشد.

### فشار آزمایش

فشار آزمایش نیوماتیک ۱۱۰ درصد فشار طراحی است.

### دستورالعمل

فشار آزمایش نیوماتیک بایستی بتدریج اضافه شود تا به نصف فشار آزمایش یا ۲۵ پوند بر اینچ مربع برسد. در این زمان بررسی مقدماتی منجمله امتحان اتصالات انجام می شود. پس از آن فشار بتدریج و بصورت مرحله ای اضافه می شود تا به فشار آزمایش برسد. در هر مرحله، بمنظور یکسان سازی تغییر شکلهای لوله کشی، فشار حفظ می شود. سپس فشار به فشار طراحی کاهش داده می شود تا بررسی نشتی انجام گیرد.

### آزمایش نشست هیدرواستاتیک - نیوماتیک

اگر ترکیب آزمایش نشست نیوماتیک - هیدرواستاتیک بکار برده شود، الزامات آزمایش نشست نیوماتیک بایستی برآورده گردد و فشار در قسمت مایع لوله کشی از محدوده فشار آزمایش هیدرواستاتیک تجاوز نکند.

### آزمایش نشستی آغاز بهره برداری

این آزمایش فقط برای لوله کشی در سرویس سیال رده D به اختیار کارفرما انجام می شود.

### سیال آزمایش

سیال آزمایش در این مرحله همان سیال بهره برداری است.

### دستورالعمل

حین یا قبل از آغاز بهره برداری، فشار بایستی بتدریج و بطور مرحله ای افزایش یابد تا به فشار طراحی برسد. فشار در هر مرحله بمدت کافی برای یکسانسازی تغییر شکل لوله کشی نگهداشته می شود. اگر سیال بهره برداری گاز یا بخار است، طبق آنچه که در آزمایش نیوماتیک ارائه شده یک بررسی مقدماتی لازم است.

### امتحان نشستی

برای اتصالها و کانکشن هایی که قبلاً طبق این گد آزمایش شده باشند، حذف امتحان نشستی مجاز است.

### آزمایش نشستی حساس

آزمایش نشستی حساس بایستی طبق روش آزمایش تشکیل گاز و حباب در بند ۱۰ از بخش V گد ASME یا به روش دیگر که دارای حساسیت مساوی باشد، انجام شود. حساسیت آزمایش بایستی حداقل ۰/۰۰۱ اتمسفر میلی لیتر بر ثانیه تحت شرایط آزمایش باشد.

### آزمایش نشتی آلتراناتیو

این آزمایش فقط وقتی کارفرما تشخیص دهد که هر دو آزمایش هیدرواستاتیک و نیوماتیک مقدور نمی باشد، انجام می شود.

### امتحان جوشها

جوشهایی که (منجمله جوشهای ساخت لوله و فیتینگ) در معرض آزمایش نشتی هیدرواستاتیک یا نیوماتیک مطابق این کُد قرار نگرفته اند بایستی بشرح زیر امتحان شوند:

الف - جوشهای شیار حلقه ای محیطی و مایتر و جوشهای شیار طولی و مارپیچ بایستی ۱۰۰٪ رادیوگرافی شوند.

ب - کلیه جوشها منجمله جوشهای ضمايم سازه ای بایستی با استفاده از روش مایع نافذ یا بروش ذره مغناطیسی (برای مواد فرو مغناطیسی) امتحان شوند.

### آنالیز قابلیت انعطاف

آنالیز قابلیت انعطاف سیستم لوله کشی بایستی مطابق پاراگرافهای (d) و (C) 319.4.2 انجام شود.

### روش آزمایش

سیستم بایستی تحت آزمایش نشتی حساس قرار گیرد.

## سوابق

### مسئولیت

آماده سازی سوابق لازم، (طبق این کُد و طرح تفصیلی) مسئولیت طراح لوله کشی، سازنده، قطه ساز و نصاب (برحسب کاربرد) است.

### نگهداری سوابق

سوابق ذیل بایستی برای مدت ۵ سال بعد از اتمام قطعه سازی، نگهداری شود:

الف - دستورالعمل امتحان

ب- تأیید صلاحیت افراد امتحان کننده

## وضعیت ضمايم در B31.3

TABLE 300.4  
STATUS OF APPENDICES IN B31.3

| Appendix | Title  | Status                    |
|----------|--|---------------------------|
| A        | Stress Tables for Metallic Piping and Bolting Materials          | Requirements              |
| B        | Stress Tables and Allowable Pressure Tables for Nonmetals        | Requirements              |
| C        | Physical Properties of Piping Materials                          | Requirements <sup>1</sup> |
| D        | Flexibility and Stress Intensification Factors                   | Requirements <sup>1</sup> |
| E        | Reference Standards  | Requirements              |
| F        | Precautionary Considerations                                     | Guidance <sup>2</sup>     |
| G        | Safeguarding   | Guidance <sup>2</sup>     |
| H        | Sample Calculations for Branch Reinforcement                     | Guidance                  |
| J        | Nomenclature   | Information               |
| K        | Allowable Stress for High Pressure Piping                        | Requirements <sup>3</sup> |
| M        | Owner's Guide to Classifying Fluid Services Covered by This Code | Guidance <sup>2</sup>     |

## NOTES:

- (1) Contains default requirements, to be used unless more directly applicable data are available.  
 (2) Contains no requirements, but Code user is responsible for taking account of applicable considerations.  
 (3) Contains requirements applicable only when use of Chapter IX is specified.

## ضريب کاهش محدوده تنش

TABLE 302.5  
STRESS-RANGE REDUCTION FACTORS *f*

| Cycles <i>N</i>        | Factor <i>f</i> |
|------------------------|-----------------|
| 7,000 and less         | 1.0             |
| Over 7,000 to 14,000   | 0.9             |
| Over 14,000 to 22,000  | 0.8             |
| Over 22,000 to 45,000  | 0.7             |
| Over 45,000 to 100,000 | 0.6             |
| Over 100,000           | 0.5             |



## اتصال با محور های متقاطع

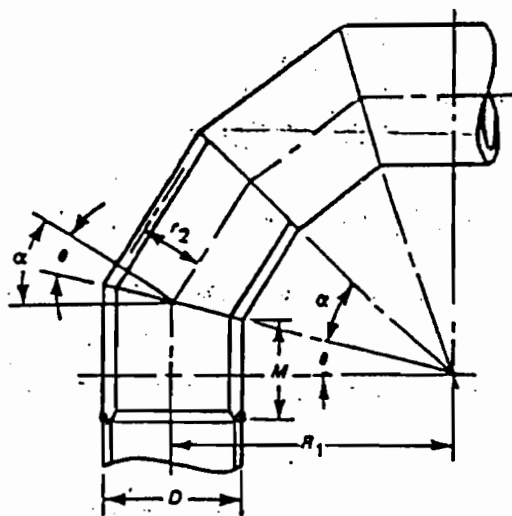


FIG. 304.2.3 NOMENCLATURE FOR MITER BENDS

UG-28, UG-29, and UG-30 shall be used, with the following exception. For pipe with  $D_o/t < 10$ , the value of  $S$  to be used in determining  $P_m$  shall be the lesser of the following values for pipe material at design temperature:

(a) 1.5 times the stress value from Table A-1 of this Code; or

(b) 0.9 times the yield stress tabulated in Section VIII, Division 2.

(The symbol  $D_o$  in Section VIII is equivalent to  $D$  in this Code.)

### 304.2 Curved and Mitered Segments of Metallic Pipe

**304.2.1 Pipe Bends.** The minimum required thickness  $t_m$  of a bend, after bending, shall be determined as for straight pipe in accordance with para. 304.1.

**304.2.2 Elbows.** Manufactured elbows not in accordance with para. 303 shall meet the requirements of para. 304.7.

**304.2.3 Miter Bends.** An angular offset of 3 deg. or less (angle  $\alpha$  in Fig. 304.2.3) does not require design consideration as a miter bend. Acceptable methods for pressure design of multiple and single miter bends are given in (a) and (b) below.

(a) **Multiple Miter Bends.** The maximum allowable internal pressure shall be the lesser value calculated from Eqs. (4a) and (4b). These equations are not applicable when  $\theta$  exceeds 22.5 deg.

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left( \frac{T-c}{(T-c) + 0.64 \tan \theta \sqrt{r_2(T-c)}} \right) \quad (4a)$$

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left( \frac{R_1 - r_2}{R_1 - 0.5r_2} \right) \quad (4b)$$

#### (b) Single Miter Bends

(1) The maximum allowable internal pressure for a single miter bend with angle  $\theta$  not greater than 22.5 deg. shall be calculated by Eq. (4a).

(2) The maximum allowable internal pressure for a single miter bend with angle  $\theta$  greater than 22.5 deg. shall be calculated by Eq. (4c):

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left( \frac{T-c}{(T-c) + 1.25 \tan \theta \sqrt{r_2(T-c)}} \right) \quad (4c)$$

(c) The thickness  $T$  used in Eqs. (4a), (4b), and (4c) shall extend a distance not less than  $M$  from the inside crotch of the end miter welds where

$M$  = the larger of  $2.5(r_2 T)^{0.5}$  or  $\tan \theta (R_1 - r_2)$

(d) The following nomenclature is used in Eqs. (4a), (4b), and (4c) for the pressure design of miter bends:

$c$  = same as defined in para. 304.1.1

$E$  = same as defined in para. 304.1.1

$P_m$  = maximum allowable internal pressure for miter bends

$r_2$  = mean radius of pipe using nominal wall  $T$

$R_1$  = effective radius of miter bend, defined as the shortest distance from the pipe center line to the intersection of the planes of adjacent miter joints

$S$  = same as defined in para. 304.1.1

$T$  = same as defined in para. 304.1.1

$\theta$  = angle of miter cut

$\alpha$  = angle of change in direction at miter joint  
=  $2\theta$

For compliance with this Code, the value of  $R_1$  shall be not less than that given by Eq. (5):

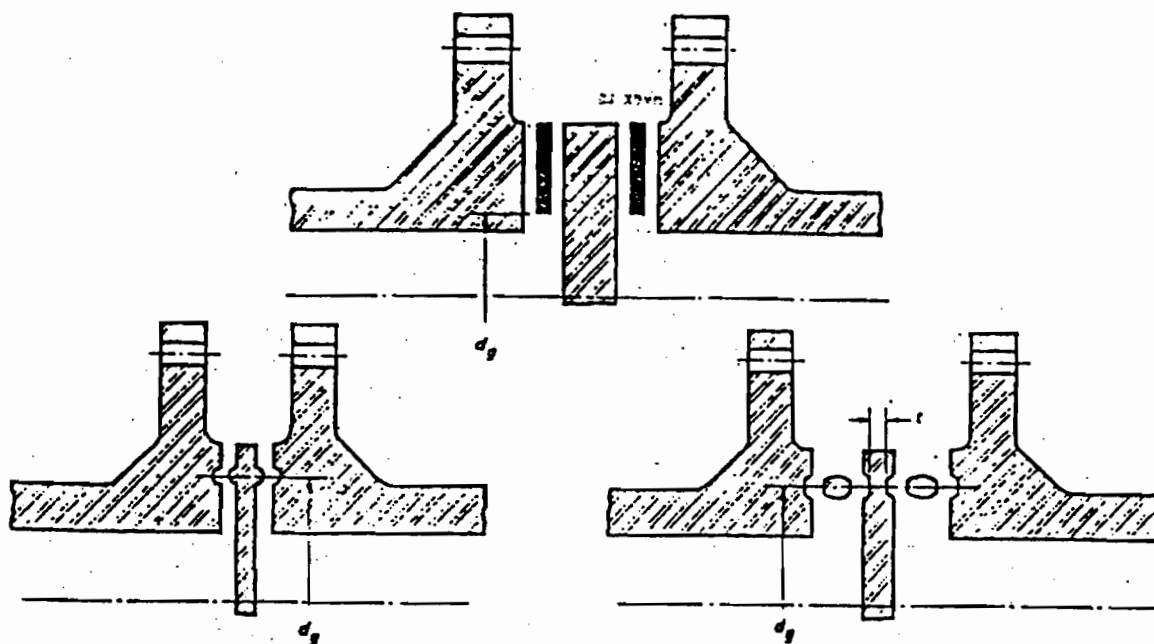
$$R_1 = \frac{A}{\tan \theta} + \frac{D}{2} \quad (5)$$

where  $A$  has the following empirical values (not valid in SI units):

| $\frac{(T-c), \text{ in.}}{S}$ | $A$                 |
|--------------------------------|---------------------|
| $\leq 0.5$                     | 1.0                 |
| $0.5 < (T-c) < 0.88$           | $2(T-c)$            |
| $\geq 0.88$                    | $[2(T-c)/3] + 1.17$ |



## فلنج های کور



## نمونه اتصالات رزوه ای با رزوه های مستقیم

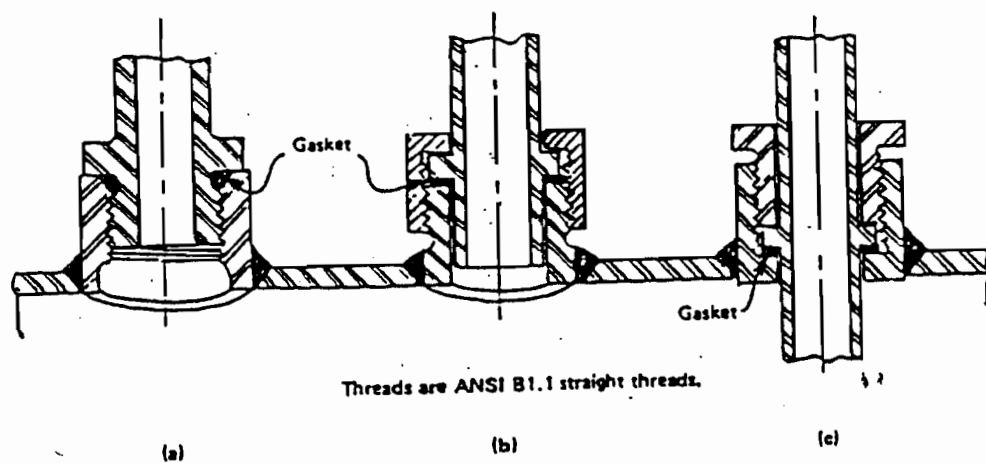


FIG. 335.3.3 TYPICAL THREADED JOINTS USING STRAIGHT THREADS

## لوله برای شرایط دوره ای شدید

305.2.3 Pipe for Severe Cyclic Conditions. Only the following pipe<sup>7</sup> may be used under severe cyclic conditions:

*(a) Carbon Steel Pipe*

- API 5L, Grade A or B, seamless
- API 5L, Grade A or B, SAW, str. seam,  $E_j \geq 0.95$
- API 5L, Grade X42, seamless
- API 5L, Grade X46, seamless
- API 5L, Grade X52, seamless
- API 5L, Grade X56, seamless
- API 5L, Grade X60, seamless
- ASTM A 53, seamless
- ASTM A 106
- ASTM A 333, seamless
- ASTM A 369
- ASTM A 381,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 524
- ASTM A 671,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 672,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 691,  $E_j \geq 0.90$

*(b) Low and Intermediate Alloy Steel Pipe*

- ASTM A 333, seamless
- ASTM A 335
- ASTM A 369
- ASTM A 426,  $E_c \geq 0.90$
- ASTM A 671,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 672,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 691,  $E_j \geq 0.90$

*(c) Stainless Steel Alloy Pipe*

- ASTM A 268, seamless
- ASTM A 312, seamless
- ASTM A 358,  $E_j \geq 0.90$
- ASTM A 376
- ASTM A 430
- ASTM A 451,  $E_c \geq 0.90$

*(d) Copper and Copper Alloy Pipe*

- ASTM B 42
- ASTM B 466

*(e) Nickel and Nickel Alloy Pipe*

- ASTM B 161
- ASTM B 163
- ASTM B 167
- ASTM B 407

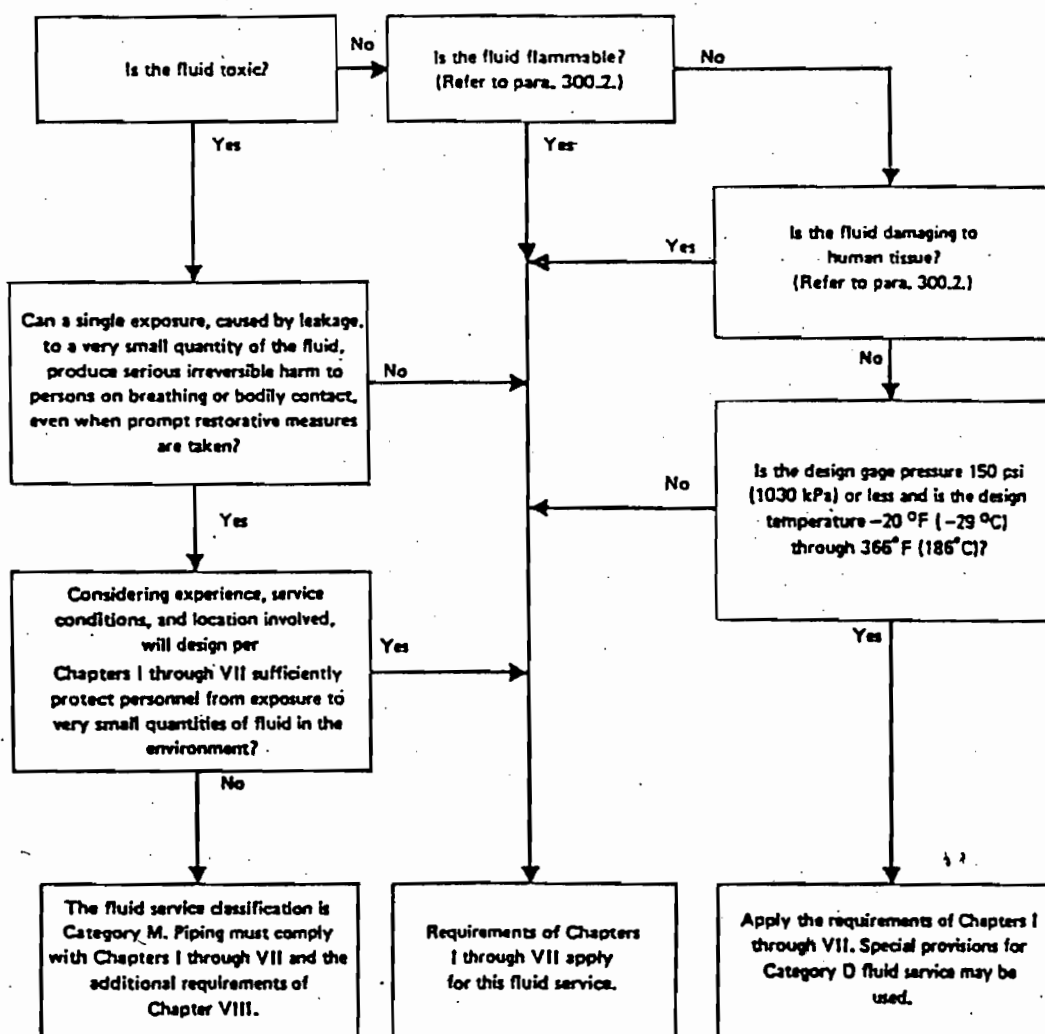
*(f) Aluminum Alloy Pipe*

- ASTM B 210, Tempers 0 and H112
- ASTM B 241, Tempers 0 and H112

## راهنمای کارفرما برای طبقه بندی سرویس سیال

### APPENDIX M OWNER'S GUIDE TO CLASSIFYING FLUID SERVICES<sup>1</sup>

As stated in para. 300(b), this decision chart diagrams the Code requirements in paras. 300(c) and (d), 300.1, and 300.2 with regard to fluid services.



**NOTE:**

(1) See para. 300.2 for definition of fluid service, including Category D and Category M fluid services.

## تراش سوارخ لوله برای همترازی-پیرایش و عدم همترازی مجاز

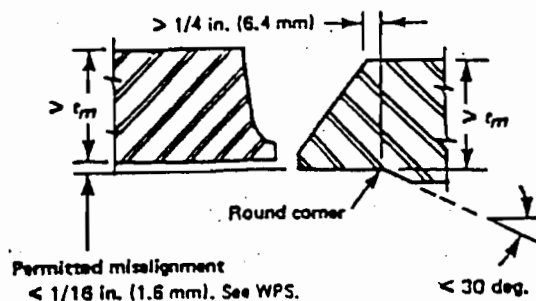


FIG. K328.4.2 PIPE BORED FOR ALIGNMENT: TRIMMING AND PERMITTED MISALIGNMENT

## چند اتصال انشعابی جوشی قابل قبول مناسب برای ۱۰۰٪ رادیوگرافی

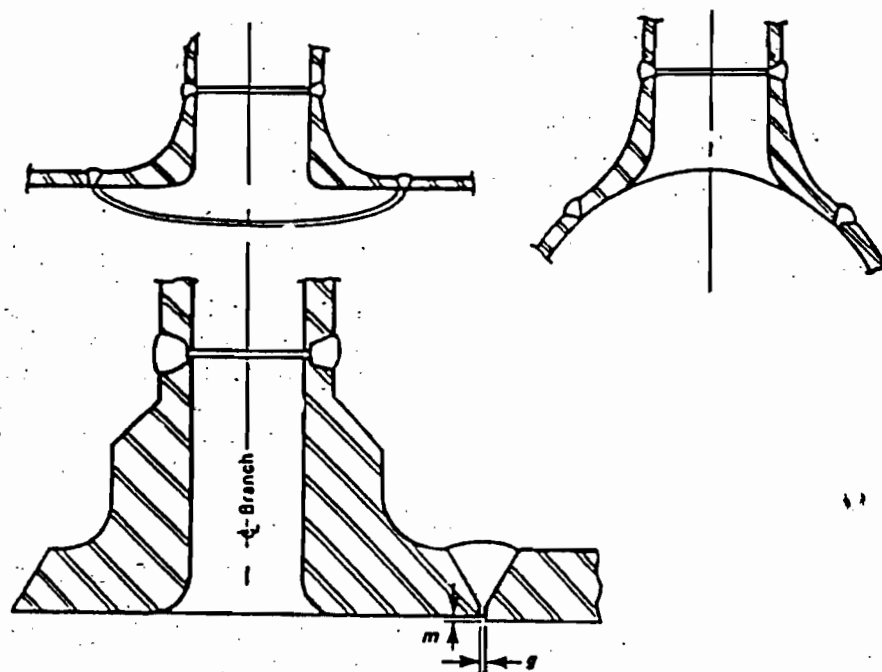


FIG. K328.5.4 SOME ACCEPTABLE WELDED BRANCH CONNECTIONS SUITABLE FOR 100% RADIOGRAPHY

## معیار پذیرش جوشها

TABLE K341.3.2A  
ACCEPTANCE CRITERIA FOR WELDS

| Kind of Imperfection                       | Criteria (A-E) for Types of Welds, and for Required Examination Methods (Note (1)) |                  |                        |                                |                   |                              |
|--|--|------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|
|  | Methods  |                  | Type of Weld           |                                |                   |                              |
|  | Visual   | 100% Radiography | Girth and Miter Groove | Longitudinal Groove (Note (2)) | Fillet (Note (3)) | Branch Connection (Note (4)) |
| Crack                                      | X  | X                | A                      | A                              | A                 | A                            |
| Lack of fusion                             | X  | X                | A                      | A                              | A                 | A                            |
| Incomplete penetration                     | X  | X                | A                      | A                              | A                 | A                            |
| Internal porosity                          | ...  | X                | B                      | B                              | NA                | B                            |
| Slag inclusion or elongated indication     | ...  | X                | C                      | C                              | NA                | C                            |
| Undercutting                               | X  | X                | A                      | A                              | A                 | A                            |
| Surface porosity or exposed slag inclusion | X  | ...              | A                      | A                              | A                 | A                            |
| Concave root surface (suck-up)             | X  | X                | D                      | D                              | NA                | D                            |
| Reinforcement or internal protrusion       | X  | ...              | E                      | E                              | E                 | E                            |

Criterion Value Notes for Table K341.3.2A

| Symbol | Criterion  | Measure                         | Acceptable Value Limits (Note (5))                             |
|--------|--|---------------------------------|--|
| A      | Extent of imperfection   |                                 | Zero (no evident imperfection)                                 |
| B      | Size and distribution of internal porosity   |                                 | See BPV Code, Section VIII, Division 1, Appendix 4             |
| C      | Slag inclusion or elongated indication   |                                 |  |
|        | Individual length  |                                 | $\leq T_w/4$ and $\leq 1/2$ in. (4.0 mm)                       |
|        | Individual width   |                                 | $\leq T_w/4$ and $\leq 1/32$ in. (2.4 mm)                      |
|        | Cumulative length  |                                 | $\leq T_w$ in any $12T_w$ weld length                          |
| D      | Depth of surface concavity   |                                 | Total joint thickness including weld reinforcement, $\geq T_w$ |
| E      | Height of reinforcement or internal protrusion [Note (6)] in any plane through the weld shall be within the limits of the applicable height value in the tabulation at the right. Weld metal shall be fused with and merge smoothly into the component surfaces. |                                 |  |
|        |  | For $T_w$ in. (mm)              | External Reinforcement : Internal Protrusion                   |
|        |  | $\leq 1/2$ (12.7)               | $1/16$ (1.6) : $1/8$ (3.2)                                     |
|        |  | $> 1/2$ (12.7), $\leq 1$ (25.4) | $1/32$ (2.4) : $1/8$ (3.2)                                     |
|        |  | $> 1$ (25.4), $\leq 2$ (50.8)   | $1/8$ (3.2) : $1/4$ (6.3)                                      |
|        |  | $> 2$ (50.8)                    | $1/4$ (6.3) : $1/2$ (12.7)                                     |

GENERAL NOTE: X = required examination; NA = not applicable; ... = not required.

## NOTES:

- (1) Criteria given are for required examination. More stringent criteria may be specified in the engineering design.
- (2) Longitudinal welds include only those permitted in paras. K302.3.4 and K305. The radiographic criteria shall be met by all welds, including those made in accordance with a standard listed in Table K326.1 or in Appendix K.
- (3) Fillet welds include only those permitted in para. 311.2.5(b).
- (4) Branch connection welds include only those permitted in para. K328.5.4.
- (5) Where two limiting values are given, the lesser measured value governs acceptance.
- (6) For groove welds, height is the lesser of the measurements made from the surfaces of the adjacent components. For fillet welds, height is measured from the theoretical throat, Fig. 328.5.2A; internal protrusion does not apply. Required thickness  $t_w$  shall not include reinforcement or internal protrusion.

## ضریب کیفیت اصلی ریخته گری

TABLE A-1A  
BASIC CASTING QUALITY FACTORS  $E_c$   
These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.3(b). See also para. 302.3.3(c) and Table 302.3.3C for increased quality factors applicable in special cases. Specifications are ASTM.

| Spec. No.                               | Description                                | $E_c$ (2) | Appendix A Notes |
|---|--|-----------|------------------|
| <b>Iron</b>                             |  |           |                  |
| A 47                                    | Malleable iron castings                    | 1.00      | (9)              |
| A 48                                    | Gray iron castings                         | 1.00      | (9)              |
| A 126                                   | Gray iron castings                         | 1.00      | (9)              |
| A 197                                   | Cupola malleable iron castings             | 1.00      | (9)              |
| A 278                                   | Gray iron castings                         | 1.00      | (9)              |
| A 395                                   | Ductile and ferritic ductile iron castings | 0.80      | (3) (9)          |
| A 571                                   | Austenitic ductile iron castings           | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Carbon Steel</b>                     |  |           |                  |
| A 216                                   | Carbon steel castings                      | 0.80      | (3) (9)          |
| A 352                                   | Ferritic steel castings                    | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Low and Intermediate Alloy Steel</b> |  |           |                  |
| A 426                                   | Centrifugally cast pipe                    | 1.00      | (10)             |
| A 217                                   | Martensitic stainless and alloy castings   | 0.80      | (3) (9)          |
| A 352                                   | Ferritic steel castings                    | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Stainless Steel</b>                  |  |           |                  |
| A 451                                   | Centrifugally cast pipe                    | 0.90      | (3) (10)         |
| A 452                                   | Centrifugally cast pipe                    | 0.85      | (3)              |
| A 351                                   | Austenitic steel castings                  | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Copper and Copper Alloy</b>          |  |           |                  |
| B 61                                    | Steam bronze castings                      | 0.80      | (3) (9)          |
| B 62                                    | Composition bronze castings                | 0.80      | (3) (9)          |
| B 148                                   | Al-Bronze and Si-Al-Bronze castings        | 0.80      | (3) (9)          |
| B 584                                   | Copper alloy castings                      | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Nickel and Nickel Alloy</b>          |  |           |                  |
| A 494                                   | Nickel and nickel alloy castings           | 0.80      | (3) (9)          |
| <b>Aluminum Alloy</b>                   |  |           |                  |
| B 26, Temper F                          | Aluminum alloy castings                    | 1.00      | (10) (9)         |
| B 26, Temper T6, T71                    | Aluminum alloy castings                    | 0.80      | (3) (9)          |



## مقادیر تنش طراحی اصلی برای مواد پیچ

TABLE A-2  
DESIGN STRESS VALUES FOR BOLTING MATERIALS<sup>1</sup>  
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM

| Material        | Spec. No. | Grade             | Size Range, Diam., in.                 | Notes     | Min. Temp., °F (6) | Spec. Min. Strength, ksi |       | Min. Temp. to 100 | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  |
|-----------------|-----------|-------------------|--|-----------|--------------------|--------------------------|-------|-------------------|------|------|------|------|------|
|                 |           |                   |  |           |                    | Tensile                  | Yield |                   |      |      |      |      |      |
| Carbon Steel    |           |                   |  |           |                    |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| .               | A 675     | 45                | ...                                    | (B7)(Bq)  | -20                | 45                       | 22.5  | 11.2              | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| .               | A 675     | 50                | ...                                    | (B7)(Bq)  | -20                | 50                       | 25    | 12.5              | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| .               | A 675     | 55                | ...                                    | (B7)(Bq)  | -20                | 55                       | 27.5  | 13.7              | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 |
| .               | A 307     | 8                 | ...                                    | (B7)(Bq)  | -20                | 60                       | ...   | 13.7              | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 | ...  |
| .               | A 675     | 60                | ...                                    | (B7)(Bq)  | -20                | 60                       | 30    | 15.0              | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| .               | A 675     | 65                | ...                                    | (Bq)      | -20                | 65                       | 32.5  | 16.2              | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 |
| .               | A 675     | 70                | ...                                    | (Bq)      | -20                | 70                       | 35    | 17.5              | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| .               | A 325     | ...               | ...                                    | (Bq)      | -20                | 105                      | 81    | 19.3              | 19.3 | 19.3 | 19.3 | 19.3 | 19.3 |
| .               | A 675     | 80                | ...                                    | (Bq)      | -20                | 80                       | 40    | 20.0              | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| NS              | A 194     | L 2               | ...                                    | (Bq)(42)  | -20                | ...                      | ...   | ...               | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| NS              | A 194     | 2H                | }                                      | (Bq) (42) | -50                | ...                      | ...   | ...               | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| .               | A 194     | 2HM               |  |           | ...                | ...                      | ...   | ...               | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Alloy Steel     |           |                   |  |           |                    |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| -0.2Mo          | A 193     | B7M               | $\leq 2\frac{1}{2}$                    | ...       | -50                | 100                      | 80    | 20.0              | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| -0.2Mo          | A 320     | L7M               | ...                                    | -100      |                    |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| -Mo             | A 193     | B5                | ...                                    | ...       | -20                | 100                      | 80    | 20.0              | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| -Mo-V           | A 193     | B16               | $\geq 2\frac{1}{2}$ & $\leq 4$         | ...       | -20                | 110                      | 95    | 22.0              | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 |
| .               | A 354     | B8                | ...                                    | (15)      | -20                | 115                      | 99    | 23.0              | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 |
| -Mo             | A 193     | B7                | $\geq 2\frac{1}{2}$ & $\leq 4$         | (38)      | -20                | 115                      | 95    | 23.0              | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 |
| -Cr-Mo          | A 320     | L43               | $\leq 4$                               | (15)      | -150               | 125                      | 105   | 25.0              | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| -Mo             | A 320     | L7, L7A, L7B, L7C | $\leq 2\frac{1}{2}$                    | (15)      | -150               | 125                      | 105   | 25.0              | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| -Mo             | A 193     | B7                | $\leq 2\frac{1}{2}$                    | (38)      | -20                | 125                      | 105   | 25.0              | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| -Mo-V           | A 193     | B16               | $\leq 2\frac{1}{2}$                    | ...       | -20                | 125                      | 105   | 25.0              | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| .               | A 354     | B8                | $\leq 2\frac{1}{2}$                    | (15)      | -20                | 150                      | 130   | 30.0              | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| -Mo nuts        | A 194     | 3                 | ...                                    | (42)      | -20                | }                        | ...   | ...               | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| -Mo nuts        | A 194     | 4                 | ...                                    | (42)      | -50                |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| -Mo nuts        | A 194     | 7                 | ...                                    | (42)      | -50                |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| -Mo nuts        | A 194     | 7M                | ...                                    | (42)      | -50                |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| Stainless Steel |           |                   |  |           |                    |                          |       |                   |      |      |      |      |      |
| -A str. hd.     | A 320     | B8                | $> 1\frac{1}{4}$ , $\leq 1\frac{1}{2}$ | (15)(60)  | -325               | 100                      | 50    | 12.5              | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| -A str. hd.     | A 320     | B8M               | $> 1\frac{1}{4}$ , $\leq 1\frac{1}{2}$ | (15)(60)  | -325               | 90                       | 50    |                   |      |      |      |      |      |
| -1 str. hd.     | A 320     | B8T               | $> 1\frac{1}{4}$ , $\leq 1\frac{1}{2}$ | (15)(60)  | -325               | 100                      | 50    |                   |      |      |      |      |      |
| -7 str. hd.     | A 320     | B8C               | $> 1\frac{1}{4}$ , $\leq 1\frac{1}{2}$ | (15)(60)  | -325               | 100                      | 50    |                   |      |      |      |      |      |



## محاسبات نمونه برای تقویتی انشعاب

## APPENDIX H

### SAMPLE CALCULATIONS FOR BRANCH REINFORCEMENT

The following examples are intended to illustrate the application of the rules and definitions in para. 304.3.3 for welded branch connections. (No metric equivalents are given.)

#### Example H-1

An NPS 8 run (header) in an oil piping system has an NPS 4 branch at right angles (see Fig. H304.3.3). Both pipes are Schedule 40 API 5L Grade A seamless. The design conditions are 300 psig at 400°F. The fillet welds at the crotch are minimum size in accordance with para. 328.5.4. A corrosion allowance of 0.10 in. is specified. Is additional reinforcement necessary?

#### Solution

From Appendix A,  $S = 16.0$  ksi for API 5L Grade A (Table A-1);  $E = 1.00$  for API 5L seamless (Table A-1B).

$$T_h = 0.322 (0.875) = 0.282 \text{ in.}$$

$$T_b = 0.237 (0.875) = 0.207 \text{ in.}$$

$$L_4 = 2.5 (0.282 - 0.1) = 0.455 \text{ in.}$$

$$\text{or } 2.5 (0.207 - 0.1) + 0 = 0.268 \text{ in.,}$$

whichever is less

$$= 0.268 \text{ in.}$$

$$d_1 = [4.5 - 2 (0.207 - 0.1)] / \sin 90 \text{ deg.} = 4.286 \text{ in.}$$

$$d_2 = (0.207 - 0.1) + (0.282 - 0.1)$$

$$+ 4.286/2 = 2.432 \text{ in.}$$

Use  $d_1$  or  $d_2$ , whichever is greater.

$$d_1 = 4.286 \text{ in.}$$

$$t_h = \frac{300 (8.625)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (300)} = 0.080 \text{ in.}$$

$$t_b = \frac{300 (4.500)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (300)} = 0.042 \text{ in.}$$

$$t_c = 0.7 (0.237) = 0.166 \text{ in., or } 0.25, \text{ whichever is less}$$

$$t_c = 0.166 \text{ in.}$$

Minimum leg dimension

$$\text{of fillet weld} = 0.166/0.707 = 0.235 \text{ in.}$$

Thus, the required area

$$A_1 = 0.080 (4.286) (2 - \sin 90 \text{ deg.}) = 0.343 \text{ sq in.}$$

The reinforcement area in run wall

$$A_2 = 4.286 (0.282 - 0.08 - 0.10) = 0.437 \text{ sq in.}$$

in branch wall

$$A_3 = 2(0.268) [(0.207 - 0.042) - 0.10] = 0.035 \text{ sq in.}$$

in branch welds

$$A_4 = 2(1/2) (0.235)^2 = 0.055 \text{ sq in.}$$

$$\text{The total reinforcement area} = 0.527 \text{ sq in.}$$

### Examples H-1, H-2

This is more than 0.343 sq in. so that no additional reinforcement is required to sustain the internal pressure.

### Example H-2

There is an NPS 8 branch at right angles to an NPS 12 header (Fig. H304.3.3). Both run and branch are of aluminum alloy Schedule 80 ASTM B 241 6061-T6 welded pipe. The connection is reinforced by a ring 14 in. O.D. (measured along the run) cut from a piece of NPS 12 Schedule 80 ASTM B 241 6063-T6 welded pipe and opened slightly to fit over the run pipe. The fillet welds have the minimum dimensions permitted in para. 328.5.4. A zero corrosion allowance is specified. What is the maximum permissible design pressure if the design temperature is  $-320^{\circ}\text{F}$ ?

### Solution

From Table A-1,  $S = 8.0$  ksi for Grade 6061-T6 (welded) pipe and  $S = 5.7$  ksi for Grade 6063-T6 (welded) pad, both at  $-320^{\circ}\text{F}$ . From Table A-1B,  $E = 1.00$  for ASTM B 241.

Leg dimensions of welds

$$\frac{t_c}{0.707} = \frac{0.250}{0.707} = 0.354 \text{ in.}$$

$$\frac{0.5 (0.687)}{0.707} = 0.486 \text{ in.}$$

$$T_h = 0.687 (0.875) = 0.601 \text{ in.}$$

$$T_b = 0.500 (0.875) = 0.438 \text{ in.}$$

$$T_r = 0.687 (0.875) = 0.601 \text{ in.}$$

$$L_4 = 2.5 (0.601 - 0.00) = 1.503 \text{ in.}$$

[This is smaller than  $2.5 (0.438 - 0.00) + 0.601 = 1.695$  in.]

$$d_2 = d_1 = 8.625 - 2(0.438 - 0.00) = 7.749 \text{ in.}$$

$$t_h = \frac{12.75P}{2(8000)(1.00) + 2(0.4)(P)}$$

$$t_b = \frac{8.625P}{2(8000)(1.00) + 2(0.4)(P)}$$

Using the symbol

$$q = \frac{P}{16,000 + 0.8P}$$

we can briefly write

$$t_h = 12.75q \text{ and } t_b = 8.625q$$

The required area

$$A_1 = 7.749t_h = 98.80q$$

The reinforcement area in run wall

$$A_2 = 7.749 (0.601 - 12.75q - 0.00)$$

$$= 4.657 - 98.80q$$

in branch wall

$$A_3 = 2(1.503) (0.438 - 8.625q - 0.00)$$

$$= 1.317 - 25.93q$$

in ring

$$A_4 = 0.601 (14 - 8.625) (5700/8000) = 2.302$$

in fillet welds

$$A_4 = 2(1/2) (0.354)^2 + 2(1/2) (0.486)^2 = 0.362$$

$$\text{The total reinforcement area} = 8.638 - 124.73q$$

At the maximum permissible normal operating pressure, the required area and the reinforcement area are equal; thus:

$$98.80q = 8.638 - 124.73q$$

$$223.53q = 8.638$$

$$q = 0.0386$$

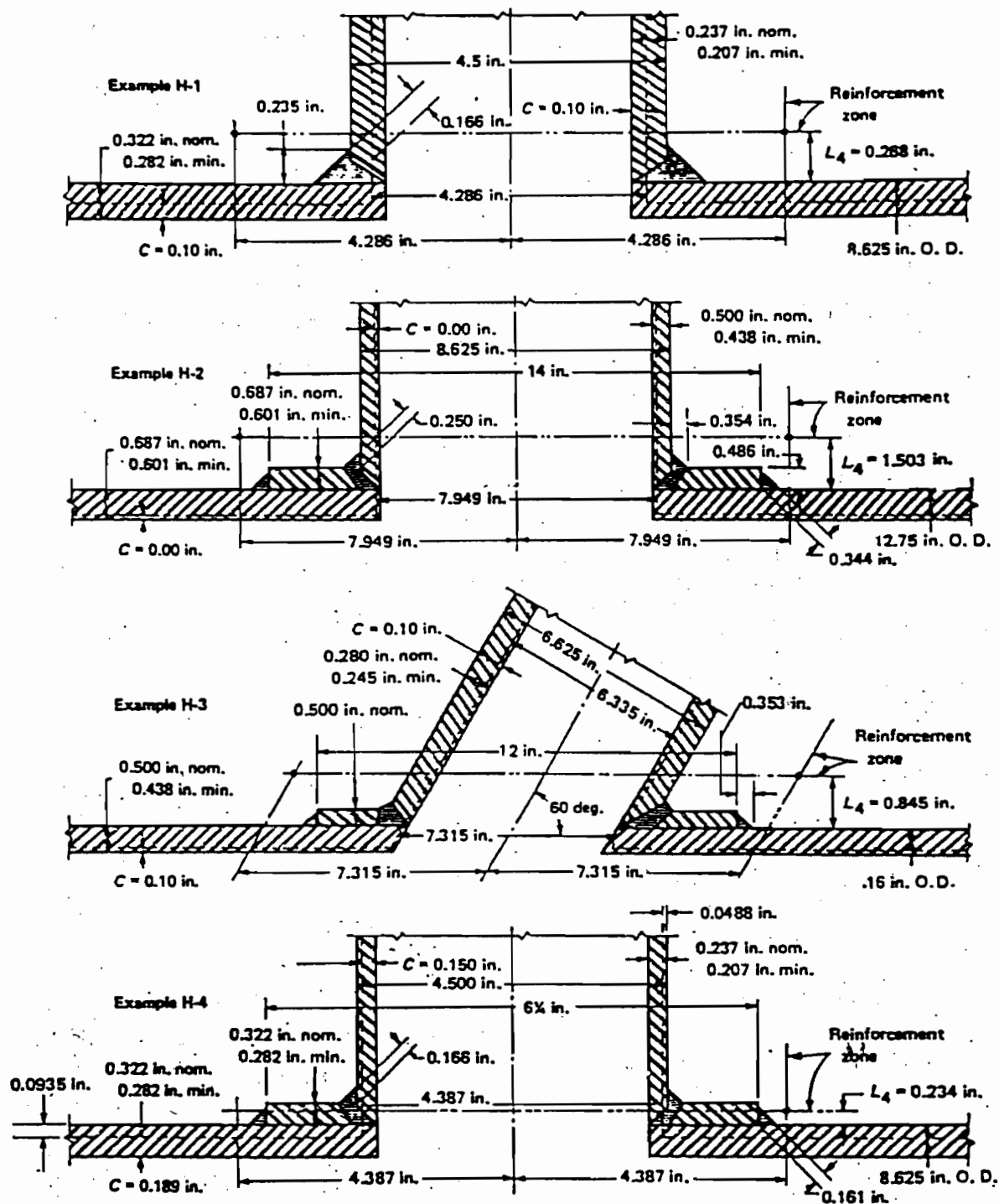


FIG. H304.3.3 ILLUSTRATIONS FOR EXAMPLES IN APPENDIX H

#### Examples H-2-H-4

But also

$$q = \frac{P}{16,000 + 0.8P}$$

Thus

$$P = 0.0386 (16,000 + 0.8P) = 618.3 + 0.0309P$$

$$0.961P = 618.3$$

$$P = 643.1 \text{ psig}$$

which is the maximum permissible design pressure.

#### Example H-3

An NPS 6 Schedule 40 branch has its axis at a 60 deg. angle to the axis of an NPS 16 Schedule 40 run (header) in an oil piping system (Fig. H304.3.3). Both pipes are API 5L Grade A seamless. The connection is reinforced with a ring 12 in. O.D. (measured along the run) made from 1/2 in. ASTM A 285 Grade C plate. All fillet welds are equivalent to 45 deg. fillet welds with 3/8 in. legs. Corrosion allowance = 0.10 in. The design pressure is 500 psig at 700°F. Is the design adequate for the internal pressure?

Solution

From Appendix A,  $S = 14.4$  ksi for API 5L Grade A and ASTM A 285 Grade C (Table A-1);  $E = 1.00$  for API 5L seamless (Table A-1B).

$$T_h = 0.500 (0.875) = 0.438 \text{ in.}$$

$$T_b = 0.280 (0.875) = 0.245 \text{ in.}$$

$$T_r = 0.500 \text{ in.}$$

$$L_4 = 2.5 (0.245 - 0.10) + 0.500 = 0.8625$$

This is greater than  $2.5 (0.438 - 0.10) = 0.845$  in.

$$t_h = \frac{500 (16)}{2(14,400) (1.00) + 2(0.4) (500)} = 0.274 \text{ in.}$$

$$t_b = \frac{500 (6.625)}{2(14,400) (1.00) + 2(0.4) (500)} = 0.113 \text{ in.}$$

$$d_2 = d_1 = \frac{6.625 - 2(0.245 - 0.10)}{\sin 60 \text{ deg.}} = \frac{6.335}{0.866} = 7.315 \text{ in.}$$

The required area

$$A_1 = (0.274) (7.315) (2 - 0.866) = 2.27 \text{ sq in.}$$

The reinforcement area in run wall

$$A_2 = 7.315 (0.438 - 0.274 - 0.10) = 0.468 \text{ sq in.}$$

in branch wall

$$A_3 = 2 \left( \frac{0.845}{0.866} \right) (0.245 - 0.113 - 0.10) = 0.062 \text{ sq in.}$$

in ring

$$A_4 = 0.500 \left( 12 - \frac{6.625}{0.866} \right) = 2.175 \text{ sq in.}$$

in fillet welds

$$A_5 = 4(1/4)(3/8)^2 = 0.281 \text{ sq in.}$$

The total reinforcement area = 2.986 sq in.

This total is greater than 2.27 sq in., so that no additional reinforcement is required.

#### Example H-4

An NPS 8 run (header) in an oil piping system has an NPS 4 branch at right angles (Fig. H304.3.3). Both pipes are Schedule 40 API 5L Grade A seamless. The design conditions are 350 psig at 400°F. It is assumed that the piping system is to remain in service until all metal thickness, in both branch and header, in excess of that required by Eq. (3a) of para. 304.1.2 has corroded away so that area  $A_1$  as defined in para. 304.3.3(c)(1) is zero. What reinforcement is required for this connection?

Solution

From Appendix A,  $S = 16.0$  ksi for API 5L Grade A (Table A-1);  $E = 1.00$  for API 5L seamless (Table A-1B).

$$t_h = \frac{350 (8.625)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (350)} = 0.0935 \text{ in.}$$

$$t_b = \frac{350 (4.500)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (350)} = 0.0488 \text{ in.}$$

$$d_1 = 4.500 - 2(0.0488) = 4.402 \text{ in.}$$

Required reinforcement area

$$A_1 = 0.0935 (4.402) = 0.412 \text{ sq in.}$$

Try fillet welds only.

$$L_4 = 2.5(0.0935) = 0.234 \text{ in.,}$$

$$\text{or } 2.5(0.0488) = 0.122 \text{ in.}$$

Use 0.122 in.

Due to limitation in the height at the reinforcement zone, no practical fillet weld size will supply enough reinforcement area; therefore, the connection must be further reinforced. Try a 6¼ in. O.D. reinforcing ring (measured along the run). Assume the ring to be cut from a piece of NPS 8 Schedule 40 API 5L Grade A seamless pipe and welded to the connection with minimum size fillet welds.

Minimum ring thickness

$$T_r = 0.322(0.875) = 0.282 \text{ in.}$$

$$\text{New } L_4 = 2.5(0.0488) + 0.282 = 0.404 \text{ in.,}$$

$$\text{or } 2.5(0.0935) = 0.234 \text{ in.}$$

Use 0.234 in.

Reinforcement area in the ring (considering only the thickness within  $L_4$ )

$$X_1 = 0.234 (6.25 - 4.5) = 0.410 \text{ sq in.}$$

$$\text{Leg dimension of weld} = \frac{0.5(0.322)}{0.707} = 0.228 \text{ in.}$$

Reinforcement area in fillet welds

$$X_2 = 2\left(\frac{1}{4}\right) (0.228)^2 = 0.052 \text{ sq in.}$$

Total reinforcement area

$$A_4 = X_1 + X_2 = 0.462 \text{ sq in.}$$

This total reinforcement area is greater than the required area; therefore, a reinforcing ring 6¼ in. O.D., cut from a piece of NPS 8 Schedule 40 API 5L Grade A seamless pipe and welded to the connection with minimum size fillet welds would provide adequate reinforcement for this connection.

#### Example H-5 (Not Illustrated)

An NPS 1½ 3000 lb forged steel socket welding coupling has been welded at right angles to an NPS 8 Schedule 40 header in oil service, using a weld conforming to sketch (1) of Fig. 327.4.4D. The header is ASTM A 53 Grade B seamless pipe. The design pressure is 400 psi and the design temperature is 450°F. The corrosion allowance is 0.10 in. Is additional reinforcement required?

#### Solution

No. According to para. 304.3.2(b) the design is adequate to sustain the internal pressure and no calculations are necessary. It is presumed, of course, that calculations have shown the run pipe to be satisfactory for the service conditions according to Eqs. (2) and (3).



## تنش مجاز اصلی کششی برای فلزات

TABLE A-1  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>  
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Material            | Spec. No. | P-<br>No.<br>(5) | Grade | Notes         | Min.<br>Temp.,<br>°F (6) | Specified Min.<br>Strength, ksi |       | Basic Allowable Stress S, ksi (1),<br>at Metal Temperature, °F (7) |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------|------------------|-------|---------------|--------------------------|---------------------------------|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|                     |           |                  |       |               |                          | Tensile                         | Yield | Min.<br>Temp.<br>to 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 650  |      |
| Iron                |           |                  |       |               |                          |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Castings (2)        |           |                  |       |               |                          |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 20    | (8e) (9) (48) | -20                      | 20                              | ...   | 2.0  | 2.0  | 2.0  | 2.0  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 20    | (8e) (9) (48) | -20                      | 20                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 126     | ...              | A     | (8e) (9) (48) | -20                      | 21                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 25    | (8e) (9) (48) | -20                      | 25                              | ...   | 2.5  | 2.5  | 2.5  | 2.5  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 25    | (8e) (9) (48) | -20                      |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 30    | (8e) (9) (48) | -20                      | 30                              | ...   | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 30    | (8e) (9) (48) | -20                      | 30                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 126     | ...              | 8     | (8e) (9) (48) | -20                      | 31                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 35    | (8e) (9) (48) | -20                      | 35                              | ...   | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 35    | (8e) (9) (48) | -20                      |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 40    | (8e) (9) (48) | -20                      | 40                              | ...   | 4.0  | 4.0  | 4.0  | 4.0  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 126     | ...              | C     | (8e) (9) (48) | -20                      | 41                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 278     | ...              | 40    | (8e) (9) (53) | -20                      | 40                              |       |  |      |      |      |      |      |      |      |
| Gray                | A 48      | ...              | 45    | (8e) (9) (48) | -20                      | 45                              | ...   | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 48      | ...              | 50    | (8e) (9) (48) | -20                      | 50                              | ...   | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 50    | (8e) (9) (53) | -20                      | 50                              | ...   | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  |
| Gray                | A 48      | ...              | 55    | (8e) (9) (48) | -20                      | 55                              | ...   | 5.5  | 5.5  | 5.5  | 5.5  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 48      | ...              | 60    | (8e) (9) (48) | -20                      | 60                              | ...   | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| Gray                | A 278     | ...              | 60    | (8e) (9) (53) | -20                      | 60                              | ...   | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.0  |
| Gray                | A 278     | ...              | 70    | (8e) (9) (53) | -20                      | 70                              | ...   | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 7.0  |
| Gray                | A 278     | ...              | 80    | (8e) (9) (53) | -20                      | 80                              | ...   | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  |
| Cupola<br>malleable | A 197     | ...              | ...   | (8e) (9)      | -20                      | 40                              | 30    | 2.0  | 6.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  |
| Malleable           | A 47      | ...              | 32510 | (8e) (9)      | -20                      | 50                              | ...   | 10.0   | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| Malleable           | A 47      | ...              | 35018 | (8e) (9)      | -20                      | 53                              | 35    | 10.6   | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 |

TABLE A-1 (CONT'D)  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>

Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Material              | Spec. No. | P-<br>No.<br>(5) | Grade     | Notes    | Min.<br>Temp.,<br>°F (6) | Specified Min.<br>Strength, ksi |       | Basic Allowable Stress S, ksi (1),<br>at Metal Temperature, °F (7) |      |      |      |      |      |      |  |
|-----------------------|-----------|------------------|-----------|----------|--------------------------|---------------------------------|-------|--|------|------|------|------|------|------|--|
|                       |           |                  |           |          |                          | Tensile                         | Yield | Min.<br>Temp.<br>to 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 650  |  |
| Iron (Cont'd)         |           |                  |           |          |                          |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |  |
| Castings (2) (Cont'd) |           |                  |           |          |                          |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |  |
| Ductile               | A 395     | ...              | ...       | (8d) (9) | -20                      | 60                              | 40    | 20.0   | 19.0 | 17.9 | 16.9 | 15.9 | 14.9 | 14.1 |  |
| Ferritic ductile      | A 395     | ...              | ...       | (8d) (9) |                          |                                 |       |  |      |      |      |      |      |      |  |
| Austenitic ductile    | A 571     | ...              | Type D-2M | (8d) (9) | -20                      | 65                              | 30    | 20.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |  |



TABLE A-1 (CONT'D)  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>  
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Material            | Spec. No. | P. No. (5) | Grade  | Notes          | Min. Temp., °F (6) | Specified Min. Strength, ksi |       | Min. Temp. to 100 | 200  | 300  |  |  |  |  |  |
|---------------------|-----------|------------|--------|----------------|--------------------|------------------------------|-------|-------------------|------|------|--|--|--|--|--|
|                     |           |            |        |                |                    | Tensile                      | Yield |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| Carbon Steel        |           |            |        |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| Pipes and Tubes (2) |           |            |        |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 120     | 1          | ...    | (8a)           | -20                | ...                          | ...   | 12.0              | 11.4 | ...  |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. A         | A 134     | 1          | ...    | (8b) (57)      | -20                | 45                           | 24    | 15.0              | 14.6 | 14.2 |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. A         | A 672     | 1          | A45    | (57) (59) (67) | -20                | 45                           | 24    | 15.0              | 14.6 | 14.2 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 53      | 1          | Type F | (8a)           | -20                | 45                           | 25    | 15.0              | 15.0 | 14.5 |  |  |  |  |  |
| Butt weld           | API 5L    | 1          | A25    |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| Seams & ERW         | API 5L    | 1          | A25    | (57) (59)      | -20                | 45                           | 25    | 15.0              | 15.0 | 14.5 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 179     | 1          | ...    | (57) (59)      | -20                | 47                           | 26    | 15.7              | 15.0 | 14.2 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 139     | 1          | A      | (8b)           | -20                | 48                           | 30    | 16.0              | 16.0 | 16.0 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 587     | 1          | ...    | (57) (59)      | -20                | 48                           | 30    | 16.0              | 16.0 | 16.0 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 53      | 1          | A      | (57) (59)      | -20                | 48                           | 30    | 16.0              | 16.0 | 16.0 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 106     | 1          | A      | (57)           |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 135     | 1          | A      | (57) (59)      |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 369     | 1          | FPA    | (57)           |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| ...                 | API 5L    | 1          | A      | (57) (59)      | -20                | 50                           | 27    | 16.7              | 16.4 | 16.0 |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. B         | A 134     | 1          | ...    | (8b) (57)      |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. B         | A 672     | 1          | A50    | (57) (59) (67) | -20                | 50                           | 27    | 16.7              | 16.4 | 16.0 |  |  |  |  |  |
| A 442 Gr. 55        | A 671     | 1          | CE55   | (57) (67)      | -20                | 55                           | 30    | 18.3              | 18.3 | 17.7 |  |  |  |  |  |
| A 442 Gr. 55        | A 672     | 1          | E55    |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. C         | A 134     | 1          | ...    | (8b) (57)      | -20                | 55                           | 30    | 18.3              | 18.3 | 17.7 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 524     | 1          | Gr. II | (57)           | -20                | 55                           | 30    | 18.3              | 18.3 | 17.7 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 333     | 1          | 1      | (57) (59)      | -50                | 55                           | 30    | 18.3              | 18.3 | 17.7 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 334     | 1          | 1      |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. C         | A 671     | 1          | CA55   | (59) (67)      | -20                | 55                           | 30    | 18.3              | 18.3 | 17.7 |  |  |  |  |  |
| A 285 Gr. C         | A 672     | 1          | A55    | (57) (59) (67) | -20                |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 515 Gr. 55        | A 672     | 1          | B55    | (57) (67)      | -20                |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 516 Gr. 55        | A 672     | 1          | C55    | (57) (67)      | -20                | 60                           | 32    | 20.0              | 19.5 | 18.9 |  |  |  |  |  |
| A 442 Gr. 60        | A 671     | 1          | CE60   | (57) (67)      | -20                |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 516 Gr. 60        | A 671     | 1          | CC60   | (57) (67)      | -20                |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 442 Gr. 60        | A 672     | 1          | E60    | (57) (67)      | -20                |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 515 Gr. 60        | A 671     | 1          | CB60   |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 515 Gr. 60        | A 672     | 1          | B60    |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| A 516 Gr. 60        | A 672     | 1          | C60    |                |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 139     | 1          | B      | (8b)           | -20                | 60                           | 35    | 20.0              | 20.0 | 20.0 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 135     | 1          | B      | (57) (59)      | -20                | 60                           | 35    | 20.0              | 20.0 | 20.0 |  |  |  |  |  |
| ...                 | A 524     | 1          | Gr. I  | (57)           |                    |                              |       |                   |      |      |  |  |  |  |  |

TABLE A-1 (CONT'D)  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>  
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Basic Allowable Stress $S$ , ksi (1), at Metal Temperature, $T$ (2) |      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      | Spec. No.                                      |
|---|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|--|
| 400   | 500  | 600  | 650  | 700  | 750  | 800  | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | Grade  |
|   |      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      | Carbon Steel Pipes and Tubes (2)               |
| ...   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | A 120  |
| 13.7  | 13.0 | 11.8 | 11.6 | 11.5 | 10.3 | 9.0  | 7.8 | 6.5 | ... | ...  | ...  | ...  | A 134  |
| 13.7  | 13.0 | 11.8 | 11.6 | 11.5 | 10.3 | 9.0  | 7.8 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | A 45<br>A 672                                  |
| 13.8  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Type F<br>A 53<br>API 5L                       |
| 13.8  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | A 25<br>API 5L                                 |
| 13.5  | 12.8 | 12.1 | 11.8 | 11.5 | 10.6 | 9.2  | 7.9 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | A 179  |
| ...   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | A<br>A 139                                     |
| 16.0  | 16.0 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 10.7 | 9.3  | 7.9 | ... | ... | ...  | ...  | ...  | A<br>A 587                                     |
| 16.0  | 16.0 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 10.7 | 9.3  | 7.9 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | A<br>A 33<br>A 106<br>A 135<br>A 369<br>API 5L |
| 15.4  | 14.6 | 13.3 | 13.1 | 13.0 | 11.2 | 9.6  | 8.1 | 6.5 | ... | ...  | ...  | ...  | A 134  |
| 15.4  | 14.6 | 13.3 | 13.1 | 13.0 | 11.2 | 9.6  | 8.1 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | A 50<br>A 672                                  |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CESS<br>A 671                                  |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.0 | 10.2 | 8.3 | 6.5 | ... | ...  | ...  | ...  | ES5<br>A 672                                   |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.0 | 10.2 | 8.3 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | Gr. II<br>A 134                                |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.0 | 10.2 | 8.3 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | 1<br>A 524                                     |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | 1<br>A 333                                     |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | 1<br>A 334                                     |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | CA53<br>A 671                                  |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | A55<br>A 672                                   |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | B55<br>A 672                                   |
| 17.2  | 16.2 | 14.8 | 14.5 | 14.4 | 12.1 | 10.2 | 8.4 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | CS5<br>A 672                                   |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CE60<br>A 671                                  |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | CC60<br>A 671                                  |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | E60<br>A 672                                   |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | CB60<br>A 671                                  |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | B60<br>A 672                                   |
| 18.3  | 17.3 | 15.8 | 15.5 | 15.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | C60<br>A 672                                   |
| ...   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | B<br>A 139                                     |
| 20.0  | 18.9 | 17.3 | 17.0 | 16.5 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | B<br>A 335                                     |
| 20.0  | 18.9 | 17.3 | 17.0 | 16.5 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | Gr.<br>A 524                                   |

TABLE A-1 (CONT'D)  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>

Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Material                         | Spec. No. | P-No. (S) | Grade  | Notes          | Min. Temp. °F (6) | Specified Min. Strength, ksi |       | Min. Temp. to 100 | 200  | 300  |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------|----------------|-------------------|------------------------------|-------|-------------------|------|------|
|                                  |           |           |        |                |                   | Tensile                      | Yield |                   |      |      |
| Carbon Steel (Cont'd)            |           |           |        |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| Pipes and Tubes (2) (Cont'd)     |           |           |        |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 53      | 1         | B      | (57) (59)      | -20               | 60                           | 35    | 20.0              | 20.0 | 20.0 |
| ...                              | A 106     | 1         | B      | (57)           | -20               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 333     | 1         | 6      | (57)           | -50               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 334     | 1         | 6      | (57)           | -50               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 369     | 1         | FPB    | (57)           | -20               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 381     | SP1       | Y35    | (51)           | -20               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | API 5L    | 1         | B      | (57) (59)      | -20               |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 139     | 1         | C      | (8b)           | -20               | 60                           | 42    | 20.0              | 20.0 | 20.0 |
| ...                              | A 139     | 1         | D      | (8b)           | -20               | 60                           | 46    |                   |      |      |
| ...                              | API 5L    | SP2       | X42    | (51) (55)      | -20               | 60                           | 42    |                   |      |      |
| ...                              | A 381     | SP2       | Y42    | (51)           | -20               | 60                           | 42    | 20.0              | 20.0 | 20.0 |
| ( $> \frac{3}{4}$ in. thick)     | A 381     | SP3       | Y48    | (51)           | -20               | 62                           | 48    | 20.6              | 19.7 | 18.7 |
| ...                              | API 5L    | SP3       | X46    | (51) (55)      | -20               | 63                           | 46    | 21.0              | 21.0 | 21.0 |
| ...                              | A 381     | SP3       | Y46    | (51)           | -20               | 63                           | 46    | 21.0              | 21.0 | 21.0 |
| ( $> \frac{3}{4}$ in. thick)     | A 381     | SP3       | Y50    | (51)           | -20               | 64                           | 50    | 21.3              | 20.3 | 19.3 |
| A 516 Gr. 65                     | A 671     | 1         | CC65   | (57) (67)      | -20               | 65                           | 35    | 21.7              | 21.3 | 20.7 |
| A 515 Gr. 65                     | A 671     | 1         | CB65   | (57) (67)      | -20               | 65                           | 35    | 21.7              | 21.3 | 20.7 |
| A 515 Gr. 65                     | A 672     | 1         | B65    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| A 516 Gr. 65                     | A 672     | 1         | C65    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 139     | 1         | E      | (8b)           | -20               | 66                           | 52    | 22.0              | 22.0 | 22.0 |
| ...                              | API 5L    | SP3       | X52    | (51) (55)      | -20               | 66                           | 52    | 22.0              | 22.0 | 22.0 |
| ( $> \frac{3}{4}$ in. thick)     | A 381     | SP3       | Y52    | (51)           | -20               | 66                           | 52    | 22.0              | 22.0 | 22.0 |
| A 516 Gr. 70                     | A 671     | 1         | CC70   | (57) (67)      | -20               | 70                           | 38    | 23.3              | 23.1 | 22.5 |
| A 515 Gr. 70                     | A 671     | 1         | CB70   | (57) (67)      | -20               | 70                           | 38    | 23.3              | 23.1 | 22.5 |
| A 515 Gr. 70                     | A 672     | 1         | B70    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| A 516 Gr. 70                     | A 672     | 1         | C70    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | A 106     | 1         | C      | (57)           | -20               | 70                           | 40    | 23.3              | 23.3 | 23.3 |
| A 537 Cl. 1                      | A 671     | 1         | C070   | (67)           | -20               | 70                           | 50    | 23.3              | 23.3 | 22.9 |
| ( $\leq 2\frac{1}{2}$ in. thick) | A 672     | 1         | D70    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| A 537 Cl. 1                      | A 672     | 1         | D70    |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ( $\leq 2\frac{1}{2}$ in. thick) | A 691     | 1         | CM5H70 |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| A 537 Cl. 1                      | A 691     | 1         | CM5H70 |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ( $\leq 2\frac{1}{2}$ in. thick) | A 691     | 1         | CM5H70 |                |                   |                              |       |                   |      |      |
| ...                              | API 5L    | SP-4      | X56    | (51) (55) (71) | -20               | 71                           | 56    | 23.7              | 23.7 | 23.7 |
| ( $> \frac{3}{4}$ in. thick)     | A 381     | SP-4      | Y56    | (51) (55) (71) | -20               | 71                           | 56    | 23.7              | 23.7 | 23.7 |
| ...                              | API 5L    | SP3       | X52    | (51) (55)      | -20               | 72                           | 52    | 24.0              | 24.0 | 24.0 |
| ( $\leq \frac{3}{4}$ in. thick)  | A 381     | SP3       | Y52    | (51)           | -20               | 72                           | 52    | 24.0              | 24.0 | 24.0 |

TABLE A-1 (CONT'D)  
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>  
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Basic Allowable Stress $S$ , ksi (1), at Metal Temperature, °F (2) |      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      | Spec. No.  |
|--|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|--|
| 400  | 500  | 600  | 650  | 700  | 750  | 800  | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | Grade  |
|  |      |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      | Carbon Steel (Cont'd)<br>Pipes and Tubes (2) (Cont'd)            |
| 20.0   | 18.9 | 17.3 | 17.0 | 16.5 | 13.0 | 10.8 | 8.7 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | B<br>A 53<br>A 106<br>A 333<br>A 334<br>A 369<br>A 381<br>API 5L |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | C<br>A 139   |
| 20.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | D<br>A 139   |
| 20.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | X42<br>API 5L  |
| 17.8   | 16.9 | 16.0 | 15.5 | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y42<br>A 381   |
| 21.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y48<br>A 381   |
| 21.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | X46<br>API 5L  |
| 18.4   | 17.4 | 16.5 | 16.0 | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y46<br>A 381   |
| 20.0   | 18.9 | 17.3 | 17.0 | 16.8 | 13.9 | 11.4 | 9.0 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | Y50<br>A 381   |
| 20.0   | 18.9 | 17.3 | 17.0 | 16.8 | 13.9 | 11.4 | 9.0 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | CC65<br>A 671  |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CB65<br>A 671  |
| 22.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | B65<br>A 672   |
| 22.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CA5<br>A 672   |
| 21.7   | 20.5 | 18.7 | 18.4 | 18.3 | 14.8 | 12.0 | 9.3 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | ...  | ...  | E<br>A 139   |
| 21.7   | 20.5 | 18.7 | 18.4 | 18.3 | 14.8 | 12.0 | 9.3 | 6.5 | 4.5 | 2.5  | 1.6  | 1.0  | X52<br>API 5L  |
| 22.9   | 21.6 | 19.7 | 19.4 | 19.2 | 14.8 | 12.0 | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y52<br>A 381   |
| 22.9   | 22.9 | 22.6 | 22.0 | 21.4 | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CC70<br>A 671  |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CB70<br>A 671  |
| 23.7   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | B70<br>A 672   |
| 23.7   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | C70<br>A 672   |
| 24.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | C<br>A 106   |
| 24.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CD70<br>A 671  |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | D70<br>A 672   |
| ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | CM5H70<br>A 691  |
| 23.7   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | X56<br>API 5L  |
| 23.7   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y56<br>A 381   |
| 24.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | X52<br>API 5L  |
| 24.0   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ... | ...  | ...  | ...  | Y52<br>A 381   |

TABLE A-1 (CONT'D)  
 BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS<sup>1</sup>  
 Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

| Material                     | Spec. No. | P. No. (5) | Grade | Notes          | Min. Temp., °F (6) | Specified Min. Strength, ksi |       | Min. Temp. to 100 | 200  | 300  |
|------------------------------|-----------|------------|-------|----------------|--------------------|------------------------------|-------|-------------------|------|------|
|                              |           |            |       |                |                    | Tensile                      | Yield |                   |      |      |
| Carbon Steel (Cont'd)        |           |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| Pipes and Tubes (2) (Cont'd) |           |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 299<br>( > 1 in. thick)    | A 671     | 1          | CK75  | (57) (67)      | -20                | 75                           | 40    | 25.0              | 24.4 | 23.7 |
| A 299<br>( > 1 in. thick)    | A 672     | 1          | N75   |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 299<br>( > 1 in. thick)    | A 691     | 1          | CMS75 |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 299<br>( ≤ 1 in. thick)    | A 671     | 1          | CK75  | (57) (67)      | -20                | 75                           | 42    | 25.0              | 25.0 | 24.8 |
| A 299<br>( ≤ 1 in. thick)    | A 672     | 1          | N75   |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 299<br>( ≤ 1 in. thick)    | A 691     | 1          | CMS75 |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| ...                          | API 5L    | SP-4       | X56   | (51) (55) (71) | -20                | 75                           | 56    | 25.0              | 25.0 | 25.0 |
| ...                          | API 5L    | SP-5       | X60   | (51) (55) (71) | -20                | 75                           | 60    |                   |      |      |
| ( ≤ 3/8 in. thick)           | A 381     | SP-4       | Y56   | (51) (71)      | -20                | 75                           | 56    | 25.0              | 25.0 | 25.0 |
| ( > 3/8 in. thick)           | A 381     | SP-5       | Y60   | (51) (71)      | -20                | 75                           | 60    |                   |      |      |
| ...                          | API 5L    | SP-5       | X60   | (51) (55) (71) | -20                | 78                           | 60    | 26.0              | 26.0 | 26.0 |
| ( ≤ 3/8 in. thick)           | A 381     | SP-5       | Y60   | (51) (71)      | -20                | 78                           | 60    | 26.0              | 26.0 | 26.0 |
| Pipes (Structural Grade) (2) |           |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 283 Gr. A                  | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 45                           | 24    | 13.7              | 13.0 | 12.4 |
| A 570 Gr. 30                 | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 49                           | 30    | 15.0              | 15.0 | 15.0 |
| A 570 Gr. 30                 | A 211     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 283 Gr. B                  | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 50                           | 27    | 15.3              | 14.4 | 13.9 |
| A 570 Gr. 33                 | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 52                           | 33    | 15.9              | 15.9 | 15.9 |
| A 570 Gr. 33                 | A 211     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 570 Gr. 36                 | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 53                           | 36    | 16.3              | 16.3 | 16.3 |
| A 570 Gr. 36                 | A 211     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 570 Gr. 40                 | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 55                           | 40    | 16.9              | 16.9 | 16.9 |
| A 570 Gr. 40                 | A 211     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 36                         | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 58                           | 36    | 17.6              | 16.8 | 16.8 |
| A 283 Gr. D                  | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 60                           | 33    | 18.4              | 17.4 | 16.6 |
| A 570 Gr. 45                 | A 134     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |
| A 570 Gr. 45                 | A 211     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 60                           | 45    | 18.4              | 18.4 | 18.4 |
| A 570 Gr. 50                 | A 134     | 1          | ...   | (8a) (8c)      | -20                | 65                           | 50    | 19.9              | 19.9 | 19.9 |
| A 570 Gr. 50                 | A 211     |            |       |                |                    |                              |       |                   |      |      |

