جمهوری اسلامی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شمارهٔ استاندارد ایران

4231

طراحی و ساخت دیگهای بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای با ساختمان جوش شده

چاپ اول

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تنها سازمانی است در ایران که بر طبق قانون میتواند استاندارد رسمی فرآورده‌ها را تعیین و تدوین و اجرای آنها را با کسب موافقت شورایعالی استاندارد اجباری اعلام نماید. وظایف و هدفهای موسسه عبارتست از:

(تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی – انجام تحقیقات بمنظور تدوین استاندارد بالا بردن کیفیت کالاهای داخلی، کمک به بهبود روشهای تولید و افزایش کارائی صنایع در جهت خودکفائی کشور - ترویج استانداردهای ملی – نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری – کنترل کیفی کالاهای صادراتی مشمول استانداردهای اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب بمنظور فراهم نمودن امکانات رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین المللی کنترل کیفی کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری بمنظور حمایت از مصرف کنندگان و تولیدکنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی راهنمائی علمی و فنی تولیدکنندگان، توزیع کنندگان و مصرف کنندگان – مطالعه و تحقیق درباره روشهای تولید، نگهداری، بسته بندی و ترابری کالاهای مختلف – ترویج سیستم متریک و کالیبراسیون وسایل سنجش – آزمایش و تطبیق نمونه کالاها با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهارنظر مقایسه ای و صدور گواهینامه های لازم).

موسسه استاندارد از اعضاء سازمان بین المللی استاندارد میباشد و لذا در اجرای وظایف خود هم از آخرین پیشرفتهای علمی و فنی و صنعتی جهان استفاده مینماید و هم شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور را مورد توجه قرار میدهد.

اجرای استانداردهای ملی ایران بنفع تمام مردم و اقتصاد کشور است و باعث افزایش صادرات و فروش داخلی و تأمین ایمنی و بهداشت مصرف کنندگان و صرفه جوئی در وقت و هزینه‌ها و در نتیجه موجب افزایش درآمد ملی و رفاه عمومی و کاهش قیمتها میشود.

کمیسیون استاندارد ویژگیهای طراحی و ساخت دیگهای بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای با ساختمان جوش شده

رئیس

سربی - جلیل	دکتر مکانیک	کارشناس مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
طباطبائی - سیدمجتبی	فوق لیسانس مکانیک	دبیر انجمن صنایع تأسیسات ایران

اعضاء

بنکدار - علیرضا	مهندس مکانیک	شرکت سوپراکتیو
جراحی - فرشته	لیسانس فیزیک	وزارت صنایع
خاکساری - محمدحسن	فوق لیسانس مکانیک	شرکت پاکمن
دهقان - کاظم	دکتر متالوژی	شرکت پژوهش مواد
شریفی - نصراله	مهندس مکانیک	شرکت اسوه ایران
شکرپور - اسفندیار	مهندس مکانیک	ماشین‌سازی اراک
غیورفر - کریم	مهندس ماشین‌سازی	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
قوامی - سعید	مهندس مکانیک	شرکت گرماگستر
فیروزبخت - مصطفی	مهندس مکانیک	شرکت فولاد مبارکه
منعم - نعمت		شرکت آذر مخزن تهران
مؤمنی - شمس الدین	فوق لیسانس مکانیک	ماشین سازی اراک
هنردان - ایرج	مهندس برق	شرکت تأسیساتی تنظیم

دبیر

آصفی - سعیده	مهندس مکانیک	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فهرست مطالب

بخش یک : کلیات
بخش دو : مواد
بخش سه : طراحی
بخش چهارم
بخش پنجم
قسمت ششم : بازرسی و آزمایش فشار
قسمت هفتم : ارائه مدارک و نشانه گذاری
بخش هشت
بخش نهم
پیوست (الف)
پیوست (ب)
پیوست (ج)
پیوست (د)
پیوست (ه)
پیوست (و)

بسمه تعالی

پیشگفتار

استاندارد ویژگیهای طراحی و ساخت دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای با ساختمان جوش شده که بوسیله کمیسیون فنی مربوطه تهیه و تدوین شده و در نود و پنجمین کمیته ملی استاندارد صنایع مکانیک و فلزشناسی مورخ 1375/6/6 مورد تأیید قرار گرفته , اینک به استناد بند 1 ماده 3 قانون اصلاحی قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه 1371 به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر می‌گردد .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با پیشرفته‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع و علوم , استانداردهای ایران در مواقع لزوم مورد تجدیدنظر قرار خواهند گرفت و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها برسد , در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه واقع خواهد شد . بنابراین برای مراجعه به استاندارد ایران باید همواره از آخرین چاپ و تجدیدنظر آنها استفاده نمود .

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه حتی المقدور بین این استاندارد و استاندارد کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود .

لذا با بررسی امکانات و مهارت‌های موجود و اجرای آزمایش‌های لازم این استاندارد با استفاده از منبع زیر تهیه گردیده است :

Bs 2790 - 1992
Specification of design and manufacture of shell boilers of welded construction

ویژگیهای طراحی و ساخت دیگهای بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای [1] با ساختمان جوش شده :

بخش یک : کلیات

1-1- هدف و دامنه کاربرد

1-1-1 این استاندارد مقررات مربوط به طراحی و ساخت شامل مواد , مهارت ساخت , گردآوری مدارک فنی , علامتگذاری , بازرسی و آزمایش دیگهائی را مشخص می‌کند که سوخت , مستقیماً در آنها محترق شده و یا از حرارت مازاد سیستم‌های دیگر استفاده می‌کنند . دیگهای مورد بحث از نوع استوانه‌ای افقی یا عمودی بوده و از فولادهای کربن دار یا کربن منگنز به روش جوشکاری ذوبی [2] طبق ضوابط مربوط به دیگهای دسته 1, 2 و 3 که محدود کاربرد آنها در جدول 1-1-1 ارائه گردیده است ساخته می‌شوند . این دیگها برای تهیه بخار آب یا آب داغ به صورتی که در حین کار حرکت نکنند مورد استفاده قرار می‌گیرند . این استاندارد در مورد دیگهای بخار لوله آبی [3] (تا تدوین استاندارد ملی ایران به استناد Bs 1113 رجوع شود) و دیگهای نوع لکوموتیو (دیگهای بخاری که در لکوموتیو قطار نصب می‌شوند) بکار نمی‌روند .

در این استاندارد مضافاً مقررات مربوط به بهره‌برداری مطمئن از دیگ برای نصب شیرهای اطمینان [4], اتصالات [5] متعلقات [6] وسایل کنترل اتوماتیک [7] متصل به دیگ نیز ذکر گردیده است .

جدول (۱-۱-۱)محدودیتهای کاربردی

دسته بندی	محدودیتهای کار بردی
دسته ۱	هرکاه هریک یاهردو محدودیت زیررادارا باشند . الف : P_D < ۰/۷۲۵ N/mm^2 فشار طراحی ب : D_N < ۹۲۰ قطرمتوسط پوسته دیگ (mm) x فشارطراحی (N/mm^2)
دسته ۲	هرکاه هیچیک از محدودیتهای زیر رادارانباشند . الف : P_D > ۰/۷۲۵ N/mm^2 فشارطراحی ب : D_N < ۹۲۰ قطرمتوسط پوسته دیگ (mm) Xفشار طراحی(N/mm^2)
دسته ۳	هرکاه هیچیک ازمحدودیتهای زیر رادارانباشند . الف : P_D < ۰/۳۸ N/mm^2 فشارطراحی ب : D_N < ۴۸۰ قطرمتوسط پوسته دیگ (mm) x فشار طراحی (N/mm^2)

1-1-2 علاوه بر مقررات صریح , این استاندارد همچنین مقرر می‌دارد که موارد مشروح در قسمت 1-7 مستند به مدارک باشند .
برای تطبیق کامل دیگ با این استاندارد هم مقررات صریح و هم موارد مستند برای رعایت گردند .

1-2 مواردی که این استاندارد شامل آنها نمی‌گردد

1-2-1 طراحی و ساخت بخار داغ کن‌ها [8], بازیاب‌ها [9] پیش گرمکن‌های هوا [10], سوخت رسانه‌های مکانیکی (وسایل سوخت رسانی , جامد , مایع و گاز) [11], وسایل گاز یا گازوئیل سوز , وسایل ایجاد دمش [12] یا مکشی [13] و وسایل فرعی دیگری که ممکن است مورد نظر خریدار باشند , در محدوده این استاندارد قرار نداشته و از موضوعات توافقی بین خریدار و سازنده می‌باشند . برای بدست آوردن مشخصات تجهیزات فرعی دیگها بایستی به استانداردهای مربوطه مراجعه گردد [14] .

1-2-2 این استاندارد طراحی و ساخت آجرکاری , عایق کاری , اتصالات کوره و طرح متعلقات دیگ را شامل نمی‌شود .

1-2-3 مقررات مربوط به تعمیرات یا تغییرات دیگهای در حال بهره‌برداری خارج از محدوده این استاندارد می‌باشد .

1-3- تعاریف

برای اهداف این استاندارد , تعاریف ارائه شده (در استاندارد ملی ایران به شماره [15] همراه تعاریف زیر بکار می‌روند .

1-3-1 خریدار :

فرد یا سازمانی است که دیگ کامل شده را از سازنده خریداری می‌نماید .

1-3-2 طراح :

فرد یا سازمانی است که شکل , ابعاد و ضخامت دیگ و انتخاب مواد و جزئیات و روشهای ساخت و آزمایشات را مشخص می‌نماید .

1-3-3 سازنده :

فرد یا سازمانی که دیگ یا هر قطعه‌ای از آنرا می‌سازد , یا مسئولیت ساخت آن یا هر قطعه‌ای از آنرا می‌پذیرد .

1-3-4 تهیه کننده مواد :

فرد یا سازمانی , غیر از تولید کننده که مواد یا قطعات پیش ساخته استاندارد شده را که در ساخت دیگ یا هر قطعه از آن بکار می‌روند , تهیه می‌کند .

1-3-5 تولید کننده مواد و یا قطعات از پیش ساخته شده :

فرد یا سازمانی که مواد مربوط به ساخت دیگ , اجزا یا قطعات پیش ساخته استاندارد شده دیگ را تولید می‌کند .

1-3-6 مرجع معتبر قانونی :

مرجع معتبر قانونی کشوری که دیگ در آنجا نصب می‌شود و قانوناً نسب به اجرای الزامات قانونی و مقرراتی آن کشور در رابطه دیگها مسئول می‌باشد (این مرجع در ایران مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌باشد .)

1-3-7 مرجع معتبر بازرسی :

شخص یا مجمع مستقلی که از طرف افراد زیر عمل می‌کند :

الف : خریدار یا دارنده دیگ , و / یا

ب : مرجع معتبر قانونی :

که طرح , مواد و ساخت دیگ را با توجه به مقررات این استاندارد مورد بازبینی قرار می‌دهد .

1-3-8 بازرس :

فردی که توسط مرجع معتبر بازرسی استخدام گردیده و آموزش داده می‌شود تا وظایف مربوط به مرجع معتبر بازرسی را همانطور که در بند (1-3-7) مقرر شده انجام دهد (همچنین بند 6-1 ملاحظه شود).

1-4 مسئولیت‌ها :

1-4-1 مسئولیت‌های خریدار :

خریدار مسئول است که اطلاعات مورد لزوم مشروحه در بند (1-6-1) و پیوست الف (1) را در اختیار سازنده قرار دهد .

در صورتی که مرجع بازرسی توسط خریدار معرفی شود خریدار مسئول است اطمینان حاصل کند که اطلاعات مورد نیاز مرجع بازرسی طبق این استاندارد توسط سازنده تهیه و در دسترس این مرجع قرار داده شود .

در صورت لزوم در مسئولیت خریدار است که مطمئن شود مرجع بازرسی مورد قبول مرجع معتبر قانونی می‌باشد .

یادآوری : این امر هنگام سفارش بایستی انجام پذیرد :

خریدار مسئول است اطمینان حاصل نماید که دیگ خریداری شده و تأسیسات جانبی توسط متخصص کاملا با کفایت و آموزش دیده بر طبق دستورات مبتنی بر توصیه‌های کارخانه‌های سازنده مورد بهره‌برداری و نگهداری قرار گیرد .

1-4-2 مسئولیت‌های سازنده :

قبل از ساخت یک دیگ یا یک سری دیگ , سازنده دیگ می‌باید فهرستی از مواد , محاسبات جزئیات طرح اصلی , نقشه‌های قطعات برش خورده کاملا اندازه‌گذاری شده که نشان دهنده ساختمان تمامی قسمتهای تحت فشار دیگ با کلیه جزئیات شامل جزئیات جوش (به پیوست (ب) رجوع نمائید) می‌باشند را فراهم آورده و در اختیار مرجع بازرسی قرار دهد . سازنده همچنین می‌باید اسناد و گواهی‌نامه‌ها را طبق بندهای 7-1 و 7-2 آمده نماید .

جائی که روشهای دیگری برای ساخت و آزمایش توسط این استاندارد مجاز شناخته شده باشند سازنده می‌بایست قبل از اقدام , روش انتخابی خود را برای خریدار یا مرجع بازرسی و یا هر دو روشن نماید .

در مواردی که وظیفه طراحی و ساخت به عهده سازمانهای مجزا می‌باشد مسئولیت‌های سازنده آن چنانکه در این استاندارد آمده‌اند مطابق یک روش پذیرفته شده میان سازمانهای مربوطه ایفأ می گردد . (بندهای 1-6-2-2 و 7-2 ملاحظه شوند).

آزمایشهایی که توسط مرجع بازرسی انجام می گیرند , سازنده را از مسئولیت‌هائی که در مورد رعایت مفاد این استاندارد به عهده دارد معاف نمی‌نماید . سازنده دیگ باید در مورد چگونگی کار و نگهداری دیگ تحویلی , تأسیسات جانبی و معیارهای ضروری جهت حصول اطمینان از ایمنی دیگ هنگام کار , دستورالعمل‌های لازم را ارائه داده و در صورت اقتضأ در مورد مطالبی که در پیوست (د) آمده است توضیحات لازم را نیز در اختیار خریدار قرار دهد .

1-4-3 مسئولیت‌های مرجع بازرسی :

مرجع بازرسی موظف است طرح دیگ از نظر تطبیق با این استاندارد و انجام کلیه بازرسی‌ها و آزمایشات مورد نیاز هنگام ساخت را مورد بازرسی قرار دهد .

1-5 اصطلاحات فنی و علائم :

علائم بکار رفته در این استاندارد در جاهای مناسب تعریف شده‌اند . در بعضی از بندهای بخش 3 علامت واحد برای نمایش عبارات گوناگون بکار می‌رود , ولی در تمامی چنین مواردی مفهوم ویژه هر علامت برای هر فرمول مشخص شده است .

1-6 اطلاعات و مقرراتی که باید پذیرفته شده و مستند گردند .

1-6-1 اطلاعاتی که می‌بایست توسط خریدار فراهم آیند :

اطلاعات زیر باید توسط خریدار فراهم آمده و کاملا مستند شود (به بند 1-4-1 مراجعه گردد .)

هم مقررات تصریح شده در کل این استاندارد و هم موارد از (الف) تا (د) قبل از اینکه هر گونه ادعای تطبیق به استاندارد بتواند مورد رسیدگی قرار گیرد , باید رعایت شده باشد .

الف : مشخصات شرایط کاردیگ , به همراه جزئیات هر یک از شرایط ناپایدار و یا نامساعد که لازمست دیگ تحت آن کار کند و یا هر مقررات ویژه دیگری برای بازرسی ضمن کار دیگ (بند 3-1-1.)

ب : نام مرجع بازرسی منتخب خریدار

ج : هر مقرره خاص یا آئین‌نامه دیگری که دیگ ساخته شده باید بر آن منطبق باشد .

برای مثال : قوانین دیگها در غیر کشور سازنده

د : نام مرجع قانونی (در صورت وجود .)

1-6-2 مقرراتی که باید پذیرفته شده و مستند گردد :

1-6-2-1 کلیات :

موارد مندرج در بندهای 1-6-2-2 و 1-6-2-3 می‌بایست بر حسب اقتضا بین طرفهای مربوطه که در بندهای مورد مراجعه نام برده شده‌اند , مورد پذیرش قرار گرفته و کاملا مستند گردند . قبل از اینکه ادعای تطبیق با استاندارد بتواند مطرح شود و یا مورد رسیدگی قرار گیرد . هم مقررات مطروحه در تمامی این استاندارد و هم اقلام مستند شده باید رعایت شوند .

یادآوری : استفاده کنندگان از این استاندارد باید بدانند که تعدادی از موارد مثل آنهائی که در بند (1-6-2-3) آمده‌اند , نمی‌توانند هنگام عقد قرارداد یا سفارش دیگ مقرر و مستند شوند و لزوماً در تمام موارد بکار روند , اینها مواردی هستند که سازنده دیگ به عنوان احتمالات قویاً قابل وقوع عندالزوم برای عقد قراردادهای خاصی , ضمن انجام معامله پیش‌بینی می‌نماید (به بند 1-4-2) لازم است این موارد ،(1-6-3-2) از اقلام مذکور در بند (1-6-2-2) که باید ضمن سفارش یا عقد قرارداد مقرر و مستند باشند , متمایز گردند .

1-6-2-2 مقرراتی که در مرحله سفارش یا عقد قرارداد باید مورد توافق قرار گرفته و مستند گردد :

در مواردی که وظایف طراحی , ساخت و نصب به عهده , سازمانهائی مجزا می‌باشند , روشی که بر طبق آن مسئولیت‌های سازنده کاهش می‌یابد , باید مورد توافق قرار گرفته و مستند گردد . (به بند 1-4-2 و 7-2 رجوع گردد .)

1-6-2-3 مقرراتی که ضمن عملیات ساخت می‌بایست پذیرفته شده و مستند گردند : موارد زیر بر حسب اقتضا می‌باید قید و مستند گردند (به بند 1-4-2 رجوع گردد :)

الف : استفاده از موادی (برای قسمت‌های تحت فشار) غیر از مواد مندرج در جدول 2-5 (1) و 2-5 (2) (به بند 2-2-2 رجوع گردد .)

ب : چگونگی عملیات حرارتی انجام شده بر روی ورقهای تهیه شده جهت شکل پذیری (به بند 2-4 رجوع گردد)

ج : روشهای اتصال لوله‌ها غیر از آنهائی که در اشکال 3-9-2 (1) و 3-9-2 (2) نشان داده شده‌اند (به بند 2-3-1-3 رجوع گردد .)

د : روشهای تقویت سوراخها (به بند 3-4-4 رجوع گردد .)

ه : استفاده از یک نوع عملیات حرارتی دیگر به منظور نرمالیزه کردن پس از شکل دادن به ورق هائی که در دماهای غیر یکنواخت یا تحت حرارت‌دهی موضعی عدسی شکل شده یا فلانج می‌گردند . (به بند 4-6-1) رجوع گردد)

و : مقررات مربوط به مواد مورد مصرف جوشکاری در صورتی که در استاندارد مربوطه یافت نشوند (به بند 5-2 رجوع گردد .)

ز : عملیات حرارتی که پس از شکل دادن سرد صفحات جوشکاری شده در مواردی که شعاع داخل قوس بعد از شکل دادن کمتر از 10 برابر ضخامت صفحه باشد , می‌باید انجام پذیرند (بند 5-4-14-4 (ج) ملاحظه شود .)

ح : چنانچه در آزمایش پرتونگاری در طول خط جوش عیوب ممتد مشاهده شود یا باید قسمت‌های معیوب تعمیر شود یا جوشکاری آنها کاملا پاک شده و مجددا جوشکاری انجام گیرد (به بند 5-4-15-1 رجوع گردد .)

ط : در صورتی که هنگام عملیات حرارتی بعد از جوشکاری [16] دمای فلز داخل کوره از روی دمای فضای داخل کوره بدست آید , محدوده مطابق دماهای فلز باید مشخص شوند (به بند 5-5-2-3 (و) رجوع گردد .)

ی : مشخص کردن نوع عملیات حرارتی (غیر از نرمالیزه کردن) برای قطعاتی که در محدوده , دمائی مناسبی شکل داده نمی‌شوند , قبل و یا بعد از جوشکاری (به بند 5-5-4-1 رجوع گردد .)

ک : تعیین معیار مقبولیت برای عیوب جوش در اتصالات جوشی , غیر از جوش‌های اصلی ساختمان دیگ که در بازرسی چشمی و آزمایشات غیر مخرب آشکار شده‌اند (به بند 5-7-1 رجوع گردد .)

بخش دو : مواد

2-1 کلیات :

این بخش درباره انتخاب مواد و کمیت خواصی که در تعیین تنش‌های طراحی بکار برده می‌شوند , بحث می‌کند . تنها فولادهای کربنی یا کربن منگنز دار باید بکار روند .

2-2 انتخاب مواد :

2-2-1 موادی که در ساخت قطعات تحت فشار بکار می‌روند باید طبق جداول 2-5 (1) یا 2-5 (2) و یا با دیگر مقررات مناسب مشخص شده در این بخش مطابق داشته باشند .

لوله‌های ساده [17] و لوله‌های مقاوم [18] باید یا از نوع بدون درز و یا درز جوش به روش مقاومت الکتریکی [19] یا به روش القائی [20] طبق استاندارد ملی ایران به شماره [21] باشند .

لوله‌های عرضی [22] باید از نوع بدون درز باشند .

سیم‌ها یا الکترودهای جوشکاری باید با بند 2-5 از این استاندارد مطابقت داشته باشند . پیچ‌های دو سردنده [23] پیچ‌ها و مهره‌ها باید با مشخصات مواد مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره [24] مطابقت داشته باشد .

2-2-2 در صورتی که بموجب موافقت صریح میان خریدار , سازنده و مرجع معتبر بازرسی از مواد دیگری برای قطعات تحت فشار استفاده شود (به بند الف 1-7-2-3 رجوع گردد) در آن صورت :

الف : این مواد باید از کیفیت مناسب برای دیگ برخوردار باشند .

ب : این مواد باید با مقررات بند (2-3) مطابقت داشته و دارای مشخصات نوشته شده‌ای باشد حداقل به وسعت و جامعیت مواد مندرج در جداول 2-5 (1) و 2-5 (2) باشد .

ج : این مواد باید از همان نوع و درجه معادل مواد مندرج در جداول 2-5 (1) و 2-5 (2) باشند .

2-2-3 مواد مربوط به قلاب گیرها [25], گیره‌ها [26], قاب [27], و قطعات مشابه دیگری که تحت فشار نیستند و به پوسته دیگ جوش می‌شود باید از هویتی تائید شده برخوردار بوده و با موادیکه به آنها اتصال می‌یابند سازگار باشند .

2-3 مشخصات مواد :

برای موادی متفاوت از مندرجات جداول 2-5 (1) و 2-5 (2) ضوابط کلی یاد شده در بندهای (2-3-2) تا (2-3-7) باید رعایت شوند .

2-3-1 نمادشناسی :

A: درصد ازدیاد طول بهنگام شکست :

E_t: مقدار تنش تسلیم [28] در دمای بالا یا تنش قراردادی 0/2 درصد , که جهت بدست آوردن تنش طراحی (به بند 3-1-4 رجوع گردد) مورد استفاده قرار می‌گیرد .

R_e: تنش تسلیم در دمای محیط که یا به صورت تنش تسلیم بالایی (R_{eH}) و یا تنش قراردادی [29] 0/5 درصد (ازدیاد طولی کلی) (R_t 0/5) تعیین می‌گردد .

R_{eH}: تنش تسلیم بالایی

R_{eL}: تنش تسلیم پائینی در دمای بالا

R_m: مقاومت کششی [30] در دمای محیط

$R_{P0/2}$: تنش قراردادی 0/2 درصد در دمای بالا

$R_{t0/5}$: تنش قراردادی 0/5 درصد (ازدیاد طول کلی)

S_O: سطح مقطع اولیه آزمایش که تحت آزمایش کشش قرار گرفته است .

2-3-2 مشخصات مواد (به بند 2-2-2 رجوع گردد) باید روش تولید فولاد [31] حدود ترکیبی کلیه عناصر تشکیل دهنده , نحوه , عمل اکسیژن زدائی [32] عملیات حرارتی [33] و خواص مکانیکی [34] مناسب را جهت تأئید و مقاصد دیگر معین کند .

2-3-3 حد بالایی مقدار کربن در ترکیب شیمیایی مذاب [35] باید از 0/25 درصد تجاوز نکند , حداکثر مقدار مجاز فسفر و گوگرد نباید هر کدام از 0/05 درصد در ترکیب شیمیایی تجاوز کند .

2-3-4 عمل اکسیژن زدائی باید مناسب با نوع فولاد سفارشی باشد , بخصوص جائی که می‌تواند بر سطح خواص فولاد در دمای بالا تأثیر بگذارد .

بجز موارد زیر باید از فولاد کاملا کشته [36] استفاده شود .

الف : فولاد نیمه آرام [37] ممکن است برای ورق‌ها و لوله‌های بدون درز و درز جوش که حد بالای محدوده مقاومت کششی آنها برابر $640\ N/mm^2$ می‌باشد بکار رود .

ب : فولاد جوشان [38] ممکن است برای لوله‌های جوش شده به روش مقاومت الکتریکی یا جوش شده به روش القائی که حد بالای محدوده مقاومت کششی آنها برای دماهای طراحی حداکثر تا 400 درجه سلسیوس برابر $490\ N/mm^2$ می‌باشد , بکار رود .

یادآوری : برای اطلاعات بیشتر در مورد انواع فولادها به استاندارد ملی ایران به شماره 1600 مراجعه شود .

2-3-5 خواص مکانیکی در دمای محیط باید برای آزمایش‌های قبولی , مطابق استاندارد ملی ایران به شماره [39] باشد که مطالب زیر را مورد بحث قرار می‌دهند مشخص شوند .

R_m = مقاومت کششی

R_e = تنش تسلیم

A = درصد ازدیاد طول بهنگام شکست :

حداقل درصد ازدیاد طول معین شده بهنگام شکست , نسبت به طول اولیه برابر $5/65(S_O)^{0/5}$ باید با نوع فولاد متناسب بوده و حد پائینی آن 20% باشد .

2-3-6 حداقل مقدار تنش تسلیم پائینی , یعنی R_{eL} , یا حداقل مقدار تنش قراردادی 0/2 درصد یعنی R_P 0/2 , در دمای مناسب بالا , طبق استاندارد ملی ایران به شماره [40] برای مواد معادل با مواد مندرج در جدول 2-5 (1) باشد , مشخص گردد .

2-3-7 مواد باید تحت شرایط عملیات حرارتی طبق استانداردهای مربوطه [41] تهیه گردند .

2-4 شکل دادن ورق‌ها :

وضعیت ورق‌هائیکه جهت شکل دادن تهیه می‌شوند باید متناسب با نحوه شکل دادن بوده و مورد توافق سازنده و تهیه کننده , مواد قرار گیرند (به بند 1-7-2-3 (ب) رجوع گردد .)

2-5 خواص مواد در دمای بالا :

2-5-1 اگر مواد مطابق یکی از استانداردهای مندرج در جدول 2-5 (1) , یا طبق یک مجموعه مشخصات معادل که حاوی تنش تسلیم پائینی در دمای بالا یا مقادیر تنش قراردادی 0/2 درصد که از مقادیر معین شده در استانداردهای مربوطه فراتر نمی‌رود تهیه شوند , در آن صورت تنش تسلیم پائینی یا مقادیر تنش قراردادی 0/2 درصد طبق استاندارد مربوطه یا مشخصات معادل , باید مقدار E_t در مقادیر تعیین تنش طراحی (به بند 3-1-4-4 رجوع گردد) بدون تأئید مورد استفاده قرار گیرد .

2-5-2 اگر مواد مطابق مجموعه مشخصاتی که حاوی تنش تسلیم پائینی در دمای بالا یا مقادیر تنش قراردادی 0/2 درصد بزرگتر از مقادیر مشخص شده در استاندارد مربوطه برای مواد معادل مندرج در جدول 2-5 (1) تهیه شوند . در آن صورت چنین مقادیری می‌باید فقط به عنوان مقدار E_t در تعیین مقادیر تنش طراحی (به بند (3-1-4-4 رجوع گردد) بکار روند . مشروط بر آنکه بوسیله آزمایش‌های تأئید شده مورد رسیدگی قرار گرفته یا طبق روش معین شده در استاندارد ملی ایران به شماره [42] مورد بررسی و تأئید قرار گرفته باشند .

2-5-3 چنانچه مواد تهیه شده بر طبق استانداردی باشد که حاوی تنش تسلیم پائینی در دمای بالا یا مقادیر تنش قراردادی 0/2 درصد نبوده مثل مواد مندرج در جدول 2-5 (2) یا مواد معادل آنها در آن صورت مقدار E_t استفاده شده جهت تعیین مقادیر تنش طراحی باید از جدول 2-5 (3) استخراج شده و این مقادیر نیاز به بررسی و تأئید ندارند .

جدول ۲-۵(۱)فولادهای کربنی وکربن منگنزداربا تعیین حداقل خواص دردمای بالا

شکل فولاد	شماره BS	نام اختصاصی	درجه فولاد
ورق	۱۵۰۱ : بخش اول	۱۵۱	۴۰۰ B ۴۳۰ B
		۱۶۱	۴۰۰ B ۴۳۰ B
		۱۶۴	۴۰۰ B
		۲۲۳	۴۶۰ B ۴۹۰ B
لوله	۳۰۵۹ : بخش دوم	S۱, S۲ یا ERW	۳۶۰ B ۴۴۰ B
	۳۶۰۲ : بخش دوم	HFS, CFS CEW یا ERW	۳۶۰ ۴۳۰ ۵۰۰ Nb
	۳۶۰۲ : بخش دوم	SAW	۴۱۰ ۴۶۰
قطعات آهنگری	۱۵۰۳	۱۶۴ ۲۲۳ یا ۲۲۱	۴۹۰ E ۴۱۰ E ۴۳۰ E ۴۶۰ E ۴۹۰ E

جدول ۲-۵(۲)فولادهای کربنی وکربن منگنزداربدون تعیین خواص دردمای بالا

شکل فولاد	شماره BS	نام اختصاصی	درجه‌فولاد
ورق	۱۵۰۱ : بخش اول	۱۵۰۱	۴۰۰ A ۴۳۰ A
		۱۶۱	۴۰۰ A ۴۳۰ A
		۱۶۴	۴۰۰ A
		۲۲۳	۴۶۰ A ۴۹۰ A
لوله	۳۰۵۹ : بخش اول	HFS,CFS یا ERW	۳۲۰
	۳۶۰۱	S یا ERW	۳۲۰ ۳۶۰ ۴۳۰
مقاطع و میله‌ها (۱)	۱۵۰۲	۲۱۱و ۱۶۱و ۱۵۱ یا ۲۲۱	۴۳۰
قطعات (۲) آهنگری	۱۵۰۳	۱۶۴	۴۹۰
		۲۲۳ یا ۲۲۱	۴۱۰ ۴۳۰ ۴۶۰ ۴۹۰

۱-Sections & Bars

۲-Forgings

جدول ۲-۵(۳) مقادیر E_t برای موادی که فاقد خواص در دمای مشخص بالا می باشد.

شکل محصول	شماره استاندارد B.S.	شرح	درجه	ضخامت یا قطر	مقدار E_t در درجه حرارت طراحی			
					۲۵۰ °C	۳۰۰ °C	۳۵۰ °C	۴۰۰ °C
					N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2
ورق	۱۵۰۱ بخش ۱ و ۲	۱۵۱ و ۱۶۱	۴۰۰ A	mm =< ۱۶	۱۶۳	۱۳۶	۱۲۸	۱۲۵
				>۱۶ =< ۴۰	۱۵۵			
				>۴۰ =< ۶۳	۱۵۲			
				>۶۳ =<۱۰۰	۱۴۷			
			۴۳۰ A	=< ۱۶	۱۸۰	۱۵۱	۱۴۳	۱۳۹
				>۱۶ =< ۴۰	۱۷۰			
				>۴۰ =< ۶۳	۱۶۷			
				>۶۳ =<۱۰۰	۱۶۱			
		۱۶۴	۴۰۰ A	=< ۶۳	۱۷۱	۱۵۲	۱۴۳	۱۳۴
		۲۲۳	۴۶۰ A	=< ۶۳	۲۱۳	۱۹۵	۱۸۴	۱۷۲
			۴۹۰ A	=< ۶۳	۲۲۵	۲۰۶	۱۹۳	۱۸۳
لوله	۳۰۵۹ بخش اول	HFS CFS ERW	۳۲۰	- - -	۱۲۵	۱۰۰	۹۱	۸۸
	۳۶۰۱	S ERW	۳۲۰	- - -	۱۲۵	۱۰۰	۹۱	۸۸
			۳۶۰		۱۴۵	۱۲۲	۱۱۱	۱۰۹
			۴۳۰		۱۷۰	۱۵۴	۱۴۲	۱۳۴
مقاطع و میلگرد	۱۵۰۲	۱۵۱،۱۶۱ ۲۲۱و ۲۱۱	۴۳۰	=< ۱۶	۱۸۰	۱۵۱	۱۴۳	۱۳۹
				>۱۶ =< ۴۰	۱۷۰			
				>۴۰ =< ۶۳	۱۶۷			
				>۶۳ =<۱۰۰	۱۶۱			
اهنگری	۱۵۰۳	۱۶۴	۴۹۰	=<۱۰۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۷۱	۱۶۲
		۲۲۱	۴۱۰	=<۱۰۰	۱۵۷	۱۴۱	۱۳۳	۱۲۹
			۴۳۰	=<۱۰۰	۱۶۷	۱۵۰	۱۴۴	۱۳۹
			۴۶۰	=<۱۰۰	۱۸۸	۱۶۵	۱۵۷	۱۵۲
			۴۹۰	=<۱۰۰	۱۹۷	۱۸۰	۱۷۲	۱۶۶
		۲۲۳	۴۱۰	=<۱۰۰	۱۶۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۲۹
			۴۳۰	=<۱۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۱
			۴۶۰	=<۱۰۰	۱۹۷	۱۷۸	۱۶۷	۱۵۷
			۴۹۰	=<۱۰۰	۲۱۴	۱۹۵	۱۸۴	۱۷۲

یادآوری : مقادیر میانی E_t بوسیله میانگین خطی مشخص میگردد .

بخش سه : طراحی

3-1 اصول طراحی

3-1-1 کلیات :

فرمولهای محاسباتی [43], در مورد دیگهایی بکار می‌روند که کاملا طبق شرایط مقرر در این استاندارد ساخته می‌شوند و دیگهایی که با نظارت کافی و در نظر گرفتن مفاد مندرج در پیوست " د " ارائه می‌شوند . منظور این است که دیگهای طراحی شده طبق این استاندارد باید تحت شرایط , عاری از هر گونه رسوب داخلی کار کنند . این امر مستلزم این است که آب تغذیه از کیفیت مناسبی برخوردار باشد .

احتیاط : هرگاه احتمال خطر برای شرایط کاری غیرعادی پیش‌بینی شود . رسوبات بدست آمده , از فرمولها باید مورد ملاحظه ویژه قرار گیرند . (به بند الف 1-7-1 رجوع گردد .)

در مورد دیگهای آب گرم , موقعیت دریچه‌های مسیر جریان باید به گونه‌ای باشد که هوا نتواند در پوسته دیگ یا آب روها محبوس شود . نمونه‌هایی از دیگ و اصطلاحات فنی اجزاء دیگ در شکل‌ها 3-1 (1,) 3-1 (2,) 3-1 (3,) 3-1 (4,) 3-1 (5) داده شده‌اند .

برای دیگهای آب داغ , در صورتی که اختلاف دمای بین آب جریانی (خروجی از دیگ) و آب برگشتی (ورودی به دیگ) بیش از 25 درجه سلسیوس باشد , می‌باید جهت محدود کردن اختلاف دمای مؤثر در داخل دیگ به 45 درجه سلسیوس , وسایل مخلوط کننده داخلی و یا خارجی مورد استفاده قرار گیرند .

برای دیگهای آب داغ , اختلاف دمای اشباع مطابق با فشار گار دیگ و دمای آب برگشتی (ورودی به دیگ) می‌باید کمتر از $80^{\circ}C$ باشد . برای اختلاف دماهای بیش از $60^{\circ}C$, مگر در مورد دیگهای شعله برگشتی [44], فضاهای تنفسی [45] (به بند 3-8-1 رجوع گردد) باید 50% افزایش یافته و حداکثر حرارت خالص ورودی معین شده در شکل (3-1-6) باید 20% کاهش یابد (جهت فراهم شدن امکان افزایش جابجائی‌های نسبی القائی حرارتی ناشی از اختلاف دمای زیاد .)

3-1-2 فشار حرارتی :

فشار طراحی P عبارتست از فشاری که در فرمولهای داده شده در این بخش جهت محاسبه قطعات تحت فشار باید بکار رود .

در صورت امکان , به هنگام تعیین فشار طراحی , فشار هیدرواستاتیک نیز باید به حساب آید . در طراحی دیگهای آب گرم برای محاسبه فشار طراحی Flash margin نیز باید در نظر گرفته شود , هرگاه فشار هیدرواستاتیکی کمتر از 10% فشار کاری دیگ باشد , در نظر گرفتن آن لازم نیست .

فشار طراحی نباید از بالاترین فشاری که هر شیر اطمینان برای آن تنظیم می‌شود , کمتر باشد . بهتر است که محدوده‌ای میان فشار واقعی که دیگ در آن کار می‌کند و پایین‌ترین فشاری که هر شیر اطمینان جهت باز شدن در آن تنظیم می‌شود , وجود داشته باشد تا از باز شدن‌های غیرلازم شیرهای اطمینان جلوگیری شود . شیرهای اطمینان باید دارای قابلیت جلوگیری از بالا رفتن فشار دیگ به بیش از 110% فشار طراحی را داشته باشند .

3-1-3 دمای طراحی

3-1-3-1 نمادگذاری

A: سطح حرارتی تابشی مؤثر m^2 (شکل‌های 3-1(-1) تا 3-1- (5) ملاحظه شوند .

e_1: ضخامت اسمی لوله mm

e_2: ضخامت اسمی ورق mm

H: مقدار حرارت خالص ورودی بر حسب وات (حداکثر میزان حرارت منتشره توسط مشعل براساس ارزش حرارتی خالص سوخت)

t: دمای طراحی $^{\circ}C$

t_g: دمای واقعی گاز ورودی $^{\circ}C$

ts: دمای اشباع آب ($^{\circ}C$) در فشار طراحی برای دیگهای بخار و آب داغ

3-3-1-2 تعیین دمای فلز :

احتراق باید در کوره کامل شود . جهت اطمینان از ترکیب‌های بی‌خطر مشعل یا دیگ , حداکثر خالص ورودی برای یک کوره با قطر معین باید مطابق شکل 3-1 (6) باشد . مشعل‌های از نوع روشن / خاموش [46] نباید برای حرارت‌های ورودی متجاوز از 1 مگاوات بکار روند . محلی برای نمونه‌برداری باید پیش‌بینی شود , بطوریکه بتوان دمای گاز حاصل از احتراق و تجزیه شیمیائی آن را در محفظه برگشت [47] اندازه‌گیری نمود .

دمای طراحی t که برای برآورد تنش طراحی بکار می‌رود باید برابر دمای متوسط موردنظر فلز در شرایط کاری برای قطعه تحت فشار باشد . این دما نباید کمتر از 250 درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود .

دمای طراحی مربوطه به قطعات مختلف دیگ باید مطابق زیر مشخص شود :

الف : برای پوسته‌ها و دیگر قطعاتی که جهت مقاصد انتقال حرارت طراحی نشده‌اند دمای طراحی ممکن است همان حداکثر دمای آب داخل پوسته در نظر گرفته شود .

ب : برای لوله‌های دود , دمای طراحی باید مطابق معادلات زیر تعیین شود :

$$t_s = (t_l + 2e) \quad \text{یا}$$

$$t_s = (t_l + 25) \quad \text{هرکدام که بزرگتر باشند .}$$

ج : دمای طراحی برای ورقهای ساده که در تماس مستقیم با شعله نیستند , برای صفحه لوله‌ها [48] در صورتی که دمای محصولات احتراق ورودی از 800 درجه سلسیوس تجاوز ننماید و برای ورق‌های لفاف [49] محفظه برگشت , باید مطابق معادلات زیر تعیین شود .

$$t_s = (t_l + 2e) \quad \text{یا}$$

$$t_s = (t_l + 50) \quad \text{هر کدام که بزرگتر باشند .}$$

د : برای صفحه لوله‌ها در دیگهائی با آتشی مستقیم که در آنها دمای گاز ورودی t_G از $800^\circ C$ تجاوز می‌کند . دمای طرح و حداکثر دمای فلز باید طبق پیوست (ج) با استفاده از مشخصات گاز طبیعی و t_G که از فرمول زیر بدست می‌آید تعیین کردند :

$$t_G = 52/4\left(\frac{H}{A}\right)^{0/25}$$

برای صفحه لوله‌ها در دیگهائی که از گرمای مازاد سیستم‌های دیگر استفاده می‌کنند , دمای طرح و حداکثر دمای فلز باید مطابق پیوست (ج) با استفاده از دمای ورودی گاز معین جائی که این دما از $800^\circ C$ تجاوز می‌کند , تعیین کردند.

ه : حداکثر دمای فلز که مطابق پیوست (ج) تعیین می‌شود نباید از $420^\circ C$ تجاوز نماید مگر جائی که لوله‌های تولید شده از فولاد جوشان [50] نصب شده باشند , که در این مورد حداکثر دمای فلز نباید از $380^\circ C$ تجاوز نماید .

این ضوابط برای روشهای اتصال لوله که در شکل‌های 3-9-2 (1) و 3-9-2 (2) نشان داده شده , باید بکار روند که در این روش‌های ساخت , تماس حرارتی مطلوبی را بین لوله و صفحه لوله تامین می‌کند . روشهای ساخت دیگر که تماس حرارتی مطلوبی را تامین نمی‌کنند تنها باید با موافقت سازنده و مرجع معتبر بازرسی بکار روند . (به بند 1-6-2-3 (ج) رجوع گردد .)

و : در مورد صفحه لوله در سیستمهایی که از گرمای مازاد سیستمهای دیگر استفاده می‌کنند , زمانی که دمای تعیین شده , گاز ورودی از $800^\circ C$ تجاوز می‌نماید و همچنین زمانی که حداکثر دمای فلز که طبق مشخصات پیوست (ج) تعیین گردیده از محدوده پذیرفته شده در قسمت (ه) تجاوز می‌نماید , می‌توان صفحه لوله را بطور دائم و مطمئن عایق کاری نمود و همچنین حفاظهای عایق حرارت در ورودی لوله‌ها جهت کاهش دمای فلز قرار داد .

در چنین مواردی مقرارت بند (ج) صادق می‌باشد . در صورتی که ضخامت مواد نسوز به گونه‌ای در نظر گرفته شود که از حدود دمای طراحی تجاوز ننماید .

به منظور تعیین ضخامت مورد نیاز مواد نسوز , باید فرض شود که دمای سطح داغ ماده نسوز برابر دمای گاز t_G و دمای صفحه لوله‌های در سمت آب برابر t_s می‌باشد .

دمای صفحه لوله‌ها t (در لایه میانی) با انجام محاسبات ساده , انتقال با احتساب ضخامت ماده نسوز , صفحه لوله‌ها و ضرایب انتقال حرارتی هر یک محاسبه می‌گردد .

ز : دمای طراحی فلز کوره‌ها و جعبه دودها باید مطابق معادله زیر تعیین شود :

$$t = t_s + \frac{3e}{2} + 15$$

3-1-4 تنش طراحی

3-1-4-1 نمادشناسی

E_t: مقدار تنش تسلیم در دمای بالا یا تنش قراردادی 0/2 درصد در دمای طراحی t (به بخش 2-5 رجوع گردد .)

f: تنش طراحی (N/mm^2)

R_m: مقاومت کششی در دمای محیط (N/mm^2)

t: دمای طراحی ($^\circ C$)

3-1-4-2 عبارت (تنش طراحی) که با علامت f مشخص شده , عبارتست از تنشی که باید در فرمولهای این استاندارد برای محاسبه قطعات تحت فشار بکار رود . قواعد طراحی شرح داده شده در این بخش , برای نوع بارگذاری موردنظر , تنش‌های حداکثر واقعی را در محدوده‌ای قابل قبول نگه می‌دارد .

3-1-4-3 طراح باید تنش طراحی f را از روی خواص مواد , همانطور که در بند 2 تعریف شده‌اند و ضوابط داده شده دربند (3-1-4-4) تعیین نماید .

برای فولاد مورد نظر، ممکن است فرض شود که عملیات حرارتی بعد از جوشکاری [51] تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقادیر مقاومت کششی که جهت محاسبات باید بکار روند، نمیگذارد.

یادآوری: هر گونه کاهشی در خواص اینگونه فولادها در جهت استفاده‌ای که روی هم رفته از تنش زدائی سازه حاصل می‌آید، دانسته میشود. اما عملیات حرارتی جوشکاری بعدی در این متن به معنای عملیات حرارتی در داخل محدوده، مذکور در بند (5-5-2) میباشد. در طراحی ها هنگامیکه یک تغییر شکل جزئی حائز اهمیت باشد، ورقی که بعد از نرمالیزه شدن حداقل خواص معین شده به اضافه شرایط مشابه عملیات حرارتی 3 ساعته جوشکاری بعدی را حائز باشد، باید مشخص گردد. (به بند 3-4-19 از BS 1501: بخش اول: 1980 رجوع گردد).

3-1-4-3 تنش طراحی f باید برابر هز یک از مقادیر زیر که کوچکترند باشد :

$$\frac{E_t}{1/5} \quad \text{و} \quad \frac{R_m}{2/4}$$

یادآوری : برای دماهای طراحی غیر از دماهائی که در آنها مقادیر E_t در مشخصات مواد قید شده‌اند مقادیر میانی به روش میان‌یابی خطی تعیین می‌شوند .

3-2 پوسته‌های استوانه‌ای تحت فشار داخلی

3-2-1 نمادها :

C: حد مجاز خوردگی , باید برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته شود , مگر اینکه بر روی یک عدد بزرگتر بخاطر در نظر گرفتن شرایط نامطلوب توافق شود .

D: قطر داخلی (mm)

e: حداقل ضخامت پوسته (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (به بند 3-1-4 رجوع گردد).

P: فشار طراحی (N/mm^2)

R_1: شعاع داخلی پوسته (mm)

z: ضریب کاهش تنش :

برای دیگهای دسته 1 یا برای پوسته‌های بدون درز , مساوی 1

برای دیگهای دسته 2 مساوی 0/85

برای دیگهای دسته 3 مساوی 0/65

3-2-2 حداقل ضخامت فقط برای بار فشاری

حداقل ضخامت فقط برای بار فشاری باید از فرمول زیر محاسبه شود , لیکن در هیچ موردی مقدار آن نباید از 6 میلیمتر برای پوسته‌های دارای قطر خارجی بزرگتر از 1000 میلیمتر و کمتر از 4 میلیمتر برای پوسته‌های دارای قطر خارجی کمتر یا مساوی 1000 میلیمتر کمتر باشد .

$$e = \frac{PR_i}{fz - 0/5p} + C$$

جائی که صفحات وصله‌ای انتهائی [52] بکار روند (مانند شکلهای ب (3) (الف) و (ب)) ضخامت ورق پوسته در محدوده یک فاصله 250 میلیمتری , از صفحه , انتهایی باید برابر بزرگترین مقدار e که از فرمول بالا e_1 که از فرمول زیر بدست می‌آید , باشد .

$$e_1 = e_{cs} + C$$

که در آن

$$e_{cs} = \frac{PR_i}{fx - 0/5p}$$

در این رابطه X ضریبی است که از جدول زیر بدست می‌آید .

X	$\frac{e_{cp}}{e_{cs}}$
0/8	> = 1/4
1/0	< = 1/0

e_{cp} : عبارتست از ضخامت ورق انتهایی در محل اتصال با پوسته .

برای مقادیرمیانی $\frac{e_{cp}}{e_{cs}}$ مقادیر X را باید به کمک روش میان یابی خطی بدست آورد .

e_{CP}: عبارتست از ضخامت ورق انتهایی در محل اتصال با پوسته .

$\frac{e_{CP}}{e_{CS}}$ برای مقادیر میانی مقادیر X را باید به کمک روش میان یابی خطی بدست آورد .

3-2-3- قابلیت کاربردی فرمولهای بند (3-2-2):

فرمولهای ارائه شده در بند 3-2-2, را فقط می‌توان در صورت برآورده شدن شرایط زیر بکار برد :

الف : نسبت شعاع خارجی به شعاع داخلی از 1/5 تجاوز نکند .

ب : در مورد پوسته‌های جوش شده , در هر اتصال طولی , خطوط میان تار ضخامت‌ها در امتداد یکدیگر باشند .

انحراف از خط تراز ناشی از عیوب ساخت , نباید از مقادیر ارائه شده در بندهای 5-4-10 و 5-4-11 تجاوز کند .

ج : در محاسبه , ضخامت پوسته‌های استوانه , لزومی نیست که تنش‌های ناشی از " خارج از کردی " [53] تا حدودی حداکثر نشان داده شده در زیر به حساب آیند . و پوسته‌های استوانه باید با رواداری ارائه شده در بند (4-4-2) مطابقت داشته باشند .

$\frac{e}{D} < 0/01$	برای نسبت	1/5%
$\frac{e}{D} >= 0/01$	برای نسبت	1 %

3-2-4 بارهای اضافی:

هیچ ترکیبی از تنش‌های ناشی از بارهای روی پوسته دیگ نباید از حدود ارائه شده در استاندارد ملی ایران به شماره [54] تجاوز کند.

3-2-5 تکیه گاههای دیگ:

3-2-5-1 تکیه گاههای پایه‌ای:

هرگاه دیگهای با قطر خارجی پوسته کمتر از 1500 میلیمتر بر روی پایه‌هایی متکی باشند، ضخامت پوسته باید با بکار بردن یک ضریب کاهنده تنش برابر 0/85 یا کمتر از آن محاسبه شود (به بند 3-2-1 رجوع گردد) مگر اینکه در مورد دیگهای دسته یک، تنش‌های داخلی پوسته که مطابق استاندارد ملی ایران به شماره [55] محاسبه میشوند، مابین حدود قابل قبول ارائه شده در استاندارد مذکور.

در محاسبه، تنش‌ها، تمام دیگها باید در دمای طراحی که از 250 درجه سلسیوس کمتر نباشد کاملا پر از آب درنظر گرفته شود.

یادآوری: یک مثال محاسبه‌ای، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره [55] جهت تعیین تنش‌های پوسته برای دیگی با تکیه گاههای پایه‌ای در پیوست "و" ارائه شده است.

3-2-5-2 تکیه گاههای زینی شکل [56]

3-2-5-2-1 کلیات:

زمانیکه دیگها برروی این نوع تکیه گاهها مستقر باشند، زاویه مرکزی O (شکل 3-2-5-2 (A) ملاحظه شود) در مورد دیگهای با قطر خارجی پوسته کمتر از 1500 میلیمتر نباید از 60 درجه و در مورد دیگهای با قطر خارجی 1500 میلیمتر یا بیشتر از آن نباید از 90 درجه کمتر باشد.

زمانی که زاویه O در دیگهای با قطر خارجی پوسته کمتر از 1500 میلیمتر از 90 درجه کمتر است , ضخامت پوسته باید با بکار بردن ضریب کاهنده تنش زمانی که 0/85 یا کمتر از آن محاسبه شود (به بند 3-2-1 مراجع گردد .)

زمانی که دیگهای با قطر خارجی پوسته 1500 میلیمتر یا بزرگتر از آن بر روی تکیه‌گاههای زینی شکل مستقر می‌شوند ,

تنش محیطی مرکب داخل پوسته باید مطابق مقررات زیر باشد .

در محاسبه تنش‌ها , تمام دیگها می‌باید در دمای طراحی که از 250°C کمتر نباشد کاملا پر از آب در نظر گرفته شود .

3-2-5-2-2 نمادها (به شکل 3-2-5-2 رجوع گردد :)

A: فاصله صفحه انتهایی دیگ تا مرکز تکیه‌گاه زینی شکل (mm)

B: پهنای ورق بالای زین $> = 10e$ (mm)

e_C: ضخامت اسمی پوسته منهای حد مجاز خوردگی (mm)

K: ضریب بدست آمده از شکل (b) 3-2-5-2

L: طول پوسته دیگ بین صفحات انتهایی (mm)

P: فشار طراحی دیگ (N/mm^2)

Q: نیروی وارد بر زین (N)

R: شعاع متوسط پوسته استوانه‌ای (mm)

O: زاویه , مرکزی روبروی زین , محصور بین لبه‌های زین (درجه)

3-2-5-2-3 تعیین تنش محیطی مرکب :

تنش محیطی مرکب , O , ناشی از تنش اولیه کلی غشائی به اضافه تنش اولیه موضعی غشائی به اضافه تنش اولیه خمش در سطح داخل پوسته , که از رابطه زیر بدست می‌آید , نباید از 1/5f تجاوز نماید .

اگر $\frac{L}{R} > 8$ باشد در این صورت :

$$O = \frac{PR}{e_c} = \frac{Q}{4e_c(B + 10e_c)} + \frac{1/5\,KQ}{e_c^2}$$

اگر $\frac{L}{R} < 8$ باشد، در این صورت :

$$O = \frac{PR}{e_c} - \frac{Q}{4e_c(B+10e_c)} + \frac{12\,KQR}{L(e_c)^2}$$

3-3 صفحات انتهائی عدسی شکل و لبه‌دار [57]

3-3-1 نمادها :

D_O: قطر خارجی صفحه انتهائی (mm)

e: ضخامت صفحه انتهائی (mm)

H: ارتفاع خارجی عدسی (mm)

r_i: شعاع داخلی گوشه (mm)

R_i: شعاع داخلی عدسی (mm)

3-2-2 صفحات انتهائی عدسی شکل یا قوس کروی [58] , نیمه بیضوی [59] , نیمه کروی [60] مهار نشده که از قسمت گرد تحت فشار هستند .

3-3-2-1 صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس کروی :

صفحات انتهائی عدسی شکل باید با روابط ابعادی زیر شکل گیرند :

$$0/005\,D_o \leq e \leq 0/08\,D_o$$

$$R_i \geq D_o$$

$$r_i \geq 0/1\,D_o$$

$$r_i \geq 2e$$

$$H \geq 0/18\,D_o$$

3-3-3-2 صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس نیم بیضوی :

صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس نیم بیضوی باید با روابط زیر شکل گیرند :

(به شکل 3-3 (1) (ب) رجوع شود)

$$0/005\,D_o \leq e \leq 0/08D_o$$

$$H \Rightarrow 0/18D_o$$

3-3-3-2 صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس نیم کروی :

صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس نیم کروی باید با رابطه زیر شکل گیرد

$$0/005\,D_o \leq e \leq 0/19D_o$$

3-3-3 ضخامت :

3-3-3-1 نمادها :

C: حد مجاز خوردگی که برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود (مگر اینکه بخاطر شرایط نامطلوب بر روی عددی بزرگتر توافق شده باشد .

e: ضخامت صفحه انتهائی عدسی شکل پس از شکل دادن (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (به بند 3-1-4 رجوع گردد .)

k: ضریب شکل (به بند 3-3-3-3 رجوع گردد .)

p: فشار طراحی (N/mm^2)

3-3-3-2 با توجه به محدودیتهای ارائه شده در بند 3-3-2 ضخامت هر یک از سه نوع صفحه , انتهائی عدسی شکل باید از فرمول زیر محاسبه شود :

$$e = \frac{pD_o K}{2f} + C$$

حداقل ضخامت e در هیچ شرایطی نباید از 6 میلیمتر کمتر باشد .

3-3-3-3 ضریب شکل k که در بند 3-3-3-2 بکار می‌رود از یک مجموعه منحنی داده شده در شکل 3-3 (2) بدست می‌آید و به نسبت ارتفاع به قطر $\frac{H}{D}$ بستگی دارد . منحنی رسم شده با خط پر از این مجموعه معرف ضریب k برای صفحات ساده (یعنی سوراخ نشده) می‌باشد .

در جائی که مقدار $\frac{H}{D_O}$ از 0/25 کمتر است , مقدار k علاوه بر قسمت $\frac{H}{D}$ به نسبت ضخامت به قطر $\frac{e}{D_O}$ ممکن است محاسبه به روش سعی و خطا لازم باشد .

3-3-4 سوراخ‌ها در صفحات انتهائی عدسی شکل :

3-3-4-1 نمادها (به شکل شماره 3-3 (3) و 3-3 (4) رجوع گردد .

A: مساحت سطح مقطع مؤثر تقویتی (mm^2) دو برابر مساحت هاشور خورده در شکل 3-3 (4.)

d: قطر بزرگترین سوراخ در صفحه انتهائی (mm) (به شکل 3-3 (3) رجوع گردد) (در حالیکه سوراخ بیضی است , محور بزرگتر بیضی)

d_1: سوراخ کوچکتر در شکل 3-3 (3) (mm)

d_o: قطر داخلی حلقه تقویتی (mm) (به شکل 3-3 (4) رجوع گردد .

D_o: قطر خارجی صفحه انتهائی عدسی شکل (mm)

e: ضخامت واقعی صفحه انتهائی (mm)

L_1: عرض مؤثر تقویتی (mm) (به شکل 3-3 (4) رجوع گردد).

L_2: طول مؤثر حلقه تقویتی (mm) (به شکل 3-3 (4) رجوع گردد .)

L_t: ضخامت واقعی حلقه تقویتی (mm)

r_m: شعاع لبه سوراخهای لبه دار (mm)

R_i: شعاع داخلی قسمت کروی یک صفحه انتهائی با قوس کروی (mm) یا برای یک صفحه انتهائی بیضوی , شعاع داخلی دایره نصف النهار بیضی در مرکز سوراخ (mm)

3-3-4-2 سوارخهای تقویت نشده :

سوراخهای ایجاد شده در صفحه‌های انتهائی عدسی شکل ممکن است مدور یا تقریباً بیضوی باشند , منحنی‌های رسم شده با خط چین در شکل 3-3 (2) مقادیر k را که دربند 3-3-3-2 برای صفحات انتهائی با سوراخهای تقویت نشده (مثلا سوراخهای آدم رو یا سوراخهای لوله رو) بکار می‌روند , بدست می‌دهند . انتخاب منحنی صحیح به مقدار $\frac{d}{(D_O e)^{0/5}}$ بستگی دارد .

جهت انتخاب منحنی صحیح محاسبه سعی و خطا لازم است . در کلیه موارد ضوابط زیر باید برآورد شوند .

$\frac{e}{D_O}$ نباید از 0/1 تجاوز نماید .

$\frac{d}{D_O}$ نباید از 0/5 تجاوز نماید .

یادآوری : با توجه به شکل 3-3 (2) ملاحظه می‌شود که برای هر نسبت انتخاب شده $\frac{H}{D_O}$ منحنی مربوط به صفحات انتهائی سوراخ نشده مقداری برای $\frac{d}{(D_O e)^{0/5}}$ و همچنین برای K نشان می‌دهد , سوراخهائیکه مقدار $\frac{d}{(D_O e)^{0/5}}$ برای آنها از مقداری که به ترتیب بالا بدست می‌آید بزرگتر نباشد می‌توانند در صفحه انتهائی طرح شده برای حالت بی‌سوراخ تعبیه شوند بدون اینکه به ضخامت صفحه افزوده شود .

3-3-4-3 قواعد بند 3-3-4-2 بطور یکسان برای سوراخهای لبه‌دار و سوراخهای بدون لبه که بطور ساده در ورق صفحه انتهائی بریده شده‌اند , بکار می‌روند . بخاطر لبه‌دار شدن هیچگونه کاهشی در ضخامت صفحه انتهائی نباید بعمل آید . اگر سوراخها لبه‌دار باشند شعاع r_m لبه نباید از 25 میلیمتر کمتر باشد (به شکلهای 3-3 (1) و 3-3 (3) رجوع گردد .)

3-3-4-4 سوراخ‌های تقویت نشده و لبه‌دار صفحات انتهائی عدسی شکل باید طوری قرار گیرند که فاصله لبه سوراخ تا لبه خارجی و فاصله بین سوراخها از مقادیری که در شکل 3-3 (3) نشان داده شده کمتر نباشند .

3-3-4-5 سوراخ‌های تقویت شده :

در جائیکه لازم می‌آید که از سوراخ بزرگی در روی صفحه انتهائی عدسی شکل استفاده شود که ضخامت آن از آنچه که طبق بند 3-3-4-2 مورد نیاز است کمتر است , تقویت صفحه انتهائی باید انجام گیرد . تقویت کننده ممکن است شامل یک حلقه یا لوله جوش شده در سوراخ و یا ورقهای تقویت کننده که در ناحیه سوراخ یا خارج و یا داخل صفحه انتهائی جوش شده (به شکل 3-3 (4) رجوع گردد) یا ترکیبی از این دو روش باشد .

فقط آن مقدار از ماده تقویتی اضافه شده را که در محدوده‌های زیر هستند باید به منزله تقویت کننده مؤثر بحساب آورد .

الف : عرض مؤثر L_1 تقویت کننده نباید از $\frac{d_O}{2}$ یا $(2R_i e)^{0/5}$ هرکدام که کوچکتر هستند , تجاوز کند .

ب : طول مؤثر L_2 حلقه تقویت کننده نباید از $d_o L_t$ تجاوز نماید .

ابعاد L_1 و L_2 در شکل 3-3 (2) نشان داده شده‌اند .

ضریب شکل K مربوط به یک صفحه انتهائی عدسی شکل که دارای یک سوراخ تقویت شده است می‌تواند از روی شکل 3-3 (2,) یا جایگزین نمودن مقدار زیر بدست آید :

$$\frac{d - \frac{A}{e}}{(D_o e)^{0/5}} \quad \text{برای} \quad \frac{d}{(D_o e)^{0/5}}$$

مساحت هاشور زده نشان داده شده در شکل 3-3 (4) باید مطابق زیر محاسبه شود :

الف : مساحت مقطع تقویت کننده را هم در داخل و هم در خارج صفحه انتهائی , در محدوده طول L_1 محاسبه نمائید .

ب : به مقدار فوق مساحت مقطع آن قسمت از ساقه نازل که تا فاصله L_2 به داخل صفحه انتهائی وارد شده را اضافه کنید .

ج : به مقدار فوق مساحت کامل مقطع آن قسمت از ساقه نازل که در خارج سطح داخلی صفحه انتهائی تا فاصله L_2 کشیده می‌شود را اضافه کنید و از آن مساحت مقطعی را کم نمائید که ساقه‌دار می‌بود , اگر ضخامت آن طبق معادله 3-9-4-1 بدون توجه به حداقل ضخامت از جدول 3-9-4-1 محاسبه می‌شد .

هرگاه جنس حلقه ورق‌های تقویتی دارای تنش مجازی کمتر از صفحه انتهائی باشد در آن صورت سطح مقطع مؤثر باید به کمتر از مقداری که نسبت به اختلاف تنش‌های مجاز مواد حساب شده , کاهش یابد .

همانطور که دربند 3-3-4-2 بیان شده , محاسبه سعی و خطا جهت انتخاب منحنی صحیح لازم می‌باشد .

هیچگونه کاهشی بخاطر مقاومت اضافی موادی که دارای مقدار تنش بالاتری از تنش مربوط به صفحه انتهائی هستند نباید در نظر گرفته شود .

3-3-5 صفحات انتهائی عدسی شکل و لبه‌دار برای ریگهای نوع کورنیش [61] , و لانکاشایر [62]

3-3-5-1 نمادشناسی :

C: حد مجاز خوردگی برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود مگر اینکه بخاطر شرایط نامطلوب بر روی عددی بزرگتر توافق شود .

e: ضخامت صفحه انتهائی (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (به شکل 3-1-4 رجوع گردد .)

f_1: 0/8f =

h_f: عمق کلی فلنچ تقویتی (mm)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

R_i: شعاع داخلی انحنای صفحه انتهائی (mm)

W: قطر کوچک سوراخ آدم رو (mm)

3-3-5-2 حداقل ضخامت :

صفحات انتهائی عدسی شکل یک تکه با لبه‌های خارجی یا داخلی برای کوره‌های بدون مهار باید از فرمول زیر تعیین شود :

$$e = \frac{PR_i}{2f_1} + C$$

شعاع داخلی قوس صفحه انتهائی نباید از 1/5 برابر قطر خارجی پوسته متصل به آن تجاوز نماید . شعاع داخلی زانوی قوس متصل کننده لبه استوانه‌ای بسطح کروی صفحه انتهائی نباید از سه برابر ضخامت ورق کمتر باشد , لیکن در هیچ حالتی نباید از 64 میلیمتر کمتر باشد .

3-3-5-3 در جائیکه صفحه انتهائی دارای یک سوراخ آدم رو باشد , تقویت آن باید توسط فلنج کردن لبه‌های سوراخ و یا استفاده از یک حلقه سفت کننده [63] مانند شکل 3-6-2 صورت گیرد . در هر یک از حالات عمق کلی قسمت لبه‌دار , یا حلقه , که در قطر کوچک اندازه گرفته می‌شود نباید از مقداری که از فرمول زیر تعیین می‌شود کمتر باشد .

$$h_f = (ew)^{0/5}$$

3-3-6 تاج‌های عدسی شکل و لبه‌دار برای دیگهای عمودی :

3-3-6-1 نمادها :

C: حد مجاز خوردگی برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود مگر اینکه بخاطر شرایط نامطلوب بر روی عددی بزرگتر توافق شده باشد .

e: ضخامت ورق تاج (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (شکل 3-1-4 ملاحظه شود .)

f_2: 0/65f

f_3: 0/5f

f_4: 0/3f

h_f: عمق کلی فلانج سوراخ آدم رو (mm)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

R_i: شعاع داخلی انحنای قوس ورق تاج (mm)

3-3-6-2 حداقل ضخامت تاج‌های عدسی شکل و لبه‌دار برای دیگهای عمودی که از سمت کود تحت فشار قرار دارند و توسط دودکش‌های مرکزی مهار می‌شوند باید از فرمول زیر تعیین گردد :

$$e = \frac{PR_i}{2f - 1} + C$$

شعاع داخلی قوس تاج نباید از قطر خارجی استوانه متصل به آن بزرگتر باشد .

شعاع داخلی قوس قطعه‌ای که به پوسته یا آتشدان فلانج می‌شود نباید از چهاربرابر ضخامت ورق تاج کمتر , و در هیچ حالتی از 64 میلیمتر کمتر باشد .

شعاع داخلی قوس قسمتی که به دودکش فلانج می‌شود نباید از دو برابر ضخامت صفحه تاج کمتر , و در هیچ حالتی از 25 میلیمتر کمتر باشد .

3-3-6-3 مواردی که تاج قوسی شکل دارای یک سوراخ آدم رو می‌باشد , سوراخ باید توسط لبه‌دار کردن تقویت گردد . عمق کلی قسمت لبه‌دار که از سطح خارجی ورق روی قطر کوچکتر اندازه گرفته می‌شود نباید از مقدار تعیین شده در بند (3-3-5-3) کمتر باشد .

3-3-6-4 حداقل ضخامت تاج‌های قوسی شکل و لبه‌دار برای آتشدان دیگهای عمودی که از سمت برآمده تحت فشار بوده و بوسیله دودکش مرکزی مهار می‌شوند باید از فرمول زیر تعیین شود .

$$e = \frac{PR_i}{2f - 1} + C$$

شکل عمودی و اندازه شعاع گوشه باید شبیه آنچه که دربند 3-3-6-2 مشخص شده باشند .

3-3-6-5 ضخامت تاج قوسی شکل و لبه‌دار مربوط به آتشدان دیگهای عمودی که از سمت برآمده تحت فشار هستند و بوسیله هیچ نوع مهاری تقویت نمی‌شوند باید از فرمول زیر تعیین شوند , لیکن این ضخامت در هیچ حالتی نباید از ضخامت آتشدان کمتر باشد .

$$e = \frac{PR_i}{2f - 1} + C$$

شکل عمودی و اندازه شعاع گوشه باید شبیه آنچه که در بند 3-3-6-2 مشخص شده باشند .

3–4 سوراخهای روی پوسته‌های استوانه‌ای :

3–4–1 نمادها :

A: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

B: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

C: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

d: قطر سوراخ (mm) (شکل 3–4–4 ملاحظه شود .)

$\frac{d}{D_O}$ یا , در مورد سوراخهای غیر مدور d معادل قطر بزرگ سوراخ در نظر گرفته شود مگر در مورد در بندهای 3–4–2 و 3–4–4, d باید برابر قطری از سوراخ که موازی محور طولی پوسته است منظور گردد .

D: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

D_O: قطر خارجی پوسته (mm)

e: ضخامت واقعی پوسته (mm)

e_a: ضخامت واقعی دیواره انشعاب (mm)

e_r: ضخامت واقعی تقویتی اضافه شده در خارج پوسته (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (بند 3–1–4 ملاحظه شود .)

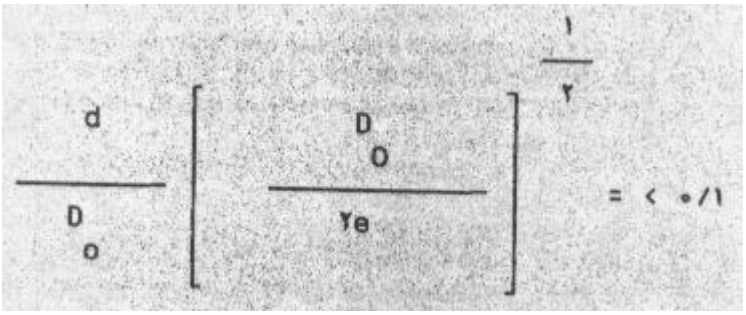
P: فشار طراحی (N/mm^2)

X: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

Y: به شکل 3–4–4 رجوع گردد .

3–4–2 سوراخهای تقویت نشده :

در صورتیکه رابطه زیر برقرار باشد هیچگونه تقویتی لازم نیست .



3–4–3 سوراخهای دارای یک ترتیب مشخص .

اینگونه سوراخها مانند سوراخهای لوله رو باید مطابق قواعد مربوط به لگامنت [64] که در استاندارد ملی ایران به شماره [65] ارائه شده , طراحی شوند بشرط اینکه قطر بزرگترین سوراخ این گروه از مقدار مجاز ارائه شده دربند 3–4–2 تجاوز نکند .

3–4–4 سوراخهای تقویت شده :

سوراخهای بزرگتر از آنچه که دربند 3–4–2 مجاز شمرده باید تقویت شوند ولی در هیچ مواردی نباید نسبت $\frac{d}{D_O}$ از 0/3 بزرگتر باشد مگر اینکه مطابق قواعد مربوط به تقویت سوراخها که در استاندارد ملی ایران به شماره [66] ارائه شده است تقویت شوند هرجا که عملی باشد ,

تقویت باید با احتساب مساحت مقطع ماده‌ای که در آن محل از دست رفته شامل جوشهای اتصال به میزانی بیش از حداقل مورد لزوم برای ضخامت ورق و انشعاب , همانگونه که در شکل 3-4-4 مشاهده می‌شود انجام گیرد و ضخامت انشعاب در جائی که ضروری است افزایش یابد . تقویت زمانی کافی دانسته می‌شود که مساحت تقویت کننده Y (شکل 3-4-4 ملاحظه می‌شود) مساوی یا بزرگتر از مساحت مورد لزوم برای تقویت کننده (مساحت X) باشد . مساحت X باید بصورت حاصلضرب شعاع داخلی انشعاب در ضخامت A لازم برای پوسته محاسبه شود , در حالتیکه پوسته کاملا بدون سوراخ باشد (چه سوراخ عبور لوله و چه سوراخهای دیگر) ضخامت A مطابق فرمول ارائه شده در بند 3-2-2 با فرض Z=1 و صرف‌نظر از حداقل ضخامت خواسته شده در بند 3-2-2 محاسبه می‌شود .

مساحت Y باید در صفحه‌ایکه از محور انشعاب موازی با محور طولی پوسته می‌گذرد اندازه گرفته شود و مطابق زیر محاسبه گردد :

الف : برای آن قسمتی از انشعاب که از پوسته بیرون می‌آید , مساحت کامل مقطع ساق انشعاب تا فاصله C از سطح واقعی خارجی ورق پوسته را محاسبه نموده و از آن مساحت مقطعی C که دنبال ساق انشعاب خواهد داشت (اگر ضخامت آن مطابق فرمول ارائه شده در بند 3-2-2 محاسبه شده باشد) را کم کنید , با فرض Z=1 و صرف‌نظر کردن از حداقل ضخامت خواسته شده در بند 3-2-2.

ب : به مقدار فوق مساحت کامل مقطع آن قسمتی از ساق انشعاب را که در داخل پوسته تا فاصله C از سطح داخلی پوسته پیش رفته اضافه کنید .

ج : به مقدار فوق مساحت مقطع جوشهای نواری [67] در دو طرف پوسته را اضافه کنید .

د : به مقدار فوق مساحت حاصله از ضرب اختلاف بین ضخامت واقعی پوسته و ضخامت سوراخ نشده , پوسته A در طول D را اضافه کنید .

چنانچه رسیدن به یک مساحت کافی Y به روش بالا عملی نباشد , باید تقویتی اضافه با هر یک از ترتیبات نمونه نشان داده شده در شکلهای ب (27,) ب (26) و یا با استفاده از روش دیگری که متقابلا بین خریدار , سازنده و مرجع بازرسی بر سر آن توافق می‌شود فراهم گردد . (به بند (د) 3-2-7-1 رجوع گردد)

در این حالت سطح مقطع تقویتی اضافی و جوشهای اتصالی آن باید در داخل محدوده ابعاد C و D که هر دو در شکل 3-4-4 نشان داده شده‌اند به حساب آورده شوند .

هرگاه موادی که برای تقویت بکار برده می‌شود دارای تنش مجازی پائین‌تر از تنش مجاز پوسته باشند , فرض بر این خواهد بود که سطح مؤثر آن به نسبت تنش مجاز در دمای طراحی کاهش می‌یابد هیچ نوع کاهشی بخاطر مقاومت اضافی جنس تقویتی نسبت به جنس پوسته نباید انجام گیرد .

جوشهای اتصال دهنده انشعابات و ورقهای تقویتی باید از ابعاد کافی جهت منتقل نمودن نیروی کل وارده بر سطح تقویت شده و تمامی بارهائی که ممکن است بر آنها وارد شوند , برخوردار باشند .

در مورد سوراخهای آدم رو , دست رو و سوراخهائی که به آنها انشعابی جوش نشده است , روش سابق باید بکار رود , لیکن شعاع مورد استفاده در تعیین X باید با نصف حداکثر پهنای سوراخ روی پوسته بر روی محور موازی با محور طولی پوسته جایگزین شود .

یادآوری : تقویتی‌هائی که طبق این قواعد طراحی می‌شوند همواره کفایت می‌کنند , لیکن گاهی اوقات ممکن است به علت تسهیل در محاسبات طراحی از مقدار مورد لزوم بیشتر باشند . به موجب توافق میان سازنده , خریدار و مرجع بازرسی , در موارد خاص ممکن است روش طراحی دیگری که مبتنی بر تجزیه و تحلیل مفصل‌تری باشند مورد استفاده قرار گیرد .

3-4-5 سوراخ‌های کوره‌ها :

تقویتی برای سوراخ‌های مربوط به کوره‌های استوانه ای باید مطابق بخش 3-4-4 طراحی شود , مگر اینکه :

الف : تقویتی از نوع بالشتکی (1) مجاز نباشد .

ب : محاسبه باید با فرض اینکه فشار درون کوره برابر فشار طراحی دیگ است انجام گیرد .

5-3 جوشهای نواری متصل کننده بالشتک‌ها ورق‌های تقویتی به پوسته‌های استوانه‌ای

1-5-3 طول پایه جوش :

طول پایه جوشهای نواری محیطی خارجی که بوسیله آن بالشتکها (به پیوست ب رجوع گردد) و ورقهای تقویتی (شکلهای 3-5 الف و ب و ج ملاحظه شود) به ورقهای پوسته متصل می‌شوند باید با بکار بردن معادله زیر تعیین گردد . لیکن در هیچ حالتی نباید از جوشهای داخلی و حداقل ضخامت ورق که دربند 3-2-2 به آن اشاره شده کمتر باشد .

$$L_o = \frac{\pi X - D_i L_i}{D_o}$$

2-5-3 نمادها :

a_i: قطر بزرگ داخلی ورق تقویتی (mm)

a_o: قطر بزرگ خارجی ورق تقویتی (mm)

b_i: قطر کوچک داخلی ورق تقویتی (mm)

b_o: قطر کوچک خارجی ورق تقویتی (mm)

D_i: قطر سوراخ در پوسته (mm)

D_o: قطر محیط خارجی بالشتک یا ورق تقویتی مدور (mm)

L_i: طول پایه جوش نواری حول محیط داخلی بالشتک یا ورق تقویتی (mm)

L_o: طول پایه جوش نواری حول محیط خارجی بالشتک یا ورق تقویتی (mm)

X: نصف مساحت مقطع سوراخ قطر D_i در پوسته بر مبنای اینکه از روی رابطه ارائه شده در بند 3-2-2 با فرض Z=1 با صرف‌نظر کردن از حداقل ضخامت مورد نیاز در 3-2-2 حساب شده است (mm^2)

در مورد ورقهای تقویتی بیضی شکل :

$$D_o = \frac{a_o + b_o}{2} \quad , \quad D_i = \frac{a_i + b_i}{2}$$

6-3 سوراخها و انشعابها :

1-6-3 سوراخهای آدم رو مدور برآمده :

ضخامتهای قابهای سوراخهای آدم رو برآمده در کلیه , قسمتها نباید از 19mm و قطر داخلی آنها از 400mm کمتر باشد (به بند 3-7-5-2 رجوع گردد .) دربهای مدور , فلنچ‌های اتصال و پیچ و مهره گذاری باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره [68] با اندازه اسمی حداقل 450, دمای طراحی 250 درجه سانتیگراد و طبقه بندی فشار به شرح زیر باشند :

الف : PN10 برای فشارهای طراحی که از $0/7\ N/mm^2$ تجاوز ننماید .

ب : PN 16 برای فشارهای طراحی بیشتر از $0/7\ N/mm^2$ لیکن از $1/3\ N/mm^2$ تجاوز ننماید .

ج : PN 25 برای فشارهای طراحی بیشتر از $1/3\ N/mm^2$ لیکن از $1/8\ N/mm^2$ تجاوز ننماید .

فقط فلنج‌های روجوش شده [69] یا فلنج‌های کلوجوشی [70] که قطر داخلی آنها از 400 میلیمتر کمتر نباشد , باید مورد استفاده قرار گیرند .

برای فشارهای طراحی متجاوز از $1/8\ N/mm^2$ در سوراخ آدم رو , و قابهای مدور برآمده نباید بکار روند .

2-6-3 سوراخهای عایق‌کاری شده , مهاردار بر روی صفحات انتهائی تخت

3-2-6-1 نمادها :

3-2-6-1 سوراخ آدم رو , سر رو , دست رو (شکل‌های 3-2-6- (1) و 3-2-6- (2) الف و ب)

d_{10}: نصف میانگین نیم قطرهای بزرگ و کوچک سوراخ

D: از دو مقدار (e_{rep} + 75) (d_{10}) آنکه بزرگتر است (mm)

e_{cp}: ضخامت صفحه انتهائی تخت که مطابق بند 3-8-2-5 محاسبه می‌شود . (mm)

e_{rep}: ضخامت اسمی صفحه انتهائی تخت (mm)

e_{sr}: ضخامت فلانج یا حلقه سفت کننده (mm)

h_f: عمق فلانج یا حلقه سفت کننده (mm)

W: عرض سوراخ که بر روی قطر کوچک اندازه‌گیری می‌شود .

3-2-6-1-2 سوراخهای انشعاب (شکل 3-2-6 (3) ملاحظه شود)

C: از دو مقدار ($2/5e_{rep}$) و ($2/5\ e_b + e_{rp}$) هرکدام کوچکتر است (mm)

d_{ib}: قطر داخلی سوراخ انشعاب (mm)

D: از دو مقدار (e_{rep} + 75) و (d_{ip} + 4) هر کدام بزرگتر است (mm)

e_b: ضخامت اسمی دیواره انشعاب (mm)

e_{cb}: ضخامت دیواره انشعاب که مطابق معادله‌ای که برای e دربند 3-2-2 ارائه شده و با فرض Z=1 محاسبه می‌شود . (mm)

e_{cp}: ضخامت صفحه انتهائی تخت که طبق فرمول ارائه شده در بند 3-8-2-5 محاسبه شده باشد . (mm)

e_{rep}: ضخامت اسمی صفحه انتهائی تخت (mm)

e_{rp}: ضخامت ورق تقویتی (mm)

3-2-6-2 سوارخهای تقویت نشده

حداکثر قطر d_{max} یا (قطر بزرگتر) یک سوراخ تقویت نشده بر روی صفحه انتهائی تخت از روی معادله زیر تعیین می‌گردد :

$$d_{max} = 8e_{rep}\left(\frac{1/5\ e_{rep}^{2}}{e_{cp}^{2}} - 1\right)$$

3-2-6-3 سوراخهای انشعاب :

تقویت سوراخهای انشعاب , با به حساب آوردن مواد مصرفی موضعی شامل جوشهای اتصالات که به میزانی بیش از حداقل‌های مورد لزوم برای ضخامت صفحات انتهائی نشان داده شده در شکل 3-2-6-3 بکار می‌روند , باید انجام گیرد . ضخامت انشعاب هرجا که لازم باشد باید افزایش یابد . تقویت زمانی کافی دانسته می‌شود که مساحت تقویت کننده Y مساوی یا بزرگتر از مساحت مورد لزوم برای تقویت شونده (مساحت X) باشد .

مساحت X از ضرب نمودن 25 درصد شعاع داخلی انشعاب در ضخامت صفحه انتهائی که از رابطه 3-8-2-5 برای قسمت موردنظر از صفحه انتهائی محاسبه گردیده , حاصل می‌شود .

مساحت Y باید در صفحه مار بر محور انشعاب که به ترتیب زیر محاسبه می‌شود . اندازه‌گیری شود .

الف : برای آن قسمت از انشعاب که از دیگ بیرون می‌زند مساحت کامل مقطع انشعاب را تا یک فاصله C از سطح بیرونی واقعی صفحه انتهائی تخت محاسبه نموده و آن را از مساحت مقطعی که انشعاب اگر مطابق رابطه e در بند 3-2-2 با فرض Z=1 حساب شود خواهد داشت , کم نمود .

ب : مساحت کامل آن قسمت از انشعاب که به داخل دیگ فرورفته (در صورت وجود) تا فاصله C از سطح داخلی صفحه انتهائی تخت به آن اضافه کنید .

ج : مساحت مقطع جوشهای نواری را به آن اضافه کنید .

د : مساحت حاصله از ضرب اختلاف ضخامت واقعی صفحه انتهایی تخت و ضخامت محاسبه شده از معادله 3-8-2-5 برای قسمت موردنظر از صفحه انتهائی , در طول D را به آن اضافه کنید .

ه : مساحت صفحه تقویتی (در صورت وجود) را که در محدوده تقویت مطابق شکل 3-2 (3) قرار می گیرد به آن اضافه کنید .

در جائیکه جنس تقویت کننده از تنش طراحی اسمی کمتری نسبت به جنس صفحه انتهایی تختی که قرار است تقویت شود , برخوردار باشد , سطح مؤثر آن به نسبت تنش‌های طراحی اسمی , در دمای طراحی کاهش می‌یابد . در نتیجه هیچگونه کاستی بابت مقاومت اضافی جنسی که تنش اسمی افزون‌تری نسبت به جنس صفحه انتهایی تخت دارد نمی‌باید منظور گردد .

جوشهای اتصال دهنده انشعاب ورق‌های تقویتی می‌باید از ابعاد کافی جهت منتقل نمودن نیروی وارده بر سطح تقویت شده و تمامی بارهای دیگری که ممکن است بر آنها وارد شوند , برخوردار باشند .

3-6-2-4 سوراخهای آدم رو , سر رو و دست رو :

زمانی که سوارخهای آدم رو , سر رو و دست روی بیضوی در صفحه انتهایی تخت تعبیه شده باشند , سوراخهای انتهائی را می‌باید بوسیله فلانج کردن لبه‌هایشان یا با قرار دادن حلقه محکم کننده (شکل‌های 3-6-2 (1) 3-6-2 (2) و الف و ب) تقویت نمود .

ابعاد جوش برای حلقه محکم کننده بیرونی [71] قرار داده شده باید (مطابق شکل 3-6-2 (1) باشند . روش ارائه شده در شکل 3-6-2-3 برای محاسبه مساحت مورد نیاز جهت تقویت باید هرجا که عملی باشد مورد استفاده قرار گیرد . در مواردی که ضخامت فلانج یا حلقه محکم کننده بیرون قرار گرفته e_{sr}نبایستی از 19 میلیمتر برای سوراخ آدم رو , 15 میلیمتر 15 میلیمتر برای سوراخ سر رو و 10 میلیمتر برای سوراخ دست رو در مورد حلقه سفت کننده درونی [72] که در شکل (3-6-2-1) نشان داده است , نبایستی از $0/875e_{rep}$ کمتر باشد عمق فلانج محکم کننده h_f نباید از مقدار $(e_{sr}w)^{0/5}$ کمتر باشد . مساحت از ضرب نصف متوسط نیم قطرهای بزرگ و کوچک سوراخ در ضخامت صفحه انتهایی تخت که از رابطه 3-8-2-5 برای قسمت موردنظر از صفحه انتهایی محاسبه می‌شود , حاصل می‌آید .

عرض کل فلانج یا حلقه محکم کننده e_{sr} موقع محاسبه Y ممکن است مورد استفاده قرار گیرد .

3-6-3 انشعاب‌ها :

3-6-3-1 ضخامت انشعاب‌ها باید مطابق بند 3-9-4-1 و با در نظر گرفتن ضخامت اضافی جهت مسائل مربوط به خمکاری , بارهای استاتیکی و ارتعاش محاسبه شوند در هیچ حالتی ضخامت از مقدار حساب شده , زیر نباید کمتر باشد .

$$e = 0/015\, d_O + 3/2$$

که در آن :

e: حداقل ضخامت بر حسب (mm)

d_O: قطر خارجی لوله ایستا [73] یا انشعاب (mm)

چنانچه اتصال انشعاب به صورت رزوه‌ای باشد , ضخامت باید از ریشه رزوه اندازه گرفته شود .

3-6-3-2 بالشتک‌ها و فلنج‌های پیچ‌دار مربوط به انشعاب‌ها باید مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره‌های [74] [75] [76] هر کدام اقتضا کنند باشند .

3-7 بازرسی و دست‌یابی :

3-7-1 کلیات :

3-7-1-1 کلیه دیگها باید به سوراخهای کافی چه از نظر اندازه و چه تعداد مجهز شوند تا امکان دسترسی بر خطر جهت ساخت , پاک کردن , بازرسی و تهویه داخلی به وجود آید . (همچنین به پیوست‌ها رجوع گردد) ابعاد این دریچه‌ها باید مطابق بند 3-7-2 باشند .

3-7-1-2 دیگهای با قطر پوسته 1500 میلیمتر یا بزرگتر باید طوری طراحی شوند که امکان دخول بی‌خطر یک فرد با بدون بیرون آوردن قطعات داخلی آن وجود داشته باشد و باید برای این منظور یک سوراخ آدم رو تعبیه شود , مگر در مورد دیگهای آب داغ که در آنها فاصله میان پوسته و کوره , دخول بدون اشکال را , حتی با بیرون آوردن لوله‌ها ممکن نمی‌کند . در چنین مواردی دریچه دستیابی باید ترکیبی از سوراخهای رؤیت , دست روها و کله روها طبق بند 2-7-1-1 باشد مجهز گردد .

دیگهای با قطر پوسته کمتر از 1500 میلیمتر که از قابلیت دخول بدون اشکال برای یک فرد برخوردار هستند , باید به یک سوراخ آدم رو تجهیز شوند .

دیگهای با قطر پوسته بین 800 میلیمتر و 1500 میلیمتر باید به یک دریچه سر رو به عنوان یک ضابطه حداقل تجهیز شوند .

3-7-1-3 صفحات انتهائی جدا شوند یا سرپوش‌ها ممکن است جانشین کلیه دیگر سوراخهای معاینه شوند , به شرط اینکه ابعاد و موقعیت آنها حداقل یک دید کلی از وضعیت داخلی دیگ را معادل با آنچه از سوراخهای معاینه مورد نیاز بدست می‌آید , تأمین نمایند .

3-7-1-4 طراحی جعبه‌های دود و سایر اتصالات باید چنان باشد که امکان دسترسی کافی جهت بازرسی درزهای دیگ ضمن کار موجود باشد .

3-7-2 انواع و حداقل ابعاد سوراخهای بازرسی و دست یابی :

3-7-2-1 سوراخهای رؤیت :

این سوراخها باید حداقل دارای قطر داخلی 50 میلیمتر باشند , به شرط اینکه ارتفاع گلویی از 50 میلیمتر تجاوز نکند (در غیر این صورت بند 3-7-2-4 ملاحظه شود .)

3-7-2-3 سوارخهای دست رو :

این دریچه‌ها باید حداقل دارای اندازه 100mm * 80mm یا قطر داخلی 100mm میلیمتر باشند . به شرط اینکه ارتفاع گلویی یا ارتفاع حلقه از 65 میلیمتر یا در مورد یک شکل مخروطی از 100 تجاوز نکند (در غیر این صورت بند 3-7-2-4 ملاحظه شود .) در صورتی که تنها یک سوراخ دست رو تعبیه شود , ابعاد نباید از 120mm * 100mm کمتر باشد .

3-7-2-3 سوراخهای کله رو :

ابعاد این سوراخ باید حداقل 320mm * 220mm یا قطر داخلی 320mm به شرط اینکه ارتفاع گلوئی حلقه از 100 میلیمتر تجاوز نکند . (در غیر این صورت 3-7-2-4 ملاحظه شود .)

3-7-2-4 در صورتی که ارتفاع گلویی یا حلقه از حدود ارائه شده در بندهای 3-7-2-1 تا 3-7-2-3 تجاوز نکند . اندازه سوراخ باید تا آن مقدار که امر بازرسی را تسهیل کند افزایش یابد .

3-7-2-5 سوراخهای آدم رو :

سوراخهای آدم‌رو بیضوی نباید از 400mm * 300mm کوچکتر باشند . قطر سوراخهای مدور آدم رو نباید از 400 میلیمتر کمتر باشد .

یادآوری : هرگاه امکان وجود بخارهای خطرناک در داخل مخزن دیگ بحد مخاطره‌آمیزی برای افراد باشد فضای محبوس باید به یک سوراخ آدم رو مجهز گردد که ممکن است مستطیلی , بیضوی با دایره‌ای شکل باشد , و نباید از 457 میلیمتر طول و 406 میلیمتر پهنا , یا در مورد مدور از 457 میلیمتر قطر کمتر باشد . مگر اینکه امکانات مناسب دیگری برای خروج داشته باشد .

چنانچه دیگها به سوارخهای تصریح شده مجهز نشوند , احتیاطهای کافی جهت اطمینان از عدم وجود بخارهای خطرناک به مقداری که احتمال خطر برای افراد را موجب می‌شود باید توسط سازنده به خریدار گوشزد شود .

3-7-2-6 ضخامت درهائی که در داخل سوار می‌شوند , حداقل ضخامت محاسبه شده برای دری که از سازه ورق تخت (یعنی محکم نشده) متشکل از یک ورق ساخته می‌شود نباید از مقدار بدست آمده از یکی از روابط زیر (هرکدام که مقتضی است) کمتر باشد :

$$e = \left[\frac{0/35\ pd^{2} + W}{f} \right]^{\frac{1}{2}}$$

برای درهای بیضوی :

$$e = \left[\frac{0/35\ p\ (2 - \frac{a}{b})\ a^{2} + W}{f} \right]^{\frac{1}{2}}$$

که در آن :

e: حداقل ضخامت محاسبه شده برای درها , در مرکز یا نزدیک آن (mm)

P: فشار محاسبه شده N/mm^2

d: قطر سوراخ گودی که درها روی آن نصب می‌شود mm

a: قطر کوچک سوراخ بیضوی که درها روی آن نصب می‌شود (mm)

b: قطر بزرگتر سوراخ بیضوی که درها روی آن نصب می‌شود (mm)

W: ظرفیت بارگذاری کامل برای یک میله (سطح مؤثر میله ضرب در تنش طراحی برحسب نیوتن)

f: حداکثر تنش مجاز ورق در دمای طراحی (N/mm^2)

یادآوری : یک تنش طراحی برابر $50N/mm^2$ برای پیچ‌های فولاد کربنی با درجه 4/6 یا معادل آن برای دمای طراحی که دمای آن از 300 درجه سانتیگراد تجاوز نکند ممکن است مورد استفاده قرار گیرد . هنگام استخراج W برای سایر موادی که پیچ از آنها ساخته می‌شود و دماهای بیشتر , به BS 5500 برای تنش مجاز مراجعه شود .

3-8 مقاومتها , سفت کننده‌ها و سطوح مهار شده :

3-8-1 فاصله تنفس :

3-8-1-1 ترتیب قرار گرفتن مقاومتها :

مقاومتها باید طوری قرار گیرند که فاصله تنفسی کافی در دور تا دور اتصالات کوره و شبکه سوراخها [77] (شکل 3-8-1 (1) ملاحظه شود) تأمین شود و باید مناطق مهار نشده را بطور مساوی تقسیم نماید .

3-8-1-2 دیگهای چند لوله‌ای :

برای هر دوی اتصالات عقب و جلوی کوره‌ها , فاصله تنفسی بین کوره و شبکه سوراخها بین کوره و پوسته باید حداقل برابر 50 میلیمتر یا 5 درصد قطر داخلی پوسته , هرکدام که بزرگتر است با مقداری برابر حداکثر 100 میلیمتر باشد . فواصل آزاد بین کوره و ورقهای لفاف محفظه برگشت دیگهای عقب مرطوب لزوماً به عنوان فاصله‌های تنفسی در نظر گرفته نمی‌شود .

در مورد دیگهای شعله برگشتی , فاصله تنفس در سر جلوئی بین کوره و شبکه سوراخها نباید کمتر از 50mm باشد , مضافاً حاصل جمع این فاصله تنفس با فاصله تنفسی که از سطح حلقوی بیرونی ورق عقب کوره به وجود می‌آید نباید کمتر از 50 میلیمتر یا 5% قطر داخلی پوسته , هرکدام بزرگتر است با حداقل مقدار 100 میلیمتر باشد . فاصله تنفس بین مقاومهای صفحه‌ای [78] یا مفصلی [79] و انتهائی لوله‌ها نباید از 100 میلیمتر کمتر باشد .

لزومی ندارد که فواصل آزاد بین لوله‌ها و ورقهای لفاف محفظه برگشت دیگهای عقب مرطوب به عنوان فواصل تنفس در نظر گرفته شود .

فاصله تنفسی بین لوله‌ها و پوسته‌ها نباید کمتر از 40 میلیمتر باشد .

فاصله تنفسی بین مقاومهای صفحه‌ای یا مفصلی و کوره نباید از 200 میلیمتر کمتر باشند , مگر در دیگ‌های با قطر خارجی پوسته بیش از 1800 میلیمتر و طول کوره بیشتر از 6000 میلیمتر این فاصله‌ها نباید از 250 میلیمتر کمتر باشند و در دیگهای با قطر خارجی پوسته کمتر از 1400 میلیمتر و طول کوره کمتر از 3000 میلیمتر این فواصل نباید از 150 میلیمتر کمتر باشند .

کلیه فاصله‌های تنفسی دیگر باید حداقل برابر 50 میلیمتر و یا 3 درصد قطر داخلی پوسته , با حداکثر مقداری برابر 100 میلیمتر (هرکدام که بزرگترند) باشند (بندهای 3-8-2-3 و 3-8-2-4 و شکل‌های 3-8-1 (1) ملاحظه شوند .)

3-1-8-3 دیگهای کورنیش و لانکا شایر :

در دیگهای نوع کورنش , دایره معین کننده فاصله تنفس باید مطابق شکل 3-8-1 (2) باشد , یعنی فاصله AB بین مرکز دایره مقاوم و مرکز کوره نباید از 3e + 63 کمتر باشد , که در آن e ضخامت صفحه انتهائی بر حسب میلیمتر می‌باشد .

یادآوری : برای دیگهای لانکا شایر , نسبت‌های نشان داده شده در جدول 3-8-1-3 برای قسمتی از صفحات انتهائی که در بالای کوره‌ها و دودکش‌ها قرار دارند توصیه می‌شوند .

" جدول ۳-۸-۱-۳ فاصله تنفس " ابعاد : میلیمتر

ضخامت ورق انتهایی	۱۳	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	بیشتر از ۲۰
(شکل ۳-۸-۱ (۳) ملاحظه شود)	۲۵۵	۲۸۰	۳۰۵	۳۳۰	۳۳۰	۳۴۰

توصیه می‌شود که فاصله تنفس در زیر دودکش‌ها بطور تقریبی نصف ابعاد ارائه شده در جدول 3-8-1-3 باشد .

3-8-2 سطوح تخت مهار شده :

3-8-2-1 نمادها :

a: بعد بزرگتر نواحی بیضی یا مستطیلی (mm) به عنوان مثال :

شکلهای 3-8-1 (1) 3-8-2 (1) و 3-8-2 (3) ملاحظه شوند .

b: بعد کوچکتر نواحی بیضی یا مستطیلی یا قطر دایره اصلی , هرکدام که مقتضی باشند . (mm)

به عنوان مثال شکل‌های 3-8-1 (1,) 3-8-2 (2,) 3-8-2 (2) ملاحظه شوند .

C : حد مجاز خوردگی , باید برابر 0/70 میلیمتر در نظر گرفته شود , مگر اینکه بخاطر در نظر گرفتن شرایط نامطلوب بر روی یک عدد بزرگتر توافق شود .

e: ضخامت ورق تخت (mm)

f: تنش طراحی (N/mm^2) (بند 3-1-4 ملاحظه شود)

j: عدد ثابت , که به روش مهار کردن آن چنان که در بند 3-8-2-6 ارائه شده بستگی دارد .

P: فشار طراحی (N/mm^2)

$\frac{b}{a}$

Y: عبارتست از ضریبی که از شکل 3-8-2 (3) و استفاده از نسبت $\frac{b}{a}$ تعیین می‌شود .

3-8-2-2 سطوح تخت مهار شده :

سطوح تخت مهار شده باید با مقررات بندهای 3-8-2-3 تا 3-8-2-5 مطابقت داشته باشد .

3-8-2-3 شعاع لبه [80]:

چنانچه صفحات تخت انتهائی جهت اتصال به پوسته لبه‌دار شوند , شعاع داخلی لبه نباید از 2 برابر ضخامت ورق یا حداکثر 38mm کمتر باشد .

هرگاه ورق‌های محفظه برگشت یا جعبه دود جهت اتصال به صفحه لفاف لبه‌دار شوند , شعاع داخلی لبه باید برابر ضخامت ورق , یا حداقل 25mm باشد .

3-8-2-4 نقطه مهار :

چنانچه انحنای قسمت لبه یک نقطه مهار محسوب شود , این نقطه در شروع انحنا , یا در خطی باندازه 3/5 برابر ضخامت ورق اندازه‌گیری شده از قسمت خارجی ورق , هر یک که به قسمت لبه‌دار نزدیکترند , باید در نظر گرفته شود , هرگاه صفحه تخت مستقیماً به پوسته یا ورق لفاف جوش شود , نقطه مهار باید در داخل پوسته یا ورق لفاف در نظر گرفته شود .

3-8-2-5 ضخامت :

ضخامت قسمتهایی از ورق‌های تخت که توسط مقاوم‌ها مهار می‌شوند باید فرمول زیر تعیین شوند .

$$e = bjY \left[\frac{P}{f} \right]^{\frac{1}{2}} + C$$

هنگامیکه مناطق محصور شده توسط دوایری که از چهار نقطه و یا نقاط بیشتر مهار که بطور یکنواخت توزیع شده‌اند در نظر گرفته می‌شوند , باید برابر واحد در نظر گرفته شود .

هنگامیکه مناطق محصور شده بوسیله دوایری که از سه نقطه اتکا عبور می‌کنند موردنظر باشد , بیش از دو نقطه از آنها نباید در یک طرف هر قطر قرار داشته باشند , در این صورت Y نباید کمتر از 1/1 در نظر گرفته شود .

موقعیکه , علاوه بر دایره اصلی یک دایره فرعی به قطر 0/75 برابر قطر دایره اصلی بتواند طوری ترسیم شود , که مرکز آن در خارج از دایره اصلی قرار گیرد , مقدار Y باید با بکار بردن ابعاد همانطور که در شکل‌های 3-8-2 (1) و 3-8-2 (2) نشان داده شده تعیین گردد .

هنگامیکه مناطق حلقوی شکل موردنظر باشند , مثلا مناطق مهار شده بوسیله پوسته و دودکش (شکل 3-8-3 رجوع شود ,) مقدار Y باید برابر 1/56 در نظر گرفته شود .

هنگامیکه یک منطقه مهار نشده مستطیلی شکل موردنظر باشد ابعاد a و b باید مطابق مقادیر نشان داده شده در شکل (1) 3-8-1 باشند .

هرگاه انواع مختلف مهارها برای قسمت تخت مورد نظر بکار روند , ثابت j باید برابر متوسط بدست آمده با روش‌های بدست آمده با روش‌های مربوط اتخاذ شده , باشد .

3-8-2-6 مقدار ثابت j:

مقدار ثابت j در معادله ارائه شده در بند 3-8-2-5 باید برابر مقادیر قید شده در جدول 3-8-2-6 باشد .

3-8-3 صفحات انتهائی تخت برای دیگهای عمودی :

3-8-3-1 مهار :

صفحات انتهائی تخت باید توسط میله‌های مقاوم با دودکش یا لوله‌های مقاوم یا ترکیبی از آنها مهار شوند .

3-8-3-2 شعاع لبه :

شعاع داخلی انحنای لبه در محل اتصال به پوست یا آتشدان نباید از دو برابر ضخامت ورق , و در هیچ حالتی از 38 میلیمتر کمتر باشد . چنانچه ورق جهت اتصال به دودکش لبه‌دار شود , شعاع داخلی انحنای لبه نباید از ضخامت ورق , و در هیچ حالتی از 25 میلیمتر کمتر باشد .

3-8-3-3 ضخامت :

ضخامت صفحه انتهائی تخت باید از فرمول ارائه شده در بند 3-8-2-5 (شکل 3-8-3 رجوع شود) تعیین گردد .

3-8-4 تیرهای حمال [81] برای صفحات فوقانی محفظه برگشت عقب مرطوب :

تیرهای حمال برای صفحات فوقانی محفظه برگشت عقب مرطوب به شکل‌های (3-8-2 (8) (الف) تا (و) رجوع گردد .)

3-8-4-1 نسبت‌های مربوط به تیرهای حمال باید از فرمول زیر محاسبه شوند .

$$e = \frac{L^{2} \, PS_{1}}{Cd^{2} \, f}$$

که در آن :

C: 1/13

d: عبارتست از عمق مؤثر تیر حمال (mm) یعنی عمق کلی منهای عمق راه آب , در صورتی که اینگونه راه آب ایجاد شده باشد .

e: عبارتست از ضخامت کلی تیر حمال (mm)

f: عبارتست از تنش طراحی (N/mm^2) (بند 3-1-4 ملاحظه شود)

L: عبارتست از طول تیر حمال (mm) بین تکیه گاه , یعنی بین قسمت داخلی صفحه لوله و صفحه سوراخ آتش [82] (یا صفحه عقبی ,) با بین قسمت داخلی صفحات جانبی , مطابق با روش مهار .

p: فشار طراحی (N/mm^2)

S_1: گام تیرهای حمال (mm)

" جـــدول (۳-۸-۲-۶) مقـــدار ثابت ژ "

شکـــــل مهـــــار	ژ
مقاوم صفحه ای یا مقاوم مفصلی	۰/۳۰
مقاوم های صفحه ای که در آن زاویه O نشان د اده شده در شکل ۳-۸-۲ (۴) بیشتر از ۳۰ درجه باشد .	۰/۴۵
دسته لوله غیر مقاوم همراه با لوله ای ساده جوش شده در دو انتهـــــا	۰/۳۰
مقاوم های منفرد ساده میله ای (شکل های ۳-۸-۲ (۵)) (الف) و (ب) یالوله های مقاوم (شکل ۳-۹-۲ (۱)) یادآوری : مقاوم‌ها درصورتی منفرد در نظر گرفته میشوندکه جزئی از الگوی هندسی مشخصی نباشند . در نتیجه علاوه بـر بـارهای محـوری ممـکن اسـت تحـت کشتاورهای‌خمشی نا مشخص قرار گیرند . مثالی برای مقاوم منفرد ساده میله ای در شکل ۳-۸-۲ (۲) داده شده است .	۰/۴۵
مقاوم های میله‌ای غیر منفرد ساده (شکل های ۳-۸-۲ (۵) (الف) و (ب) یا لوله های مقاوم (شکل ۳-۹-۲ (۱)	۰/۳۹
میله های مقاوم با واشر شکل های ۳-۸-۲ (۶) (الف)و(ب)	۰/۳۵
میله های مقاوم به شکل های ۳-۸-۲ (۶) (ج) و(د)	۰/۳۳

دنباله " جـــدول (۳-۸-۲-۶) مقـــدار ثابت ژ °

میله های مقاوم محفظه بر کشت (شکل های ۳-۸-۲ (۵)(الف) و (ب)	۰/۳۹
اتصالات صفحه انتهایی یا صفحه لوله تخت به پوسته	
صفحه انتهایی لبه دار	
صفحه انتهایی درون قرار گرفته (۱) با جوش نواری داخلی مطابق شکل های پیوست ب (۳)(الف) و (ب)	۰/۳۲
صفحه انتهایی برون قرار گرفته (۲) مطابق شکل های پیوست ب (۳) (ج) و (د)	
ضخامت صفحه انتهایی تقسیم بر ضخامت ورق پوسته	
۱/۴ > =	۰/۳۳
۱/۶ > = ۱/۴ <	۰/۳۶
۱/۸ > = ۱/۶ <	۰/۳۹
۱/۸ <	۰/۴۲
صفحه انتهایی درون قرار گرفته طبق شکل های پیو ست ب (۳) (الف) و (ب) بدون جوش نواری داخلی	۰/۴۵
اتصال صفحه لوله یا صفحه انتهایی تخت آتشدان یا محفظه بر کشت به صفحات لفاف	
صفحه انتهایی لبه دار مطابق شکل پیو ست ب (۴)(الف)	۰/۳۲
صفحه لوله یا صفحه انتهایی درون قرار گرفته مطابق شکلهای پیوست ب (۴) و (ج) ، (د)و(ه) ، با جوش نواری داخلی	۰/۳۳
صفحه لوله یا صفحه انتهایی درون قرار گرفته مطابق شکلهای پیوست ب (۴) (ب) ، (ج) ، (د) و (ه) ، بدون جوش نـواری داخلی	۰/۴۵
اتصال صفحه انتهایی تخت به لوله دست یابی محفظه برکشت مطابق شکل ۳-۸-۲(۷) با جوش نواری داخلی	۰/۳۰
مطابق شکل ۳-۸-۲(۷) بدون جوش نواری داخلی	۰/۴۵

1 - Set -in

2 - Set - on

دنباله " جدول (۳-۸-۲-۶) مقدار ثابت ز "

اتصال صفحه انتهایی تخت به کوره ها مطابق شکل های پیوست ب (۵) (الف) و (ب) با جوش	
نواری داخلی کوره های ساده	۰/۳۰
کوره های چین دار (۱) یا چین هایی به عمق کمتراز ۵۰ میلیمترکوره های چین دار با چین هایی به عمق ۵۰ میلیمتر بیشتر	۰/۳۲
طول > ۴ متر	۰/۳۷
طول = < ۴ متر	۰/۳۴
کوره های دندانه دار (۲)	۰/۳۲
طبق شکل های پیوست ب (۵) (الف) و (ب) بدون جوش نواری داخلی	۰/۴۵
صفحات فوقانی آتشدانها یا محفظه های بر گشت که بوسیله تیر های حمال یکپارچه جوش شده یا تیرهای حمال جوش شده با راه آب مهیا رشده باشند (شکل های ۳-۸-۲(۸) (الف) تا (و) ملاحظه شو ند .)	۰/۵۱
قسمت تحتانی صفحه انتهایی جلوی دیگهای دو کوره ای که شامل سوراخ آدم رو میباشد ، هنگامیکه فاصله لبه حلقه تقویتی سوراخ آدم رو تا لبه کوره یا پوسته از ۴ برابر ضخامت صفحه انتهایی بیشتر نیست . چنانچه فاصله لبه حلقه تقویتی سوراخ آدم رو تالبه کوره یا پوسته از ۴ برابر ضخامت صفحه انتهایی بیشتر باشد، در هنگام محاسبه ثابت ز ، از سوراخ آدم رو صرفنظر میشود . در بکار بردن فرمول ارائه شده دربند (۳-۸-۲-۵) ، باید b قطر (میلیمتر) بزرگترین دایره‌ای در نظر گرفته شود که دریچه آدم رو را در بر گرفته و از نقاط اتکا که از مقاوم های صفحه ای و اتصالات پوست و کوره ها تشکیل یافته عبور میکند ، چنانچه دایره تنها از سه نقطه از ۵ نقطه اتکاء ممکن مذکور عبور کند ، دو نقطه باقیمانده باید در داخل دایره قرار گیرند .	۰/۲۷

۱- Corrugated furnace ۲- Bowling hoop furnace

3-8-4-2 چنانچه تیرهای به صفحه فوقانی جوش شوند , ابعاد جوش‌ها باید طوری باشند که تنش محاسبه شده در منطقه‌ای که مساحتش برابر حاصله ضرب مجموع طول‌های مؤثر جوش‌های اتصال هر تیر حمال در ضخامت مؤثر گلوگاه است از $52N/mm^2$ ضرب در ضریب مناسب جوش ارائه شده در جدول 3-8-8-6 (طول مؤثر 1و ضخامت ضریب گلوگاه در بند 3-8-8-6 تعریف می‌شوند) تجاوز نکند . بار اعمال شده روی جوشها باید برابر مقداری در نظر گرفته شود که فشار طراحی بر مساحت LS_i اعمال می‌کند (در آن L و S_i در بند 3-4-8-1 تعریف شده‌اند .)

3-8-4-3 برای تیرهای حمال کابل‌دار [83] نسبت‌های کابل‌ها , فصل‌ها , میخ‌ها و اتصالات به پوسته باید باندازه کافی باشد تا بار کلی را تحمل نمایند که در غیر این صورت بر روی لبه تیرهای حمال وارد می‌شود , برای هر یک از قسمتهای بالا که تحت کشش واقع شوند , تنش بیشتر از $62\ N/mm^2$ به روی مقطع خالص , یا برای قسمتهای تحت برش , تنشی بیشتر از $55\ N/mm^2$ بر روی مقطع خالص مجاز نیست (به بند 3-8-8-5 رجوع گردد .)

3-8-4-4 عمق راه آب , در صورتی که پیش بینی شده باشد , نباید کمتر از 38 میلیمتر باشد شکل‌های 3-8-2 (8) (الف) تا (ه) ملاحظه شود .

3-8-5 مقاومهای آتش دان‌ها و محفظه‌های برگشت عقب مرطوب : (شکل‌های 3-8-2 (5) (الف) تا (ه) ملاحظه شود .

3-8-5-1 مقاومهای میله‌ای برای صفحات تخت :

تنش مجاز در مقاومها که نسبت به سطح مقطع خالص که با قطر اسمی (بدون در نظر گرفتن روا داری منفی سازنده) تعیین گردیده . محاسبه می‌شود .

نباید از $70\ N/mm^2$ تجاوز کند قطر اسمی هر مقاوم نباید از 20 میلیمتر کمتر باشد (شکل‌های 3-8-2 (5) (الف) و (ب) ملاحظه شوند) مقاومهای صفحه عقبی از محفظه‌های برگشت عقب مرطوب باید با قاعده زیر مطابقت داشته باشند (شکل 3-8-5-1 ملاحظه شود .)

که در آن :

$$\frac{DL_1}{(L_2)^2} = <2$$

D: قطر مقاوم (mm)

L_1: کوتاهترین فاصله از لبه سوراخ دست‌یابی تا خط محور دورترین مقاوم از سوراخ مزبور (میلیمتر) یا در حالتیکه سوراخ دست‌یابی وجود نداشته باشد برابر است با نصف حداکثر فاصله بین محور مقاومها .

L_2: فاصله بین صفحه عقبی محفظه برگشت و صفحه انتهائی آخر دیگ (میلیمتر .)

3-8-5-2 مقاومت‌های شعاعی [84] برای آتشدان‌ها :

قطر مقاوم نباید از 22 میلیمتر و نیز از دو برابر ضخامت ورق جعبه دود کمتر باشد , هر یک که بزرگتر باشند . گام مقاومها در آتشدان نباید از 14 برابر ضخامت ورق آتشدان تجاوز کند .

3-8-6 میله مقاومهای طولی :

3-8-6-1 قطر هر میله مقاوم باید به اندازه‌ای باشد که تنش محاسبه شده به روی کمترین مساحت سطح مقطع بدست آمده با استفاده از قطر اسمی (بدون کم کردن رواداری منفی سازنده) از حداقل مقاومت کشش معین شده تقسیم بر 5/3 تجاوز ننماید . در هیچ حالتی قطر اسمی مقاوم در هر نقطه نباید از 25 میلیمتر کمتر باشد .

برای میله مقاومهای به طول 5000 میلیمتر یا بیشتر باید تکیه‌گاهایی تهیه شوند .

3-8-6-2 چنانچه میله مقاوم‌ها در دیگهای عمودی نصب شوند , در دیگهای به قطر 1200 میلیمتر یا بیشتر ولی کمتر از 1500 میلیمتر نباید کمتر از 4 میله مقاوم استفاده نمود , در دیگهای به قطر 1500 میلیمتر یا بیشتر ولی کمتر از 1800 میلیمتر از پنج میله مقاوم در دیگهای به قطر 1800 میلیمتر یا بیشتر از تنش میله مقاوم استفاده می‌شود .

3-8-7 بارهای وارده بر روی لوله‌های مقاوم و مقاوم‌های میله‌ای :

لوله‌های مقاوم و مقاوم‌های میله‌ای باید طوری طراحی شوند که کل بار ناشی از فشار روی سطحی که قرار است مهار شود را تحمل نمایند . سطح مذکور مطابق زیر محاسبه می‌شود .

الف : برای یک لوله مقاوم در داخل شبکه سوراخ‌ها , مساحت خاص که مهار می‌شود باید برابر حاصلضرب گام‌های افقی و عمودی (mm) لوله‌های مقاوم منهای مساحت سوراخ لوله روهایی که درون این سطح واقع شده‌اند باشد . چنانچه گام لوله‌های مقاوم نامنظم باشد , مساحت باید برابر مربع گام متوسط لوله‌های مقاوم (یعنی مربع یک چهارم مجموع چهار ضلع هر چهار ضلعی که مراکز چهار لوله مقاوم مجاور رئوس آن می‌باشند) منهای مساحت سوراخ لوله رو هائیکه درون این سطح واقع شده‌اند باشد .

ب : برای یک لوله مقاوم در یک ردیف لوله مرزی , یا برای یک مقاوم میله‌ای , مساحت خالص مهار باید برابر مساحت (mm^2) محصور شده توسط خطوط عمودی منصف خطوط و اصل مراکز هر مقاوم به نقطه اتکأ مجاور منهای مساحت لوله‌ها یا مقاوم‌های محصور شده در این سطح باشد (شکل 3-8-1 (1) ملاحظه شود .)

3-8-8 مقاوم‌های صفحه‌ای و مفصلی (مقاوم گوشه) :

3-8-8-1 کلیات :

جهت جلوگیری از تغییر شکل موضعی ورق‌های پوسته در دیگهای با قطر بزرگ که صفحات انتهائی توسط مقاوم‌های گوشه مهار می‌شوند ممکن است لازم شود که بار وارد بر صفحه را با بکار بردن تعداد زیادی مقاوم بخش نمود . از این رو مقررات کار و بازرسی را باید در نظر داشت و در حالی که فضای کافی موجود باشد . نصب مقاوم‌های میله‌ای طولی نسبت به مقاوم‌های گوشه ارجعیت دارد .

3-8-8-2 بار وارد بر هر مقاوم :

هر مقاوم صفحه‌ای یا مفصلی که صفحه انتهائی تخت یک دیگ را تقویت می‌کند باید طوری طراحی شود که کل بار ناشی از فشار روی سطحی که توسط آن مهار می‌شود را تحمل کند . مساحت مهار شده توسط یک مقاوم باید با در نظر گرفتن کل مساحت مهار شده و تقسیم این مساحت توسط خطوط مرزی رسم شده بین مقاوم‌ها بدست آید این خطوط مرزی باید در تمامی نقاط به فاصله مساوی از نقطه تکیه‌گاهی مجاور در ناحیه موردنظر قرار داشته باشند .

3-8-8-3 مقاوم‌های صفحه‌ای :

وضعیت مقاوم‌های صفحه‌ای باید طوری باشد که زاویه V (شکل‌های 3-8-8-3 (1) و 3-8-8-3 (2) ملاحظه شوند) از 60 درجه کمتر نباشند .

شعاع اتصال مقاوم‌های صفحه‌ای به پوسته و صفحه انتهایی باید مطابق شکل 3-8-8-3 (1) باشد ضخامت مقاوم صفحه‌ای باید مطابق فرمول زیر تعیین شود :

$$bh = \frac{۲F}{f \sin V}$$

$$e_{۲} = < b = < ۱/۷ e_{۲}$$

$$b > = ۰/۷ e_{۱}$$

که در آن :

b: ضخامت مقاوم صفحه‌ای (میلیمتر)

e_1: ضخامت صفحه انتهایی (میلیمتر)

e_2: ضخامت ورق پوسته (میلیمتر)

f: تنش طراحی (بند 3-1-4 ملاحظه شود) (N/mm^2)

F: نیروی اعمال شده توسط فشار در ناحیه‌ای که در نظر است با مقاوم صفحه‌ای مهار شود (N)

h: حداقل پهنای مقاوم صفحه‌ای (میلیمتر)

اندازه و شکل قسمتهای ورق انتهایی که توسط هر کدام از مقاوم‌های صفحه‌ای مهار می‌شوند باید طوری باشند که کل مساحت صفحه انتهایی در ناحیه مقاوم صفحه‌ای مهار شده باشد .

مقاوم‌های صفحه‌ای باید به طور شعاعی به صفحه انتهایی وصل شوند و زاویه بین آنها باید بین 15 درجه و 30 درجه باشد .

در هنگام قراردادن مقاوم‌های صفحه‌ای باید به میزان تغییر شکل صفحه انتهایی که ممکن است اتفاق افتد توجه شود , که در مناطقی که در معرض بیشترین تغییر شکل هستند مناسبترین طرح در نظر گرفته شود .

یادآوری : مناسب بودن طرح عمدتاً به دو اصل بستگی دارد که عبارتند از :

جلوگیری از تغییرات ناگهانی دوره [85] صفحه انتهایی و کافی بودن فاصله تنفس , که هر دو مورد به منظور محدود نمودن تمرکز تنش می‌باشند (بند 3-8-1 ملاحظه شود .) برای مهار کردن ناحیه‌ای از ورق که در معرض احتراق با دمای متجاوز از 600 درجه سانتیگراد قرار دارد , از مقاوم‌های جوش شده صفحه‌ای نباید استفاده نمود .

3-8-8-4 مقاوم‌های میله‌ای :

مقاوم‌های میله‌ای باید طوری قرار داده شوند که زاویه V (شکل 3-8-8-4) از 60 درجه کمتر نباشد و ابعاد آن طوری باشند که تنش ایجاد شده در آن در ضعیف‌ترین قسمت از یک هفتم حداقل مقاومت کششی ورق بکار رفته تجاوز ننماید

3-8-8-5 ورق تکیه گاه [86], اتصالهای مفصلی و میخ‌های مفصل : مقاومت ورقهای تکیه گاه پین‌های مفصل در ضعیف‌ترین قسمت باید مطابق زیر محاسبه شود :

الف : پین‌های مفصل باید طوری طراحی شوند که تنش برشی از $55\ N/mm^2$ تجاوز نکند . مقاومت پین‌ها در موقعیت برش دو برابر , 1/875 برابر مقاومت آنها در موقعیت برش منفرد در نظر گرفته می‌شود .

ب : ورق‌های تکیه گاه باید طوری طراحی شوند که تنش محاسبه شده از یک هفتم حداقل مقاومت کششی موارد بکار رفته تجاوز نکند , لیکن در هیچ حالتی این ضخامت نباید از $\frac{7}{8}$ ضخامت ورق پوسته , به حداقل 12/5mm کمتر باشد و همچنین طول قسمتی که به صفحه انتهایی متصل شده نباید از فاصله بین خطوط تشکیل دهنده فاصله تنفسی صفحه انتهایی با پوسته و خط تشکیل دهنده فاصله تنفسی دور شبکه سوراخها یا کوره‌ها تجاوز کند .

ج : اتصالهای مفصلی , ورق‌های تکیه گاه پین‌ها که از مواد دارای حداقل مقاومت کششی $430\ N/mm^2$ ساخته می‌شوند باید طوری طراحی شوند که تنش لهیدگی در ناحیه پیش آمده $103\ N/mm^2$ تجاوز نکند .

3-8-8-6 اتصالات جوش شده :

هرگاه مقاوم‌های صفحه‌ای به پوسته و صفحات انتهایی جوش شوند جوشهای آنها باید مطابق شکل 3-8-8-3 (1) یا 3-8-8-3 (2) از نفوذ کامل برخوردار باشند .

چنانچه ورقهای تکیه‌گاه به پوسته و یا صفحات انتهایی جوش شوند , اتصال باید از نوع جوشهای نواری پیوسته در هر طرف یا جوش‌های با نفوذ کامل باشد . جوشها باید از چنان ابعادی برخوردار باشند که تنش محاسبه شده براساس مساحتی برابر طول مؤثر جوش ضرب در ضخامت مؤثر گلویی جوش , از مقدار حاصلضرب تنش مجاز فلز اصلی در ضریب مناسب جوش ارائه شده در جدول 3-8-8-6 تجاوز نکند .

به هنگام مشخص نمودن مقطع جوش‌ها باید دقت کرد که در تشکیل شکاف یا تغییرات ناگهانی دوره جوش اجتناب شود . جوش‌ها باید به طور یکنواخت با ورق اصلی ممزوج شوند .

طول مؤثر یک جوش باید برابر آن طولی از جوش در نظر گرفته شود که در سراسر جوش از ابعاد معین برخوردار است . برای جوش‌های نواری انتها - باز , طول مؤثر باید برابر کل طول جوش منهای 2 برابر ضخامت گلوگاه در نظر گرفته شود .

به منظور محاسبه تنش , ضخامت مؤثر گلوگاه یک جوش لب به لب [87] باید برابر ضخامت مقاوم صفحه‌ای یا ورق تکیه‌گاه و ضخامت مؤثر گلوگاه یک جوش نواری نیز برابر 0/7 پای جوش در نظر گرفته شود .

در مورد جوش‌های مرکب ضخامت مؤثر گلوگاه باید برابر مجموع قطعات تشکیل دهنده آن جوش باشد .

جدول ۳-۸-۶ : اتصالات جوش شده

شکل جوش	ضریب جوش
جوش های منفرد و شکل یا لب به لب پخ دار (۲)	
(با یا بدون جوش های نواری اضافی)	
آب بندی نشده	۰/۴۵
آب بندی شده	۰/۷۰
جوشهای دوطرفه و شکل یا لب به لب پخ دار (با یا بدون	۰/۸۰
جوش های نواری اضافی)	
جوش های نواری دوبل	۰/۶۵

3-8-9 برای میله‌های مقاوم و سایر عضوهای ساختمانی که در فضای بخار یا آب دیگ , قرار دارند حد مجاز خوراکی [88] در نظر گرفته نمی‌شود .

3-9 لوله‌ها و صفحه لوله‌ها :

3-9-1 ضخامت لوله‌های تحت فشار خارجی :

ضخامت لوله‌های تحت فشار خارجی باید طبق فرمول زیر محاسبه شود :

$$e = \frac{PD}{2f} + C$$

که در آن :

C: حد مجاز خوردگی که باید برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته شود مگر اینکه بر روی یک عدد بزرگتری بخاطر در نظر گرفتن شرایط نامطلوب توافق شود .

D: قطر خارجی لوله (میلیمتر)

e: حداقل ضخامت لوله (میلیمتر)

f_1: 0/8f که در آن f عبارتست از تنش طراحی (برحسب N/mm^2) (بند 3-1-4 ملاحظه شود .)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

با وجود این , ضخامت لوله‌های تحت فشار خارجی در هیچ حالتی نباید از مقادیر نشان داده شده در جدول 3-9-1 کمتر باشد در هنگام سفارش لوله باید حداقل حدود تغییرات در نظر گرفته شود .

جدول ۳-۹-۱ حداقل ضخامت لوله های تحت فشار خارجی

قطر اسمی خارجی (mm)	حداقل ضخامت (m m)
از ۳۸ تجاوز ننماید	۲/۲۸
بیشتر از ۳۸ ولی از ۵۱ تجاوز ننماید	۲/۸۱
بیشتر از ۵۱ ولی از ۷۰ تجاوز ننماید	۳/۱۲
بیشتر از ۷۰ ولی از ۷۶/۱ تجاوز ننماید	۳/۳۸
بیشتر از ۷۶/۱ ولی از ۸۸/۹ تجاوز ننماید	۳/۹۶
بیشتر از ۸۸/۹ ولی از ۱۰۱/۶ تجاوز ننماید	۴/۲۶

3-9-2 لوله‌های مقاوم و لوله‌های ساده :

لوله‌های مقاوم لوله‌هایی هستند که مطابق شکل 3-9-2 (1) (الف) تا (د) جوش می‌شوند و دارای عمق جوش برابر ضخامت لوله به علاوه 3 میلیمتر می‌باشند . به این لوله‌های مقاوم در شبکه لوله‌ها احتیاجی نمی‌باشد مگر موقعی که شبکه لوله‌ها از لوله‌هائی تشکیل شده باشند که فقط مطابق شکل 3-9-2 (1) (ج) گشاد شده‌اند .

اگر شبکه لوله‌ها از لوله‌های ساده‌ای تشکیل شده باشند لوله در داخل صفحه لوله که گشاد [89] و برگشته [90] یا گشاد و شیپوری [91] مطابق شکل 3-9-2 (2) (د) و یا گشاد و جوش شده مطابق با شکل‌های 3-9-2 (2) (الف) و (ب) گردیده باشند باید از لوله‌های مقاوم جوش شده طبق شکل‌های 3-9-2 (1) (الف) تا (د) در ردیف‌های کنار [92] با تعداد کافی استفاده گردد تا بارهای وارد بر صفحه تخت در خارج از ناحیه لوله را تحمیل نمایند .

برای لوله‌های ساده‌ای که در معرض شعله یا محصولات حاصل از احتراق با درجه بیش از 600 °C درجه قرار دارند , انتهای لوله‌های جوش شده می‌باید از هم طراز با جوش‌ها و انتهای لوله‌های گشاد شده قرار گیرند مطابق شکل‌های 3-9-2 (2) و (د .)

اگر لوله‌های ساده زیاد در معرض موارد مذکور نیستند . انتهای لوله‌های جوش شده باید حداکثر 10mm پشت جوش یا در مورد لوله‌های گشاد شده , لوله‌ها باید تا حداکثر 15mm پشت صفحه انتهائی پیش برود .

هر لوله , مقاوم باید به نحوی طراحی شده باشد که سهم مقرر شده‌اش از بار وارد بر صفحاتی که این لوله نگهداری می‌کند را تحمل نماید . ضخامت لوله‌های مقاوم جوش شده به صفحه لوله‌ها باید به نحوی باشد که تنش محوری [93] روی نازکترین قسمت لوله از $70\ N/mm^2$ تجاوز ننماید .

3-9-3 گام لوله‌ها :

فضای بین سوراخهای لوله رو باید به نحوی باشد که حداقل پهنای بر حسب میلیمتر هر رباط بین سوراخها از $0/125\ D_h + 12/5$ میلیمتر تجاوز ننماید که در آن D_h قطر سوراخ لوله رو برحسب میلیمتر می‌باشد .

3-9-4 لوله‌های تحت فشار داخلی :

3-9-4-1 ضخامت لوله‌های مستقیمی که تحت فشار داخلی قرار دارند از فرمول زیر بدست می‌آید :

$$e = \frac{PD}{2f + P} + C$$

C: حد مجاز خوردگی که باید برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته شود , مگر اینکه بر روی یک عدد بزرگتر بخاطر در نظر گرفتن شرایط نامطلوب توافق شود .

D: قطر خارجی لوله (میلیمتر)

e: حداقل ضخامت لوله (میلیمتر)

اگر لوله با یک رواداری منفی سفارش شود ضخامت محاسبه شده باید افزایش یابد تا این رواداری نیز منظور شده باشد .

f: تنش طراحی (N/mm^2) (بند 3-1-4 ملاحظه شود)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

یا وجود این ضخامت لوله‌های تحت فشار داخلی در هیچ حالتی نباید از مقادیر ارائه شده در جدول 3-9-4-1 کمتر باشد .

جدول ۳-۹-۴-۱ حداقل ضخامت لوله‌های مستقیم تحت فشار داخلی

قطر اسمی خارجی (mm)	حداقل ضخامت (mm)
از ۳۸ تجاوز ننماید	۱/۷۵
بیشتر از ۳۸ ولی از ۵۱ تجاوز ننماید	۲/۱۶
بیشتر از ۵۱ ولی از ۷۰ تجاوز ننماید	۲/۴
بیشتر از ۷۰ ولی از ۷۶ تجاوز ننماید	۲/۶
بیشتر از ۷۶ ولی از ۹۵ تجاوز ننماید	۳/۰۵
بیشتر از ۹۵ ولی از ۱۰۲ تجاوز ننماید	۳/۲۸
بیشتر از ۱۰۲ ولی از ۱۲۷ تجاوز ننماید	۳/۵

3-9-4-2 جائیکه لوله‌ها خم کاری می‌شوند لوله‌ها باید

الف : نازک شدگی [94]

الف 1: در هر جائی اطراف قوس خارجی خم , کاهش ضخامت به کمتر از حداقل مقدار محاسبه شده لازم برای لوله مستقیم , که به صورت درصد بیان می‌شود (بند 3-9-4-15 رجوع گردد) نمی‌باید از مقدار زیر تجاوز نماید .

$$\frac{100}{\left(\frac{4R}{D}\right) + 2}$$

که در آن :

R: شعاع مرکزی متوسط خم نسبت به خط میانی لوله

D: قطر خارجی سفارش داده شده برای لوله

الف 2: به علاوه در خم هائیکه به صورت سرد ایجاد می‌شوند و هیچ عملیات حرارتی بعدی روی آنها صورت نمی‌گیرد , میزان نازک شدن در هر جائی اطراف قوس خارجی خم نباید از 20% ضخامت اسمی لوله در حالت مستقیم تجاوز نماید .

ب: حالت بیضوی شکل [95] :

فرآیند خم کاری میباید مورد کنترل قرار گیرد تا از هر گونه از شکل افتادگی [96] نسبت به مقطع دایره‌ای غیر از بیضوی شکلی محافظت شود در صورتیکه بیضوی شکل اندازه گیری شده از نوک خم از 10% تجاوز ننماید.

درصد بیضوی کلی از عبارت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{D_{MAX} - D_{MIN}}{D} \times 100$$

که در آن:

D_{MAX} : حداکثر قطر خارجی لوله که در نوک خم اندازه گیری میشود (mm)

D_{MIN} : حداقل قطر خارجی لوله در همان مقطعی که D_{MAX} اندازه گیری میشود (mm)

D : قطر اسمی خارجی لوله (mm)

5-9-3 ضخامت صفحه لوله‌ها در محدوده داخل شبکه لوله‌ها حداقل ضخامت هر صفحه، لوله‌ای که به آن لوله‌های ساده متصل شده‌اند مطابق شکل‌های 3-9-2 (2) (الف) تا (د) در صورتیکه قطر سوراخلوله رو از 50 میلیمتر بیشتر باشد برابر 14 میلیمتر انتخاب گردد. اگر لوله‌ها به صفحه لوله‌ها بوسیله جوش‌های عمیقی اتصال یابند که دارای 3 میلیمتر قسمت جوش نشده یا کمتر باشد ضخامت صفحه لوله نباید از 9 میلیمتر کمتر باشد ضخامت صفحه لوله‌ها باید مطابق رابطه ارائه شده در بند 3-8-2-5 محاسبه شود. که در آن b بعنوان فاصله لوله‌های ساده و 7 برابر 1/56 میباشد.

3-9-6 برآمیدگی‌های [97] افقی صفحه لوله‌ها که قسمتی از پوسته را تشکیل می‌دهند.

3-6-9-1 برای تحمل بار عمودی ناشی از فشار روی دو صفحه انتهایی دیگر باید یکی از دو روش زیر مورد استفاده قرار گیرد.

الف : اگر مقاوم‌های صفحه [98] و دیگر مقاوم‌ها به این برآمدگی‌ها متصل نباشند , مقاومت قسمتهائی که از درزهای محیطی در بالا و پائین این ورقها از قسمت بیرونی یک صفحه لوله به قسمت بیرونی صفحه لوله دیگر باید به اندازه کافی باشد تا توانائی تحمل تمام بار روی انتهای دیگ

$$\frac{R_m}{4/5}$$

را داشته باشد . تنش روی این نوع مناطق از درزهای محیطی نباید از تجاوز نماید . (به بند 3-1-4 رجوع شود .)

ب : اگر برآمدگی‌های افقی صفحه لوله‌ها بوسیله مقاوم‌های صفحه‌ای با سایر مقاوم‌ها تقویت شوند , تعداد چنین مقاوم‌های صفحه‌ای یا مقاوم‌ها با بکار بردن علامت باید مطابق زیر محاسبه شود :

$$C = \frac{AD_i P}{e}$$

که در آن :

A: حداکثر بعد افقی برآمدگی از داخل ورق پوسته تا خارج صفحه لوله (برحسب میلیمتر .)

D_i: قطر داخلی دیگ (mm)

e: ضخامت صفحه اول (mm)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

در آن صورت حداقل تعداد مقاوم‌های صفحه‌ای برای صفحه لوله‌های محفظه احتراق باید بشرح زیر باشد :

1: مقاوم صفحه‌ای جائیکه C از 25000 تجاوز نماید .

2: مقاوم صفحه‌ای جائیکه C از 35000 تجاوز نماید .

3: مقاوم صفحه‌ای جائیکه C از 42000 تجاوز نماید .

و برای صفحه لوله مربوط به جعبه دود حداقل تعداد مقاوم صفحه‌ای باید به شرح زیر باشد :

1: مقاوم صفحه‌ای جائیکه C از 25000 تجاوز نماید .

2: مقاوم صفحه‌ای جائیکه C از 47000 تجاوز نماید .

3-9-6-2 ورقهای پوسته که به صفحه لوله‌ها متصل می‌شوند نباید بیش از 1/5 از میلیمتر مقدار لازم که بوسیله فرمولهای مربوط ورقهای پوسته با مقطع مدور پیوسته بدست می‌آید کمتر باشد .

(بند 3-2-2 ملاحظه شود .)

3-9-7 شبکه لوله‌های افقی در دیگهای عمودی اگر دیگهای عمودی دارای شبکه یا شبکه‌هایی از لوله باشند و روی صفحه لوله‌ها تنش کششی مستقیمی اعمال شود که ناشی از بار عمودی روی انتهای دیگ یا روی صفحه لوله‌هایی که به منزله اتصالهای افقی سرتاسر پوسته عمل می‌کنند , باشد , در این صورت هر لوله‌ای در ردیفهای عمودی بیرونی که به صورت یک در میان قرار گرفته است , می‌باید یک لوله مقاوم باشد و ضخامت صفحه لوله‌ها باید مطابق رابطه زیر محاسبه گردد :

$$e = \frac{۲PD}{JR_m} + C$$

که در آن :

C: حد مجاز خوردگی که برابر 0/75 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود , مگر اینکه بخاطر در نظر گرفتن شرایط نامطلوب بر روی یک عدد بزرگتر توافق شود .

D: دو برابر فاصله شعاعی مرکز ردیف بیرونی سوراخ‌های لوله رو از محور پوسته (میلیمتر .)

e: ضخامت صفحه لوله (میلیمتر)

J: بازده لگامنت‌های بین سوراخ‌های لوله رو که به صورت کسر زیر بیان می‌شود :

$$\frac{s - d}{S}$$

که در آن :

S: گام لوله‌ها در ردیف‌های عمودی بیرونی (میلیمتر)

d: قطر سوراخ‌های لوله رو (میلیمتر)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

R_m: حداقل مقاومت کششی معین شد در دمای اطاق (N/mm^2)

صفحه لوله‌های بین لوله‌های مقاوم باید با مقررات صفحه لوله‌ها مطابقت داشته باشد . (به بند 3-9-5 رجوع شود .)

3-10 کوره‌ها , متعلقات کوره , محفظه‌های برگشت عقب مرطوب آتشدانهای استوانه‌ای شکل که تحت فشار خارجی می‌باشند .

3-10-1 کوره‌ها :

3-10-1-1 حداکثر قطر کوره :

قطر متوسط کوره‌ها نباید از 1800 میلیمتر تجاوز نماید .

3-10-1-2 نمادها :

b: گام چین‌های کوره (میلیمتر)

c: حد مجاز خوردگی 0/75 (میلیمتر)

d: قطر متوسط کوره (میلیمتر)

d_{max}: حداکثر قطر متوسط کوره (میلیمتر)

d_{min}: حداقل قطر متوسط کوره (میلیمتر)

e: ضخامت ورق کوره (میلیمتر)

E: ضریب الاستیسیته یانگ در دمای طراحی (N/mm^2)

E_t: حداقل تنش تسلیم در دمای بالا یا 0/2 درصد تنش قراردادی در دمای طراحی (بند 3-3-1-2 ملاحظه شود .)

F: مساحت سطح مقطع یک قسمت طولی از دیواره کوره چین‌دار با طول b و ضخامت (e-c) (برحسب میلیمتر مربع) (به شکل‌های 3-10-1-2 (الف) تا (ه) مراجعه شود .)

I: ممان درجه دوم مساحت [99] یک چین کامل در حول محور خنثی بودن در نظر گرفتن حد مجاز خوردگی (mm^2) (به شکل‌های 3-10-1-2 (الف) تا (ه) مراجعه شود .)

I_S: ممان درجه دوم مساحت یک قسمت از سفت کننده ساده

(به شکل‌های (3-10-1-9-2 (الف) تا (ب) مراجعه شود) در حول محور خنثی آن که شامل طولی از کوره به اندازه $0/55(de)^{0/5}$ در هر طرف سفت کننده می‌باشد (mm) (به شکل‌های 3-10-1-9-2 (الف و (ب) و یادآوری شماره 2 رجوع گردد .)

L: فاصله بین مراکز دو نقطه مؤثر تکیه گاه (میلیمتر) (به یادآوری شماره 3 رجوع شود)

P: فشار طراحی (N/mm^2.)

S_1: ضریب ایمنی

2/5 برای کوره‌های دیگهای دسته 1 و 2

3/5 برای کوره‌های دیگهای دسته 3

2 برای لوله‌هایی که در معرض شعله قرار ندارند .

S_2: ضریب ایمنی

3 برای دیگهای دسته 1 و 2

3/9 برای دیگهای دسته 3

U: درصد خارج از گردی که باید برابر 1/5 برای کوره‌های ساده و یک برای کوره‌های چین دار در نظر گرفته شود .

W: عمق چین (میلیمتر)

یادآوری 1: برای کوره‌های چین دار , قطر متوسط برابر است با قطر داخلی به اضافه عمق کامل یک چین بدین ترتیب با مراجعه به شکل 3-10-1-2 این مقدار برابر است با :

قطر داخلی + e + W

یادآوری 2: هنگام محاسبه I_2, فقط لازم است که حد مجاز خوردگی در سمت گاز کوره به حساب آید .

یادآوری 3: سفت کننده‌هائی که مطابق 3-10-1-9-2 برای دیگ تهیه شده‌اند و صفحات انتهائی محفظه برگشت به عنوان نقاط مؤثر تکیه گاه در نظر گرفته می‌شود .

3-10-1-3 محاسبه ضریب یانگ در دمای طراحی :

مقادیر E باید از جدول زیر بدست آیند (در صورت لزوم از روش میان یابی خطی استفاده شود .)

دمای طراحی ($^{\circ}C$)	مقادیر E ($N/mm^2 \times 10^3$)
۲۵۰	۱۹۵
۳۰۰	۱۹۱
۳۵۰	۱۸۶
۴۰۰	۱۸۱
۴۵۰	۱۷۸

3-10-1-4 کوره‌های ساده :

فشار طراحی کوره‌های ساده باید با هر کدام از مقادیر بدست آمده از معادلات (1) و (2) زیر که کوچکترند برابر باشد , لیکن ضخامت آنها نباید از 7 میلیمتر کمتر و از 22 میلیمتر بیشتر باشد .

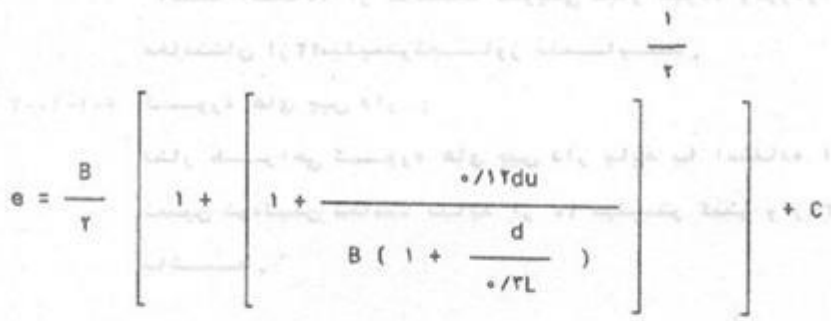
$$P = \frac{2E_t (e-C)}{S_1 d} \left[\frac{1 + \frac{d}{15L}}{1 + \frac{0/03du}{(e-C)(1+\frac{d}{0/3L})}} \right]$$

معادله (۲)

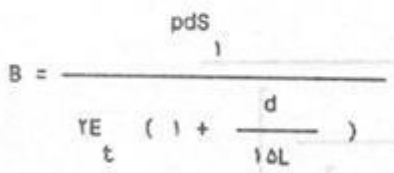
$$P = \frac{1/73\, E\, (e-C)^{2/5}}{S_2^{1/5} Ld}$$

روابط (1) و (2) را می‌توان برحسب ضخامت به صورت روابط (2) و (3) به ترتیب و به شرح زیر بیان نمود و باید بیشترین ضخامت بدست آمده را بکار برد .

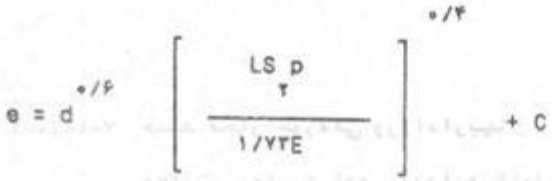
معادله (۳)



درجائیکه :



معادله (۴)



5-1-10-3 متعلقات کوره

ضخامت متعلقات کوره , بطور نمونه لوله‌های بیرون اندازه ^{100} خاکستر و اتصالات ورودی سوخت باید مطابق با 3-10-1-4 با توجه به حداقل ضخامت 10 میلیمتر و حداکثر ضخامت 22 میلیمتر محاسبه گردد .

جبران مساحت مربوط به سوراخها در کوره‌ها باید مطابق 3-4 باشد مگر اینکه استفاده از بالشتک تقویتی مجاز نبوده و کوره و انشعاب هیچکدام ضخامتشان از 22 میلیمتر تجاوز ننماید.

6-1-10-3 کوره‌های چین‌دار:

فشار طراحی کوره‌های چین دار باید با استفاده از رابطه زیر تعیین شود لیکن ضخامت نباید از 10 میلیمتر و از 23 میلیمتر بیشتر باشد.

$$p = \frac{2FE_t\left(1 + \frac{0/1d}{L}\right)}{S_1 bd\left[1 + \frac{FWdU}{8001\left[1 + \frac{5d}{L}\left(\frac{e - C}{W}\right)^2\right]}\right]}$$

3-10-1-7 حد مجاز خوردگی و رواداریها:

ضخامت محاسبه شده دیواره شامل یک حد مجاز ثابت برابر با 0/75 میلیمتر بابت خوردگی و فرسودگی میباشد. برای کوره‌های چین دار ضخامت محاسبه شده دیواره باید برابر حداقل ضخامت کوره کامل شده باشد.

برای کوره‌های ساده و محفظه‌های برگشت، حد مجاز را میتوان با توجه به هرنوع رواداری منفی روی ضخامت ورق انتخاب کرد.

3-10-1-8 خارج از گردی

درصد خارج از گردی مطابق زیر می‌باشد :

$$U = \frac{200(d_{max} - d_{min})}{d_{max} - d_{min}}$$

در محاسبه باید برای کوره‌های چین‌دار U=1 و برای کوره‌های ساده U=1/5 در نظر گرفته شود .

3-10-1-9 سفت کننده‌ها

3-10-1-9-1 ممان درجه مساحت سفت کننده‌ها نباید از مقداری که از رابطه نیز بدست می‌آید کمتر باشد .

$$I_5 = \frac{Pd^3 L}{1/33 \times 10^6}$$

3-10-1-9-2 چنانچه سفت کننده‌ها از قسمتهایی از تسمه یا ورق ساخته شوند لبه‌های مجاور آن باید به نحوی آماده شوند که از نفوذ کامل جوش اطمینان حاصل شود .

ضخامت حلقه سفت کننده باید در حداقل ضخامت مورد نیاز نگهداشته شود . (برای تعیین حدود ابعاد به شکل 3-10-1-9-2 (الف) و (ب) مراجعه شود .) برای اتصال سفت کننده به کوره باید از جوشهای با نفوذ کامل استفاده شود.

3-10-1-9-3 برآمدگی‌های حلقوی [101] به عنوان نقاط مؤثر اتکا در نظر گرفته می‌شوند . در محاسبات , حداقل گام مراکز برآمدگی حلقوی نباید از 500 میلیمتر کمتر باشد . اگر از برآمدگی حلقوی استفاده می‌شود , ضخامت کوره باید از بند 3-10-1-4 محاسبه گردد .

ابعاد برآمدگی‌های حلقوی باید مطابق اشکال 3-10-1-9-3 (الف) و (ب) و (ج) باشد و ممان درجه دوم مساحت آنها که از جداول داده شده در شکل‌های فوق تعیین می‌شود نباید از آنچه که در بند 3-10-1-9-1 مورد نیاز می‌باشد کمتر باشد .

3-10-1-9-4 اگر کوره‌های چین دار مجهز به چندین سفت کننده باشند , مانند یک سفت کننده روی هر چین و یا روی هر دو چین , مساحت سطح مقطع و ممان درجه دوم مساحت سفت کننده‌ها نیز هنگام بکار بردن رابطه 3-10-1-6 باید به حساب آورده شوند .

جهت محاسبه باید از ارتفاعی که از 6 برابر ضخامت کوره بیشتر نباشد استفاده شود .

3-10-1-10 انحناپذیری :

3-10-1-10-1 طول کوره‌های ساده نباید از 3 متر بیشتر باشد مگر در مورد دیگهایی که دارای کوره برگشت شعله هستند که ذاتاً انحناپذیر می‌باشند . در تمامی موارد دیگر , انحناپذیری در کوره باید بوسیله چین دار کردن , برآمدگی‌های حلقوی باید یا جدارهای موجی حلقوی [102] تأمین گردد . چنانچه جهت انحناپذیری از روش چین‌دار کردن استفاده گردد , حداقل $\frac{1}{3}$ طول کوره می‌باید چین دار شود .

3-10-1-10-2 چنانچه طول قسمت ساده یک کوره چین‌دار از 250 میلیمتر تجاوز ننماید , محاسبه ضخامت ضروری نمی‌باشد اگر از 250 میلیمتر تجاوز نماید , تمامی طول هر دو قسمت باید برای محاسبه ضخامت کوره چین‌دار بکار برده شده و برای محاسبه ضخامت قسمت ساده باید 1/5 برابر طول قسمت ساده بکار برود .

3-10-2 محفظه‌های مدور برگشت [103]

3-10-2-1 ضخامت ورقهای لفاف اطاقک مدور برگشت مربوط به دیگهای افقی چند لوله‌ای باید برابر 3-10-1-4 محاسبه شود , ضخامت نباید از 35 میلیمتر بیشتر و از 10 میلیمتر کمتر باشد .

3-10-2-2 ضخامت لوله‌های دسترسی باید با استفاده از رابطه 3-10-1-4 و یا حداقل ضخامت 10 میلیمتر محاسبه گردد .

3-10-3 آتشدان‌ها و متعلقات وابسته :

3-10-3-1 آتشدانهای دیگهای عمودی :

ضخامت آتشدانها باید با استفاده از معادلات ارائه شده در بند 3-10-1-4 بدست آید که در آن تمام علامتها دارای مفهوم مشابه هستند بجز :

d: قطر آتشدان (میلیمتر)

اگر آتشدان مخروطی باشد قطری که بکار برده می‌شود باید برابر متوسط قطر بالا و پائین باشد که به تقویتی محکمی از فلنج یا حلقه مجهز گردد .

L: طول مؤثر آتشدان (میلیمتر) همانطوری که در شکل 3-1 (5) (ب) نشان داده شده است .

تحت هیچ شرایطی نباید ضخامت از 10 میلیمتر کمتر و از 22 میلیمتر بیشتر باشد و قطر متوسط آتشدان نباید از 1800 میلیمتر تجاوز نماید .

3-10-3-2 دودکش‌ها :

ضخامت دودکش‌ها باید از رابطه ارائه شده در بند 3-10-1-4 و با استفاده از حد مجاز خوردگی 4 میلیمتر بجای 0/75 میلیمتر بدست آید .

3-10-3-3 لوله‌های مورب :

قطر داخلی لوله‌های مورب نباید از 300 میلیمتر تجاوز نماید .

ضخامت باید از رابطه داده شده در بند 3-2-2 تعیین گردد , لیکن به هیچ وجه نباید از 10 میلیمتر کمتر باشد .

3-10-3-4 آتشدانهای نیمه کروی :

حداقل ضخامت آتشدانهای نیمه کروی فاقد نگهدارنده که فشار روی قسمت محدب آنها می‌باشد باید از رابطه 3-10-3-5 تعیین شود لیکن ضخامت نباید از 10 میلیمتر کمتر و از 22 میلیمتر تجاوز نماید .

3-10-3-5 پوسته‌های کروی تحت فشار خارجی

3-10-3-5-1 کلیات :

طرح پوسته‌های کروی برای اطمینان از ناپایداری الاستیک [104] و وقوع تسلیم غشائی [105] باید مورد بازبینی قرار گیرند . فشار مجاز طراحی باید با کوچکترین مقدار p که از بندهای 3-10-3-5-2 و 3-10-3-5-3 بدست می‌آید برابر باشد .

3-10-3-5-2 محاسبه ناپایداری الاستیک

$$P = \frac{0/8E}{q + 0/006\left(\frac{R_o}{e}\right)}\left(\frac{e}{R_o}\right)^2$$

که در آن :

e: ضخامت (میلیمتر)

E: ضریب یانگ در دمای طراحی (N/mm^2)

P: فشار طراحی (N/mm^2)

R_0: شعاع خارجی (میلیمتر)

3-10-3-5-3 محاسبات مربوط به تسلیم غشائی

فشار طراحی P باید از رابطه زیر بدست آید :

$$P = \frac{0/833e\ E_t}{R_o}$$

که در آن :

E_t : تنش تسلیم پائینی یا 0/2 درصد تنش قراردادی در دمای طراحی (N/mm^2)

بقیه علائم مطابق 3-10-3-5-2 میباشد .

3-10-3-6 صفحات انتهای عدسی شکل تحت فشار خارجی :

(به استثنای ورقهای انتهائی فوقانی مربوط به آتشدان دیگهای عمودی) به 3-3-6 مراجعه شود .

3-10-3-6-1 صفحات انتهائی عدسی شکل باید با محدودیتهای شکلی ارائه شده در 3-3 مطابقت داشته باشند .

صفحات انتهائی عدسی شکل نیم کروی باید مانند پوسته‌های کروی مطابق 3-10-3-5 طراحی شوند .

3-10-3-6-2 صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس کروی باید مانند پوسته‌های کروی طبق بند 3-10-3-5 طراحی شوند و علاوه بر آن ضخامت نباید از 1/2 برابر ضخامت مورد نیاز برای قوس عدسی با شکل مشابه تحت فشار داخلی کمتر باشد .

3-10-3-6-3 صفحات انتهائی عدسی شکل با قوس نیم بیضوی باید مطابق پوسته‌های کروی که در بند 3-10-3-5 مورد نیاز می‌باشد طراحی شوند و حداکثر شعاع تاج را باید مطابق شعاع کره معادل منظور نمود , ضمناً ضخامت نباید از 1/2 برابر ضخامت مورد نیاز برای قوس عدسی مشابه تحت فشار داخلی کمتر باشد .

3-10-3-7 حلقه‌های زیگزاگ [106] فلنج‌های پایه [107] (به شکل‌های 3-10-3 (الف) و (ب) رجوع شوند) ضخامت حلقه‌های زیگزاگ با فلنج‌های پایه که پائین آتشدان را به پوسته دیگهای عمودی وصل می‌نمایند و تمامی بار عمودی بر آتشدان را متحمل می‌شوند باید از رابطه زیر تعیین شود :

$$e_g = \left[\frac{PD_1 (D_1 - d_o)}{۹۹۰} \right]^{\frac{۱}{۲}} + C$$

که در آن :

C : حد مجاز خوردگی که برابر ۰/۷۵ میلیمتر در نظر گرفته میشود مگر اینکه بخاطر شرایط نامطلوب برروی مقدار بیشتری توافق شود .

d_o : قطرخارجی قسمت پائین آتشدان جائیکه به حلقه زیگزاگ یا فلنج پایه متصل میشود (میلیمتر).

D_1 : قطر داخلی پوسته دیگ (میلیمتر)

e_g : ضخامت حلقه زیگزاگ یافلنج پایه (میلیمتر)

P : فشار طراحی (N/mm^2)

3-10-3-8 حلقه‌های U شکل (نعل اسبی :)

جائیکه از یک حلقه نعل اسبی مطابق شکل 3-10-3 (ج) استفاده می‌شود ضخامت بدست آمده از رابطه 3-10-3-7 باید تا 20% افزایش یابد .

3-10-3-9 ورق آتشدان تحت فشار :

ضخامت صفحه لوله‌های آتشدان تحت فشار ناشی از فشار روی ورق تاج بر مبنای تنش فشاری $97\ N/mm^2$ نباید از رابطه داده شده در زیر کمتر باشد :

$$e = \frac{P_1 V}{۱۹۳ (V - d_i)}$$

که در آن :

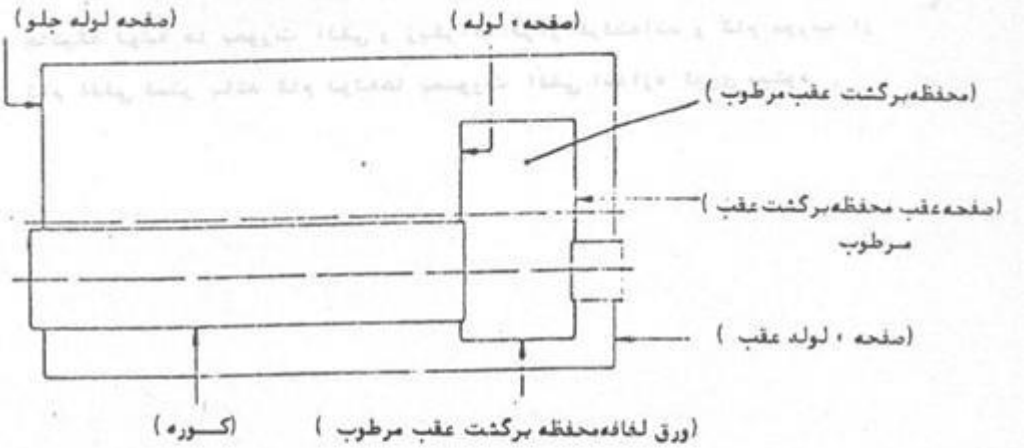
d_i: قطر داخلی لوله‌های ساده (میلیمتر)

e: ضخامت ورق (میلیمتر)

l: طول داخلی آتشدان (میلیمتر) که در بالا بین صفحه لوله و ورق انتهایی اندازه‌گیری می‌شود .

P: فشار طراحی (N/mm^2)

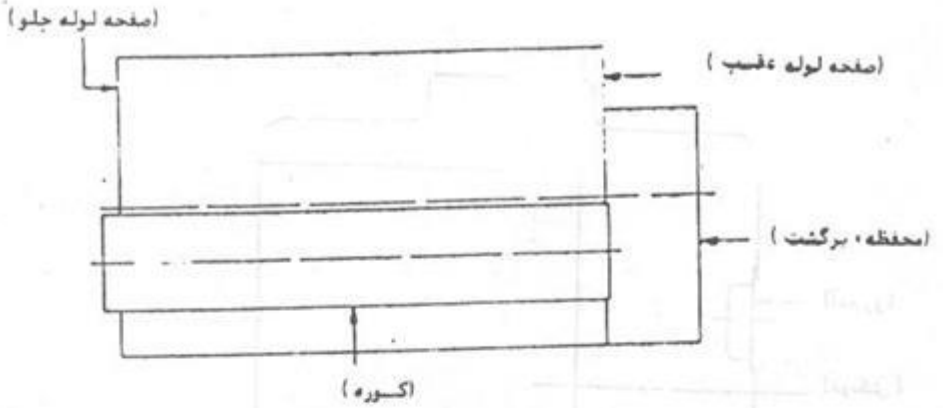
U: گام لوله‌ها (میلیمتر) در جائیکه لوله‌ها بطور زنجیره ای قرار گرفته‌اند . جائیکه لوله‌ها به صورت افقی و زیگزاگ قرار گرفته‌اند و گام مورب از گام افقی کمتر باشد گام لوله‌های به صورت افقی اندازه‌گیری می‌شود .



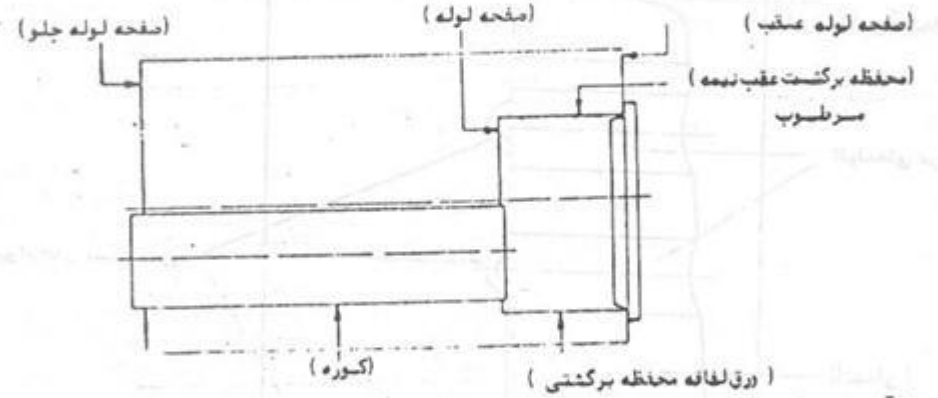
یادآوری : سطح حرارتی تابشی از کوره ، ورق لغافه وصفحه عقب مرطوب تشکیل شده است .)

شکل (۱) ۱ـ۳ دیـگ بخـار عقـــب مـــرطوب

شکل (۲) ۱-۳ دیگ بخار عقب خشک

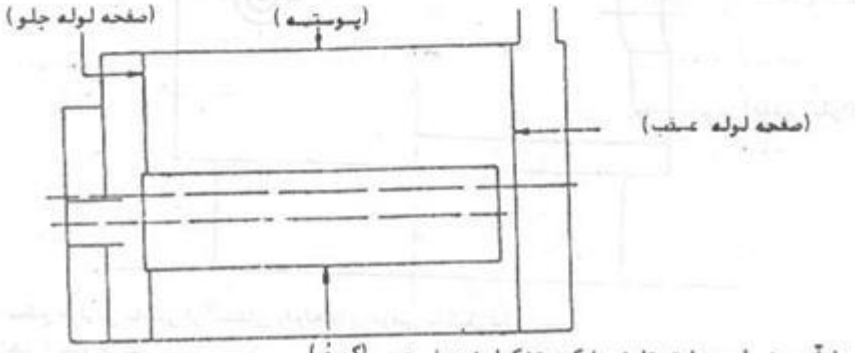


باد آوری : سطح حرارتی تابشی از کوره تشکیل شده است .



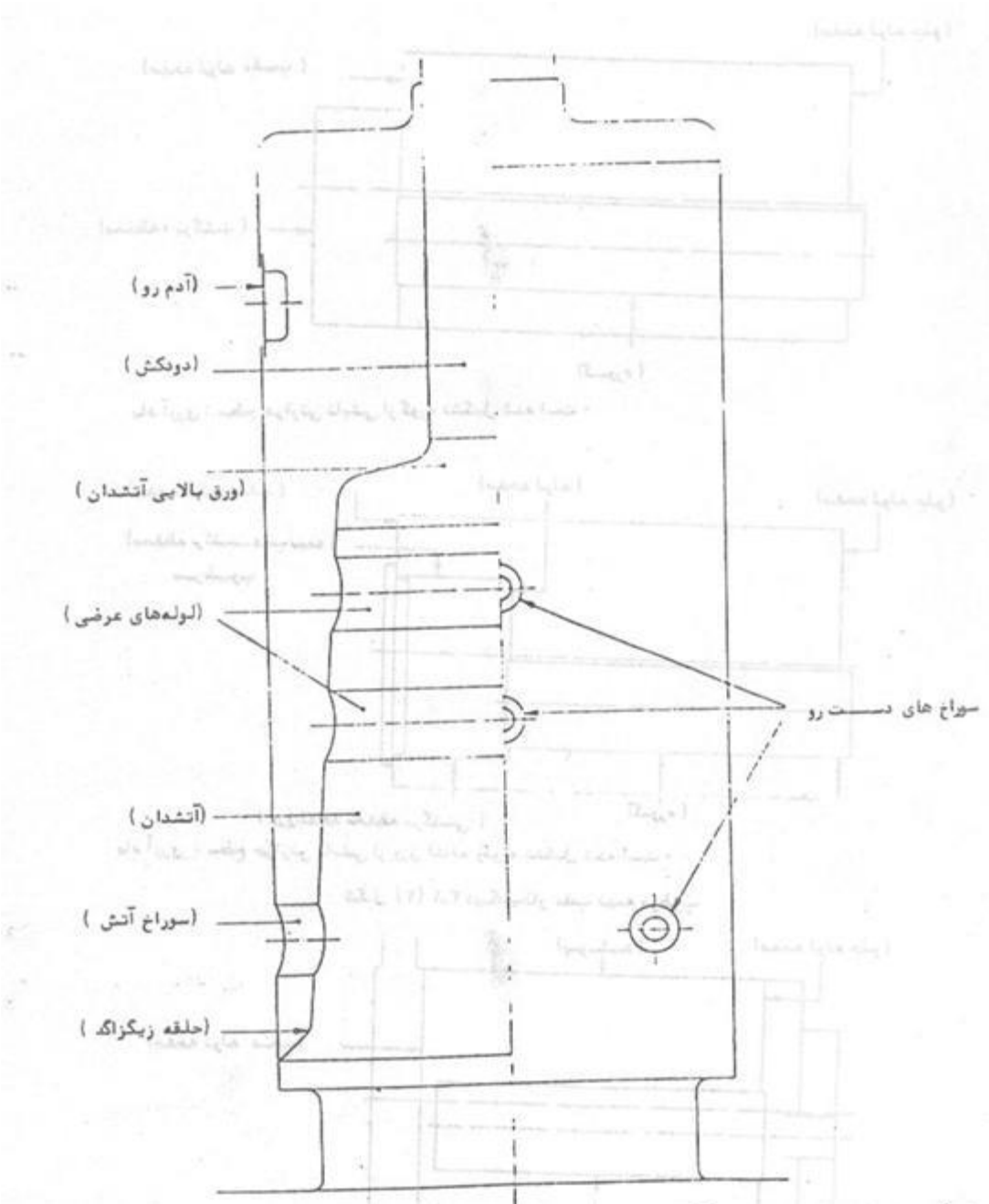
باد آوری : سطح حرارتی تابشی از ورق لفافه وکوره تشکیل شده است .

شکل (۳) ۱-۳ دیگ بخار عقب نیمه مرطوب



باد آوری : سطح حرارتی تابشی از کوره تشکیل شده است .

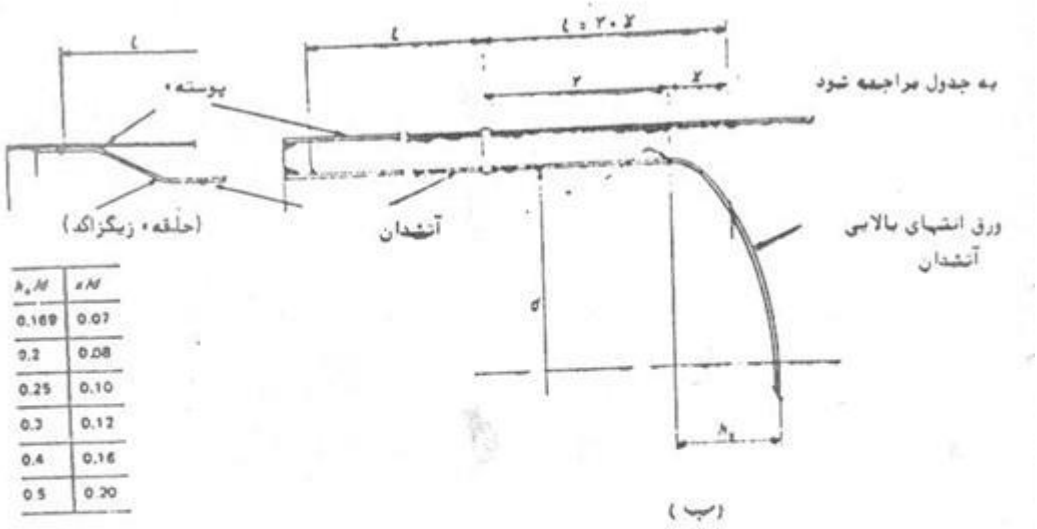
شکل (۴) ۱-۳ دیگ بخار برگشت آتش



یاد آوری : سطح حرارتی ناشی از آتشدان ولوله های عرضی تشکیل شده است .

الف ـ نمای برشی

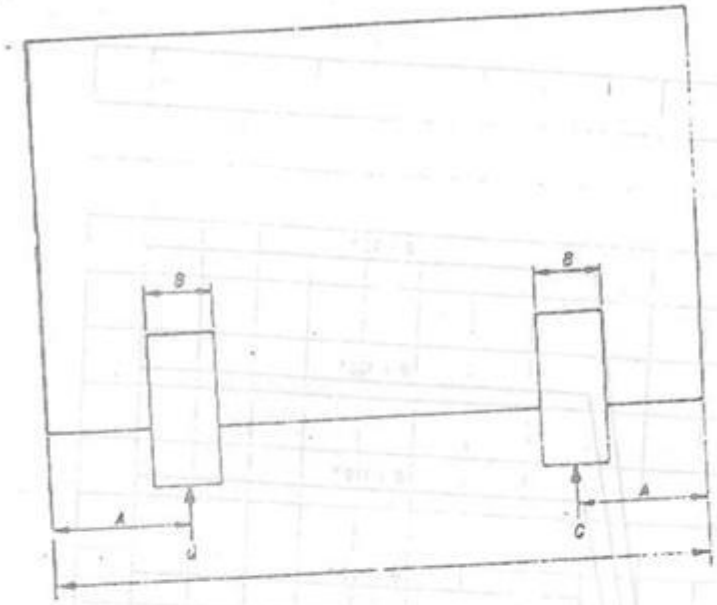
شکل (۵) ۱ـ۳ دیگ بخار عمودی



h_e/H	e/H
0.169	0.07
0.2	0.08
0.25	0.10
0.3	0.12
0.4	0.16
0.5	0.20

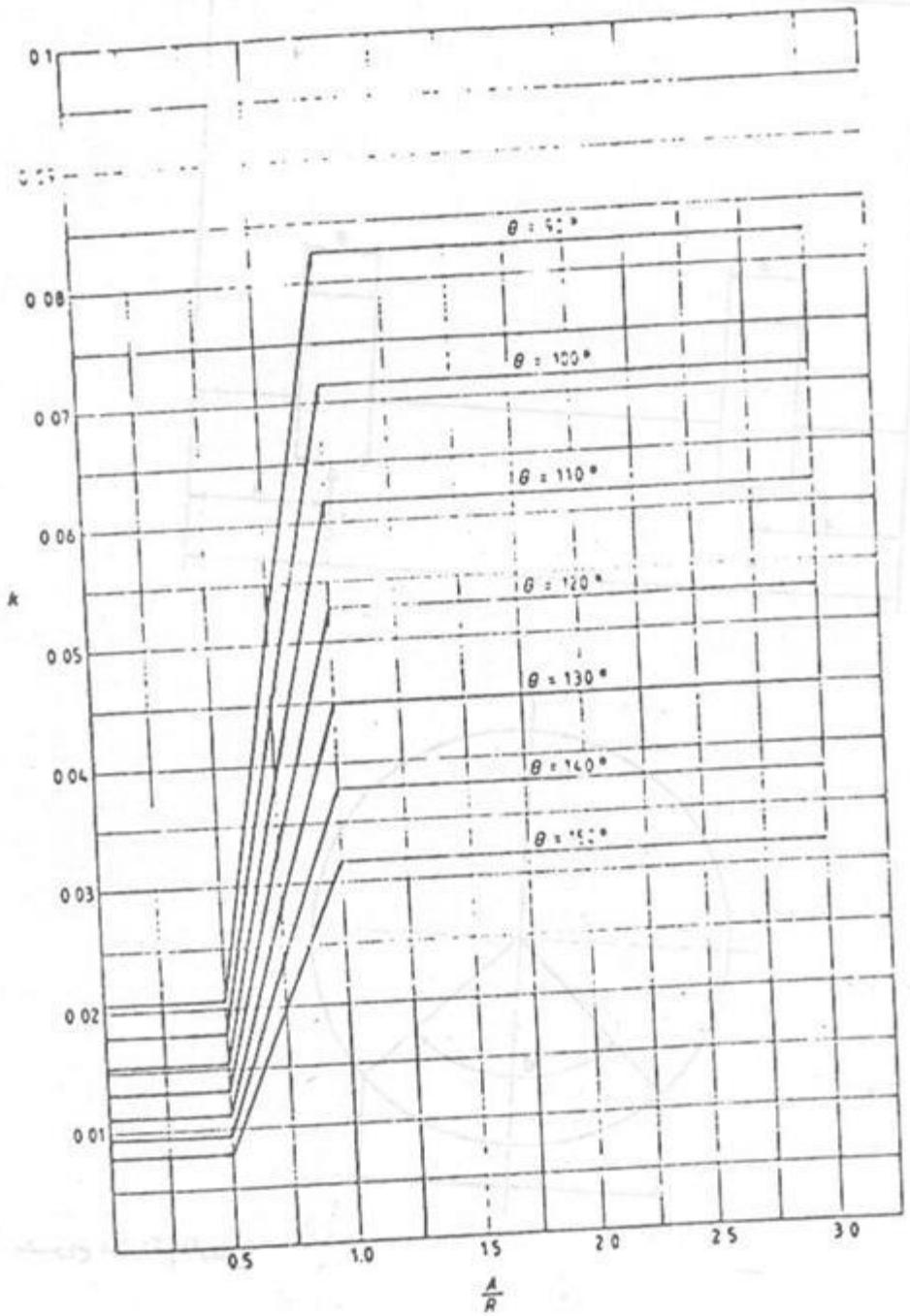
(ب) نمایی از آنشدان که طول مؤثر (a) برای استفاده در رابطه های داده شده در ۴-۱-۱۰-۳ نشان داده شده است.

شکل (۵) ۱-۳



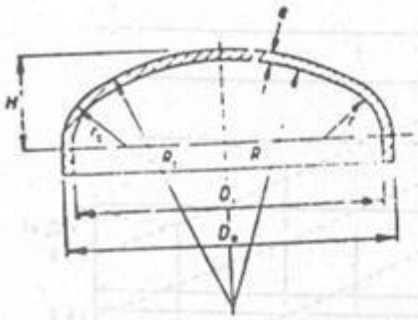
(الف) مشروح علامتگذاری

شکل ۲-۵-۲-۳ طراحی نکیه گاه زینی شکل

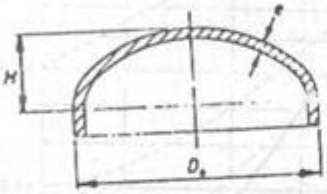


(ب) محاسبه ضریب K

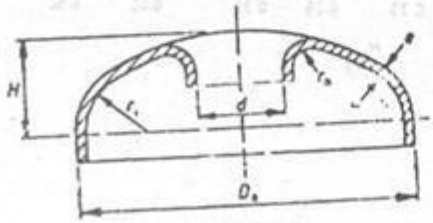
شکل ۲-۵-۲-۳



(الف) کله گی چنبره گـــروی

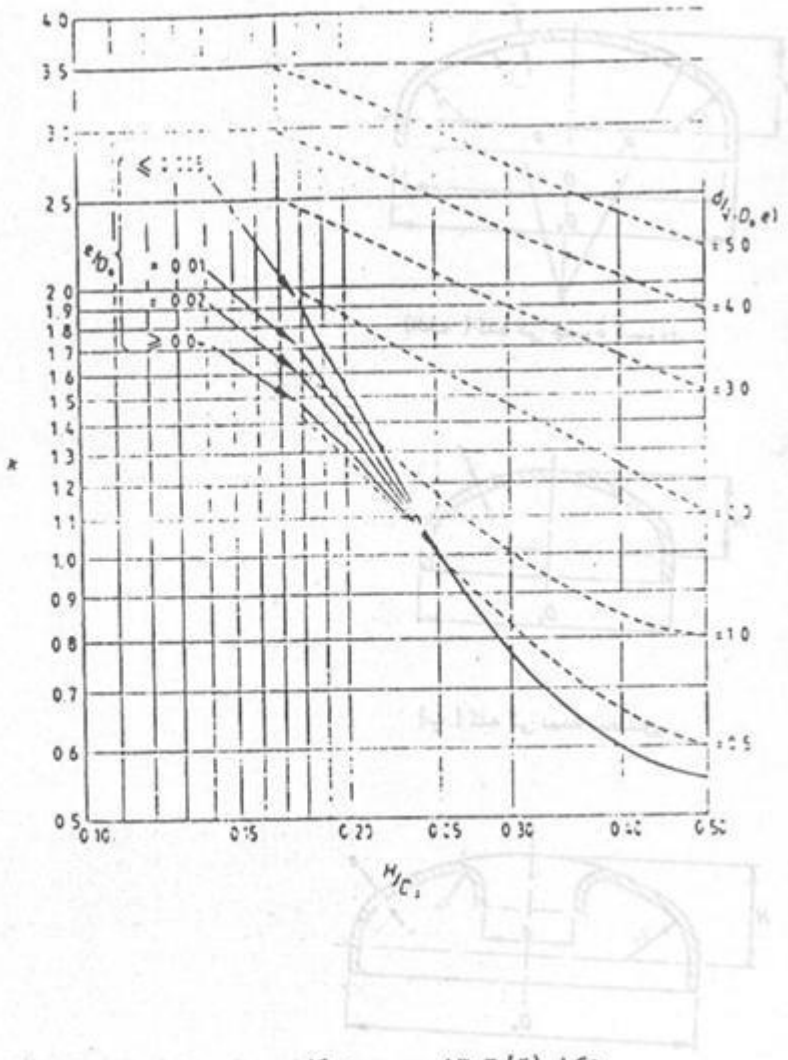


(ب) کله گی نیمه بیضـــوی

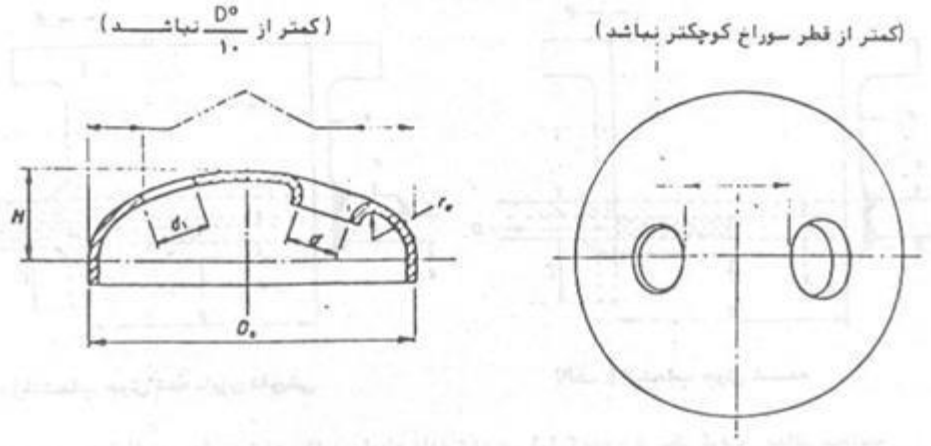


(ج) کله گی باسوراخ آد م رو (نیمه بیضوی یا چنبره کروی)

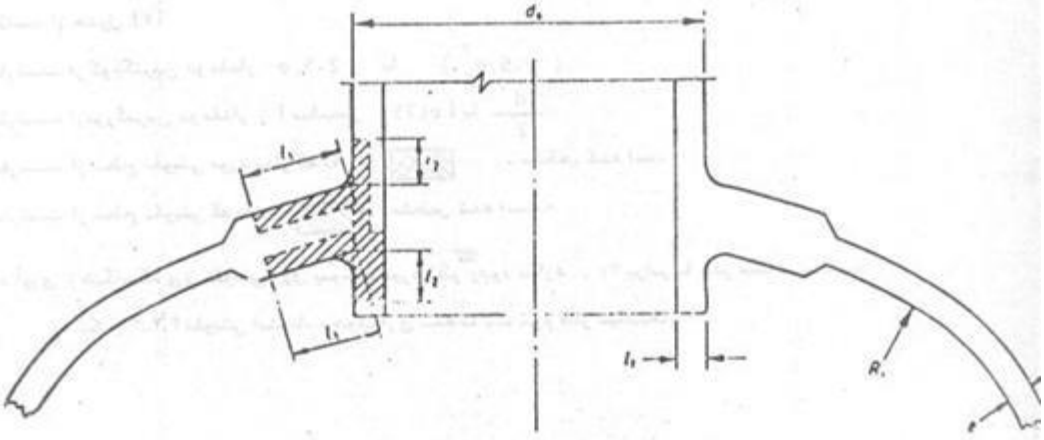
شکل (۱) ۳-۳کله گی های عدســی شکــل



شکل (۲) ۳-۳ ضریب شکل



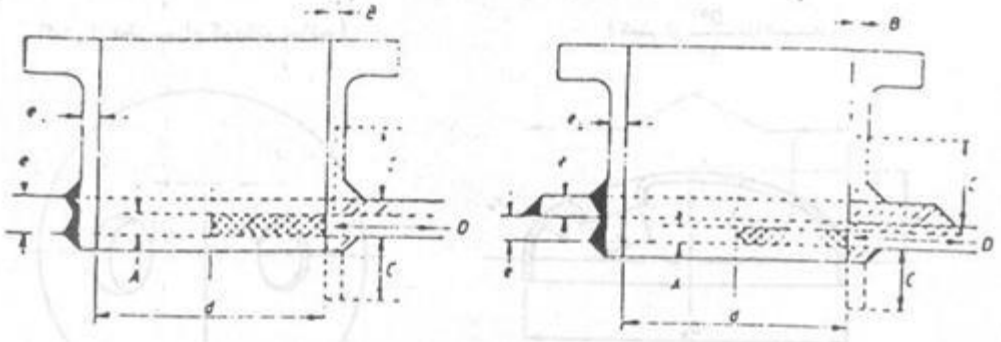
شکل (۳) ۳-۳ سوراخهای روی کله گی



l_1=کوچکترین $\frac{d^o}{2}$ یا $\sqrt{(2R_1 e)}$

$\sqrt{(d.l_t)} \geq 12$

شکل (۴) ۳-۳ محدودیتهای تقویتی



(ب) انشعاب جوش شده باوزن تقویتی

(الف) انشعاب جوش شده

A عبارت است ازضخامت محاسبه شده مطابق رابطه داده شده در ۳-۲-۲ بدون در نظر گرفتن حداقل ضخامت مورد نیاز با ۳-۲-۲

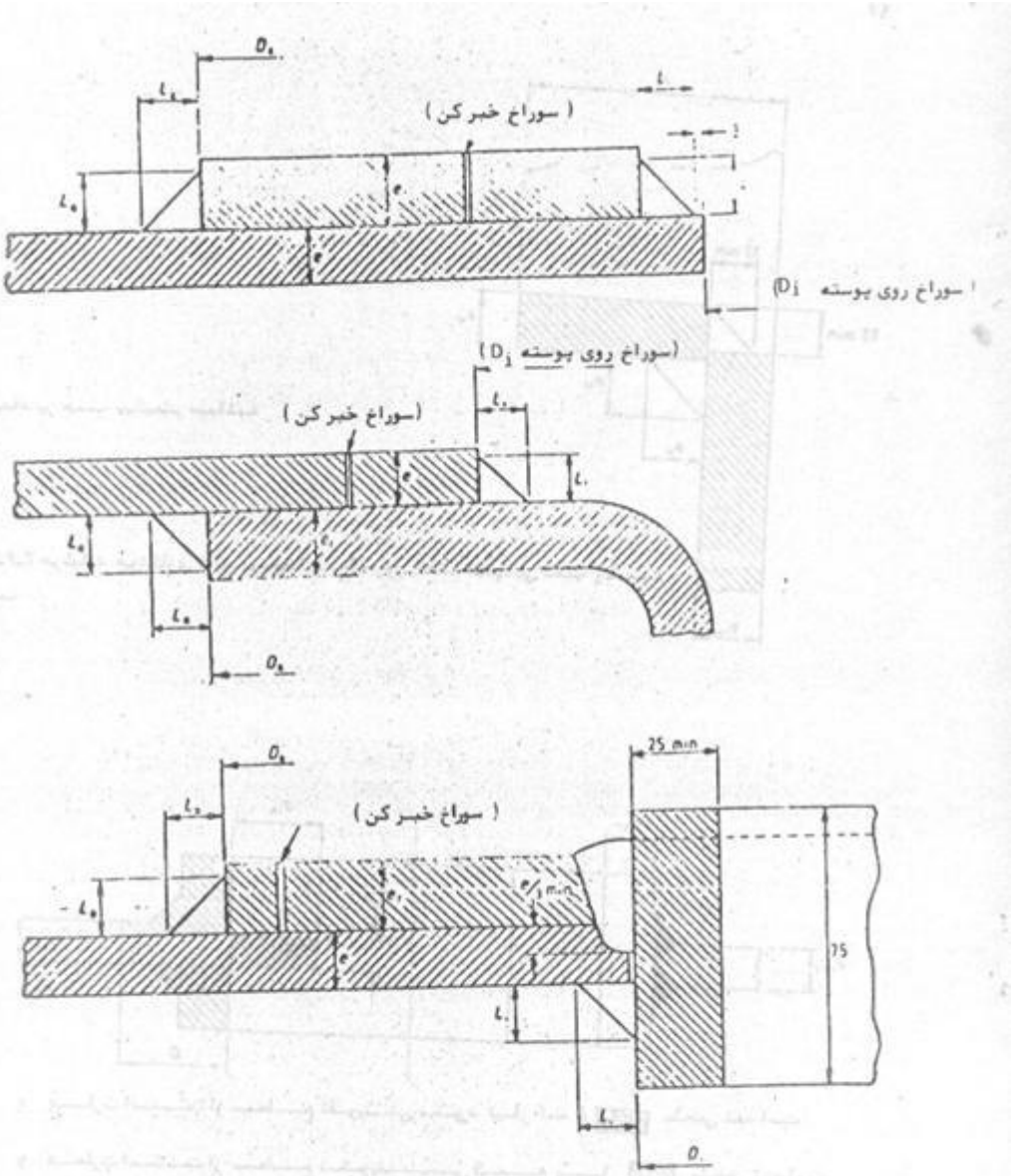
B عبارت است از ضخامت محاسبه شده مطابق با رابطه داده شده در ۳-۹-۴-۱ بدون در نظر گرفتن حداقل ضخامت از جدول (۷)

C عبارتست از کوچکترین دو مقدار 2.5 e یا ($2.5\ e_a$)

D عبارتست ازبزرگترین دو مقدار : (میلیمتر $\frac{d}{2}$) یا (el75

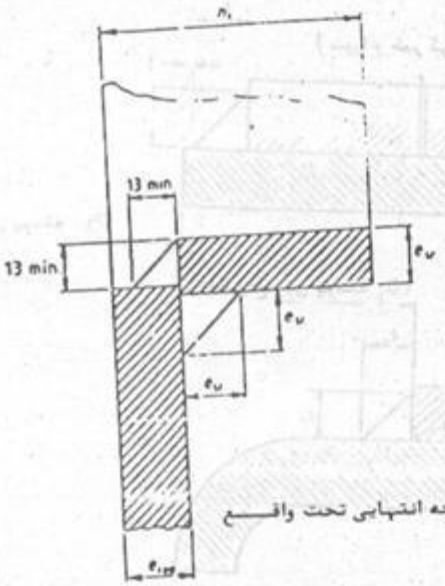
X عبارتست از سطح تقویتی مورد نیاز که با مشخص شده است.

Y عبارتست از سطح تقویتی که با مشخص شده است.



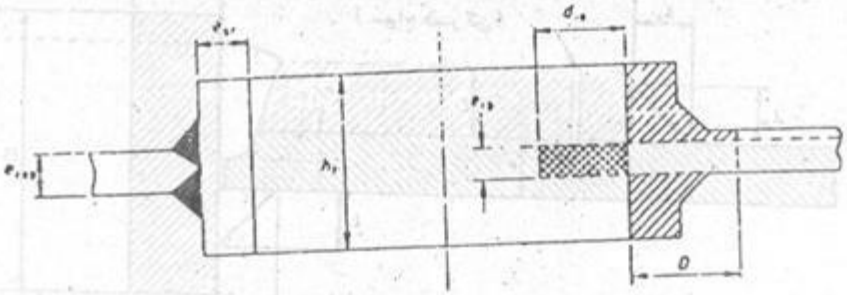
تمام ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل (۳.۵) جوشکاری قاب دریچه آدم رو ورقهای تقویتی



تمام ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند

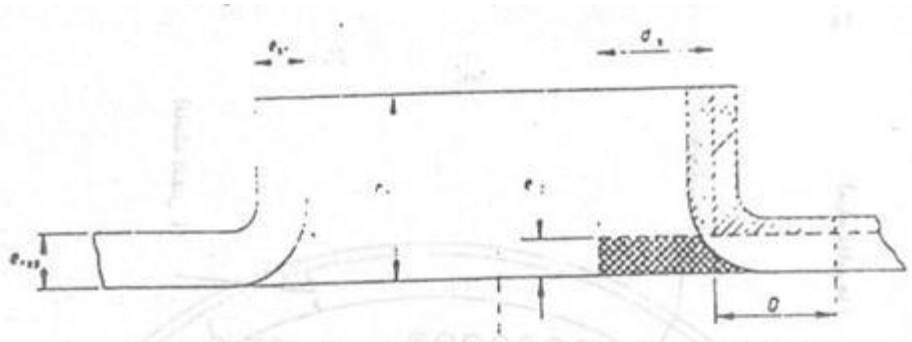
شکل ۲-۶-۳ جزئیات چوشکاری قاب دریچه آدم روکه روی صفحه انتهایی تحت واقع شده است .



x عبارت است از سطح تقویتی مورد نیاز که با ▨ مشخص شده است

y عبارت است از سطح تقویتی که با ▨ مشخص شده است

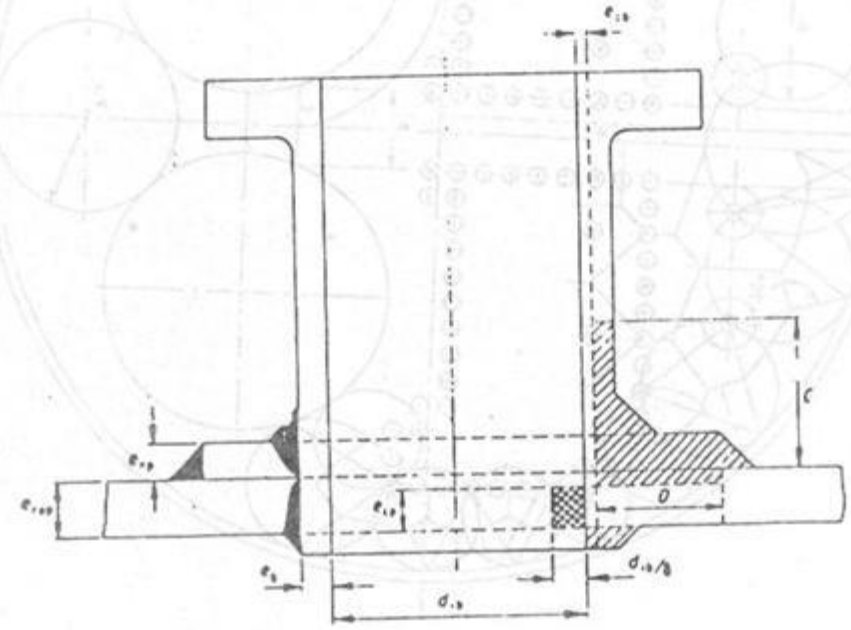
شکل (۲) ۲-۶-۳ سطوح تقویتی که برای سوراخ آدم رو بیضوی و سوراخ های بازرسی روی سطح انتهایی تخت واقع شده است



x عبارت است از سطح تقویتی مورد نیاز که با ▨ مشخص شده است.

y عبارت است از سطح تقویتی که با ▨ مشخص شده است.

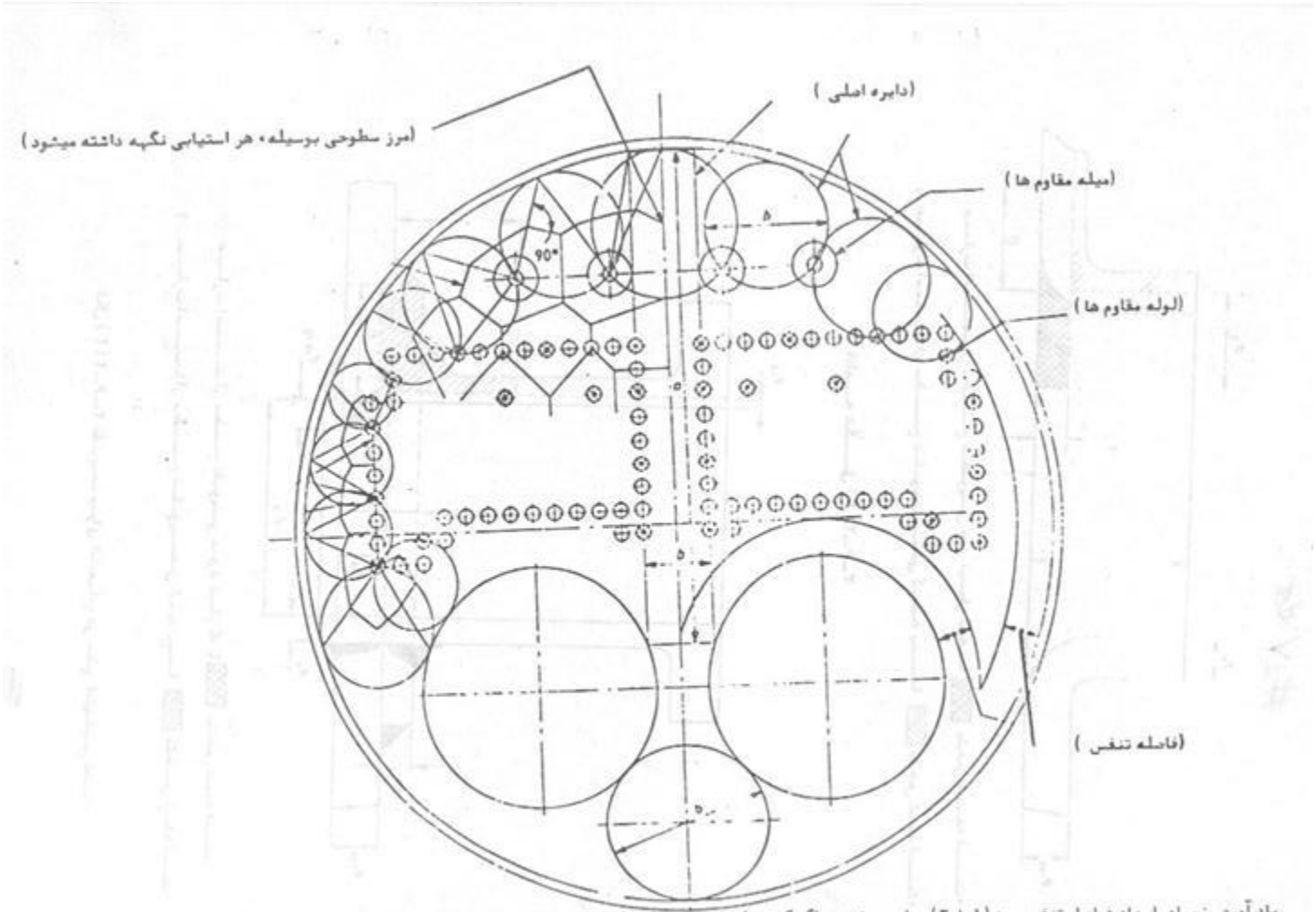
ادامه شکل (۲) ۲ـ۶ـ۳



x عبارت است از سطح تقویتی مورد نیاز که با ▨ مشخص شده است.

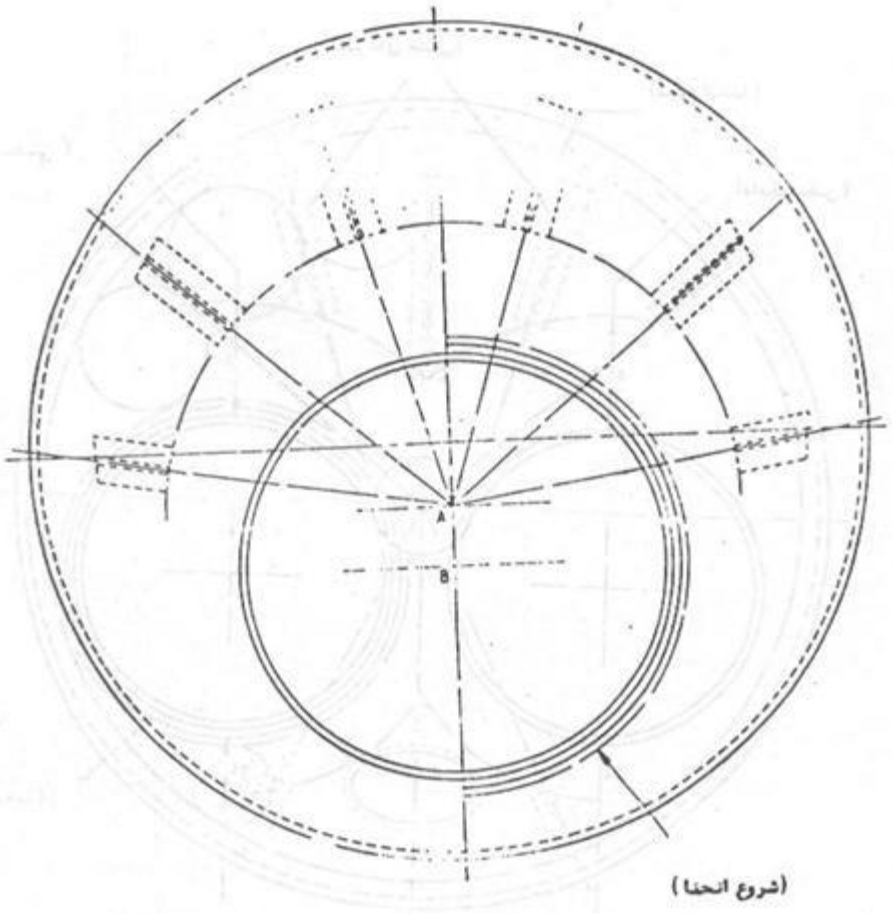
y عبارت است از سطح تقویتی که با ▨ مشخص شده است.

شکل (۲) ۲ـ۶ـ۳ تقویت برای انشعاب در سطح انتهایی تخت

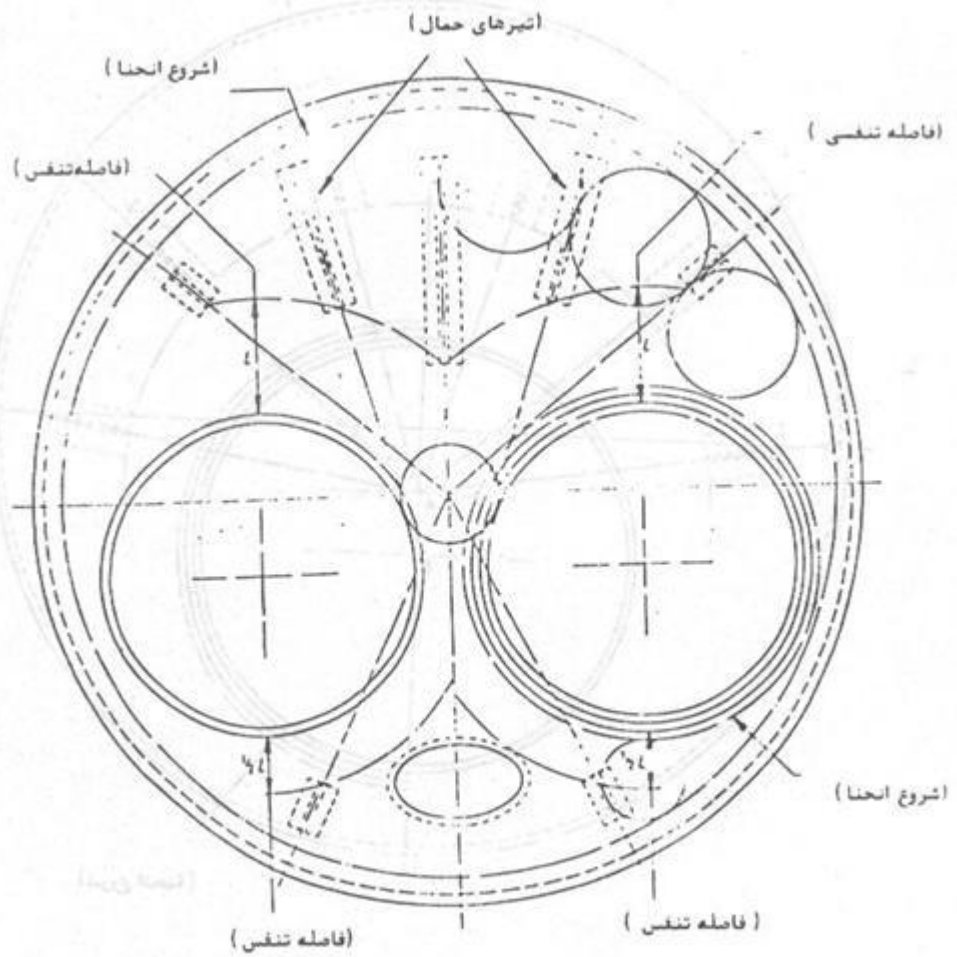


یاد آوری : برای ابعاد فواصل تنفسی به (۱-۸-۳) مراجعه شود ، اگر کوره یا صفحه انتهایی لبه دار میباشند ، فاصله تنفس ازشروع انحنا، به حساب گرفته میشود.

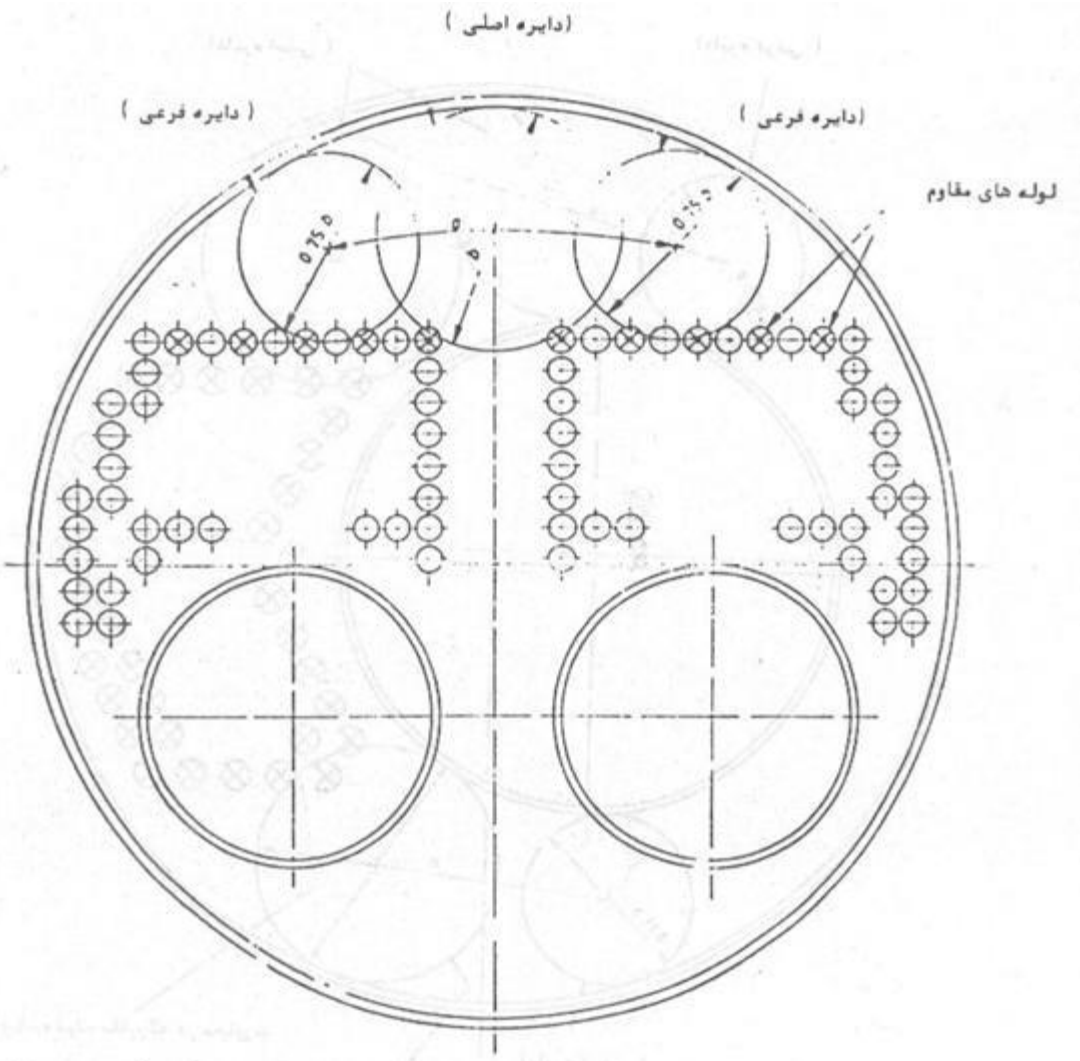
شکل (۱) ۱-۸-۳ ترتیب صفحه انتهایی روی دیگ چند لوله ای



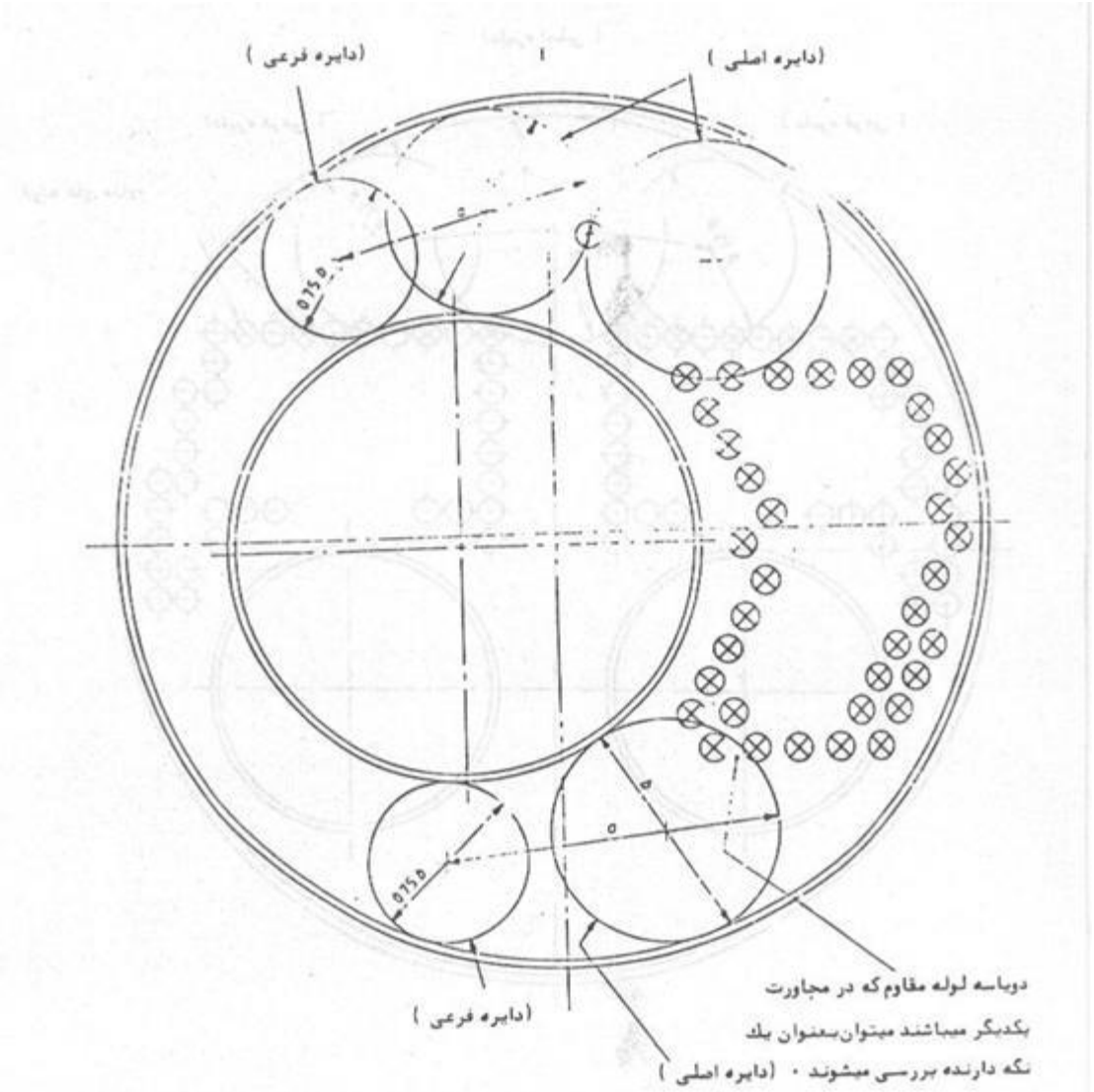
شکل (۲) ۱ـ۸ـ۳ ترتیب صفحه انتهایی یک دیگ کورنیش



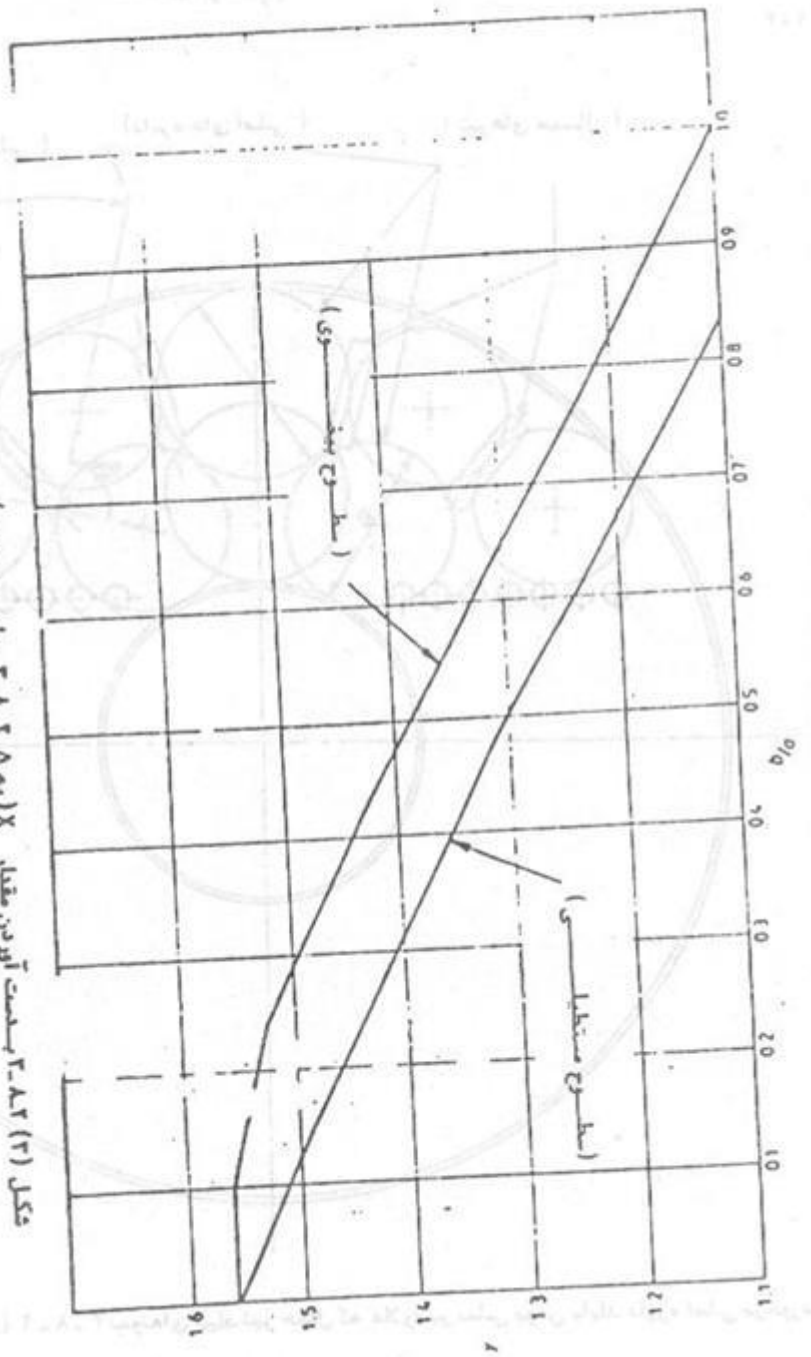
شکل (۳) ۱.۸.۳ ترتیب صفحه انتهایی روی دیگ لانکاشایر



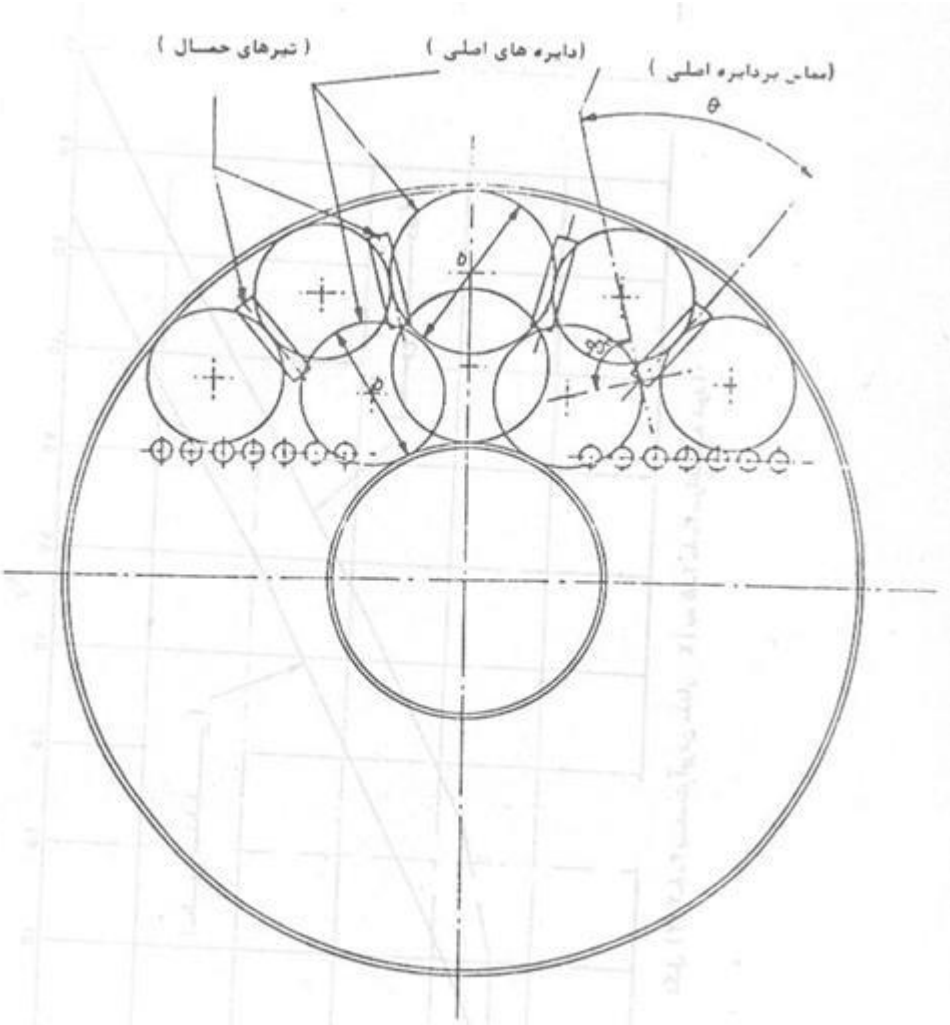
شکل (۱) ۲ـ۸ـ۱۳ استفاده ازدایره های فرعی (کوره دوقلو)



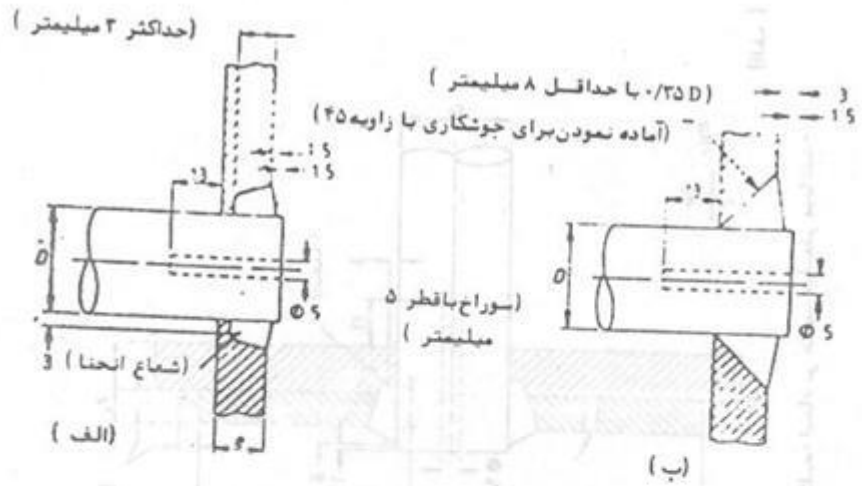
شکل (۲) ۲ـ ۸ ـ ۳ استفـاده از دایره های فرعی (تك کوره‌ای)



شکل (۳) ۲-۸-۲ بسمت آوردن مقدار X (به ۵-۲-۸-۲ مراجعه شود).

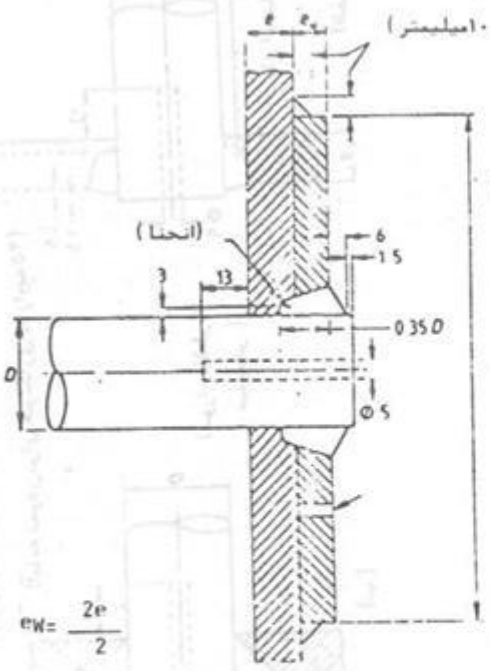


شکل (۴) ۲ ـ ۸ ـ ۳ نمونه‌ای از یک تیر حمال که علاوه بر مماس بودن با یک دایره اصلی برخورد نموده است .

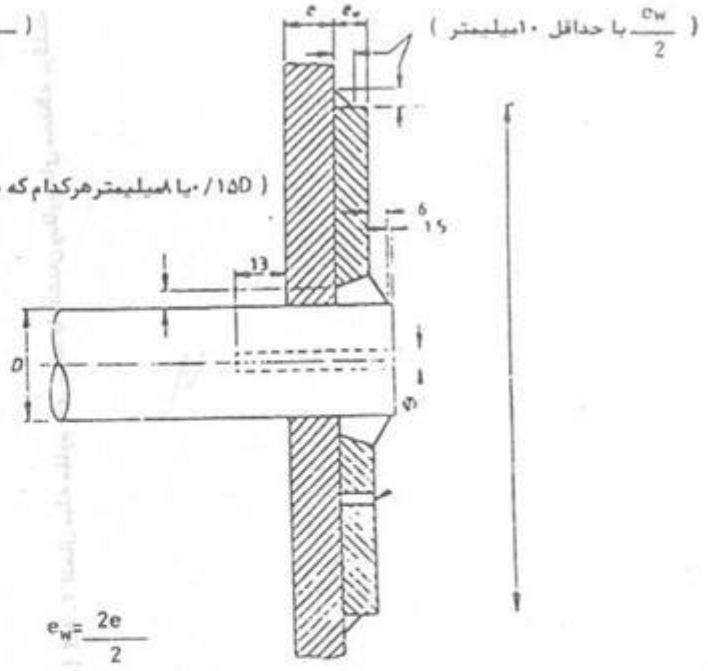


تمام ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند

شکل (۵) ۲-۸-۳ اتصال میله مقاوم های ساده با آتشدان ومقاوم های محفظه برگشت



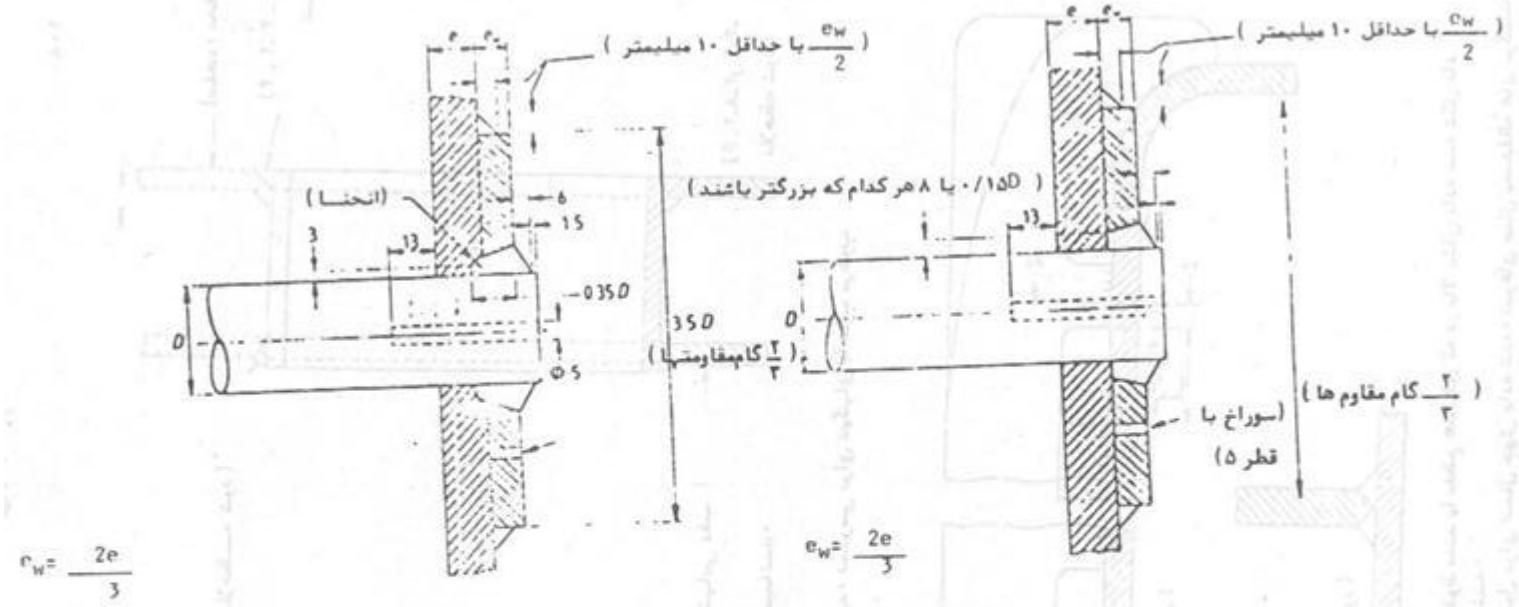
(الف)



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

(ب) یادآوری: اگر e_w کمتر از 0/25 D باشد نحوه ساخت همانطور که در شکل (۶) ۲-۸-۳ نشان داده شده بکار گرفته میشود.

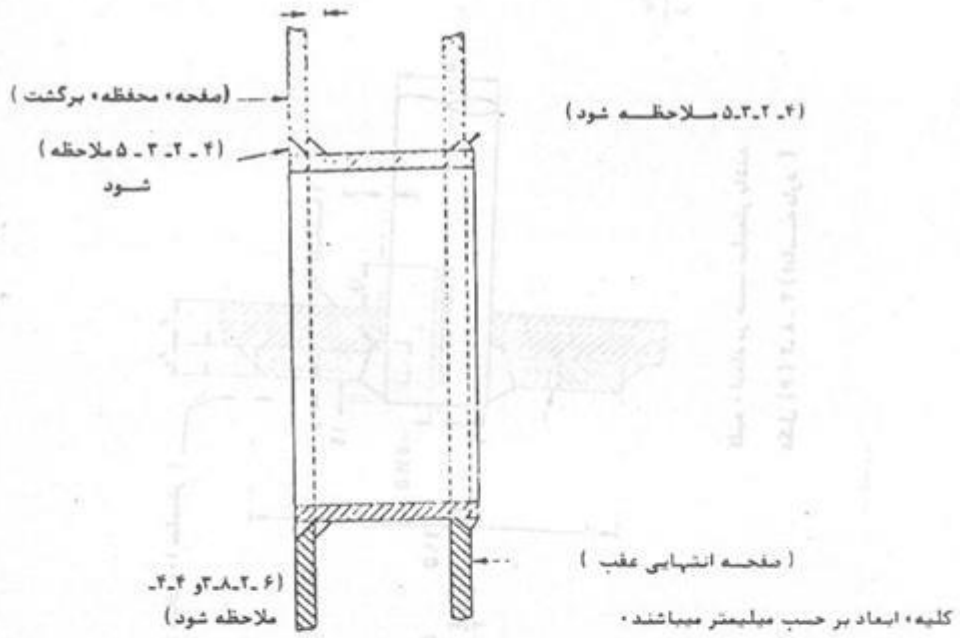
شکل (۶) ۲ - ۸ - ۳ اتصال میله مقاوم با واشر



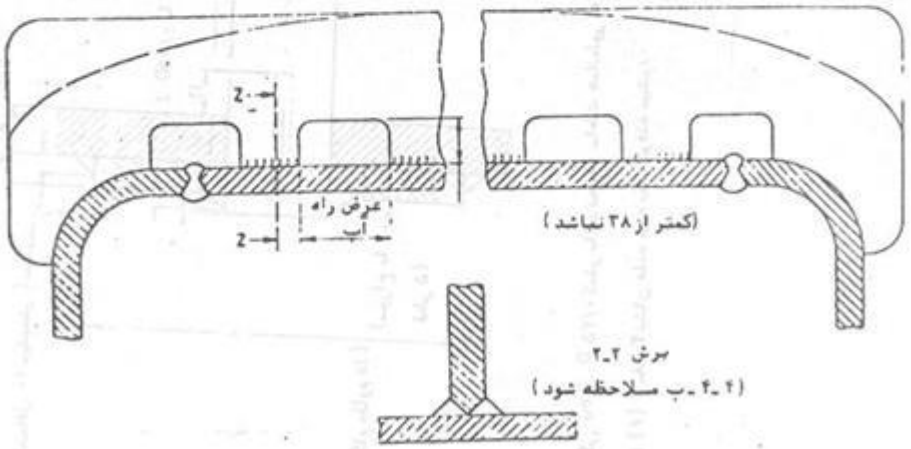
یادآوری اگر e_w از D ۰/۳۵ کمتر باشد نحوه ساخت همانطور که در شکل (ج) (۶) ۲-۸-۳ نشان داده شده بکار گرفته میشود.

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر باشند

شکل (۶) ۲-۸-۳ (ادامه دارد)

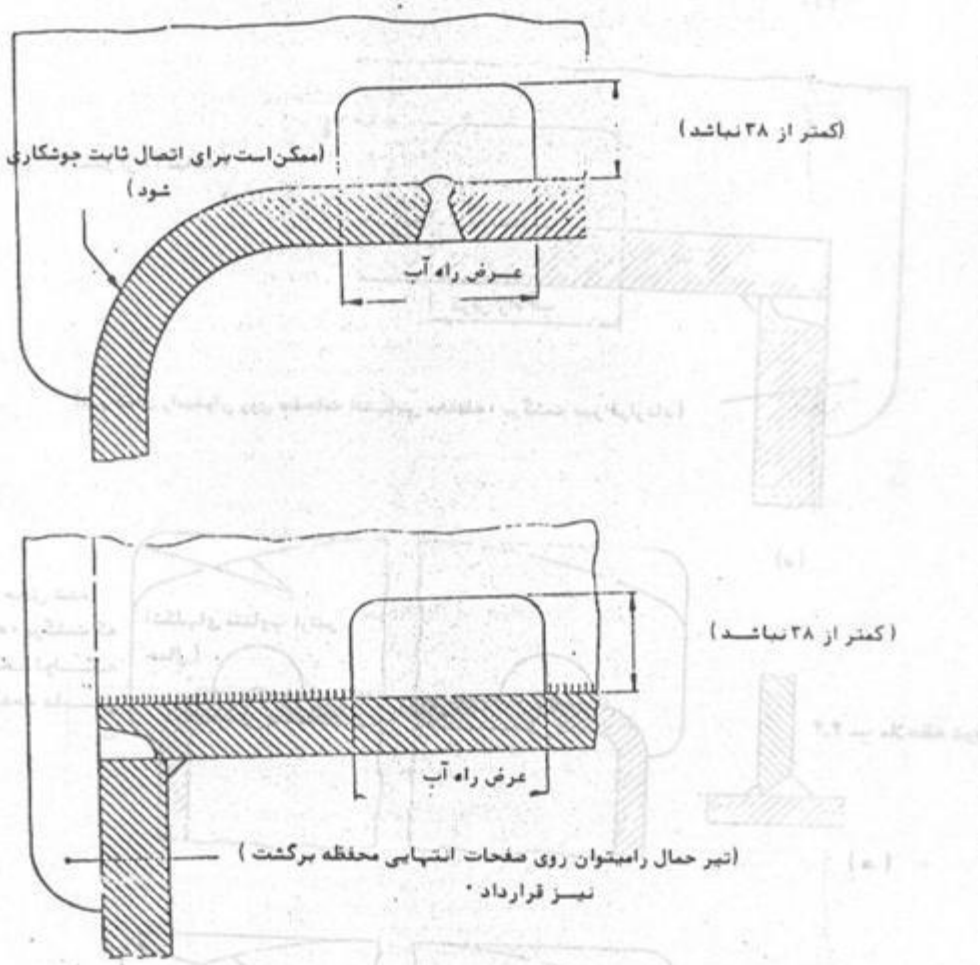


شکل (۷) ۲ـ۸ـ۳ دریچه دسترسی برای دیگهای با عقب مرطوب



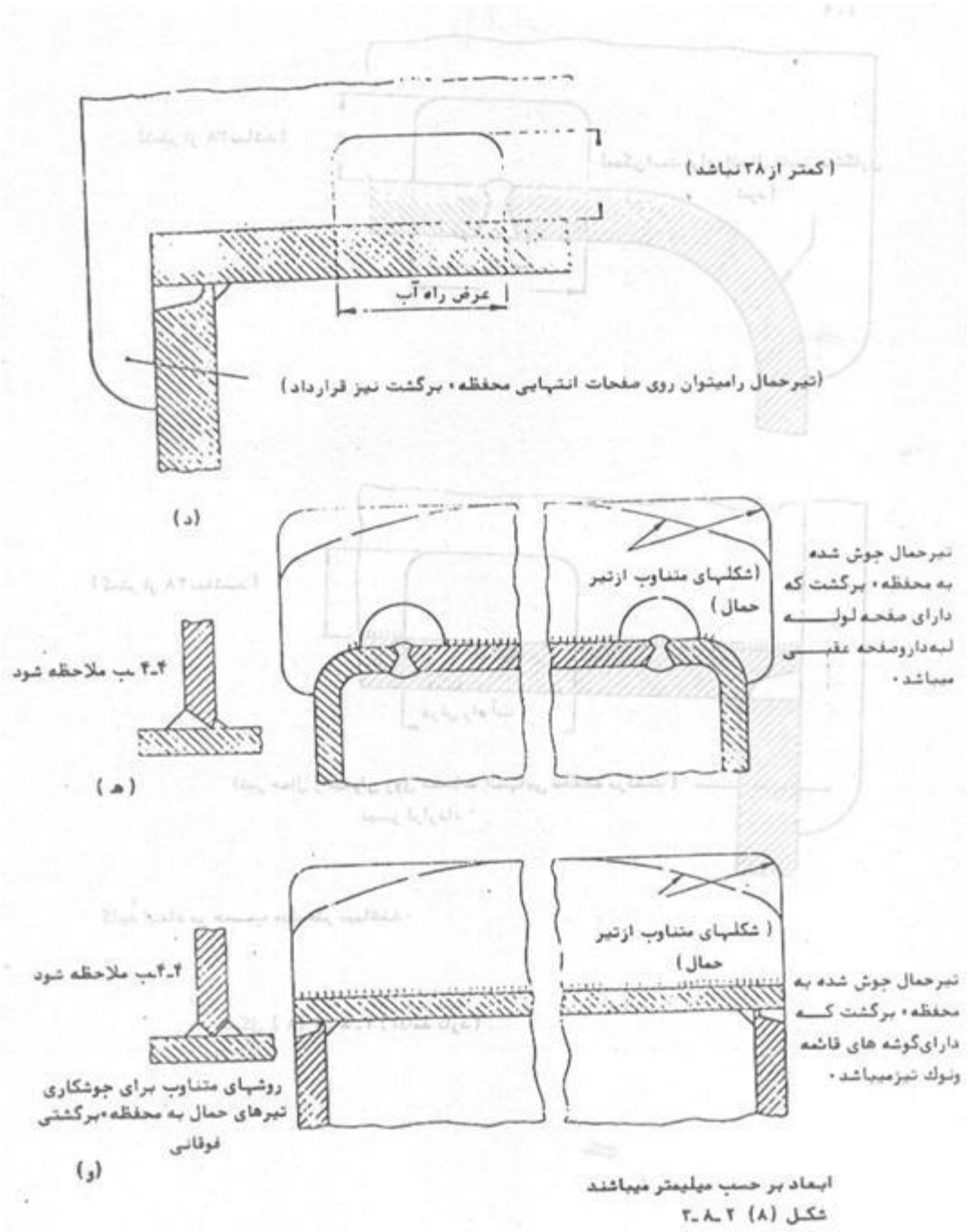
یاد آوری : تیرحمال ها رامیتوان بصورت خطوط ممتد یا مقطع همانطور که در بالا نشان داده شده شکل داد
(الف) کلیه ابعاد برحسب میلیمتر میباشند.

شکل (۸) ۲ـ۸ـ۳ روش معمول برای اتصال جوش داده شده، تیرهای حمال بمحفظهٔ های برگشت.

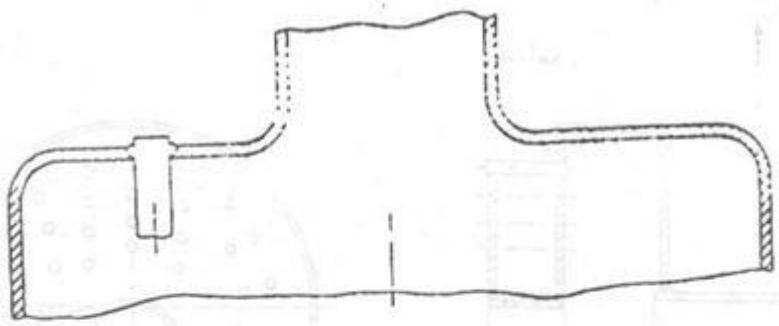


کلیهٔ ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل (۸) ۲ـ۸ـ۳ (ادامه دارد)

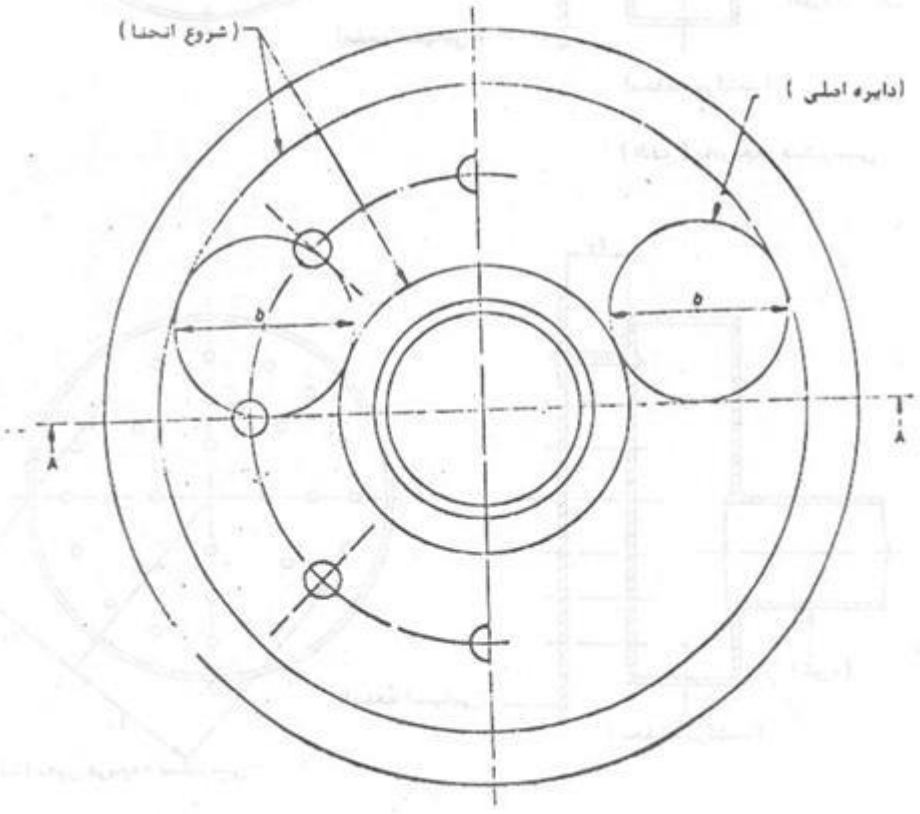

(کمتر از ۳۸ نباشد)
عرض راه آب
(تیرحمال رامیتوان روی صفحات انتهایی محفظه، برگشت نیز قرارداد)
(د)
(شکلهای متناوب ازتیر حمال)
تیرحمال جوش شده به محفظه، برگشت که دارای صفحه لوله لبه‌داروصفحه عقبی میباشد.
۴-۴ ب ملاحظه شود
(هـ)
(شکلهای متناوب ازتیر حمال)
تیرحمال جوش شده به محفظه، برگشت که دارای‌گوشه های قائمه ونوك تیزمیباشد.
۴-۴ب ملاحظه شود
روشهای متناوب برای جوشکاری تیرهای حمال به محفظه،برگشتی فوقانی
(و)
ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند

شکل (۸) ۲-۸-۳

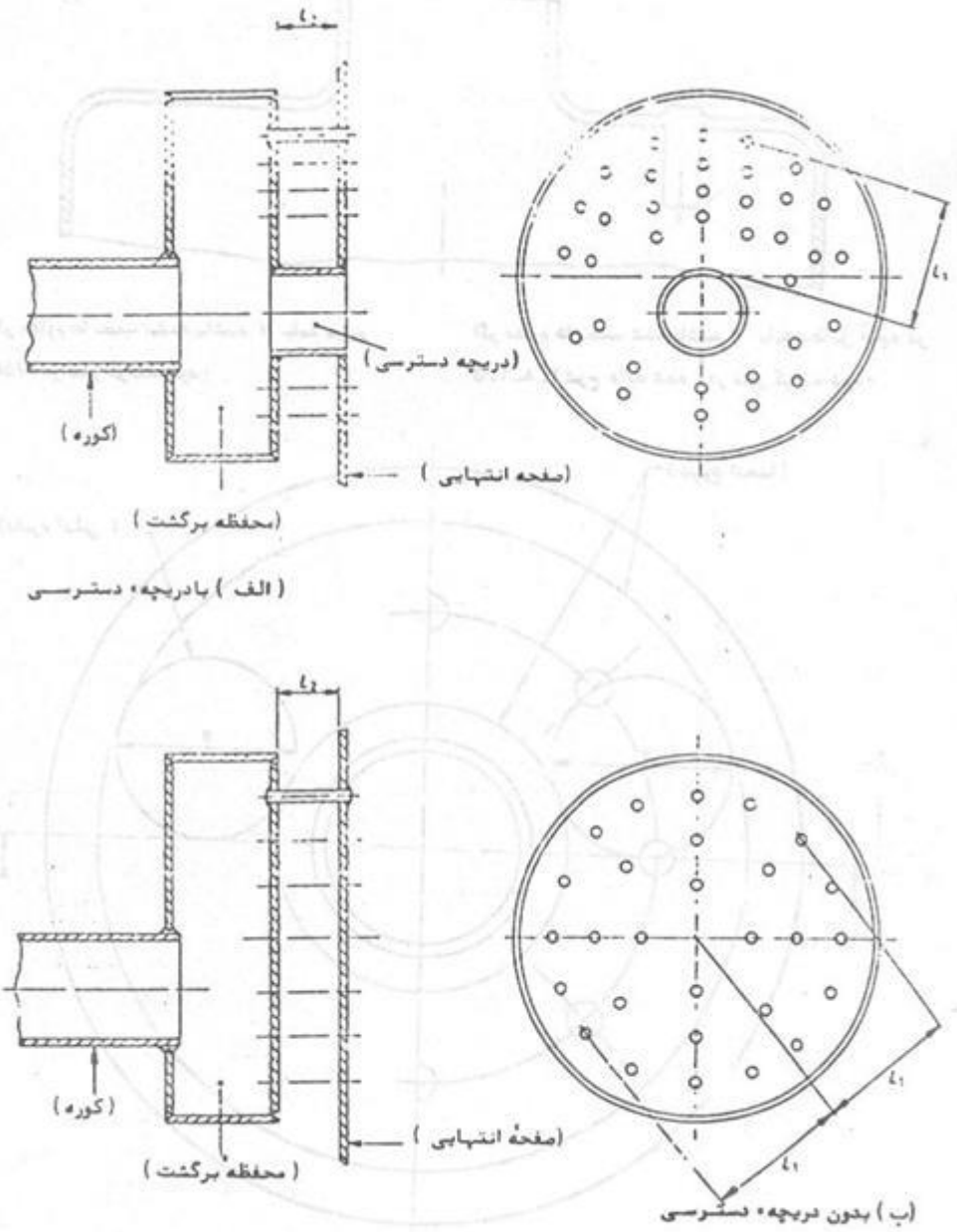


اگر مقاوم ها نصب نشده باشند ۷ باید برابر ۱/۵۶ در نظر گرفته شود.

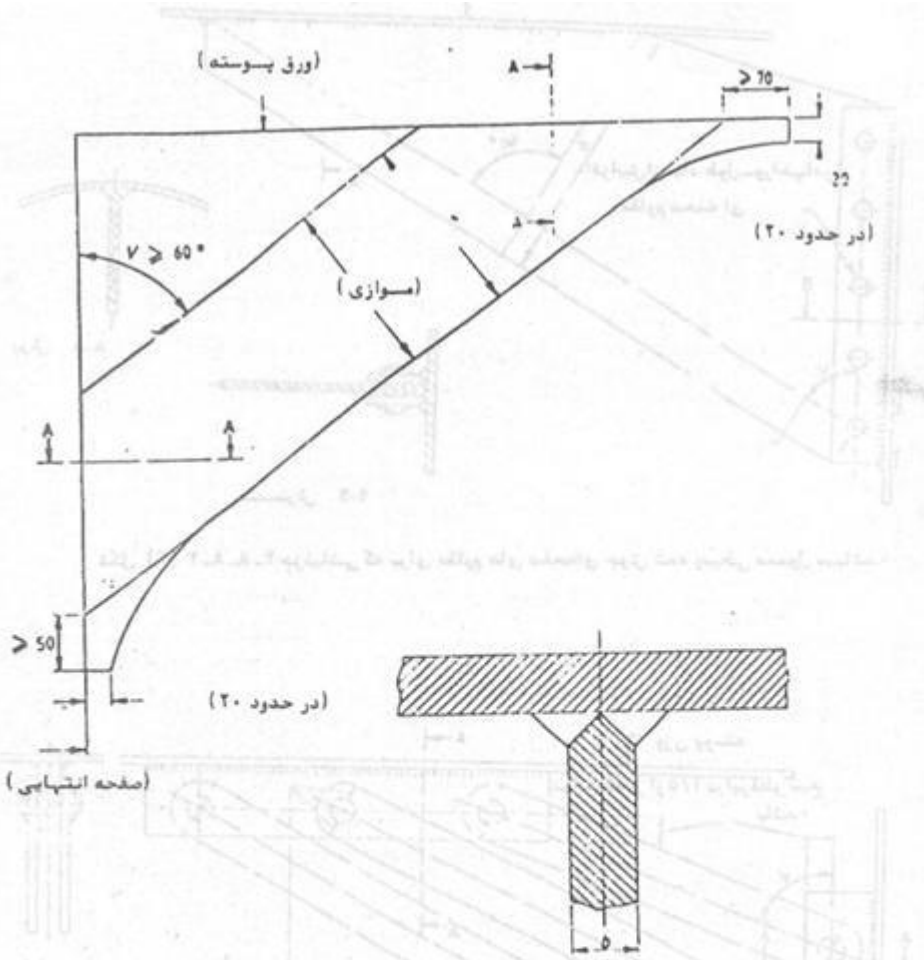
اگر مقاوم ها نصب شده باشند ۷ باید مطابق آنچه در ۵ـ۲ـ۸ـ۳ شرح داده شده ، در نظر گرفته شود.



شکل ۳ـ۸ـ۳ صفحات انتهایی تخت یک دیگ بخار عمودی



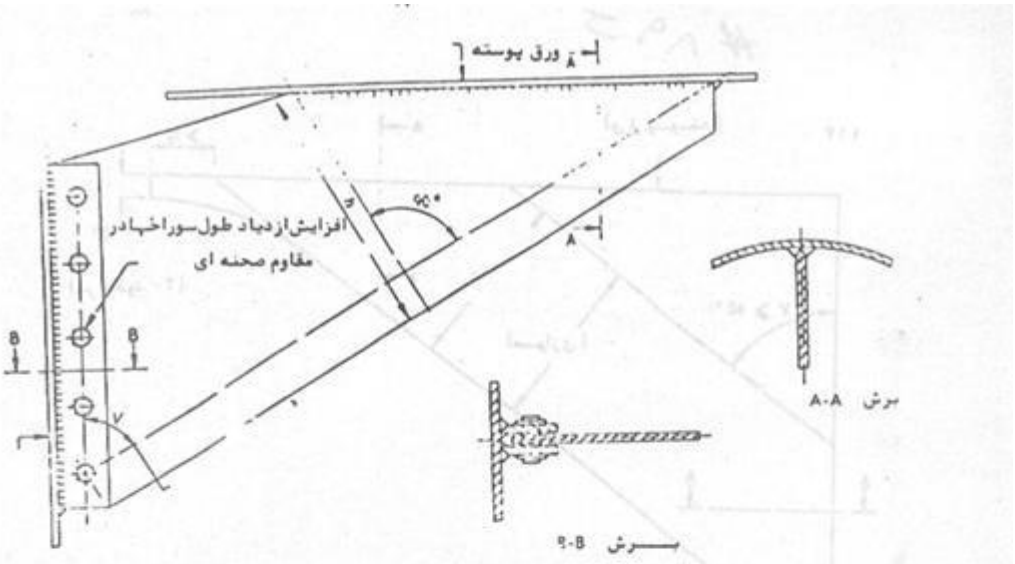
شکل ۱-۵-۸-۳ میله های مقاوم برای صفحه عقبی محفظه های برگشت عقب مرطوب



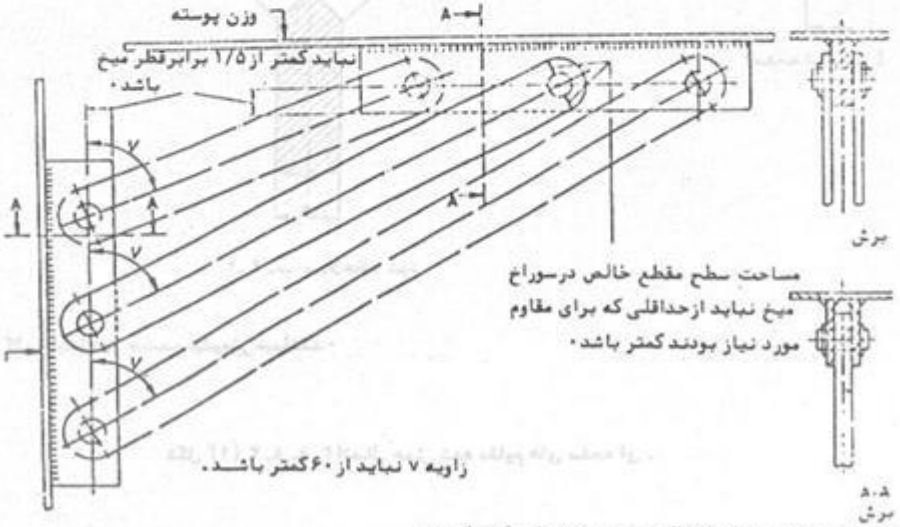
۴ـ ۴ ـ ب ملاحظه شود

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل (۱) ۳ ـ ۸ ـ ۳ اتصال جوش شده مقاوم های صفحه ای .

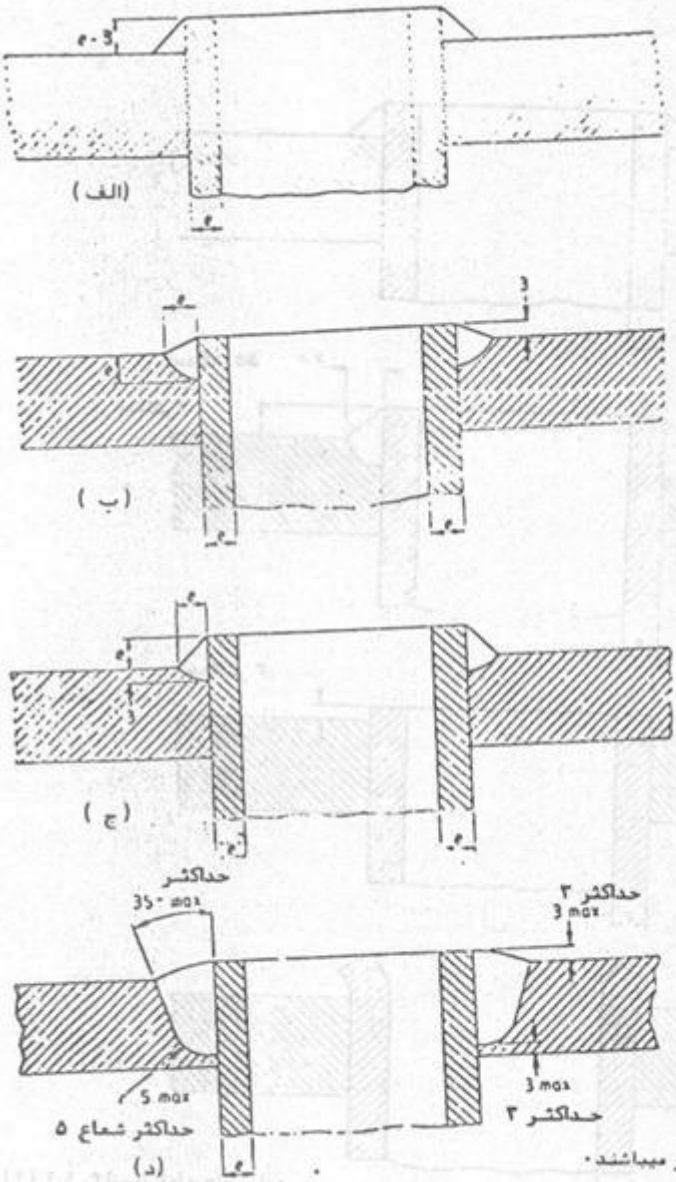


شکل (۲) ۳ـ۸ـ۸ـ۳ جزئیاتی که برای مقاوم های صفحه‌ای جوش شده ومیخی معمول میباشد.



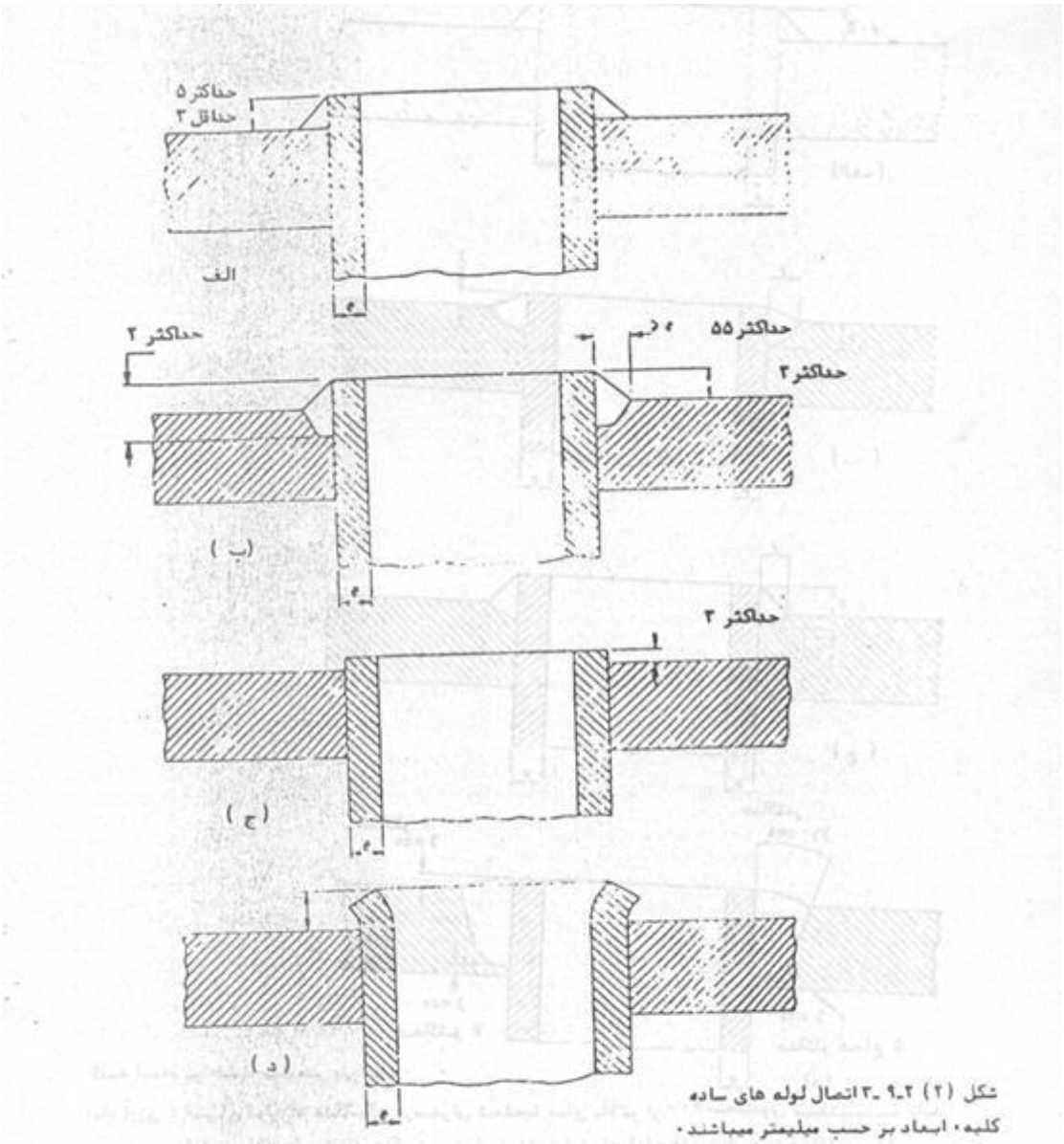
روشهای متناوب برای اتصال پوسته به صفحات انتهایی .

یاد آوری : خطوط مقطع نشان دهنده مقاوم چند مفصلی میباشند . شکل ۴ـ۸ـ۸ـ۳ جزئیات معمول برای مقاومهای مفصلی.



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

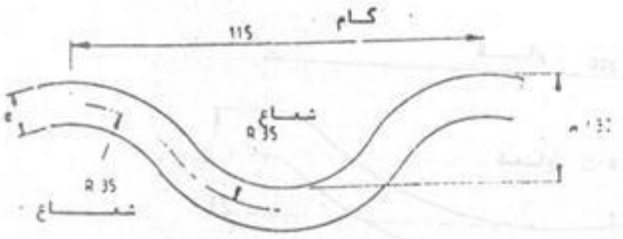
یاد آوری : انتهای لوله ها هنگامیکه درمعرض شعله‌یا دمای بالاتر از ۶۰۰ سلسیوس میباشند باید با جوشهاهمسطح شوند . اگر در معرض نباشند انتهای لوله ها میتوانند تا حداکثر ۱۰ میلیمتر به پشت‌وجلو فاصله داشته باشند.



شکل (۲) ۲ـ۹ ـ۳ اتصال لوله های ساده

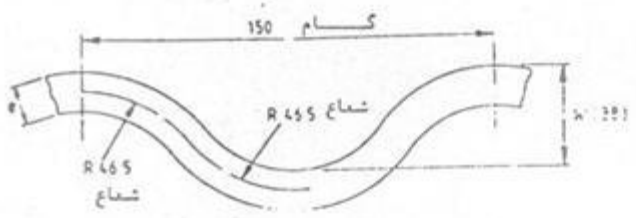
کلیه۰ ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند۰

یاد آوری : برای لوله هائی‌که درمعرض شعله بادمای بالاتر از ۶۰۰° سلسیوس میباشند انتهای لوله های جوش شده باجوشهاباید همسطح گردند وانتهای لوله های گشاد شده باید مطابق آنچه که در بالا نشان داده شده باشند ۰ اگر در معرض نباشند انتهای لوله ها را میتوان تا ۱۰ میلیمتر پشت جوش ادامه داد ، در صورتیکه لوله ها گشاد شده باشند تا ۱۰ میلیمتر پشت صفحه لوله ۰



e - C	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^2 \times 10^2$
8.25	13.9	11.1
9.25	15.8	12.5
10.25	17.8	13.8
11.25	19.9	15.2
12.25	22.1	16.5
13.25	24.4	17.9

الف ـ کوره های ازنوع فاکس و با عمق ۳۰ میلیمتر وچین ۱۱۵ میلیمتر)



e - C	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	31.9	16.1
10.25	35.7	17.5
11.25	39.6	19.6
12.25	43.6	21.4
13.25	47.8	23.1
14.25	52.1	24.9
15.25	56.6	26.6
16.25	61.2	28.4
17.25	66.0	30.1
18.25	71.0	31.8
19.25	76.2	33.6
20.25	81.6	35.3
21.25	87.3	37.1

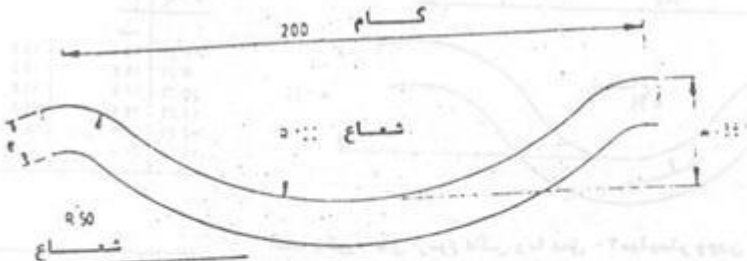
ب ـ کوره های ازنوع فاکس و با عمق ۳۸ میلیمتر وچین ۱۵۰ میلیمتر)

e - C	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	37.7	16.5
10.25	42.2	18.3
11.25	46.8	20.1
12.25	51.5	21.9
13.25	56.3	23.6
14.25	61.3	25.4
15.25	66.4	27.2
16.25	71.8	29.0
17.25	77.3	30.8
18.25	83.0	32.6
19.25	88.9	34.3
20.25	95.0	36.1
21.25	101.4	37.9

ج ـ کوره های از نوع فاکس (با عمق ۴۱ میلیمتر وچین ۱۵۰ میلیمتر)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل ۲ ـ ۱ ـ ۱۰ ـ ۳ همان درجه. دوم مساحت I ومساحت سطح مقطع F



e - c	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	38.6	20.2
10.25	43.2	22.4
11.25	47.8	24.6
12.25	52.6	26.8
13.25	57.5	29.0
14.25	62.6	31.2
15.25	67.8	33.4
16.25	73.2	35.6
17.25	78.8	37.8
18.25	84.6	40.0
19.25	90.6	42.1
20.25	96.8	44.3
21.25	103.3	46.5

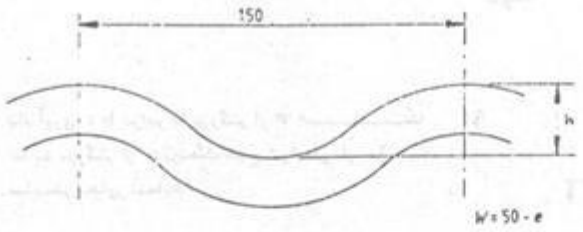
(د) کوره های از نوع مورسیون (با عمق ۳۸ میلیمتر وچین ۲۰۰ میلیمتر)

e - c	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	45.6	20.5
10.25	50.9	22.7
11.25	56.3	25.0
12.25	61.8	27.2
13.25	67.5	29.4
14.25	73.3	31.6
15.25	79.3	33.8
16.25	85.5	36.1
17.25	91.8	38.3
18.25	98.4	40.5
19.25	105.2	42.7
20.25	112.2	44.9
21.25	119.5	47.2

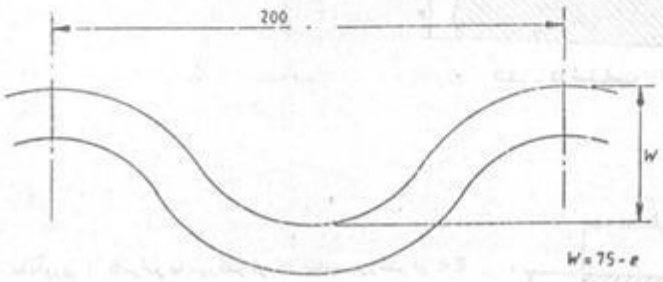
(ه) کوره های از نوع مورسیون (با عمق ۴۱ میلیمتر وچین ۲۰۰ میلیمتر)

کلیهٔ ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل ۲-۱-۱۰-۳

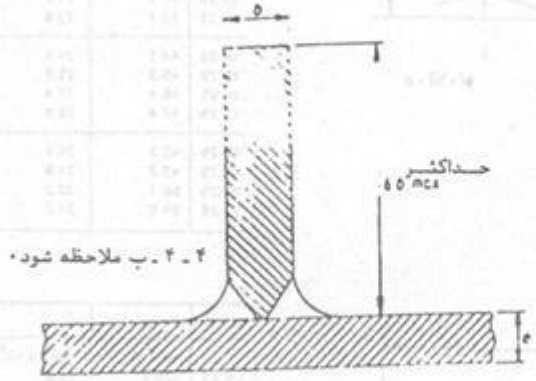


e - C	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	35.6	16.4
10.25	37.7	18.0
11.25	39.6	19.6
12.25	41.2	21.2
13.25	42.7	22.8
14.25	44.1	24.4
15.25	45.3	25.9
16.25	46.4	27.4
17.25	47.4	28.9
18.25	48.3	30.4
19.25	49.2	31.9
20.25	50.1	33.3
21.25	51.0	34.8



e - C	I	F
	$mm^4 \times 10^4$	$mm^3 \times 10^3$
9.25	129.4	23.3
10.25	138.9	25.7
11.25	147.7	28.0
12.25	155.9	30.4
13.25	163.5	32.6
14.25	170.5	34.9
15.25	177.0	37.1
16.25	183.0	39.4
17.25	188.5	41.5
18.25	193.6	43.7
19.25	198.4	45.8
20.25	202.8	48.0
21.25	206.9	50.0

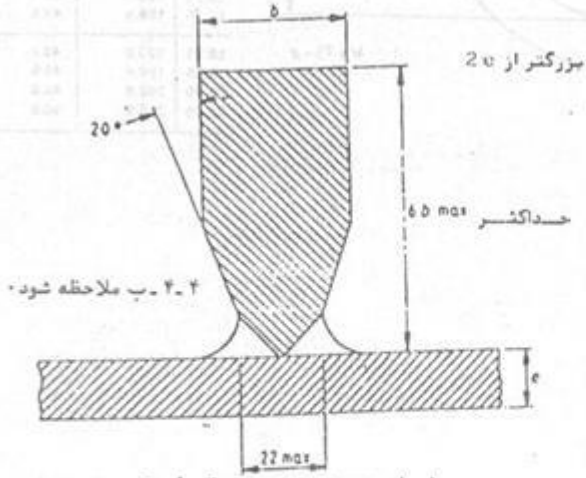
یادآوری : b برابر یا بزرگتر از e است
اما نه بزرگتر از 2e وتحت هیچ شرایطی از ۲۰
میلیمتر تجاوز ننماید.



۴ ـ ۴ ـ ب ملاحظه شود.

الف ـ تا ضخامت ۲۰ میلیمتر

یادآوری : b برابر یا بزرگتر از e اما نه بزرگتر از 2e

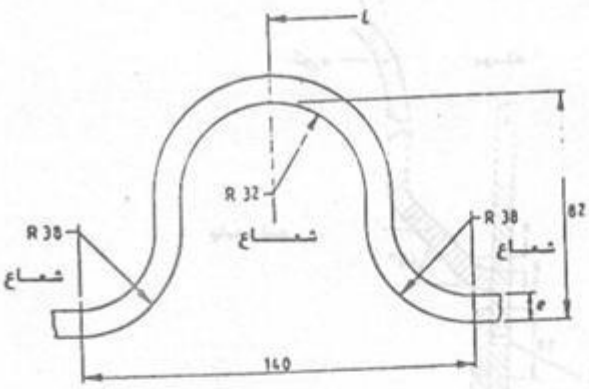


۴ ـ ۴ ـ ب ملاحظه شود.

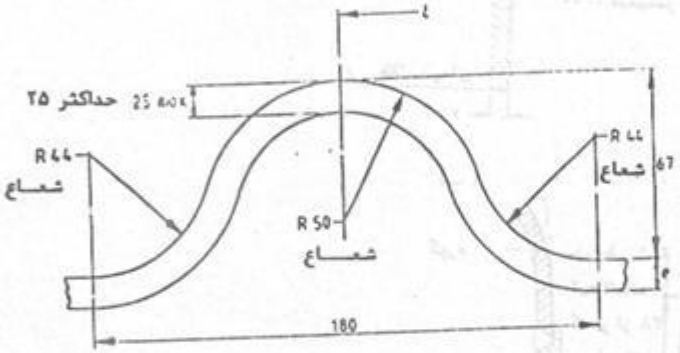
(ب) بیشتر از ضخامت ۲۰ میلیمتر

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل ۴ـ۹ ـ۱ـ۱ـ۳ سفت کننده های کوره برای قسمتهای ساده وچین‌دار .

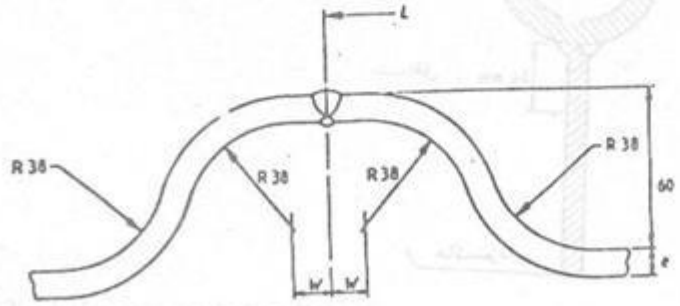


e - C	I
	$mm^4 \times 10^4$
9.25	1.5
10.25	2.11
11.25	2.22
12.25	2.53
13.25	2.74
14.25	2.95
15.25	3.18
16.25	3.40
17.25	3.62
18.25	3.85
19.25	4.06
20.25	4.31
21.25	4.55



e - C	I
	$mm^4 \times 10^4$
9.25	1.3
10.25	1.44
11.25	1.59
12.25	1.74
13.25	1.90
14.25	2.04
15.25	2.2
16.25	2.36
17.25	2.52
18.25	2.68
19.25	2.84
20.25	3.01
21.25	3.18

(ب)

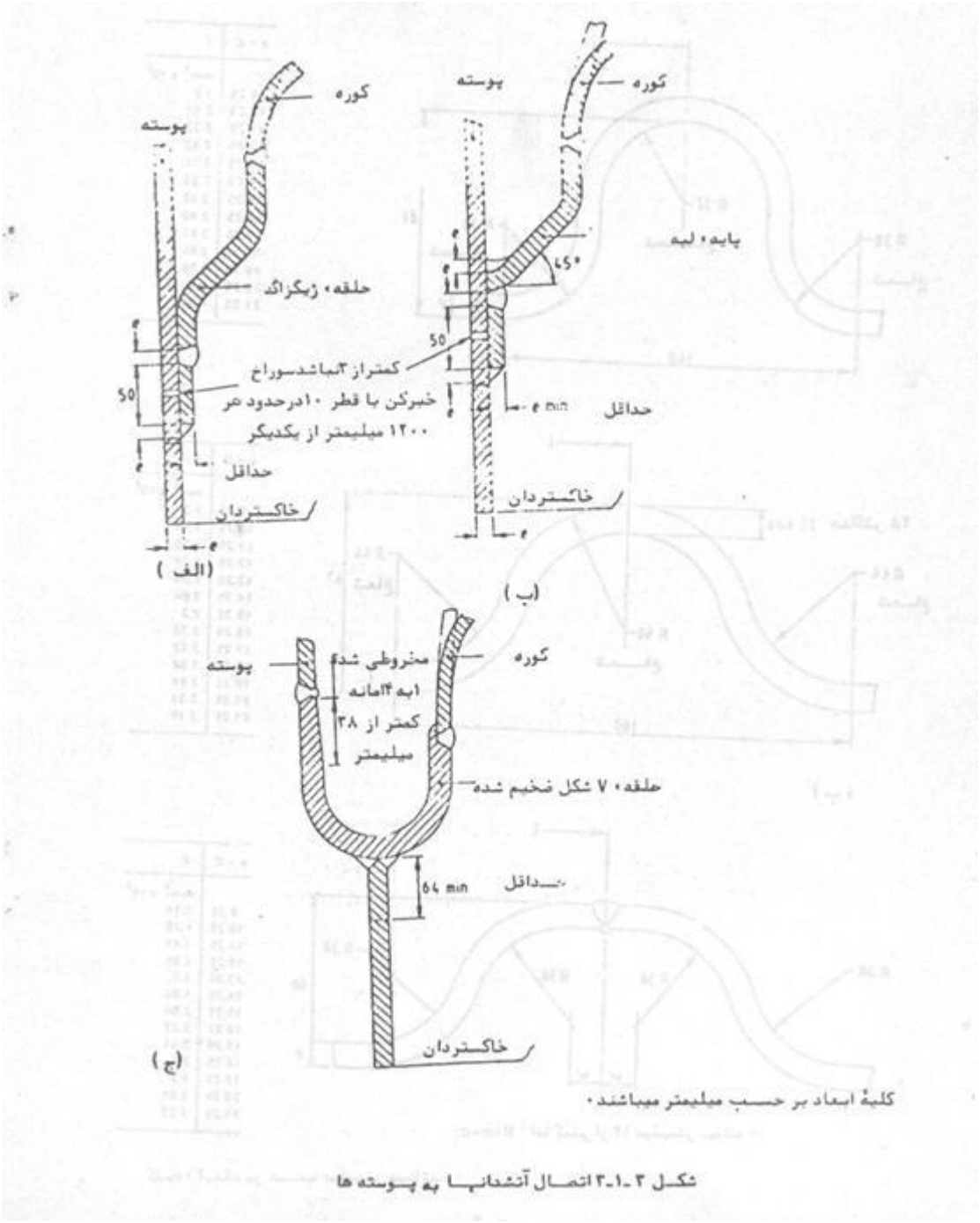


e - C	I
	$mm^4 \times 10^4$
9.25	1.14
10.25	1.28
11.25	1.41
12.25	1.55
13.25	1.7
14.25	1.86
15.25	2.04
16.25	2.22
17.25	2.41
18.25	2.6
19.25	2.8
20.25	3.01
21.25	3.22

W=e-c اما کمتر از ۱۲ میلیمتر نباشد.

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل ۳-۹-۱-۱۰-۳ بر آمدگی های حلقوی.



شکل ۳-۱-۳ اتصال آتشدانها به پوسته ها

بخش چهارم

عملیات حین ساخت بغیر از جوشکاری :

4-1 علامتگذاری ورق

در علامتگذاری ورق جهت جدا کردن قطعات و برش آنها , علامت مصرف ورق باید به نحوی قرار گیرد که پس از تکمیل قطعات تحت فشار بطور واضح قابل رویت باشد . اگر علامت مصرف ورق ناچارا بریده شود باید توسط سازنده قطعات تحت فشار به قسمت دیگری از این قطعه مطابق نظر مرجع بازرسی انتقال داده شود .

4-2 شکل دادن ورق به روش سرد :

اگر شعاع داخلی انحنا از 10 برابر ضخامت ورق کمتر باشد , برای از بین بردن آثار عملیات سرد باید عملیات حرارتی مناسبی بکار گرفته شود .

4-3 برشکاری قطعات آهنگری شود :

قطعات آهنگری شده باید توسط ماشین کاری و یا برشکاری حرارتی باندازه و شکل مورد نظر بریده شوند .

4-4 پوسته‌های استوانه‌ای :

4-4-1 ساخت هر حلقه نباید از دو ورق بیشتر تشکیل شده باشد , هر ورق باید تا دست‌یابی به شعاع صحیح تا انتها خم کاری شود , مگر جائیکه صفحه لوله‌های تخت که قسمتی از پوسته را تشکیل می‌دهند در طرح آمده باشد .

خمکاری تماماً باید بوسیله ماشین انجام گردد . از گرم نمودن موضعی و یا چکش کاری نباید استفاده شود . درز یا درزهای طولی می تواند در هر مکان مناسبی واقع شود . اما درزهای حلقه‌های پشت سر هم نباید در یک خط قرار گیرند . هرجا امکان‌پذیر باشد طرح باید به نحوی باشد که درزهای طولی به راحتی جهت بازدید در دسترس باشند .

4-4-2 سطح مقطع‌های پوسته دیگهای تکمیل شده :

4-4-2-1 مستقیم بودن :

حداکثر انحراف پوسته از یک خط مستقیم نباید از 0/3 درصد طول کلی استوانه و یا 5 میلیمتر در هر 5 متر طول تجاوز نماید . اندازه‌گیری باید از سطح ورق اصلی و نه از جوش یا اتصالات [108] سوار شده و سایر قطعات برجسته صورت گیرد .

4-4-2-2 بی‌نظمی در انحنای پوسته :

بی‌نظمی‌های شکلی (که بوسیله اندازه سنج [109] 20 درجه‌ای بازرسی می‌شود) نباید از 5 درصد ضخامت اسمی ورق به علاوه 3 میلیمتر تجاوز نماید این مقدار حداکثر را می‌توان تا 35 درصد افزایش داد در صورتی که طول ناحیه بی‌نظم از یک چهارم طول پوسته بین دو درز عرضی با حداکثر برابر یک متر تجاوز ننماید .

4-4-2-3 خارج از کردی :

اختلاف بین حداکثر و حداقل قطر هر مقطع از پوسته که به صورت طولی جوشکاری شده است باید مطابق رواداری‌های داده شد در بند (ج) 3-2-3 با حداکثر 200/ (D + 1250) باشد که در آن D عبارتست از قطر اسمی داخلی برحسب میلیمتر اندازه‌گیری‌ها باید از سطح خود ورق و نه از جوش اتصالات و یا قسمتهای برجسته دیگر صورت گیرند .

یادآوری : مقاطع پوسته را برای خارج از گردی می‌توان هنگامی که به صورت افقی قرار گرفته و یا روی یک انتهای آن گذاشته شده‌اند اندازه‌گیری نمود .

اگر مقطع پوسته‌ای هنگامیکه به صورت افقی قرار گرفته بازبینی شود , حداکثر و حداقل قطر هر مقطع باید اندازه‌گیری شود .

این قطرهای مرجع باید دوباره پس از گرداندن پوسته به مقدار 90 درجه حول محور افقی اندازه‌گیری شوند . میانگین حداکثر و میانگین حداقل از دو مجموعه اندازه‌گیری شده باید برای محاسبه خارج از گردی مورد استفاده قرار گیرد , هرگونه خارج از دایره بودن موضعی باید تدریجی باشد , هیچگونه مک و یا یخ شدگی نباید در درزهای جوش شده وجود داشته باشد . بند (4-4-2-2 ملاحظه شود .)

4-4-2-4 نورد سرد :

اگر برای از بین بردن خارج گردی , جزئی در هر پوسته جوشکاری شده از عملیات نورد سرد استفاده شود , باید آزمایشهای غیر مخرب مطابق بند 5-6 پس از انجام نورد انجام گردد .

4-5 ورقهای تقویتی :

ورقهای تقویتی باید کاملا با ورقهایی که باید به آنها وصل شوند منطبق گردند . هر نوع جوش درون ورق تقویتی باید بر روی خط تقاطع با خط طولی باشد .

ورقهای تقویتی و نشیمن‌گاههای نازلها [110] که به بیرون دیگ وصل می‌شوند حداقل باید دارای یک سوراخ خبرکن [111] باشند .
اگر ورقهای تقویتی به داخل دیگ وصل شوند , سوراخهای خبرکن باید روی پوسته تعبیه شود (شکل 5-3 (ب) ملاحظه شود .)

4-6 صفحات انتهائی و صفحات لوله :

4-6-1 صفحات انتهائی تخت یا عدسی شکل باید از یک قطعه ساخته شوند مگر اینکه به علت بزرگ بودن قطر , این کار عملی نباشد . در آن صورت صفحات انتهائی تخت را می‌توان از دو ورق که لب به لب جوشکاری شده‌اند , ساخت بند 5-4-11-3 و شکل ب (2) ملاحظه شود .)

جوش باید ترجیحاً بین دو ردیف میله مقاوم قرار گیرد و یا اگر فقط یک ردیف میله مقاوم وجود دارد , بین این ردیف و ردیف بالایی لوله‌ها قرار گیرد . گود کردن یا لبه‌دار کردن محیط بیرونی صفحات انتهایی باید بوسیله ماشین انجام گیرد . لبه‌دار کردن باید در یک عملیات انجام شود . اما در صورتی که غیر عملی باشد از دستگاه لبه‌دار کردن خزشی [112] می‌توان استفاده نمود . مشروط بر آنکه ورق در دمای مناسب بکار گرفته شود و به یک فاصله مناسب از پشت قسمتی که تحت عملیات مستقیم قرار دارد حرارت داده شود . برای اینکه لبه‌های استوانه‌ای و دارای سطح خوب و عاری از هر گونه فرورفتگی‌های موضعی باشند , باید احتیاط لازم به عمل آید . ورقهائی که در دمای غیریکنواخت و یا با حرارت دادن موضعی گود و یا لبه دار می‌شوند , باید پس از شکل دادن نرمالیزه شوند , مگر اینکه به نحو دیگری بین سازنده و مرجع بازرسی توافق شود (بند 1-7-2-3 (ه) ملاحظه شود .)

تاب‌گیری سرد صفحات انتهائی عدسی شکل مجاز نمی‌باشد .

4-6-2 اگر صفحات نیمه کروی انتهایی بالای پوسته از یک ورق پرسکاری شوند باید بوسیله ماشین و در مراحل متوالی بدون نازک شدن تا پائین‌تر از ضخامت محاسبه شده پرسکاری و شکل داده شوند و پس از اتمام کار نرمالیزه شوند , مگر اینکه صفحات به روش گرم طی مراحل مختلف در محدوده دمای نرمالیزه کردن شکل داده شوند .

4-6-3 اگر صفحات انتهایی عدسی شکل یا صفحات انتهایی بالای محفظه آتشدان مورد استفاده قرار گیرند , باید از لبه‌دار کردن برای اتصال پوسته یا قسمت استوانهای محفظه آتشدان استفاده نمود , در مورد دیگهای عمودی , بایستی جهت اتصال پوسته تخت و یا صفحات انتهایی بالای محفظه آتشدان به قمست‌های استوانه‌ای پوسته یا آتشدان از لبه‌دار کردن استفاده نمود .

4-6-4 سوراخ روی صفحه انتهائی بالای محفظه آتشدان در دیگهای عمودی جهت دودکش باید لبه‌دار شود و اتصال به دودکش توسط جوش لب به لب محیطی انجام گیرد (شکل‌های ب (1), (الف) و (ب) و (ج) و (د) ملاحظه شوند .

4-7 لوله‌های ساده و لوله‌های مقاوم :

4-7-1 کلیات :

لوله‌ها باید توسط جوشکاری یا گشاد کردن در داخل صفحه لوله قرار گیرند یا بوسیله ترکیبی از دو روش انجام گیرد بیرون زدگی انتهای لوله‌ها از پشت صفحه لوله باید مطابق بند (3-9-2) صورت گیرد .

اگر لوله‌ها مطابق شکل‌های 3-9-2 (1) (الف) و (ب) و یا (ج) و یا شکلهای 3-9-2 (2) (الف) یا (ب) به صفحه لوله جوشکاری شوند , قسمت جوش نشده لوله که در داخل سوراخ لوله رو قرار دارد باید در تماس کامل با صفحه لوله باشد . مگر در مورد لوله‌های مقاوم با ضخامت بیش از 6 میلیمتر که ممکن است فقط جوشکاری شوند , مشروط بر آنکه قسمت جوش نشده از چهار برابر ضخامت دیواره لوله تجاوز نکند .

یادآوری : لوله‌ها می‌توانند پس از تنش‌گیری دیگ جوشکاری شوند .

4-7-2 لوله‌های ساده :

اگر لوله‌ها فقط گشاد شوند این عمل باید بوسیله گشادکنهای غلطکی [113] انجام شود , و قسمت گشاد شده لوله باید تماماً موازی ضخامت صفحه لوله باشد , اضافه برگشاد کردن , سر لوله‌ها می‌تواند به صورت شیپوری [114] یا گرده‌دار [115] در آید (به بند 2-9-3 رجوع گردد .)

4–7–3 لوله‌های مقاوم :

نمونه‌هایی از اتصال‌های جوش‌کاری شده لوله مقاوم در شکل‌های 3–9–2 (1) (الف ,) (ب ,) (ج) و (د) نشان داده شده‌اند .

4–8 سوراخهای دست رو و سوارخهای بازرسی :

4–8–1 مواد :

قابها , دهانه‌های مدور برآمده و درب‌ها باید از جنس فولاد و طبق ضوابط خواسته شده در بند 2 باشند

4–8–2 موقعیت :

تحت هیچ شرایطی محور بزرگ هر دریچه‌ای نباید از دو برابر محور کوچک تجاوز نماید .

یادآوری : دریچه‌های بیضی شکل ترجیحاً باید به نحوی قرار گیرند که محور کوچک آن با خط محور طولی دیگ موازی باشد .

اگر سوراخ آدم رو داخل پائین شبکه , لوله‌های دیگهای چند لوله‌ای یا پائین کوره‌های دیگهای از نوع کوره دوقلو قرار گیرد , لوله‌های مقاوم در ردیف‌های مرزی و یا مقاوم‌های صفحه برحسب امکان باید طوری قرار گیرند که تا جائیکه ممکن است به سوراخ آدم رو نزدیک باشند .

4–8–3 قابها :

اگر فشار طراحی از $1/8\ N/mm^2$ تجاوز نماید از دهانه‌های مدور و برآمده برای سوراخ آدم رو نباید استفاده نمود . قابهای بیضی از نوع لبه‌دار باید طوری شکل داده و نصب شوند که کاملا با پوسته تطابق داشته باشد و سطح صافی را برای آب بندی درب فراهم نمایند .

در جائیکه امکان‌پذیر است , اینگونه قابها باید به داخل پوسته طوری متصل شوند که محور کوچک‌تر با خط محور طولی دیگ موازی باشد .

قابهای بیضوی و سوراخهای دور برجسته خارجی باید یا در یک قطعه بدون جوشکاری شکل داده شوند و یا از شکل دادن یک قسمت مناسب نورد شده که بوسیله جوش ذوبی ساخت شده , به وجود آیند .

بالای جوشها , در قابهای ساخته شده سوراخ آدم رو و سوراخهای مدور برجسته خارجی باید طوری قرار گیرند که در صفحه عمود بر محور طولی دیگ باشند پهنای سطح تماس قابهای سوراخ آدم رو نباید از 7/5 میلیمتر کمتر باشد . شکل معمول قابهای سوراخ آدم رو و اتصالات مربوط در شکل ب (30) نشان داده شده است .

4–8–4 فلنج‌های اتصال :

فلنج‌های اتصال سوراخهای مدور برجسته و در پوش‌های آنها باید در روی سطح و لبه‌ها و سطح اتکأ سرپیچ‌ها و مهره‌ها ماشین کاری شوند .

پیچ‌ها و مهره‌ها باید در جائیکه با فلنج‌ها در تماس هستند ماشین کاری شوند .

4–8–5 دربهای داخلی :

4–8–5–1 دربها باید برای جف شدن کامل , به سطح داخلی اتصال شکل داده شده و بوسیله میله‌های رزوه‌دار [116] و مهره‌ها و میله‌های مورب وصل شوند .

4–8–5–2 دربهای سوراخهایی که بزرگتر $175mm * 250mm$ هستند باید دارای دو میله رزوه‌دار باشند . برای سوراخهای $175mm * 250mm$ یا کمتر , از یک یا دو عدد میله رزوه دار می‌توان استفاده نمود .

یادآوری : دربهای دریچه‌هایی که از $90mm * 125mm$ بزرگتر نیستند و دارای یک میله رزوه‌دار هستند , میله رزوه‌دار ممکن است همراه با درب آهنگری شود .

4–8–5–3 میله‌های رزوه دار دربها باید از جنس فولادی با کیفیت جوش پذیری و با حداقل مقاومت کششی مشخص شده که از $360\ N/mm^2$ کمتر نباشد , بوده و قطر این میله‌های رزوه‌دار برای سوراخ‌های آدم رو نباید از 30 میلیمتر کمتر باشد .

این میله‌های رزوه‌دار باید وسیله یکی از روشهای زیر به درب وصل شده باشند .

الف : در داخل ورق پیچ شده و از طرف داخل به صورت گوشه‌ای جوش شده باشد , یا

ب : در هر طرف ورق جوش گوشه شده باشد , و طول پایه جوش از 10 میلیمتر کمتر نباشد .

یا :

ج : از طریق ورقهای واسطه یا گیره‌ها [117] به درب وصل شده باشد طوری که مقاومت اتصال از مقاومت میله رزوه دار کمتر نشود و از چرخیدن آنها ممانعت شود .

4-8-5-4 قسمت برآمده یا تورفته : [118]

درب‌های آدم رو , کله رو , دست رو سوراخ دید داخلی باید تا جائی که ممکن است خیلی آسان جفت شوند و جهت کارگزاری واشر اب بندی و حصول اطمینان از اینکه برآمدگی قبل از اینکه واشر اب بندی تحت فشار قرار می‌گیرد وارد سوراخ می‌شود , باید عمق برآمدگی کافی باشد و کل فاصله بین قاب و برآمدگی و یا تورفتگی چین درب‌هایی نباید از 3 میلیمتر یا به عبارت دیگر 1/5 میلیمتر از هر طرف تجاوز نماید .

4-8-5-5 مهره‌ها باید با استاندارد ملی ایران [119] مطابقت داشته باشند و در سطح نشیمنگاه ماشین کاری شوند .

4-8-5-6 میله‌های عرضی باید فولادی باشند (به بخش دو رجوع گردد) و یا آهنگری شده و یا از ورقی که دارای حداقل مقاومت کششی معین شده $360\ N/mm^2$ می‌باشد , بریده شده باشد , سطح نشیمنگاه باید تخت باشد .

4-8-6 دربهای بیرونی :

دربهای بیرونی باید طبق استانداردهای ملی ایران به شماره [120] باشد .

4-9 نشیمنگاه برای متعلقات روی دیگ :

4-9-1 متعلقات لبه‌دار , پیچ و مهره‌ای یا پیچ دو سر رزوه :

4-9-1-1 بجز مواردی که در بند 4-9-1-2 بیان شده متعلقات فلانج شده باید روی نشیمن‌گاه‌های فولادی آهنگری شده , ریختگی یا ساخته شده به شکل نازلهای کوتاه انشعابات بالشتکهای آهنگری یا بریده از میلگرد قرار گیرد نشیمنگاهها باید به ورقه دیگ به کمک یکی از روشهای مناسب ارائه شده در پیوست (ب) جوشکاری شوند .

4-9-1-2 اگر متعلقات لبه‌دار به قطر سوراخ کوچکتر و یا مساوی 75 میلیمتر باشند و قرار باشد که به ورقهای تخت وصل شوند , این اتصال یا باید به روش نشیمن‌گاه‌ها که در 2-9-1-1 شرح داده شده انجام شود و یا مستقیماً به ورق تخت متصل شده و بوسیله پیچ محکم کردند . اگر پیچ‌ها در داخل ورق پیچ شوند , مهره‌های با ضخامت کافی باید از طرف داخل به دیگ متصل شوند .

4-9-1-3 اگر نشیمن‌گاهها بوسیله جوشکاری ذوبی ساخته شوند و مطابق بند 5-5 احتیاج به تنش‌گیری داشته باشند , باید قبل از اتصال تنش‌گیری شوند مگر اینکه عملیات حرارتی روی تمامی دیگ انجام شود .

4-9-1-4 اگر نازلهای فلنجی یا انشعابات مورد استفاده قرار گیرند , لبه فلنج‌ها باید ماشینکاری شده یا بوسیله ماشین از طریق حرارت بریده شوند ولی سطح آب بندی و پیچ مهره‌ها نیز بایستی ماشین کاری شوند .

4-9-1-5 چنانچه از بالشتک استفاده شود , سطوح آب بندی باید ماشین کاری شوند . بالشتکها باید دارای ضخامت کافی باشند تا بتوان سوراخ پیچ‌ها را جهت متعلقات مته‌کاری نمود , بدون اینکه سطح داخلی سوراخ شود . طول قسمت رزوه شده پیچ در بالشتک نباید از قطر خود پیچ کمتر باشد .

4-9-2 متعلقات پیچی که مستقیماً به پوسته دیگ یا صفحات انتهائی متصل می‌شوند متعلقاتی که انتهای آنها پیچی است باید فقط در جایی که قطر داخلی از 25 میلیمتر و فشار طراحی $1/2\ N/mm^2$ تجاوز نمی‌نماید , مورد استفاده قرار گیرد . قسمت رزوه شده , چنین متعلقاتی باید با خود آن یکپارچه باشد . متعلقات باید به کمک مهره‌هایی در طرف آب , مستقیماً به ورق پیچ شده باشد .

4-9-3 متعلقات پیچی سوار شده به انشعابات پیچی :

متعلقات پیچی با قطر تا 80 میلیمتر باید به انشعابات پیچی مناسبی که به دیگ جوش شده‌اند متصل شود . بخشهای پیچ شده متعلقات می‌باید با BS21 مطابقت داشته باشند . متعلقات باید متناسب با فشار یا دمای کار دیگ باشند .

4-9-4 پیچ و مهره‌ها :

تمام سوراخهای پیچ‌ها و میله‌های رزوه دار شده باید مته کاری شوند . مهره‌ها و پیچها باید در محل تماس با فلنجها ماشین‌کاری شوند .

4-10 کوره‌های استوانه‌ای افقی :

4-10-1 کوره‌های استوانه‌ای افق باید به یکی از روشهای زیر ساخته شوند :

الف : به صورت حلقه‌هایی که هر کدام بیشتر از دو ورق نباشند , که در این حالت درز طولی باید مطابق بخش پنجم به صورت لب به لب جوشکاری شود .

ب : از لوله‌های فولادی کربنی که با استانداردهای ملی ایران به شماره‌های [121] و [122] و [123] مطابقت داشته باشند .

مقاومت کششی و رواداری‌های منفی مربوط به ضخامت داده شده در استانداردهای مربوطه باید به حساب آورده شوند . اگر لوله SAW (جوشکاری زیر پودر) بکار برده شود درز طولی باید مطابق بند 5-6-2-2-1 به صورت غیر مخرب آزمایش شود .

4-10-2 خارج از کردی همانطور که در بند 3-10-1-8 شرح داده شده نباید از یک درصد برای کوره‌های چین‌دار و یک و نیم درصد برای کوره‌های ساده با حداکثر اختلاف 6/5 میلیمتر در قطر هر مقطع یا نصف ضخامت , هرکدام که بیشتر هستند , تجاوز نماید . هر گونه خارج از دایره بودن باید تدریجی باشد .

4-10-3 جوشهای طولی باید در حلقه های پشت سر هم حداقل به فاصله 150mm با یکدیگر قرار گیرند :

4-10-4 اگر حلقه‌های کوره جهت اتصال محیطی به صورت داغ لبه‌دار شوند لبه‌دار کردن بایستی طی یک مرحله عملیات حرارتی صورت پذیرد . سپس حلقه‌ها می‌باید نرمالیزه شوند . مگر اینکه لبه‌دار کردن در همان محدوده دمایی عمل نرمالیزاسیون انجام گرفته باشد . چنانچه حلقه‌های کوره به صورت سرد لبه‌دار شوند , باید پس از آن نرمالیزه شده و لبه‌ها در هر دو طرف توسط پودر مغناطیسی مورد معاینه ترک سطحی واقع شوند , تاب‌گیری سرد حلقه‌های کوره مجاز نمی‌باشند .

4-10-5 کناره تمام لبه‌های کوره بایستی ماشین کاری شوند یا بوسیله ماشین برش حرارتی بریده شوند .

4-10-6 اگر ورق تقویتی مورد احتیاج می‌باشد باید مطابق شکل 3-10-1-9-2 بوسیله جوشکاری ممتد با نفوذ کامل متصل شوند .

4-10-7 بیرون زدگی صفحات کوره از پشت صفحات انتهائی یا صفحات لوله محفظه برگشتی نباید از 3 میلیمتر تجاوز نماید . انتهای صفحه کوره که در معرض شعله یا گاز داغ قرار دارد باید طوری قرار گیرند که شعاعی که ایجاد می‌کند از $\frac{e}{2}$ کوچکتر نباشد .

طول قسمت استوانه‌ای صفحات انتهایی لبه‌دار متصل به صفحات کوره نباید از 50 میلیمتر کمتر باشند نمونه مثالهایی از قطعات در شکلهای ب (5) الف , ب , ج , و یا ب (6) نشان داده شده‌اند .

4-11 آتشدانها و محفظه‌های برگشتی :

4-11-1 آتشدان‌های مدور ساده :

قسمت استوانه‌ای باید ترجیحاً از یک ورق و مشابه ورقهای پیوسته شکل داده شود . حداکثر اختلاف مجاز قطر هر مقطع نباید از 6/5 میلیمتر برای آتش‌دانهای تا قطر 900 میلیمتر یا 9/5 میلیمتر برای آتشدانهای بیشتر از قطر 900 میلیمتر یا نصف ضخامت ورق , هرکدام که بیشتر بودند , تجاوز نماید .

آتشدانهای عمودی باید ترجیحاً مخروطی باشند , مخروطی به نسبت قطری یک به هشت پیشنهاد می‌شود . فضای آب در " کف " بین آتشدان و پوسته برای دیگهای با قطر کوچکتر و مساوی 750 میلیمتر نباید از 50 میلیمتر و برای دیگهای با قطر بیشتر از 750 میلیمتر نباید از 63 میلیمتر کمتر باشد .

روش جوشکاری باید مطابق بخش پنجم باشد .

صفحات تخت شکل گرفته در آتشدان برای نصب لوله‌های آب باید دارای شعاع انحنای زیاد در نقاط اتصال صفحه تخت و سطوح منحنی شکل باشند و باید عاری از گوشه‌های تیز یا علامتهای بجا مانده از ابزارآلات باشند ورق نباید کمتر از ضخامت محاسبه شده نازک شود .

فلنج زیگزاک [124] شکل خواه با آتشدان یکپارچه باشد و خواه به صورت یک حلقه جداگانه ساخته شده باشد , باید ترجیحاً در یک مرحله و بوسیله ماشینی مناسب شکل داده شود و باید اجازه داد تا برای اجتناب از تنش‌های درونی به تدریج سرد شود , حلقه‌های سوارخهای بازرسی آتش [125] یا حلقه‌های پایه باید مطابق ضوابط مشخص شده در بخش دوم , از فولاد ساخته شوند . قسمت‌های Z شکل نباید برای حلقه‌های پایه مورد استفاده قرار گیرند . روشهای اتصال آتشدان به پوسته باید مطابق شکلهای 3-10-3 (الف ,) (ب ,) یا (ج) باشند روشهای معمول اتصال سوراخهای آتشدان در شکل ب (10) نشان داده شده‌اند .

4-11-2 آتشدانهای نیم‌کروی :

آتشدانهای نیم‌کروی باید مطابق ضوابط بند 4-6-2 باشند .

4-11-3 محفظه‌های برگشتی که بوسیله آب خنک می‌شوند .

هرگاه صفحات لوله محفظه برگشت یا صفحات انتهایی جهت اتصال به صفحات لفاف لبه‌دار شوند , طول قسمت استوانه‌ای نباید کمتر از 2e یا 38 میلیمتر (هرکدام بزرگترند) باشند . صفحات تخت متصل به صفحات لفاف باید یک جوش نواری داخلی به طول حداقل 6 میلیمتر باشد (به بند 5-3-2-4 رجوع شود .)

مثالهای نمونه اتصالات در شکل‌های ب (4) الف تا ه نشان داده شده‌اند . قابهای سوراخ دست رو باید همانطور که در شکل 3-8-2-7 نشان داده شده متصل شوند .

4-11-4 دودکشها :

دودکشهای باید از لوله‌های بدون درز یا با درز یا از ورقهای لب به لب جوش شده ساخته شوند و باید بصورت لب به لب تا لبه بالایی فلنج سوراخ صفحه انتهائی بالای آتشدان جوشکاری شوند .

عمق لبه دریچه صفحه انتهایی بالای آتشدان از ابتدای انحنای لبه نباید از دو برابر ضخامت ورق با حداقلی برابر 25 میلیمتر کمتر باشد .

دودکش باید به صفحه انتهایی بالای پوسته همانطور که در شکل‌های ب (5) الف , (ب) یا (ج) نشان داده شده اتصال یابند . اگر درز عمودی دودکش جوش لب به لب شده باشد , جوشکاری باید با مقررات بخش پنجم مطابقت داشته باشد و جوش باید به ترتیبی قرار گیرد که مستقیماً رو به دریچه آدم رو باشد .

یادآوری : دودکش باید در قسمت داخل با یک لایه آستری چدنی که زیر پائین‌ترین سطح آب امتداد می‌یابد مجهز شود .

4-12 لوله‌های عرضی و مقاوم‌ها :

4-12-1 لوله‌های عرضی :

لوله‌های عرضی باید از لوله‌ای فولادی بدون درز ساخته شده باشند (بخش دوم ملاحظه شود ,) لوله باید در وضعیتی مانند نمونه نشان داده شده (شکل ب (8) جوش ذوبی شود .)

4-12-2 مقاوم‌ها :

کلیه مقاوم‌های میله‌ای یا مقاوم‌های محفظه آتش باید از میله نورد شده توپر بدون هیچ جوشی در طول ساخته شوند , مگر آنهائیکه این مقاوم‌ها را به صفحات مهار شده توسط خود آنها متصل می‌نمایند , میله مقاوم‌هایی که در حین کار حرارت دیده‌اند باید متعاقباً نرمالیزه شوند .

یادآوری 1: هنگامیکه مقاوم در دیگ در محل خود قرار می‌گیرد محورش باید عمود بر صفحه‌ای باشد که مهار می‌کند .

یادآوری 2: یک سوراخ خبرکن باید در امتداد محور تمام میله‌ها و مقاوم‌های آتشدان ایجاد شود . قطر سوراخها نباید از 5 میلیمتر تجاوز نماید و سوراخکاری باید تا 13 میلیمتر آن طرف سطح تماس آب با ورق ادامه داشته باشد .

4-12-3 مقاوم‌های میله‌ای :

مقاوم‌های میله‌ای باید به ورقهائی که خود مهار می‌کنند بوسیله یکی از روشهای زیر محکم شوند .

الف : میلگردهای ساده‌ای که از سوراخهای داخل ورقها عبور نموده و جوشکاری می‌شوند (شکلهای 3-8-2 (5) الف و ب ملاحظه شوند .)

ب : میلگردهای ساده‌ای که از سوراخهای داخل ورقها عبور نموده و به واشرها در سمت بیرون وصل شده‌اند . مقاوم‌ها و واشرها به ورقها مطابق هر یک از روشهای نشان داده شده در شکلهای (3-8-2 (6) الف تا د) جوشکاری می‌شوند .

سوراخها باید استوانه‌ای شکل بوده و قطر آنها از 3 میلیمتر بیش از قطر میله‌های مقاوم تجاوز نکند .

4-12-4 مقاوم‌های آتشدان :

مقاوم‌های آتشدان باید به ورقهایی که مهار می‌کنند بوسیله جوشکاری محکم شوند (شکلهای 8-2 (5) (الف) و (ب) ملاحظه شوند .)

4-12-5 مقاوم‌های صفحه‌ای :

مقاوم‌های صفحه‌ای باید تخت و عمود بر صفحات انتهائی باشند .

4-12-6 مقاوم‌های حمال : [126] اتصال مقاوم‌های حمال که مستقیماً به ورقهای تاج [127] جوشکاری می‌شوند باید بوسیله جوشهای با نفوذ کامل انجام شود و باید با جزئیات نشان داده شده در شکلهای 3-8-2 (8) الف تا (و) مطابقت داشته باشند . هر مقاوم حمال باید جهت تحمل سهمیه‌اش از بار وارد بر صفحه انتهائی بالا مستقل از ورق تاج از مقاومت کافی برخوردار باشد , و جوشهای اتصال باید دارای سطح مقطع کافی جهت تحمل بار وارده باشند . (بند 3-8-8-6 رجوع گردد .)

بخش پنجم :

مهارت و ساخت در جوشکاری

5-1 کلیات :

5-1-1 0 قوانین این بخش در مورد دیگها و قطعاتی از دیگها که توسط جوشکاری ساخته می‌شوند , قابل اجرا بوده و باید به همراه ضوابط ویژه مربوط به طبقه بندی مواد بکار برده شده مورد استفاده قرار گیرند .

5-1-2 جوشکاری باید مطابق با روش جوشکاری تائید شده طبق بند 5-4-3 انجام گیرد .

5-1-3 تائید جوشکاری باید مطابق با آزمون‌های صلاحیت جوشکار , که در بند 5-4-4 قید شده باشد .

5-1-4 سازنده یک دیگ یا قطعه‌ای از دیگ که مطابق با این بند ساخته می‌شود باید مسئول جوش انجام شده توسط کارگرانش باشد . سازنده باید آزمایشهای مورد نیاز برای تائید روش جوشکاری بکار گرفته شده و صلاحیت جوشکاران را اجرا نماید . تا زمانیکه روش جوشکاری و صلاحیت جوشکار تائید نشده هیچگونه کار تولیدی نباید انجام گیرد .

5-1-5 سازند باید پرونده‌ای از نتایج بدست آمده از تائیدهای روش جوشکاری و آزمایشهای صلاحیت که توسط مرجع بازرسی گواهی شده‌اند را نگهداری نماید . این پرونده‌ها که حاوی توضیحی دقیق در مورد تمامی جزئیات مواد و روشهای مربوط می‌باشند باید توسط سازنده گواهی شده و قابل دسترسی مرجع بازرسی باشند .

این سوابق بایستی به تائید سازنده برسد به شرح دقیقی از کلیه مشخصات مواد موردنظر را ارائه نموده و در دسترس جهت مرجع بازرسی نیز باشد .

5-1-6 جوشکاری ایجاد شده توسط جوشکار باید به کمک مهری که نشانگر هویت جوشکار می‌باشد مشخص گردد و یا باید به هر نحو مناسب دیگری مدرکی برای منظور فوق فراهم آورد . چنانچه از مهر برجسته استفاده شود تنها از مهرهای با تنش پائین باید استفاده گردد (مهرهای با تنش پائین دارای لبه‌های قوس دار و یا از یک مجموعه نقاط ساخته می‌شوند .)

5-2 مواد :

مواد مصرفی جوشکاری بکار گرفته شده باید دارای یکی از دو شرایط زیر باشند :

الف : با مقررات استانداردهای ملی ایران [128] برای مواد مصرفی تطابق داشته باشد و یا :

ب : در صورت عدم وجود به استاندارد ملی مربوط , توافق بین خریدار , سازنده و مرجع بازرسی و یا منابع قانونی به عمل آید (به بند 1-7-3-2 (و) رجوع شود).

5-3 طراحی :

5-3-1 کلیات :

مقررات بند 5-3 در مورد طرح دیگها و قطعات دیگهائی که با روش جوشکاری می‌شوند بکار گرفته می‌شوند و باید به همراه بخش 3 از این استاندارد مورد استفاده قرار گیرند .

یادآوری : نمونه‌های معمول از جزئیات اتصالات جوش شده قابل قبول در پیوست (ب) نشان داده شده‌اند .

5-3-2 طراحی اتصالات جوش شده :

5-3-2-1 طراحی اتصالات جوش شده باید امکان دسترسی جهت لایه‌گذاری فلز جوش را آن چنان که سازگار با مقررات این استاندارد باشد , فراهم نماید .

5-3-2-2 از اتصالاتی که در آنها بیش از دو درز جوش با یکدیگر تلاقی نمایند باید اجتناب نمود .

5-3-2-3 در مواردی که عملی باشد قطعات غیر تحت فشار را نباید توسط جوشهائی که جوش‌های موجود اصلی و یا جوشهای نازل را قطع می‌نماید , متصل نمود . که حداقل فاصله اسمی بین لبه جوش اتصال و لبه جوشهای اصلی موجود و یا جوشهای نازل از دو برابر ضخامت قطعه تحت فشار و یا 40 میلیمتر (هر کدام که کوچکتر باشند) کمتر باشد . اگر چنین جوشهائی اجتناب‌ناپذیر باشند , بهتر است که آنها جوش اصلی را کاملا قطع نمایند تا اینکه بطور ناگهانی نزدیک جوش اصلی و یا نازل متوقف شوند , بدین روش می‌توان از تمرکز تنش در این نواحی پرهیز نمود .

5-3-2-4 فقط جوشهای لب به لب با نفوذ کامل برای درزهای اصلی طولی و محیطی قابل قبول می‌باشند . در جائی که پشت سازی موقت فقط جهت ایجاد سهولت در جوشکاری درز یا پوسته‌ها از یک سمت ورق صورت می‌گیرد . می‌باید پس از جوشکاری و قبل از آزمایش غیر مخرب , این پشت سازی برداشته شود . سطوحی که پس از برداشته شدن پشت سازی مذکور , عریان می‌شوند . می‌باید به نرمی پرداخت شده و آن چنان که توسط یک روش مناسب بازرسی معین گردیده مانند روش ذره مغناطیسی عاری از ترک یا سایر صدمات باشند . درزهای اصلی محیطی بغیر از لب به لب آن چنان که در ضمیمه (ب) نشان داده شده‌اند جهت اتصال پوسته به صفحه انتهای تخت و پوسته به صفحه لوله مجاز می‌باشند . صفحات تحت متصله به محفظه‌های برگشت یا صفحات لفاف آتشدان , آن چنان که به طور نمونه در شکل‌های ب (4) الف تا (ه) نشان داده شده باید دارای جوشهای گوشه داخلی با حداقل طول پایه 5 میلیمتر که تمامی طول درز محیطی را پر کنند . باشند اگر صفحات تخت مطابق با شکلهای ب (3) (الف) و (ب) و ب (5) (الف) و (ب) به پوسته‌ها و کوره‌ها متصل شده باشند . باید دارای جوشهای گوشه داخلی با حداقل پایه جوش 6 میلیمتر انجام شده در سراسر درز محیطی باشند بجز در موارد زیر :

الف : درزهای پوسته به صفحه انتهایی :

زمانی که قطر خارجی پوسته از 1800 میلیمتر کمتر است . از جوش گوشه داخلی می‌توان صرفنظر نمود .

ب : درزهای کوره به صفحه انتهایی و درزهای صفحه لوله محفظه برگشت : زمانی که قطر خارجی کوره از 750 میلیمتر کمتر و درز توسط پوششی از مواد نسوز محافظت شده است . می‌توان از جوش گوشه داخلی صرفنظر نمود .

یادآوری : ضوابط فوق برای جوشهای گوشه داخلی با در نظر گرفتن قابلیت دسترسی به آن بررسی می‌گردد اما جائی که امکان جوش گوشه با کیفیت مناسب وجود دارد کلیه درز محیطی باید جوشکاری گردد .

ترجیح داده می‌شود که هر موقع امکان‌پذیر باشد جوش گوشه قبل از جوشکاری از طرف دیگر تکمیل و انجام گردد .

(بند 5-6-2-2-2 (د) ملاحظه گردد .)

در مواردی که جوش گوشه داخلی از جوشهای اتصال صفحه تخت به پوسته , کوزه‌ها و یا لوله‌های دسترسی محفظه برگشت حذف شود , جهت اطمینان از مرغوبیت ریشه جوش باید به روش جوشکاری توجه مخصوص نمود . عدم نفوذ ریشه جوش به میزان جزئی تا حداکثر 2/5 میلیمتر نباید باعث مردود شمردن جوش گردد .

5-3-2-5 اگر پوسته استوانه‌ای از ورقهائی با ضخامت مختلف ساخته شود , ورقها باید آن چنان قرار گیرند که محور تقارن ضخامت آنها یک دایره پیوسته را تشکیل دهد . لبه ورق ضخیم‌تر باید در طولی از محیط که کمتر از دو برابر اختلاف ضخامت‌ها می‌باشد . بطور مساوی از داخل و خارج پخ زده شود بطوریکه ورقها در امتداد جوش طولی هم ضخامت باشند . برای یک درز محیطی که در آن اختلاف ضخامت در تمامی طول محیط یکسان می‌باشد ضخامت لبه ورق ضخیم‌تر را باید در طولی که از سه برابر اختلاف ضخامت‌ها کمتر نیست . توسط ماشین کاری تدریجاً کم نمود . (همچنین بندهای 5-4-10 و 5-4-11 ملاحظه شود .)

یادآوری : پهنای جوش را می‌توان به عنوان جزئی از لبه ورق ضخیم‌تر پخ خورده منظور نمود .

5-3-2-6 به هنگام جوشکاری لوله‌های بیرون ریز خاکستر , به کوره‌ها و پوسته‌ها از یک سو و در جائی که سوی دیگر جهت جوشکاری غیرقابل دسترسی می‌باشد . عدم نفوذ ریشه جوش یا تحدب ریشه جوش نباید از 3 میلیمتر تجاوز نماید و سوراخ درون پوسته را باید توسط تقویتی از نوع بالشتک شکل ب (7) ملاحظه شود) تقویت نمود .

5-3-2-7 از اتصالات گوشه‌ای که فقط دارای جوشهای گوشه می‌باشد نباید استفاده نمود .

5-3-2-8 هر جا که عملی باشد باید از ایجاد سوراخها در درون و یا نزدیکی درزهای جوش شده اجتناب نمود به خصوص زمانی که درز تنش‌گیری نشود .

حداقل فاصله از مرکز درز تا نزدیکترین نقطه جوش اتصال یا لبه سوراخ باید 60 میلیمتر یا چهار برابر ضخامت ورق پوسته باشد (هرکدام که بزرگتر است .) اگر این ممکن نباشد سوراخ باید درز جوش را کاملا قطع نماید آن چنان که حتی الامکان خط مماس بر سوراخ در نقطه تقاطع محور درز و لبه سوراخ با محور درز زاویه‌ای نزدیک به 90 درجه بسازد در چنین موردی باید طولی از درز جوش را که برابر 60 میلیمتر و یا چهار برابر ضخامت ورق پوسته (هر کدام که بزرگتر باشد) است , به روش غیر مخرب آزمایش نمود .

5-3-2-9 جوشهای گرفته را فقط می‌توان در حدود محدودیت‌های توصیه شده در پیوسته (ب) به عنوان جوشکاری مقاوم برای قطعات تحت فشار بکار برد .

با بدل توجه مخصوص به طرز قرار گرفتن درزهای با جوش گوشه , باید از ذوب کامل در ریشه جوش گوشه اطمینان حاصل نمود .

5-4 ساخت و تائید جوشکاری :

5-4-1 کلیات : روش‌های جوشکاری درزهای اصلی باید به گونه‌ای باشد که جوش از نفوذ کامل برخوردار بوده و باید توسط آزمون‌های تائید نشان داده شود که روش جوشکاری می‌تواند جوشی عاری از عیوب مهم آن چنان که در استاندارد ملی ایران به شماره [129] توضیح داده شده ایجاد نماید .

5-4-2 فرآیندهای جوشکاری :

هر فرآیند بکار گرفته شده , زمانی که مطابق با آزمونهای تائید شده آزمایش می‌شود , باید نتایج مطلوب به بار آورد .

یادآوری : جزئیات فرآیندهای جوشکاری در این استاندارد تعریف نشده‌اند .

5-4-3 تائید روش جوشکاری :

5-4-3-1 چنانچه شرکت سازنده با عطف به مرجع بازرسی بتواند دلیلی قابل قبول از نظر خریدار مبتنی بر اینکه قبلا آزمون‌های موفقیت آمیز روش جوشکاری زاید انجام رسانیده و یا اینکه بطور موفقیت‌آمیزی ساخت اجزا مخازن تحت فشار را در رابطه با روش , فلز مادر , فلز پر کننده و ضخامت در محدوده زمانی سه سال مطابق با ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره..... [129] عهده‌دار بوده , ارائه نماید .

تحت ضوابط این استاندارد چنین مؤسسه‌ای از لزوم تائید شدن مجدد در داخل محدوده‌ای که توسط آزمونهای قبلی در بر گرفته شده , معاف می‌باشد .

اگر شرکت سازنده روش خود را این چنین به تائید نرساند یا مدرکی در دست نداشته باشد . باید توسط آزمایش تائید روش جوشکاری , قابلیت شرکت خود را در رابطه با توانائی جوشکاری مواد مورد استفاده به اثبات رساند .

5-4-3-2 آزمایش تائید روشهای جوشکاری باید مطابق ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره [129] انجام گیرد بجز مواردی که در قسمت 5-4-7 طور دیگری بیان شده‌اند .

5-4-4 تائیدیه صلاحیت جوشکار :

اگر یک شرکت سازنده با عطف به مرجع بازرسی بتواند مدرکی قابل قبول از نظر خریدار مبنی بر اینکه هر جوشکار مسئول انجام جوش دستی و یا جوش با ماشین روی دیگ , قبلا آزمایشهای تائید صلاحیت را برای نوع کار و روش موردنظر گذرانده , و نیز بطور موفقیت‌آمیزی به مدت شش ماه مطابق ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره [129] بکار ساخت قطعات دیگ اشتغال داشته و ارائه نماید , تحت ضوابط این استاندارد چنین جوشکاری مادامی که در استخدام همان شرکت باقی است , از لزوم تائید شدن مجدد معاف خواهد بود . اگر چنین مدرکی آماده ارائه نباشد , لازم است که جوشکارهای موردنظر برای جوش دستی و یا جوش با ماشین , آزمایشهای تائید را مطابق ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره [129] بگذرانند . بجز مواردی که در قسمت 5-4-7 طور دیگری بیان شده است .

5-4-5 پذیرش روشهای جوشکاری و جوشکاران :

5-4-5-1 روشهای جوشکاری :

بازرس باید از روشهای جوشکاری بکار رفته در ساخت دیگ از نقطه نظر تطابق داشتن و قبول شدن با مقررات قسمت 5-4-3 راضی باشد .

5-4-5-2 جوشکارها :

5-4-5-2-1 سازنده باید گواهی نماید که عمل جوشکاری فقط توسط جوشکاری که تحت مقررات بند 5-4-4 تائید شده است انجام گرفته و بازرس باید خود را قانع نماید که فقط جوشکارهای تائید شده به خدمت گرفته شده‌اند .

5-4-5-3-2 سازنده باید رونوشتی گواهی شده از پرونده آزمایشهای تائید هر جوشکار , در اختیار بازرس قرار دهد . بازرس حق دارد که شاهد آزمایش تائید هر جوشکاری باشد .

متعاقباً در صورت تردید , او حق دارد که آزمایش تائید مجددی را برای هر جوشکار درخواست نماید .

4-5-6 صفحات آزمون محصول جوش شده :

5-4-6-1 نمونه‌های آزمایش :

اگر در یک دیگ , و در محدوده متغیرهای اساسی روش جوشکاری معینی , بیش از یک درز جوشکاری شود , یک صفحه آزمون می‌تواند نشان دهنده بیش از یک درز باشد . یک صفحه آزمون برای هر 10 متر طول از جوش طولی شامل درزهای مختلف و یک صفحه آزمون دیگر برای هر طول اضافی کمتر از 10 یا حداقل یک صفحه آزمون برای هر دیگ , مورد نیاز می‌باشد . (بجز مواردی که در بند 5-4-6-1-2 مقرر شده‌اند). اگر فقط درزهای محیطی موجود باشند . یا اگر روش جوشکاری بکار رفته در درزهای محیطی با روش جوشکاری درزهای طولی متفاوت باشد , باید صفحه آزمون جداگانه‌ای مطابق با روش جوشکاری درزهای محیطی تهیه نمود . برای هر 30 متر از جوش محیطی یک صفحه آزمون لازم است .

و برای هر طول اضافی کمتر از 30 متر یک صفحه آزمون دیگر با حداقل یک صفحه آزمون برای هر دیگ (بجز مواردی که در قسمت 5-4-6-1-2 مقرر شده است) لازم می‌باشد .

5-4-6-1-2 برای دیگهایی که با شرایط زیر مطابقت دارند , کاهش تعداد صفحات آزمون جوش شده از محصول , آن چنان که در بند 5-4-6-1-1 توضیح داده شده است , مجاز می‌باشد .

الف : باید به اندازه کافی دیگهائی در داخل محدوده یک روش جوشکاری معین ساخته شده باشند . آن چنان که حداقل 20 صفحه آزمون مطابق با بند 5-4-6-1-1 حاصل شده باشد .

ب : دیگها باید از نوع مشابه بوده و در یک کارگاه و به یک روش ساخته شده باشند .

ج : جوشکاری و ساخت محصول باید بطور معمولی , مداوم باشند .

د : ضخامت ورق , جزئیات جوشها و اتصالات باید در داخل محدوده تحت پوشش آزمایشهای تائید روش جوشکاری باشند .

در آن صورت ضوابط 10 متر و 30 متر مذکور در بند 5-4-6-1-1 باید به ترتیب به 30 متر و 90 متر با حداقل یک صفحه آزمون در هر سه ماه تغییر داده شود .

5-4-6-1-3 مواد مورد استفاده برای صفحات آزمون باید با مشخصات مواد استفاده شده در ساخت دیگ همانند بوده و هر دوی آنها باید مطابق با روش فولادسازی واحدی ساخته شده باشند . ورقهای آزمون باید دارای همان ضخامت اسمی پوسته باشند . و ترجیحاً از همان ذوبی که از آن برای ساخت دیگ استفاده شده انتخاب شوند . ابعاد صفحات آزمون جوش شده باید به اندازه کافی باشند تا نمونه‌های آزمایشی لازم برای آزمون یا آزمون مجدد مورد لزوم از آن بدست آید . (شکل 5-4-6-1-3 ملاحظه شود .)

5-4-6-1-4 چنانچه صفحات آزمون جوش در دو انتهای یک درز طولی قرار داده شوند . ابعاد صفحات آزمون مزبور باید به اندازه کافی باشند تا نمونه‌های آزمایشی لازم از یکی از آنها و نمونه‌های لازم برای آزمایش مجدد از دیگری بدست آیند .

5-4-6-1-5 صفحات آزمون باید به هنگام جوشکاری جهت جلوگیری از تابیده شدن بیش از حد مهار یا تقویت شوند , صفحات آزمون باید تحت عملیات حرارتی مشابه آن چنان که برای قطعه کار مربوطه به آنها لازم است قرار گیرند چنانچه لازم شود که صفحات آزمون تابیده شده در هنگام جوشکاری صاف شوند این کار باید در دمای پائین‌تر از دمای حرارتی پیوسته دیگ مربوطه و قبل از عملیات حرارتی نهائی انجام گیرد .

5-4-6-2 آزمایشات غیر مخرب :

آزمایش غیر مخرب جوش‌های صفحات آزمون , باید تحت همان روشهای آزمایش غیر مخرب (بند 5-6 رجوع شود) و معیارهای قبولی (بند 5-7 رجوع شود) همانند درزهائی که معرف آنها هستند قرار گیرند .

در صورتی که هر نوع عیبی در جوش صفحه آزمون بوسیله آزمایش غیر مخرب آشکار شود . مکان آنها باید بطور واضح بر روی صفحه مشخص شود و نمونه‌های آزمایشی باید از قسمت‌هایی دیگر صفحه آزمون که محل آن بین سازنده و مرجع معتبر بازرسی مورد توافق قرار می‌گیرد انتخاب گردد . علت بروز چنین عیوبی در تولید صفحه آزمون باید معین گردد .

5-4-7 آزمایشهای مخرب برای روش جوشکاری , جوشکار و آزمایشهای کنترل تولید :

5-4-7-1 روش آزمایش :

بجز مواردی که در بند 5-4-7 قید شده آزمایش‌ها باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [130] قسمت اول و جداول 5-4-7 (1) هرکدام که مناسب است انجام گیرند .

۱۴۶ـ۱۴۷ـ۱۴۸ـ ۱۴۹

جدول۵-۴-۷(۱) تعداد نمونه‌های آزمون برای تائید روش جوشکاری و آزمایش‌های کنترل تولید :

نمونه آزمون (شکلهای ۵-۴-۶-۱-۳، ۵-۴-۷-۴ ، ۵-۴-۷-۵ و ۵-۴-۷-۷ ملاحظه شود)	جوشهای لب بلب دوطرفه	جوشهای لب بلب یک طرفه	جوشهای نواری دورق	جوشهای اتصال انشعاب
آزمایش ماکرو	۱	۲	۲	۴
بررسی سختی	۱	۱	۱	۱
کشش جوش درعرض (طبق استاندارد BS ۷۰۹)	۱	۲	--	--
کشش جوش درطول (طبق استاندارد BS ۷۰۹)	۱	۱	--	--
خمش ریشه برای ورقهای کمتر	۱	۳	--	--
خمش رویه یامساوی ۱۰ میلیمتر ضخامت	۱	۱		
خمش جانبی (برای مواد بیش ضخامت بیشتر از ۱۰ میلیمتر)	۲	۱	--	--
شکست جوش گوشه	--	--	۲	--
آزمایشهای ضربه (فقط برای دیگهای دسته اول)	۳	۳	--	--

یادآوری 1: هنگامیکه بیشتر از یک نمونه از یک نوع خاص مورد نیاز باشد , نمونه‌ها باید تا حد امکان جدا از یکدیگر برداشته شوند .

یادآوری 2: بررسی سختی باید روی نمونه آزمایشی مربوطه به آزمایش ماکرو انجام گیرد .

یادآوری 3: برای ورقهای دارای ضخامت بیشتر از 10 میلیمتر , آزمایش‌های خمش جانبی باید جانشین خمش‌های ریشه و رویه شوند .

یادآوری 4: آزمایش‌های خمش ریشه همواره موقعی که جوشهای یکطرفه آزمایش می‌شوند الزامی می‌باشند .

یادآوری 5: برای آزمایش تائید جوشکار به استاندارد ملی ایران به شماره [131] مراجعه شود .

5-4-7-2 دماهای آزمایش :

آزمایش‌ها باید در دمای اتاق انجام گیرند .

5-4-7-3 آزمایش کشش جوش در طول :

5-4-7-3-1 مقاومت کششی جوش در طول (R) بدست آمده نباید از حداقل مقاومت کششی جنس ورق کمتر باشد . درصد ازدیاد طول A حاصل باید حداقل برابر با مقدار بدست آمد از رابطه زیر باشد :

$$A = 45 - 0/046\ R$$

که در آن :

R = مقاومت کششی (N/mm^2)

علاوه بر این , ازدیاد طول نبایستی از 80 درصد ازدیاد طول معادل برابر مواد مادر کمتر باشد .

5-4-7-3-2 کاهش مساحت سطح مقطع نباید از 35 درصد کمتر باشد .

5-4-7-4 آزمایش خمش عرضی (برای صفحات کمتر و مساوی 10 میلیمتر .) (شکل 5-4-7-4 و جدول (2) 5-4-7 ملاحظه شوند .)
آزمایش‌های خمش روند باید آن چنان انجام گیرد که سطحی از صفحه آزمون که معرف سطح خارجی دیگ است تحت کشش باشد .
آزمایش خمش ریشه باید آن چنان انجام گیرد که سطحی از صفحه آزمون که معرف سطح داخلی دیگ است تحت کشش قرار گیرد .
در خاتمه آزمایش نباید هرگونه ترک یا عیبی در سطح بیرونی نمونه آزمون دارای اندازه‌ای بیشتر از 1/5 میلیمتر باشد . مطابق این استاندارد پاره‌گی جزئی در لبه‌های نمونه آزمایشی نشان دهنده عیب نمی‌باشد .

5-4-7-5 آزمایش خمش جانبی

(برای ورقهای به ضخامت بیشتر از 10 میلیمتر) (شکل 5-7-4-5 و جدول 5-4-7 (2) ملاحظه شوند) در پایان آزمایش اندازه هر گونه ترک یا عیبی در سطح بیرونی نمونه آزمایشی نباید بیشتر از 3 میلیمتر باشد
طبق این استاندارد پاره‌گی جزئی در لبه نمونه آزمایش عیب محسوب نمی‌شود .

جدول ۵-۴-۷ (۲) مقررات آزمایش خمش

نوع فولاد	قطر شکل دهنده	فضای آزاد بین تکیه‌گاهها در پایان آزمایش
فولاد های کربنی $R_m < 430\ N/mm^2$	۲e	۴/۲e
فولادهای کربنی $Rm = 430$ تا $530\ N/mm^2$	۳e	۵/۲e
فولادهای کربنی منگنزدار $Rm > 530\ N/mm^2$	۴e	۶/۲e

یادآوری : e عبارت است از ضخامت نمونه آزمایشی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [132] زاویه خمش مورد نیاز 180 درجه است .

5-4-7-6 آزمایش ماکرو :

نمونه آزمایشی جهت آزمایش ماکرو باید از موادی برداشته شود که از عملیات برش با شعله ??? نشده باشد . جوش باید سالم باشد . بطور مثال عاری از هرگونه ترک و ناپیوستگی از قبیل ناخالصی ناشی از سرباره و خلل و فرج یا حد تعیین شده در استاندارد ملی ایران به شماره ..... [133] برای آزمایش روشهای جوشکاری و استاندارد ملی ایران به شماره ..... [134] برای آزمایش جوشکار , و بند 5-7 این استاندارد برای کنترل تولید ارائه شده‌اند , باشد .

چنانچه در شرایط یک جوش آن چنان که از نمای کلی جوش (macro etching) برآورد می‌شود . تردیدی وجود داشته باشد , ناحیه موردنظر بایستی از طریق میکروسکوپی مورد آزمایش قرار گیرد .

5-4-7-7 آزمایش‌های ضربه (فقط دیگهای دسته اول) (شکل 5-4-7-7 ملاحظه شود .)

5-4-7-7-1 سه نمونه آزمایشی شکافدار جهت آزمایش ضربه باید عمود بر جوش و موازی سطح ورق و تا حد امکان نزدیک به آخرین لایه , جوش آن چنان که محور شکاف عمود بر سطح ورق باشد انتخاب شوند . آزمایش‌های ضربه باید به روش شاربی با شکاف (V) انجام گیرد و در جائی که ضخامت مواد اجازه می‌دهد ابعاد نمونه‌های آزمایشی که هر کدام دارای مقطع مربع 10 میلیمتر * 10 میلیمتر می‌باشند . طبق استاندارد ملی ایران به شماره (1) باشد . جائی که ضخامت مواد اجازه نمی‌دهد که قطعات آزمایشی به پهنای 10 میلیمتر تهیه شوند . پهنا (در امتداد شکاف) باید تا مقدار 7/5 میلیمتر یا 5 میلیمتر (هر کدام که مناسب ترند .) ماشین کاری شوند بزرگترین نمونه آزمایشی با بزرگترین پهنا که می‌تواند از مقطع مواد بدست آید باید مورد انتخاب قرار گیرد .

5-4-7-7-2 مقدار متوسط نتیجه حاصله از سه نمونه آزمایشی گرفته شده برای آزمایش ضربه نباید از 27 ژول برای نمونه‌های 10 میلیمتر * 10 میلیمتر , 21/5 ژول برای نمونه‌های 10 میلیمتر * 7 میلیمتر و 19 ژول برای نمونه‌های 10 میلیمتر * 5 میلیمتر کمتر باشد . (بند 5-4-7-2 ملاحظه شود)

یکی از مقادیر حاصل می‌تواند پائین‌تر از مقدار معین شده باشد به شرط اینکه از 70 درصد آن مقدار کمتر نباشد .

5-4-7-8 تجدید آزمایش :

5-4-7-8-1 آزمایش‌های کشش :

هنگامیکه یک نمونه آزمایشی کشش در بر آوردن الزامات مردود شود باید دو آزمایش مجدد دیگر انجام گردد .

5-4-7-8-2 آزمایش‌های خمش :

هنگامیکه یک نمونه آزمایش خمش در برآوردن الزامات مردود شود باید دو آزمایش مجدد دیگر انجام گردد .

5-4-7-8-3 آزمایش‌های ضربه :

چنانچه متوسط سه مقدار آزمایش ضربه کمتر از مقدار معین شده و یا اگر هر یک از مقادیر از 70 درصد مقدار معین شده کمتر باشد , بایستی سه قطعه آزمایشی دیگر از همان نمونه گرفته و آزمایش کردند .

مقدار متوسط نتایج 6 آزمایش نباید از مقدار معین شده کمتر باشد .

مقادیر فقط دو عدد از نتایج آزمایش‌ها می‌تواند کمتر از مقدار معین باشد ولی فقط یک عدد از نتایج آزمایش‌ها می‌تواند از 70 درصد مقدار معین شده , کمتر باشد .

5-4-7-8-4 مردودی نمونه‌های آزمایشی مجدد :

چنانچه هر یک از نمونه‌های آزمایشی مجدد در بجا آوردن ضوابط معین شده مردود شود باید چنین فرض شود که درزهای جوش شده‌ای که این نمونه‌های آزمایشی معرف آنها هستند با مقررات این استاندارد مطابقت ندارند . چنانچه هریک از نمونه‌های آزمایشی مجدد در حین آزمایشهای تائید روش جوشکاری مردود شود . در آن صورت علت مردودی باید معین شده و تمام آزمایش روش جوش دوباره تکرار شود .

5-4-8 برش , جفت کردن و تنظیم قبل از جوشکاری :

5-4-8-1 ورقها باید طبق اندازه و شکل مورد نظر توسط دستگاه برش حرارتی و یا ماشین کاری و یا برای ورقهائی که ضخامت آنها از 15 میلیمتر بیشتر نیست بوسیله برش سرد بریده شوند . چنانچه از روش برش سرد استفاده شود . لبه‌ها باید مورد بازدید قرار گیرند (با چشم یا روش‌های دیگر) تا جهت جوشکاری , مناسب تشخیص داده شوند .

ممکن است پیشگرم کردن مورد نیاز باشد مخصوصاً برای فولادهای ضخیم در جهت حصول از نتایج رضایت بخش , هنگامیکه برش حرارتی بکار گرفته می‌شود .

هر موادی که در حین برشکاری ورقها برای اندازه کردن یا شکل دادن لبه‌ها یا آماده‌سازی نهائی صدمه ببینند . بایستی بوسیله ماشین کاری , سنگ زنی , براده برداری یا برشکاری حرارتی برای رسیدن به فلز اصلی برداشته شود . سطوحی که برش حرارتی شده‌اند بایستی بوسیله ماشین کاری , یا سنگ زنی برای برداشتن فلزها سوخته شده , شیارهای مضر سرباره و زنگ مجددا برداشته شوند . اما تغییر رنگ جزئی در لبه فولادهای چکش خوار ناشی از ماشین برش حرارتی نبایستی باعث مردود شمردن آن شود .

5-4-8-2 آماده‌سازی برای جوشکاری :

آماده سازی برای جوشکاری و سوراخکاری به شکل مورد نظر بایستی به یکی از طرق زیر صورت پذیرد .

1- ماشین کاری , براده برداری یا سنگ زنی , سطوح براده برداری شده‌ای که با فلز جوش پوشانده نمی‌شوند , باید با سنگ کاری بعد از براده برداری کاملا صاف شود .

2- برشکاری حرارتی و برش با الکترود گرافیتی [135] به گونه‌ای که لبه‌ها صاف باقی بمانند , مشروط بر اینکه قابل جوشکاری باشند .

بعد از اینکه لبه‌های ورقها برای جوشکاری آماده شدند آزمایش سراسری برای بررسی وجود درزهای موئی , ترک , دوپوستگی , ناخالصی‌های درون فولاد یا خرابی‌های دیگر باید به عمل آید . وقتی که ورقها به صورت حرارتی برشکاری می‌شوند , لبه‌ها قبل از انجام هر گونه کار دیگری باید مورد آزمایش قرار گیرند .

باید دقت شود که آماده‌سازی برای جوشکاری که به نحو صحیح انجام شده باشد .

5-4-8-3 جفت کردن و میزان کردن :

5-4-8-3-1 ورقهائی که جوش می‌شوند باید در حین جوشکاری جفت و میزان نگهداشته شوند .

5-4-8-3-2 جهت نگهداشتن لبه‌ها در یک امتداد برای جوشکاری می‌توان میله‌ها , گیره‌ها , خال جوش‌ها یا دیگر وسایل مناسب استفاده نمود .

خال جوش‌ها باید برداشته شوند , مگر اینکه بطور کامل با جوش ذوب شده باشند .

5-4-8-3-3 لبه‌های جوشهای لب به لب در حین جوشکاری باید آن چنان نگهداشته شوند که رواداریهای اتصال کامل شده از مقادیر داده شد در بندهای 5-4-10 و 5-4-11 تجاوز نکنند . اگر اتصال‌های محیطی جفت شده دارای انحراف هائی متجاوز از رواداری‌های مجاز باشند , صفحات انتهایی یا پوسته حلقوی , هرکدام که درست نباشد باید تعدیل شود تا خطاها در محدوده معین شده قرار گیرند . چنانچه از جوش گوشه استفاده شود قطعات باید بطور کامل به یکدیگر جفت شوند .

5-4-8-3-4 تصحیح تا میزانیها نباید به وسیله چکش کاری صورت گیرد .

5-4-9 شرایط سطح قبل از جوشکاری :

5-4-9-1 تمیز کردن سطوحی که قرار است جوشکاری شوند .

سطوحی که قرار است جوشکاری شوند باید تا یک فاصله حداقل 25 میلیمتری از لبه جوشکاری تمیز و از مواد خارجی از قبیل روغن , چربی , روان کننده‌ها و رنگهای علامتگذاری عاری باشند .

اکسید باید از ناحیه ذوب یا فلز جوش پاک شود . چنانچه قرار باشد که فلز جوش بر روی یک سطح که از قبل جوشکاری شده قرار داده شود کلیه سرباره‌ها باید توسط ابزار صاف کن , قلم , چکش بادی و یا وسایل مناسب دیگر آن چنان خارج شوند که از بجا ماندن تا خالصی‌ها در فلز جوش جلوگیری شود .

5-4-9-2 رواداری‌های مونتاژ و تنظیم :

قبل از اینکه هرگونه جوشکاری شروع شود باید اطمینان حاصل نمود که لبه‌های آماده شده طبق روش جوشکاری تراز شده باشند .

5-4-10 تراز نبودن خط میانی :

برای اتصال‌های طولی , خطوط میانی ورق‌ها باید در محدوده 10 درصد ضخامت ورق ضخیمتر با حداکثر 3 میلیمتر نا ترازی باشد .

5-4-11 رواداری‌های همترازی سطوح :

5-4-11-1 اتصالات طولی :

نا هم ترازی در سطح ورقها نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر بیشتر باشد .

ضخامت ورق ضخیمتر b	حد اکثر ناهمترازی
b =< ۱۲میلیمتر	b/۴
۱۲<b=< ۴۸ میلیمتر	۳ میلیمتر
b > ۴۸ میلیمتر	b /۱۶ لیکن از ۱۰ میلیمتر بزرگتر نباشد

چنانچه این ناهمترازی به دلیلی بیشتر شد سطح ورق ضخیمتر باید با شیب 1:4 برداشته شود .

5-4-11-2 اتصالات محیطی :

ناهمترازی در سطح ورقها نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر بیشتر باشد .

ضخامت ورق ضخیمتر b	حداکثر نا همترازی
b =< ۲۰ میلیمتر	b/۴
۲۰<b=< ۴۰ میلیمتر	۵ میلیمتر
۴۰<b=< ۵۰ میلیمتر	b/۸
b > ۵۰ میلیمتر	b/۸ لیکن از ۲۰ میلیمتر بزرگتر نباشد

چنانچه این ناهمترازی به دلیلی بیشتر شد سطح ورق ضخیمتر باید با شیب 1:3 برداشته شود .

5-4-11-3 اتصالات صفحه لوله :

اگر صفحه لوله‌ها از ورق با ضخامتهای متفاوت ساخته شوند سطح ورق ضخیمتر باید با شیب 1:4 برداشته شود .

5-4-12 اتصالات طولی و محیطی تکمیل شده , جوشها باید دارای یک سطح صاف پرداخت شده بدون فرورفتگی باشند و باید بدون کودافتادگی یا شیب تندی به ورق وصل شوند .

چنانچه عمل کود افتادگی از 0/5 میلیمتر تجاوز کند مورد باید مهم در نظر گرفته شود .

برای اطمینان از پر شدن کامل شیار جوشها به نحوی که سطح فلز جوش در هر نقطه‌ای پائین‌تر از سطح ورق مجاور نباشد . فلز جوش را می‌توان به عنوان تقویتی در طرفین ورق بالا آورد . این تقویتی نباید از ضخامتهای زیر بیشتر باشد .

ضخامت ورق ضخیمتر b	حداکثر ضخامت تقویتی
b=< ۱۲ میلیمتر	۲/۵ میلیمتر
۱۲<b=< ۲۵ میلیمتر	۳ میلیمتر
b> ۲۵ میلیمتر	۵ میلیمتر

یادآوری : قسمت تقویتی لازم نیست برداشته شود مگر اینکه از ضخامت مجاز تجاوز نماید یا طبق بندهای 5-4-14-4 و 5-6-3-5 الزامی باشد .

5-4-13 جوشهای گوشه :

جوشهای گوشه باید به طریقی انجام گیرند که گود افتادگی قابل ملاحظه‌ای همانطور که در بند 5-4-12 تعریف شده , و یا عیوب زیان آور دیگر وجود نداشته باشد و لایه‌گذاری فلز جوش باید به نحوی باشد که از ذوب آن با فلز مادر در ریشه جوش اطمینان حاصل شود . فلز جوش باید به اندازه کافی لایه‌گذاری شود تا با ضوابط تطبیق نماید . هنگام ساختن جوش گوشه کمتر از دو نوبت جوش نباید بکار رود . اگر جوشهای گوشه داخلی برای اتصال‌های صفحه تحت کامل به پوسته‌ها , کوره و ورق‌های لفاف محفظه برگشت بکار روند شکل انحنای جوش گوشه باید به نحوی باشد که تأثیر شکاف را به حداقل برساند .

5-4-14 مقررات متفرقه جوشکاری :

5-4-14-1 قسمت پشت اتصالاتی که از دو طرف جوشکاری می‌شوند قبل از جوشکاری باید تمیز نمود .

یادآوری : این مقررات شامل هر نوع روش جوشکاری که ذوب و نفوذ کامل را از طرق دیگر می‌توان بدست آورد و یا پایه جوش را از هرگونه ناخالصی محفوظ نگه داشت , نمی‌گردد .

5-4-14-2 اگر جوشکاری به هر عنوانی متوقف شود باید دقت بیشتری برای شروع مجدد جهت بدست آوردن ذوب و نفوذ مورد نیاز بکار رود .

یادآوری : در مورد جوشکاری قوسی زیر پودر پیشنهاد می‌شود در دهانه جوش یک شیار توسط سنگ ایجاد شود .

5-4-14-3 اگر اتصالاتی که فقط از یک طرف جوش شده‌اند بکار برده شود دقت مخصوصی باید در تراز نمودن قسمتهائی که باید بهم دیگر وصل شوند بکار برد تا از نفوذ و ذوب کامل در تمام طول پایه اتصال اطمینان حاصل شود . مگر اینکه مورد دیگری در آئین نامه مشخص شده باشد .

5-4-14-4 جوشکاری ورق قبل از شکل دادن سر دیاگرم :

اگر لازم شود که قبل از شکل دادن کرم , ورقها لب به لب جوشکاری شود . اتصال جوش شده باید در تمام طولش بوسیله روشهای التراسونیک یا رادیوگرافی بعد از شکل دادن , به روش گرم , آزمایش غیر مخرب شوند . شکل دادن به روش سرد برای ورقهای جوش شده باید فقط تحت شرایط زیر انجام گردد :

الف : احتیاط در شکل دادن :

قبل از شکل دادن سرد , تقویتی جوش (گرده جوش) باید صاف شود و سازنده باید قبلا احتیاطهای لازم را به عمل آورد . تا جائی که نیاز باشد از هرگونه تشکیل ترک در فلز جوش یا منطقه متأثر از حرارت جوشکاری اجتناب شود .

ب : ضخامتهای محدود کننده :

1: تا ضخامت 20 میلیمتر برای فولادهای دانه درشت

2: تا ضخامت 25 میلیمتر برای فولادهای دانه ریز

ج : شکل دادن : اگر شعاع داخلی انحنا بعد از شکل دادن از 10 برابر ضخامت کمتر باشد عملیات حرارتی مناسبی باید مطابق با آنچه که بین خریدار , سازنده و مؤسسه استاندارد توافق می‌شود , انجام گیرد .

د : کنترل :

بعد از شکل دادن سرد اتصالات جوش شده باید با چشم بازدید شده و تمام طول آنها به روش التراسونیک یا رادیوگرافی و روی هر دو طرف بوسیله ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش غیر مخرب گردند .

یادآوری : اهداف این استاندارد برای دانه بندی درشت یا ریز براساس اندازه دانه‌های Mc Quaid Ehn می‌باشد . به گونه‌ای که دانه‌های درشت دارای اندازه 1 تا 5 دانه‌های ریز دارای اندازه 5 تا 8 می‌باشد .

(استانداردهای ملی ایران به شماره ..... [136] ملاحظه گردد).

5-4-14-5 فقط انحرافات جزئی از شکل دایره‌ای در پوسته جوش شده باید بوسیله نورد سرد برطرف گردد .

5-4-14-6 در مواردی که برابر این استاندارد دیگ کامل شده به عملیات حرارتی احتیاج دارد (5-5-2 ملاحظه گردد) اتصال نازلها , بالشتک‌ها و انشعابات لوله‌ها و قطعات غیرتحت فشار بوسیله جوشکاری باید قبل از عملیات نهائی حرارتی , انجام گرند . مگر اینکه مشخصاً عملی نباشد , بطور مثال موقعیتی که جعبه دودها به قطعات تحت فشار جوشکاری می‌شوند و یا در موارد استثنائی دیگر , در این گونه موارد مقررات زیر علاوه بر کلیه مقررات اختصاصی قسمت پنجم باید مراعات گردد .

الف : الکترودهای با هیدروژن کنترل شده که درجه خشکی آنها تا حداقل گروه B استاندارد ملی ایران به شماره [137] است باید استفاده گردد .

یا اینکه روشی که این چنین مقدار هیدروژن مؤثری را بدهد باید استفاده گردد . بطور مثال جوشکاری TiG.

ب : فلز جوش باید به طور یکنواخت با مواد اجزاء , در هم آمیخته شوند و در صورت نیاز با آزمایشهای غیر مخرب کنترل شوند .

ج : بعد از تکمیل کلیه جوشکاری‌ها و تمیز کاری‌ها , جوشها با ضخامت گلوئی بیشتر از 6 میلیمتر باید در کل طول بوسیله ذرات مغناطیسی آزمایش گردند .

5-4-14-7 اتصالات :

5-4-14-7-1 قلابگیرها , گیره‌ها , سفت کننده‌ها و سایر اتصالات باید مطابق انحنای سطحی که قرار است به آن متصل شوند ساخته و گرد کردند .

5-4-14-7-2 اتصالات موقتی جوش شده به قطعات تحت فشار باید تا آنجائی که عملی است در حداقل نگهداشته شوند .

5-4-14-7-3 اتصالات موقتی باید (بند 5-4-14-8 ملاحظه شود) قبل از اینکه دیگ برای بار اول تحت فشار قرار گیرد برداشته شوند . مگر اینکه آنها مطابق استاندارد مشابه برای اتصال‌های دائم طراحی شده باشند .

5-4-14-7-4 جوشکاری تمام اتصالات باید توسط جوشکاری تائید شده و براساس روش تائید شده انجام گردد .

5-4-14-8 برداشتن اتصالات :

5-4-14-8-1 اگر بنا باشد که اتصالات ساخت برداشته شوند روش بکار گرفته شده باید به نحوی باشد تا از آسیب رساندن به قطعات تحت فشار جلوگیری نماید . اینگونه برداشتن باید بوسیله براده‌برداری , سنگ زدن یا برش حرارتی که سپس براده برداری با سنگ زده می‌شود , صورت پذیرد .

5-4-14-8-2 سطوحی که از آنها اتصالات موقت , برداشته می‌شود باید کاملا صاف شود و جهت اطمینان خاطر طرفین بوسیله یک آزمایش غیر مخرب مناسب آزمایش شود .

5-4-15 تعمیر عیوب جوش :

5-4-15-1 هر نوع تعمیری که روی جوش توسط سازنده انجام می‌شود باید به مؤسسه استاندارد گزارش گردد . اگر تعمیر در پیامد یک آزمایش پرتونگاری انجام شود فیلم‌های مربوط به عیوب اولیه نیز باید همراه گزارش باشد , اگر عیوب ب شکل خطی ممتد باشند , سازنده مرجع معتبر بازرسی باید برای تعمیر قسمت ناخالص جوش یا برای بیرون آوردن تمام جوش و سپس جوش مجدد به توافق برسند . بند 1-7-3-2 (h) ملاحظه شود .

یادآوری : اگر بنا باشد که تمام درز یا قسمتی از درز جوشکاری مجدد شود , خریدار یا مرجع معتبر بازرسی ممکن است درخواست نمایند که با صفحات آزمون اولیه نیز بطور مشابهی رفتار شود و یا اینکه صفحات آزمون جدیدی با کیفیت و ضخامت مشابه به انتهای درز متصل و به آن جوش شود .

5-4-15-2 بجز تعمیرات موضعی که بوسیله جوش دستی انجام می‌شود تمام تعمیرات با جوشکاری مجدد مربوط به بند 5-4-15-1 رجوع داده می‌شود و باید در جائی که عملی می‌باشد . مطابق روش مشابه بکار گرفته شده یا جوش اولیه انجام گیرند . استفاده از فرایند جایگزین تنها با اطلاع کامل و تائید خریدار و مرجع بازرسی یا قانونی باید صورت پذیرد و در صورت تائید مطابق بابند 5-4-3 باشد .

5-5 عملیات حرارتی : [138]

5-5-1 پیشگرم کردن :

5-5-1-1 به منظور اجتناب از ترک خوردگی ناحیه سخت در مناطق متأثر از حرارت ناشی از برش حرارتی سطوح و جوشکاری باید به پیش گرم کردن فلز ما در قبل از شروع برش حرارتی یا جوشکاری که شامل خالجوش نیز می‌شود . توجه خاصی مبذول گردد .

یادآوری : دمای پیش گرم کردن بستگی به نوع اتصال , ضخامت فلز , ترکیب فولاد , گرمای ورودی هر رانش از جوش و میزان هیدروژن در فلز جوش بستگی دارد . دماهای پیشنهادی پیش گرم کردن در جدول‌های 5-5-1-1 (1) و 5-5-1-1 (2) باید به عنوان یک راهنمای کلی تلقی گردد .

سایر دماهای پیش گرم کردن مجاز خواهند بود مشروط بر اینکه رضایت بخش بودن آنها توسط آزمایشات تائید روش جوشکاری تائید گردد . محاسبات دمای پیش گرم کردن با توجه به گرمای ورودی , ترکیب مواد و ضخامت فولادهای کربن دار و فولادهای کربن منگنزدار را می‌توان با مراجعه به استانداردهای زیر انجام داد .

الف : استاندارد ملی به شماره ..... [139]

ب : فولادهای جوشکاری بدون ترک خوردگی بوسیله هیدروژن F-R.Coe مؤسسه جوشکاری قابل دسترسی به آدرس زیر :

The welding institute
Researeh laboratory
Abington Hall Abington
Cambs : CB1 6AL

چنانچه دمای فلز اصلی تا فاصله 150 میلیمتر از محل اتصال کمتر از 5 درجه سانتیگراد باشد هیچگونه جوشکاری یا خالجوش نباید انجام گیرد .

مقاطع ، میلگردها ، و آهنگری شده ها

نوع مواد	ضخامت مواد میلیمتر	درجه سانتیگراد حداقل دمای پیش گرم
فولاد کربن دار و فولاد کربن منگنزدار کربن کمتر یا مساوی ۰/۲۵ درصد باشد	کلیه ضخامت ها	د

5-5-1-2 سازنده باید در روش جوشکاری که طبق بند 5-4-3 برای تایید به مرجع بازرسی ارائه می‌نماید . جزئیات هر عمل پیش گرم کردن برای هر نوع جوش که شامل جوش اتصالات نیز می‌گردد را قید نماید .

سازنده باید روشهائی برای اندازه‌گیری و ابقأ دمای پیش گرم ارائه نماید .

جدول5-5-1-1 (2)دماهای پیشنهادی پیشگرم برای جوش ورقها،مقاطع ، ریخته گریها و آهنگری شده ها

نوع	فلزجوش با هیدروژن کنترل شده		فلزجوش با هیدروژن کنترل نشده	
	حداقل دمای پیشگرم	ضخامت مواد t	ضخامت مواد t	حداقل دمای پیشگرم
	میلیمتر	دمای سانتیگراد	میلیمتر	دمای سانتیگراد
فولادهای کربن دار و فولادهای کربن منگنزدار کربن معادل برابر یا کمتر از ۰/۴۵ درصد	<= ۳۰ > ۳۰	5 100	<=۲۰ > ۲۰ <= ۵۰ > ۵۰ #	5 100

فلز جوش با هیدروژن کنترل شده طبق استاندارد BS 639 وقتی که براساس استاندارد BS 6693 P2 سنجیده می‌شود نبایستی هیدروژن از 15 میلی‌لیتر در هر 100 گرم فلز ذوب شده بیشتر باشد .

بیشترین ضخامت اجزا در محل اتصال , پیشنهاد می‌شود که فقط فلز با هیدروژن کنترل شده بکار گرفته شود .

یادآوری : روش اندازه‌گیری دمای مورد قبول شامل قلم‌های نشان دهنده دماسنج تماسی و ترموکوپل می‌باشد .

5-5-1-3 در جائیکه خطر ترک ناشی از هیدروژن زیاد است بطور مثال شرایطی که به شدت منع شده است . باید به مزایای نگهداری یا بالا بردن دمای پیش گرم برای حداقل 2 ساعت بعد از جوشکاری (پس گرم) یا عملیات حرارتی پس گرم در بین جوشکاری برای تسهیل از بین بردن هیدروژن توجه خاصی مبذول گردد .

5-5-1-4 دما باید در مدت زمان عملیات تحت نظارت باشد .

5-5-1-5 جائیکه پیش گرم کردن لازم باشد . در صورت عملی بودن جوشکاری باید بدون هیچگونه وقفه‌ای ادامه یابد اگر پیش گرم نمودن متوقف شود اتصال بایستی به آرامی و تحت پوششی از عایق خنک شود , قبل از شروع جوشکاری مجددا بایستی پیش گرم کردن اعمال گردد .

5-5-2 عملیات حرارتی پس از جوشکاری :

5-5-2-1 عملیات حرارتی پس از جوشکاری مطابق بندهای 5-5-2-2 تا 5-5-2-5 (بجز موارد مجاز در بند 5-4-14-6) بعد از تکمیل کلیه جوشکاری‌ها و قبل از آزمایش فشار در مواردیکه در آنجا ضخامت هر قطعه جوشکاری شده از 30 میلیمتر تجاوز نماید باید انجام گردد .

5-5-2-2 اگر اتصال جوش شده , قطعاتی را که دارای ضخامتهای متفاوت هستند به هم وصل نماید . ضخامتی که بایست براساس محدودیت داده شده در بند 5-5-2-1 در نظر گرفته شود . یکی از ضخامتهای اسمی زیر می‌باشد (بدون کسر مقدار خوردگی مجاز :)

الف : ضخامت ورق نازکتر در ورقهای مجاور لب به لب جوش شده شامل اتصال عدسی انتهائی به پوسته

ب : ضخامت در رابطه با اتصال ورقهای تختی که لب به لب به پوسته جوش شده‌اند ضخامت ورقهای تخت در جائیکه اینها را به داخل بدنه اضافه نموده‌اند .

ج : ضخامت پوسته یا ورق سخت در محل اتصال جوشهای نازل‌ها و بالشتکها بر حسب مورد .

د : ضخامت کلویه نازلها در محل اتصال فلنج به گلوی نازل .

ه : ضخامت قطعات تحت فشار در محل اتصال جائیکه قطعه غیر تحت فشار به قطعه تحت فشار جوشکاری می‌شود .

3-2-5-5 فولادهای کربن دار ساده و کربن منگنزدار بایستی برای اهداف تنش زدایی در محدوده , 580 درجه سیلیوس تا 620 درجه سلسیوس باید گرم نمود .

زمان نگهداری در این دما باید به ازای هر میلیمتر ضخامت , 2/5 دقیقه تا حداقل 60 دقیقه است , باشد .

روشهای (الف) تا (د) که ذیلا آمده است بایستی برای کارگیری عملیات حرارتی وفق داده شود .

الف : دمای کوره در زمانیکه دیگ را در داخل آن می‌گذارند نباید از 300 درجه سلسیوس بیشتر باشد .

ب : سرعت گرم کردن از 300 درجه سلسیوس به بالا نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر بیشتر باشد . محدودیت ضخامت e به همانگونه است که در بعد 2-2-5-5 تشریح شده است :

ضخامت پوسته یا ورق استپاشی e	سرعت گرم نمودن
تا و شامل ۲۵ میلیمتر	۲۰۰ درجه سلسیوس در هر ساعت
بیشتر از ۲۵ میلیمتر	(۵۵۰۰/e) درجه سلسیوس در ساعت و یا ۵۵ درجه سلسیوس در ساعت هر کدام که بیشتر بود

ج : در زمان گرم نمودن نباید تغییرات در دما بیشتر از 150 درجه سلسیوس برای هر فاصله 4/5 متر از طول باشد . در هنگام تثبیت دما در سرتاسر قسمتهای دیگ باید در محدوده 580 تا 620 درجه سلسیوس باشد .

د : در زمان گرمایش و مدت زمان تثبیت دما , فضای کوره باید به گونه‌ای کنترل شود که از هرگونه اکسیداسیون سطح دیگ جلوگیر شده , و هیچگونه برخورد مستقیمی از شعله با دیگ بوجود نیاید .

ه : دیگ بایستی در داخل کوره با دمای 300 درجه سلسیوس با سرعتی حداکثر برابر مقادیر داد شده در جدول زیر خنک گردد .

ضخامت پوسته یا ورق استپاشی e	سرعت خنک شدن
تا و شامل ۲۵ میلیمتر	۲۷۵ درجه سلسیوس درساعت
بیشتر از ۲۵ میلیمتر	در ساعت یا [۶۸۷۵/e]° ۵۵ درجه سلسیوس در ساعت هر کدام که بزرگتر باشد .

زیر دمای 300 درجه سلسیوس دیگ می تواند در هوای آزاد ساکن خنک شود .

و : دماهای مشخص شده باید همان دماهای هر قسمت از دیگ باشند که بوسیله سرموکوپلها در دماهای فضای کوره را می‌توان به عنوان دماهای فلز بکار برد . به شرطی که شواهدی وجود داشته باشد که دماهای خوانده شده با دماهای فلز با اختلاف بسیار کمی با هم برابر است و این اختلاف دما مورد توافق سازند و مؤسسه بازرس می‌باشد . (بند 3-2-7-1 (b) ملاحظه شود .)

ثبت دماها باید به تعداد کافی دماها بایستی بطور دائم و اتوماتیک جهت حصول اطمینان از تطابق داشتن با مقررات 3-2-5-5 صورت پذیرد .

4-2-5-5 کنترل عملیات حرارتی پس از جوشکاری :

بازرس خود باید از انجام صحیح عملیات حرارتی پس از جوشکاری رضایت داشته و دماهای خوانده شده با مقررات مطابقت داشته باشد .

5-5-2-5 روشهای عملیات حرارتی :

عملیات حرارتی تحت یکی از شرایط زیر باید انجام پذیرد :

الف : با گرم کردن کامل دیگ در یک کوره , دربسته .

ب : با عملیات حرارتی ورق انتهائی با بخشی از پوسته که , اتصالات جوش شده قبل از اتصال ورق انتهایی با آن بخش به بقیه قطعات جائی که این عمل انجام شده است . تنش زدائی اضافه‌تر در پایان ممکن است ضروری باشد .

ج : با عملیات حرارتی کلیه بخش‌ها یک پوسته در یک کوره در بسته . زمانیکه این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد قسمتهای گرم شونده باید حداقل 150 میلیمتر [140] بخش مشترک داشته و بخش خارجی پوسته باید به منظور جلوگیری از تغییرات زیان آور دما به اندازه کافی پوشش داده شود .

5-5-2-6 عملیات حرارتی برای نمونه‌های آزمون :

صفحات آزمونی که مطابق با بند 5-4-6 جوشکاری شده‌اند هرجا که عملی باشد باید تحت عملیات حرارتی مشابه با همان پوسته‌ای که معرف آن می‌باشد قرار گیرند .

جائی که پوسته تحت عملیات حرارتی اولیه قرار می‌گیرد هر روش عملیات حرارتی تکمیلی مشابه که روی آن اعمال می‌شود باید روی صفحات آزمونی که به آن متصل شده و یا در داخل و یا کنار آن قرار داده می‌شود نیز انجام گیرد .

جائی که پوسته تحت عملیات حرارتی اولیه قرار نمی‌گیرد یا عملیات اولیه داده شده مشابه با عملیات نهائی نمی‌باشد , صفحات آزمون ممکن است تحت عملیات حرارتی با پوسته دیگری که مطابق این استاندارد تحت عملیات حرارتی قرار می‌گیرد , واقع شود .

عمیات حرارتی صفحات آزمون باید در کوره‌ای صورت گیرد که درام یا پوسته مربوطه در آن تحت عملیات حرارتی نهائی قرار می‌گیرد .

در اینگونه موارد منحنی زمان - دما باید به گونه‌ای پیش‌بینی گردد که نشان دهد که صفحات آزمون و قطعاتی که به آنها مربوط می‌باشند .

از عملیات مشابه در رابطه با حرارت , زمان تحت حرارت قرار گرفتن و خنک شدن برخوردار شده‌اند .

در جایی که صفحات آزمون تحت عملیات حرارتی مستقل قرار می‌گیرند مبانی زیر باید مشابه برای هر دو صفحه آزمون و پوسته مربوطه باشد :

1: نرخ گرم کردن

2: حداکثر دما

3: زمان نگهداری در دمای معین

4: شرایط خنک شدن

دماهای عملیات حرارتی که به صفحات آزمون جداگانه داده می‌شود باید ثبت گردند .

5-5-3 عملیات حرارتی مواد آزمون

پیش گرم , دمای بین دفعات جوشکاری , عملیات حرارتی میانی و پس گرم در جایی که عملی باشد , باید برای مواد آزمون , مشابه با همان تولیدات جوشکاری باشد , اگر چه دمای پیش گرم بکار گرفته شده در حین ساخت ممکن است تا 100 درجه , سلسیوس بدون سنجش قبولی مجددا افزایش داده شود .

متعاقب عملیات حرارتی مواد آزمون بطور مثال نرمالیزه کردن یا اصلاح دانه‌بندی , آب دادن یا تنش زدایی , بایستی مشابه با آزمون همان تولیدات جوشکاری باشد .

5-5-4 سایر عملیات حرارتی :

5-5-4-1 عملیات حرارتی نرمالیزه کردن یا سایر عملیاتی که مطابق با نوع فولاد می‌باشد همانگونه که بین سازنده , خریدار و مؤسسه یا مرجع بازرسی توافق شده بایستی قبل یا بعد از جوشکاری قطعات شکل داده شده , داغ صورت پذیرد . مگر اینکه روش شکل دادن بصورت داغ در محدوده دمای متناسب انجام گرفته باشد . (بند 1-7-2-3 (j) ملاحظه شود .)

5-5-4-2 اگر عملیات حرارتی نرمالیزه کردن انجام شود قطعه‌ای که بایستی نرمالیزه شود می‌بایست به دمای مقرر به آرامی برسد و سپس در همان دما برای مدت زمان پخش یکسان حرارت در طول قطعه باقی بماند . اگر شکل هندسی قطعه بگونه‌ای باشد که عمل خنک شدن آن یکسان نباشد عملیات حرارتی تنش‌زدایی باید بعد از عملیات حرارتی نرمالیزه کردن بکار گرفته شود .

5-6 آزمایش مخرب :

5-6-1 کلیات :

5-6-1-1 آزمایش غیر مخرب مطابق با مقررات بند 5-6-2 و 5-6-3 باید برای پذیرفتن دیگهای دسته 1 و 2 مورد استفاده قرار گیرد .

یادآوری 1: در این استاندارد اصلاح " آزمایش غیرمخرب " روشهای مرسوم پرتونگاری آزمایش التراسونیک [141] آزمایش ذرات مغناطیسی [142] و یا آزمایش مایع نافذ [143] همانگونه که در بند 5-6-2 و 5-6-3 توضیح داده شده , را در بر می گیرد . بازرسی چشمی نیز در واقع یک آزمایش غیرمخرب می‌باشد اما در این استاندارد از روشهای آزمایش غیرمخرب مرسوم مجزا شده است (بند 5-6-1-2 ملاحظه شود .)

یادآوری 2: در این استاندارد , آزمایش غیرمخرب برای دیگهای دسته 3 لازم نیست .

یادآوری 3: آزمایش غیر مخرب همچنین ممکن است در طول ساخت به عنوان جزئی از سلسله عملیات کنترل مرغوبیت , توسط سازنده , مورد استفاده قرار گیرد .

یادآوری 4: آزمایش غیر مخرب برای جوشهای لوله به صفحه لوله و میله مقاوم به ورق تخت موردنیاز نمی‌باشد .

یادآوری 5: آزمایش غیرمخرب ممکن است قبل از عملیات حرارتی پس گرم انجام شود اگر در طول بکار گرفتن هر یک از تکنیک‌های آزمایش غیر مخرب , نتایج بدست آمده اجازه تصمیم‌گیری نهائی جهت میزان قبولی مشخص شده در 5-7 را ندهد , باید تکنیک دیگری را بکار برد .

5-6-1-2 علاوه بر مقررات بند 5-6-1-1 کلیه جوشهای دیگهای بخار دسته 1 و 2 و 3 باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره [144] مورد بازرسی قرار گیرد .

5-6-1-3 آزمایشات غیر مخرب باید براساس روشهای کتبی تهیه شده توسط سازنده و مورد تأئید مؤسسه بازرسی انجام گیرد .

5-6-1-4 پرسنل آزمایشات غیر مخرب باید دارای صلاحیت لازم طبق تشخیص مؤسسه بازرسی باشند .

5-6-2 دامنه آزمایش غیر مخرب :

5-6-2-1 مواد مادر :

در مورد صفحات انتهائی بیرون قرار گرفته مطابق با شکلهای ب (3) (ج) و (د) مقررات درجه‌های کیفی L4 و C4 طبق استاندارد ملی ایران به شماره [145] باید بکار برده شوند .

برای به حداقل رساندن , امکان ایجاد نقص‌هائی از نوع دو پوستگی که در مجاورت جوشهای مربوط به صفحات انتهائی درون قرار گرفته توصیه می‌شود که لبه ورقهای پوسته و کوره که در نواحی مجاور جوشهای صفحه قرار می‌گیرند توسط روش آلتراسونیک آزمایش شوند . همچنین ناپیوستگی لبه با درجه کیفی E طبق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [145] باید به عنوان راهنما , مورد استفاده قرار گیرد . عیوب تاثیرگذار بر لبه‌های ورق را فقط می‌توان با روشهای جوشکاری تائید شده مطابق با بند 5-4-3 مرمت نمود . نواحی مرمت شده باید مورد آزمایش مجدد آلتراسونیک قرار گیرند .

اگر صفحات انتهائی بیرون قرار گرفته مطابق شکل‌های ب (3,) (ج) و (د) بکار رفته باشند , صفحات را باید بر روی نواری با فاصله , 150 میلیمتر از محیط , 100% مورد آزمایش التراسونیک قرار داد و نیز فلز جوش انباشته شده پس از تنش‌گیری میان مرحله‌ای و ماشین کاری پروفیل جوش باید 100% با روش التراسونیک آزمایش شود . همچنین جنس ورقی که این چنین آزمایش می‌شود , ناپیوستگی لبه باید با درجه کیفی Es طبق استاندارد ملی ایران به شماره [145] مطابق نماید , ضمناً فلز جوش انباشته شده باید با بند 5-7 این استاندارد مطابقت داشته باشد .

لبه‌های ورقهای پوسته و کوره , مجاور جوشهای صفحات انتهائی درون قرار گرفته باید پس از تکمیل شدن تمامی درز جوشها , توسط روش التراسونیک آزمایش شوند .

میزان قبولی عیوب از نوع دو پوستگی باید مطابق ناپیوستگی لبه با درجه E طبق استاندارد ملی ایران به شماره [146] باشد , پاره‌گی از نوع دو پوسته مجاز نمی‌باشد .

عیوب لبه ورق را فقط می‌توان با روش جوشکاری تائید شده مطابق با بند 5-4-3 مرمت نمود . مناطق مرمت شده باید مورد آزمایش التراسونیک مجدد قرار گیرند .

5-6-2-2 درزهای جوش :

5-6-2-2-1 درزهای جوش شده لب به لب :

درزهای جوش شده لب به لب همانگونه که در جدول 5-6-2-2-1 ارائه شده بایستی پرتونگاری یا آلتراسونیک گردد.

جدول ۱ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۶ ـ ۵ دامنه آزمایش التراسونیک برای جوشهای لب به لب

اجزاء	نوع جوش	محل جوش	شماره شکل	تکنیک آزمایش	یادآوری	درصد کل طول جوش که باید آزمایش گردد	
						دیگهای دسته ۱	دیگهای دسته ۲
پوسته	طولی	درقسمتهائی از پوسته	ب (۱)	پرتونگاری یا التراسونیک	۱و۲	۱۰۰	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای پوسته	ب (۱)	" "	۱و۲و۵	۲۵	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای پوسته وصفحات انتهائی عدسی شده	ب (۱) و ب (۲) الف	" "	۱و۲و۴و۶	۲۵	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای پوسته ومفحات برون قرارگرفته	ب (۳) ج و وب (۳) د	پرتونگاری یا التراسونیک	-	۱۰۰	۱۰۰
	اتصال لب به لب ازنوع عمودبرهم	درتقاطع پوسته باصفحات انتهائی درون قرارگرفته	ب (۳) الف وب (۳) ب	التراسونیک	۲و۳	۱۰	۱۰
صفحات تخت	لب به لب	بین دوقسمت با صفحات انتهائی قطر بزرگ	ب (۲)	" "	۲	۲۵	۱۰
کورمها	طولی	درقسمتهائی ازکوره	ب (۱)	" "	۱و۲	۱۰	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای کوره	ب (۱)	" "	۱و۲	۱۰	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای کوره وبرآمدگی حلقوی	ب (۱)	" "	۱و۲	۱۰	۱۰
	محیطی	مابین قسمتهای کوره و صفحات انتهائی لبه دار	ب (۶)	" "	۱و۲	۱۰	۱۰

دنباله جدول ۱ - ۲ - ۳ - ۶ - ۵ دانشه، آزمایش التراسونیک یا پرتونگاری برای جوشهای لب به لب

اجزاء	نوع جوش	محل جوش	شماره شکل	تکنیک آزمایش	بازآوری	درصد کل طول جوش که باید آزمایش گردد	
						دیگهای دسته ۱	دیگهای دسته ۲
کورهها	لب بهلب عمودبرهم	مابین قسمتهای کوره وصفحات انتهائی درون قرارگرفته	الف (۵) ب (۵) ب و ج ب (۵)	التراسونیک	۲و۲	۲۵	۲۵
	لب بهلب عمودبرهم	کوره بهصفحه انتهائی اطاقک برگشت	الف (۵) ب (۵) ب و ج ب (۵)	التراسونیک	۲و۲	۲۵	۲۵
	لب بهلب عمودبرهم	مابین قسمتهای کوره واجزاء استوانهای	ب (۲)، ب (۱۹) ب (۲۰)، ب (۲۱) ب (۲۲)، ب (۲۳)	التراسونیک	۲	۲۵	۲۵
محفظههای برگشت	طولی	در ورق لفافه	ب (۱)	پرتونگاری یا التراسونیک	۲	۱۰	۱۰
	محیطی	مابین ورق لفافه وصفحه انتهائی لبه دار	ب (۴) الف	پرتونگاری یا التراسونیک	۱و۲	۱۰	۱۰
	لب بهلب عمود برهم	مابین ورق لفافه وصفحه انتهائی درون قرارگفته	ب (۴) ب، ب (۴) ج، ب (۴) د، ب (۴) ه	التراسونیک	۲و۲	۱۰	۱۰
درجه دسترسی محفظه برگشت	طولی	در درجه دسترسی	ب (۱)	پرتونگاری یا التراسونیک	۲	۱۰	۱۰
	لب بهلب عمودبرهم	درجه دسترسی به دیگ و صفحات انتهائی محفظه برگشت	۲.۸.۲ (۷)	التراسونیک	۲و۲	۱۰	۱۰

یادآوری 1: آزمایشات باید کلیه تقاطع جوشهای طولی و محیطی را در برگیرد . برای هر درز طولی و محیطی بایستی حداقل یک فیلم پرتونگاری تهیه گردد , یا جائیکه آزمایش التراسونیک مشخص شده است حداقل 200 میلیمتر در طول باید آزمایش شود .

یادآوری 2: در هر مورد انتخاب قسمتی از جوش که باید آزمایش گردد به صورت اتفاقی خواهد بود .

یادآوری 3: محل قسمت جوش آزمایش شده باید روی دیگ علامتگذاری و ثبت گردد .

یادآوری 4: در دیگهای بخار دسته یک هنگامیکه صفحات انتهائی دیگ به پوسته یا همدیگر متصل و مقاوم شده باشد کاهش مقدار آزمایش جوش به 10 درصد مجاز است .

یادآوری 5: در دیگهای بخار دسته یک هنگامیکه صفحات انتهائی دیگ بخار کاملا بوسیله میله مقاوم , لوله مقاوم یا ترکیبی از میله‌های مقاوم , مقاوم‌ها و لوله‌های مقاوم محفظه برگشتی به همدیگر مهار شده باشند , کاهش مقدار آزمایش جوش به 10 درصد مجاز است .

یادآوری 6: در صفحات انتهایی قسمت لبه‌دار ضخیمتر است این قسمتها باید به وسیله ماشین کاری پخ زده شود . و همانگونه که در شکل (ب) 2 الف نشان داده شده جوشکاری شود .

5-6-2-2-2 جوشهایی به جز آنچه که در جدول 5-6-2-2-1 آمده است .

الف : کلیات

هنگامیکه باید درصدی از کل طول جوش آزمایش شود , قسمت (ها) را باید به صورت اتفاقی انتخاب و آزمایش نمود .

ب : جوشهای انشعاب و بالشتکها با نفوذ کامل :

برای دیگهای دسته 1 جائیکه ضخامت قسمت ضخیمتر از 40 میلیمتر تجاوز نماید , 25% از کل طول جوشهای انشعاب شامل جوشهای اتصالات بالشتک که به روش مشابه جوشکاری شده‌اند باید به طور غیر مخرب به روش پرتونگاری یا آلتراسونیک آزمایش شوند . اگر ضخامت قسمت‌های متصله مساوی یا کمتر از 40 میلیمتر باشد حداقل 25% از کل طول جوش باید برای ترکهای مویی سطحی بوسیله ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش گردند .

برای دیگهای بخار دسته 2 مقدار آزمایشهای غیر مخرب مجاز است به 10 درصد کاهش یابد .

ج : جوشهای اتصال مقاوم صفحه‌ای و مفصلی :

برای دیگهای بخار دسته 1 و دسته 2 هنگامیکه جوش از نوع نفوذ کامل (1) باشد کل طول جوش اتصال هر مقاوم صفحه‌ای یا مفصلی باید به روش آلتراسونیک آزمایش گردد . هنگامیکه اتصال با جوش‌های گوشه انجام شود , کل طول هر جوش باید برای ترکهای مویی سطحی به وسیله روشهای ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش گردند .

د : جوشهای گوشه از داخل برای صفحه صفحه انتهایی :

برای دیگهای بخار دسته 1 و دسته 2 جوش گوشه از داخل برای اتصالات صفحه انتهائی دیگ به پوسته , و کوره به صفحه انتهائی و اتصالات صفحه لوله محفظه برگشت باید برای ترکهای مویی سطحی در کل طولشان یا تا جائیکه قابل دسترس باشد بوسیله روشهای ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش گردند . هنگامیکه جوش گوشه قبل از جوشکاری طرف دیگر کامل شده است مقدار آزمایش ذرات مغناطیس یا مایع نافذ مجاز می‌باشد به حداقل 10 درصد طول کل هر درز جوش کاهش یابد .

ه : جوشهای اتصال قلاب گیرها :

هنگامیکه جوشهای اتصال قلاب گیرها از نوع نفوذ کامل باشد باید در کل طولشان با روش آلتراسونیک آزمایش گردند . و چنانچه قلاب گیرها بوسیله جوش گوشه متصل شده باشند , جوشها باید برای ترکهای مویی سطحی در کل طولشان بوسیله روشهای ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش کردند .

و : جوشهای اتصالاتی که بار دائمی اصلی را تحمل می‌کنند :

برای دیگهای دسته 1 جوشها باید بیشتر از 25% کل طولشان آزمایش شوند .

روش آزمایش برای جوشهای از نوع نافذ کامل آلتراسونیک , و برای جوشهای از نوع گوشه ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ می‌باشد .

برای دیگهای بخار دسته 2 مقدار آزمایشهای غیر مخرب مجاز است به 10 درصد کاهش یابد .

ز : جوشهای گوشه بجز آنهائی که در بندهای (ب) تا (و) ذکر شده‌اند :

برای دیگهای بخار دسته 1, 25 درصد کل طول جوش گوشه باید برای ترکهای مویی سطحی بوسیله روشهای ذرات مغناطیسی یا مایع نافذ آزمایش کردند . برای دیگهای بخار دسته 2 مقدار آزمایشهای غیرمخرب مجاز است به 10 درصد کاهش یابد .

5-6-2-2-3 قبولی آزمایش غیر مخرب موضعی :

اگر معلوم شود که درز جوش شده‌ای دارای نقص غیرقابل قبولی است (بند 5-7 ملاحظه گردد .) تمام درز باید تحت آزمایش غیر مخرب قرار گیرد .

5-6-2-2-4 آزمایش غیرمخرب درزهای ترمیم شده :

پس از اینکه درز جوش شده‌ای مورد ترمیم قرار گرفت , ناحیه ترمیم شده باید کلا توسط تمامی روشهایی که برای جوش اولیه ذکر شده به طور غیر مخرب آزمایش شود .

5-6-3 تکنیک آزمایش غیر مخرب :

5-6-3-1 تکنیک پرتونگاری :

5-6-3-1-1 آزمایش پرتونگاری باید بر حسب اقتضا مطابق با B.S 2600 PART 1 , B.S 2600 PART 2 , یا B.S 291 باشد , چون در این استانداردها چندین روش با حساسیت‌های مختلف توضیح داده شده‌اند لازم است که برای هر کاربرد به خصوص توضیح داده شود که کدامین روش باید مورد استفاده قرار گیرد برای ضخامت‌های تا 50 میلیمتر معمولا از روش اشعه ایکس باید استفاده شود . روشهای دیگر نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند , به شرط اینکه در حد رضایت مرجع معتبر بازرسی , دارای حساسیت کافی باشند .

تعیین حساسیت پرتونگاری باید مطابق با جدول 7 از استاندارد B.S. 3971:1980 که مقادیر قابل دسترس برای ضخامتهای تا 150 میلیمتر را ارائه می‌دهد , باشد . مقادیر داده شده در قسمت A از جدول 7 از B.S. 3971:1980 باید به عنوان بیشترین درصد قابل قبول مقادیر حساسیت برای روشهای 1 و 2 از B.S. 2600 PART 1:1983 تجهیزات گروههای D,C,B,A از BS 2600 PART 1:1973 و روشهای 14,13,8,7,2,1 از BS 2910:1973 تلقی شوند . مقادیر داده شده در قسمت B جدول 7 از BS 3791:1980 را باید برای بقیه روشهای فنی این استانداردها استفاده کرد .

5-6-3-1-2 علامتگذاری و تعیین هویت فیلم‌های پرتونگاری :

برای مشخص نمودن موارد زیر , بهر قسمتی از جوش که آلتراسونیک می‌شود باید علائمی مناسب الصاق نمود .

الف : شمار کار و یا شماره سری قطعه کار , شماره مرتبه و یا شماره‌هائی مشابه جهت تمایز مرجع

ب : اتصال

ج : قسمت اتصال

د : پیکانها و یا علائمی دیگر در مجاورت جوش و به گونه‌ای کنار لبه‌های خارجی جوش قرار گیرد که موقعیت جوش به طور واضح مشخص باشد .

علائم شامل پیکانهای راهنما , حروف و یا اعداد باید طوری قرار داده شوند که تصویر آنها جهت اطمینان از عدم ابهام قسمت مشخص شده در فیلم آلتروسونیک ظاهر شوند .

اگر پرتونگاری تمامی طول جوش مقرر شده باشد , جهت اطمینان از پوشانیده شده کامل درز جوش توسط پرتونگای , فیلم‌ها باید به اندازه کافی روی هم قرار گرفته و تمامی آنها دارای شماره‌ای در نزدیکی هر دو انتهای خود باشند . فیلم جوشهای ترمیم شده باید به وضوح مشخص شوند , همانند R2,R1 و ... برای ترمیم اول , ترمیم دوم و ...

5-6-3-2 تکنیک‌های آزمایش آلتراسونیک .

آزمایش آلتراسونیک باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [147] باشد . قبل از انجام آزمایش آلتراسونیک بر روی جوش , به منظور تعیین ضخامت مواد و محل‌یابی هرگونه عیب که ممکن است از آزمایش مؤثر جوشها جلوگیری نماید , فلز مادر مجاور , می‌بایستی بوسیله روش آلتراسونیک آزمایش شود .

5-6-3-3 روش‌های فنی آزمایش ذره مغناطیسی :

بازرسی توسط روش ذره مغناطیسی از هر نظر باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [148] باشد . استفاده از این روشها محدود به مواردی است که ترکهای سطحی مویی مشاهده شده باشد .

دقت به خصوصی لازم است تا از صدمه دیدن سطحی حاصل از استفاده نادرست از وسایل مغناطیسی بکار گرفته شده جلوگیری شود , اگر چنین صدمه‌ای وارد شود باید آن را در حد رضایت مرجع معتبر بازرسی اصلاح نمود .

5-6-3-4 روشهای نفوذ کننده :

آزمایش نفوذ از نوع رنگ و یا با مواد منور [149] برای جوشها باید مطابق با استاندارد ملی به شماره ..... [150] انجام گیرد .

5-6-3-5 شرایط سطح و آماده‌سازی آن برای آزمایش غیر مخرب :

5-6-3-5-1 پرتونگاری :

فقط در محل‌هائی که چین و شکن‌ها و یا ناهمواریهای سطح جوش در تغییر نتایج پرتونگاری تداخل می‌نمایند . سطوح مربوطه باید پرداخت گردد .

5-6-3-5-2 آلتراسونیک :

شرایط سطوحی که با کاونده [151] در تماس خواهند بود باید آن چنان باشند که بتوان تماس رضایت بخشی را فراهم نمود .

یادآوری : بسته به نوع پروفیل و شرایط سطح , حتی زمانی که تماس فقط با فلز مادر نیز انجام گیرد , پرداخت نواحی جوش ممکن است ضرورت داشته باشد .

5-6-3-5-3 روش ذره مغناطیسی :

سطح باید از هر گونه ماده خارجی که در نتیجه آزمایش تداخل می‌نماید عاری بوده و در جائیکه لازم است تا تفسیر دقیق علائم امکان‌پذیر باشند , پرداخت شود .

یادآوری : در صورتی که از ماده‌ای غیر منور در آزمایش استفاده شود , بعد از تمیز کاری و قبل از مغناطیسی نمودن می‌توان از ماده جلوه دهنده مناسبی (بطور مثال مطابق داشته باشد با استاندارد ملی ایران به شماره ..... [152] استفاده نمود .

5-6-3-5-4 روش مایع نافذ :

سطح باید از هرگونه ماده خارجی که با کاربردی و تفسیر آزمایش تداخل می‌نماید , عاری باشد . باید دقت شود که از پوشانیدن ترکها بوسیله از شکل خارج کردن لایه‌های سطحی به هنگام هرگونه روش پرداخت مورد لزوم پرهیز شود .

5-6-3-6 نحوه گزارش دادن آزمایشهای غیر مخرب :

اطلاعات زیر باید در گزارش‌ها داده شوند .

5-6-3-6-1 کلیات :

الف : تاریخ و زمان آزمایش به این مفهوم که مثلا آزمایش قبل و یا پس از تنش‌گیری انجام گرفته .

ب : اسم (و یا اسامی) و گواهی صلاحیت اشخاص مسئول بازرسی و تفسیر نتایج .

ج : هویت دیگ و درز جوش تحت آزمایش

د : توضیح مختصر در مورد طرح اتصال , مواد , روش جوشکاری و عملیات حرارتی (اگر انجام گرفته باشد .)

ه : تمیزی و آماده نمودن سطح و یا پرداخت آن قبل از آزمایش غیرمخرب .

و : توصیف تمامی نشانه‌های عیب‌ها و موقعیت آنها , به همراه تمامی پرونده‌های دائمی , یعنی فیلم‌های پرتونگاری , عکس‌ها , گراورها , نقشه‌های مقیاس دار و با تصاویر , هرکدام که مناسب باشند . گزارشهای مربوط به آزمونهای چشمی باید تهیه شوند .

5-6-3-6-2 اطلاعات اضافی برای روشهای ویژه :

الف : پرتونگاری :

1: مدل شاخص کیفیت تصویر و حساسیت بدست آمده طبق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [153]

2: جزئیات روش فنی پرتونگاری .

یادآوری : جزئیات کامل را می‌توان در اوراق اطلاعات فنی استاندارد که به توان به آنها رجوع مجدد نمود ثبت کرد .

ب : آلتراسونیک :

1: گزارش در مورد بررسی فلز مادر , شامل مرغوبیت داخلی , ضخامت و شرایط سطح .

2: جزئیات روش فنی آلتراسونیک و دستگاه بکار برده شده .

یادآوری : جزئیات کامل را می‌توان در اوراق اطلاعات فنی استاندارد که به توان به آنها رجوع مجدد نمود ثبت کرد .

ج : روش ذره مغناطیسی :

جزئیات روش (و یا روشهای) بکار برده شده .

یادآوری : جزئیات کامل را می‌توان در اوراق اطلاعات فنی استاندارد که به توان به آنها رجوع مجدد نمود , ثبت کرد .

د : روش مایع نافذ :

جزئیات مواد و روشهای فنی بکار برده شده .

یادآوری : جزئیات را می‌توان در اوراق اطلاعات فنی استاندارد که به توان به آنها رجوع مجدد نمود , ثبت کرد .

5-7 معیارهای قبولی برای عیوب جوش که توسط آزمونهای چشمی و آزمایش غیرمخرب آشکار شده‌اند .

5-7-1 کلیات :

این بند در مورد جوشهای اصلی ساختمان دیگها قابل اجرا می‌باشد .

اتصالات جوش شده , دیگر باید آنچنان که بین طرفین مربوطه توافق می‌شود مورد آزمایش قرار گیرند . (بند 3-7-1 k ملاحظه گردد .)

جوشهائی مورد قبول خواهند بود که عیوب آنها از حدود داده شده در جدول 5-7 تجاوز نکنند .

یادآوری : بجز ناخالصی‌های ناشی از سرباره در جوش , این حدود همانند حدود پذیرفته شده برای تائید روش در استاندارد ملی ایران به شماره ..... [154] و برای تائید جوشکار در استاندارد ملی ایران به شماره ..... [154] می‌باشند , اگر ناخالصی‌های ناشی از سرباره از حدود قبولی در این دو استاندارد بیشتر باشد , دلایل آن باید مشخص شده و در جهت تصحیح آنها باید اقدام شود .

5-7-2 گروه بندی ناخالصی‌های موجود در جوش :

5-7-2-1 ناخالصی‌های مجزا :

ناخالصی را فقط در صورتی می‌توان مجزا دانست که به صورتهای زیر از یکدیگر جدا شده باشند .

الف : به صورت خطی در یک ردیف قرار گرفته (خطوط محیطی و یا خطوط طولی به شکلهای 5-7-2 (الف) و (ب) ملاحظه گردد .

ناخالصی‌های در یک ردیف قرار گرفته باید با فاصله‌ای حداقل مساوی دو برابر طول بزرگترین ناخالصی , از یکدیگر جدا باشند (شکل 5-7-2 (ج) ملاحظه گردد .)

ب : ناخالصی هائیکه جهت آنها مطابق الگوی خاصی نیست (شکل 5-7-2 (ه) ملاحظه گردد .)

ناخالصی هائیکه بر روی هم قرار می‌گیرند قابل قبول می‌باشند که روی هم قرار گرفتن آنها از 3 میلیمتر و یا , $\frac{e}{15}$ هر کدام که بزرگتر هستند تجاوز نکنند , و حداقل با فاصله $\frac{e}{4}$ از هر محدوده و یا ناخالصی منفرد دیگری جدا شده باشند .

5-7-2-2 ارزیابی یک گروه از ناخالصی‌های خطی

ناخالصی‌های درون یک گروه را باید در ابتدا بطور منفرد مطابق جدول 5-7 ارزیابی نمود .

ناخالصی همجوار درون هر محدوده بشعاع $\frac{e}{8}$ باید به یک خط محور مرکزی تصویر شوند . و سپس با آنها مانند ناخالصی‌های خطی در یک ردیف قرار گرفته رفتار شود (شکل (ج) 5-7-2 ملاحظه گردد .)

با ناخالصی‌های مجاور در صورتی می‌توان همانند ناخالصی‌های متداخل رفتار نمود که فاصله خطی آنها از دو برابر طول بلندترین ناخالصی در زوج مورد نظر کمتر باشد . به هنگام ارزیابی اینکه آیا ناخالصی‌های مجاور متداخل می‌باشند . فقط طول واقعی آنها باید در نظر گرفته شود نه طول مؤثر آنها (شکل ج 5-7-2 ملاحظه گردد .) اگر ناخالصی‌ها متداخل تشخیص داده شوند , طول واقعی هر ناخالصی و نیز فاصله آن از ناخالصی مجاورش را باید جمع نموده و طول حاصله را به عنوان طول مؤثر , مطابق با جدول 5-7 در بررسی منظور نمود .

5-7-3 ترمیم جوشها :

جوشهای دارای عیوب غیرقابل قبول را باید ترمیم نمود , ترمیم جوشها باید مطابق با روش تائید شده توسط مرجع معتبر بازرسی و در نظر گرفتن همان معیارهای قبولی جوش اولیه انجام گیرند .

جدول 5-7 حدود قبولی :

نمادهای بکار رفته به شرح زیر می‌باشد :

e: عبارتست از ضخامت فلز مادر , در صورت یکی نبودن ضخامت‌ها ضخامت جزء نازکتر به کار می‌رود .

W: عبارتست از پهنای عیب .

L: عبارتست از طول عیب .

h: عبارتست از ارتفاع عیب .

q: عبارتست از قطر عیب .

c: عبارتست از محیط متوسط جوش .

نوع عیب		حداکثر مجاز
عیب های سطح	(الف) ترک ها و پارگی های دوپوسته	مجاز نیستند (لیکن به یادآوری ۱ مراجعه شود)
	(ب) فقدان ذوب در ریشه جوش فقدان ذوب در جانب جوش فقدان ذوب بین لایه های جوش	مجاز نیستند (لیکن به یادآوری ۱ مراجعه شود .)
	(ج) فقدان نفوذ در ریشه جوش	مجاز نیست ،باستثنای آنچه که در ۵-۳-۲-۴ و ۵-۳-۲-۶ توضیح داده شد (لیکن همچنین به یادآوری ۱ مراجعه شود.)
حفره ها	(الف) سوراخهای مجزا (یا سوراخهای منفرد در یک مجموعه)	Q و e/۴ >=Q ۳>=Q میلیمتربرای e مساوی ۵۰ میلیمتروکمتر ۴/۵ >=Q میلیمتر برای e بیشتراز ۵۰ میلیمتر تاومساوی ۷۵میلیمتر ۶ >=Q میلیمتر برای e بیشتراز ۷۵ میلیمتر
	(ب) تخلخل یکنواخت توزیع شده ویاموضعی	۲% از مساحت (۱)پرتونگاری شده برای ۵۰>=e میلیمتروبهمین نسبت برای ضخامت های بیشتر

۱- سطح پرتونگاری که باید درنظر گرفته شود برابراست باحاصلضرب طول جوش متاثر شده بوسیله، تخلخل درحداکثر عرض جوش .

(ادامه جدول ۵-۷)

نوع عیب		حداکثر مجاز	
حفره‌ها	(ج)تخلخل خطی	تخلخل خطی بموازات محور جوش، ممکن است نشانگرفقدان ذوب یا فقدان نفوذ باشد ودرنتیجه مجاز نمیباشد.	
	(د)حفره های عمیق مجزا	L=< ۶ میلیمترو W=< ۱/۵ میلیمتر	
	(ه)حفره های عمیق دریک امتدادقرارگرفته	مانند تخلخل خطی	
	(و) مجراهای دهانه باز	مانند حفره های عمیق مجزا	
	(ز) حفره‌های سطحی	مجاز نیستند	
ناخالصی - های ناشی ازسرباره	(الف)منفرد وبموازات محور اصلی جوش (۲-۷-د مراجعه شود)	جوشهای اصلی لب به لب درپوسته‌ها،کوره‌ها وصفحات انتهائی‌وجوش صفحات انتهائی‌برون قرارگرفته (شکل های ب (۳)(ج)و (د)مراجعه شوند)	L = e>=۱۰۰ میلیمتر W یا h =— e/۱۰ <۴ میلیمتر
		ربع های خارجی سطح مقطع (به یادآوری او۳ مراجعه شود) W یا h = e/۸ <=۴ میلیمتر L = C/۶۰ <۱۰۰ میلیمتر	
		نیمه‌داخلی سطح مقطع(به یادآوری ۳ مراجعه شود) W یا h = e/۴ <=۴ میلیمتر L = C/۳۰ =< ۲۰۰ میلیمتر	
		جوشهای کنج صفحات تخت‌درون قرار گرفته به قسمتهای استوانه‌ای (بعبارت دیگر شکلهای ب (۳)الف و(ب)که در آنها صفحات تخت توسط لوله‌ء مقاوم ویا کوره‌ها مهار شده اند)	
		جوشهای اتصال شیپوره‌وانشعاب	W یا h = e/۴ <=۴ میلیمتر L = C/۴ ۱۰۰ mm L = e/۴ < ۱۰۰ میلیمتر

(ادامه جدول ۵-۷)

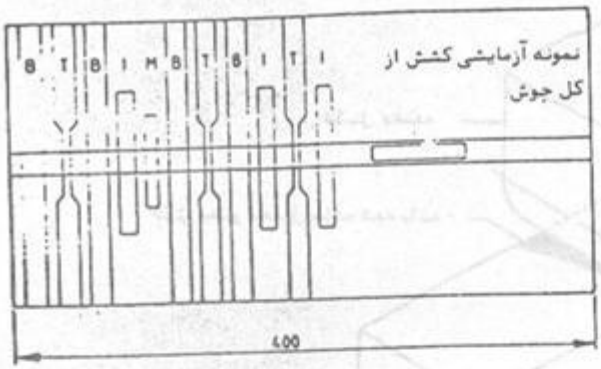
نوع عیب		حداکثر مجاز
ناخالصی - های ناشی ازسرباره	(الف) منفرد وبموازات محور اصلی جوش (۲-۷-۵ مراجعه شود)	W یا h = e/۸ ⟸ ۴ میلیمتر L = c/۸ ⟸ ۱۰۰ میلیمتر
	(ب) منفردوناامنظم‌قرارگرفته (که بموزات محورجوش‌نیست) شکل ۵-۷-۲ مراجعه شود	مانند حفره های مجزا
	(ج) گروههای غیر خطی	مانند تخلخل یکنواخت توزیع شده ویاموضعی
ناخالصی‌های جامددیگر	(الف)ناخالصی های تنگستن (۱) بصورت مجزا (۲) بصورت گروهی	مانند حفره های مجزا مانند تخلخل یکنواخت توزیع شده ویا موضعی
	(ب) ناخالصی های مس	مجاز نمیباشند .
عیب های پروفیل جوش	(الف) کود افتادگی	کود افتادگی های ناچیز مجاز میباشند عمق نباید از ۰/۵ میلیمتر تجاوز نماید .
	(ب) انقباض شیارهاومقعر شدن ریشه جوش	مانند کود افتادگی ، با تفاوت اینکه عمق نباید از ۱/۵ میلیمتر تجاوز نماید .
	(ج) نفوذ اضافی	h⟸ ۳ میلیمتر، نفوذکاه بکاه موضعی بمقدارکم مجازمیباشد .
	(د) شکل تقویتی(کرده جوش)	تقویتی کرده جوش باید بصورتی هموارباقلز مادریکی شود .اگر شکل،مانع بکارگرفتن روشهای فنی تعیین شده آزمایش غیر مخرب نباشد، به پرداخت سطح احتیاجی نیست (همچنین به بند ۲-۴-۵ مراجعه شود)
	(ه)روی هم قرارگرفتن	مجاز نیست

یادآوری 1: بعد مهم یک عیب از نقطه نظر تاثیر آن در بازدهی کار , ارتفاع و یا ضخامت سرتاسر می‌باشد . اگر آزمایش امواج ماوراء صوتی جهت ترک‌یابی بکار رود , احتمال دارد که نشانه‌هائی از عیب با سطح مقطع ناچیز بدست آید . در تفسیر مقررات این جدول باید از چنین نشانه‌هائی که ارتفاع آنها 1/5 میلیمتر و یا کمتر می‌باشد صرف‌نظر شود , مگر اینکه این موضوع به نحو دیگری میان سازنده , خریدار و مرجع معتبر بازرسی مورد توافق قرار گرفته باشد .

برای جوشهای لب به لب T شکل که طبق جدول 5-6-2-2-1 می‌باشند , اثراتی که دارای اندازه 2/5 میلیمتر و یا کمتر برای h می‌باشد بایستی نادیده فرض شود .

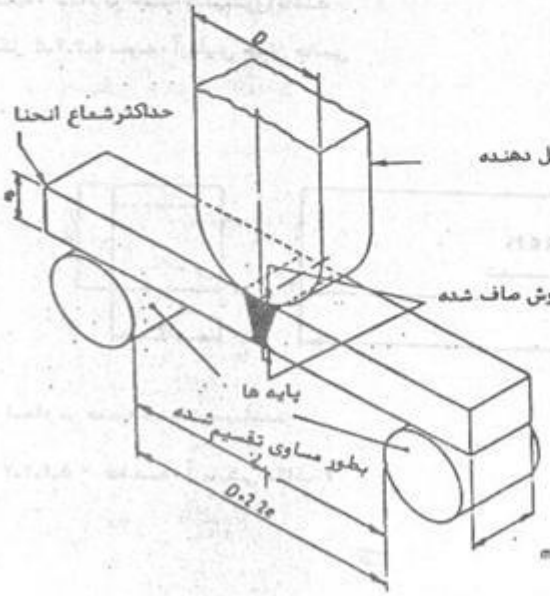
یادآوری 2: حضور همزمان بیش از یک نوع عیب مجاز در طول مفروضی از جوش مجاز می‌باشد و هر نوع عیبی باید منفردا بررسی شود .

یادآوری 3: " نیمه داخلی " سطح مقطع به منطقه میانی اطلاق می‌شود , باقیمانده " ربع‌های خارجی " خواهند بود .



- عبارتست ازنمونه آزمایش خمشی .
- عبارتست از نمونه آزمایش کششی با مقطع کاهش یافته .
- عبارتست ازنمونه ، آزمایش ضربه.
- عبارتست از نمونه ، آزمایش ماکرو ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند .

شکل ۳-۱-۶-۵-۴ نحوه ، برش صفحه ، آزمایش

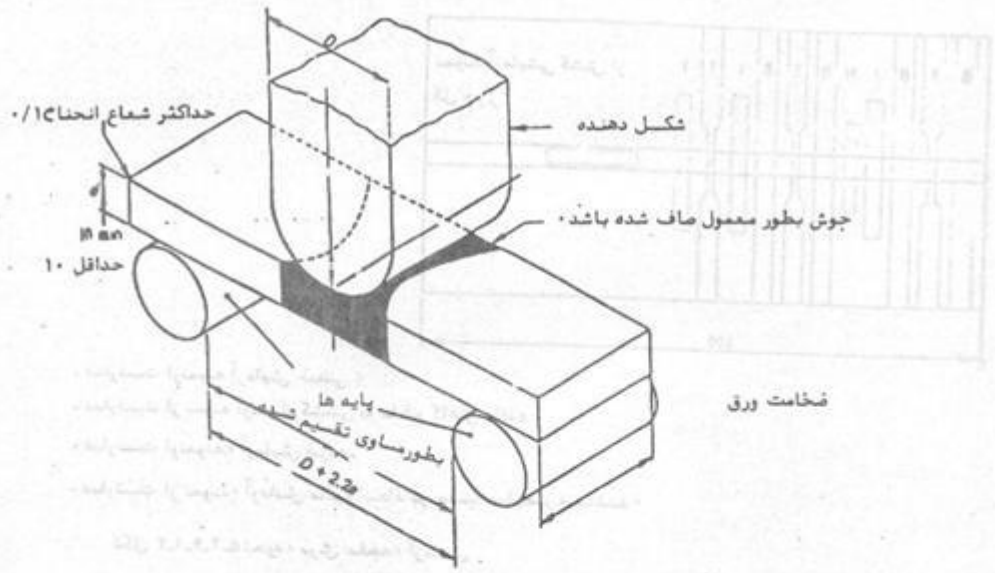


اماحداقل ۳۰ میلیمتر

ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند .

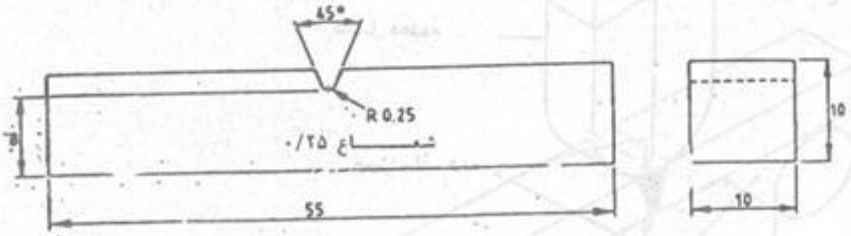
یاد آوری : شکل فوق آزمایش خمش ریشه را نشان میدهد .

شکـل ۴-۷-۵-۴ نمونه ، آزمایش خـش عرضـی .



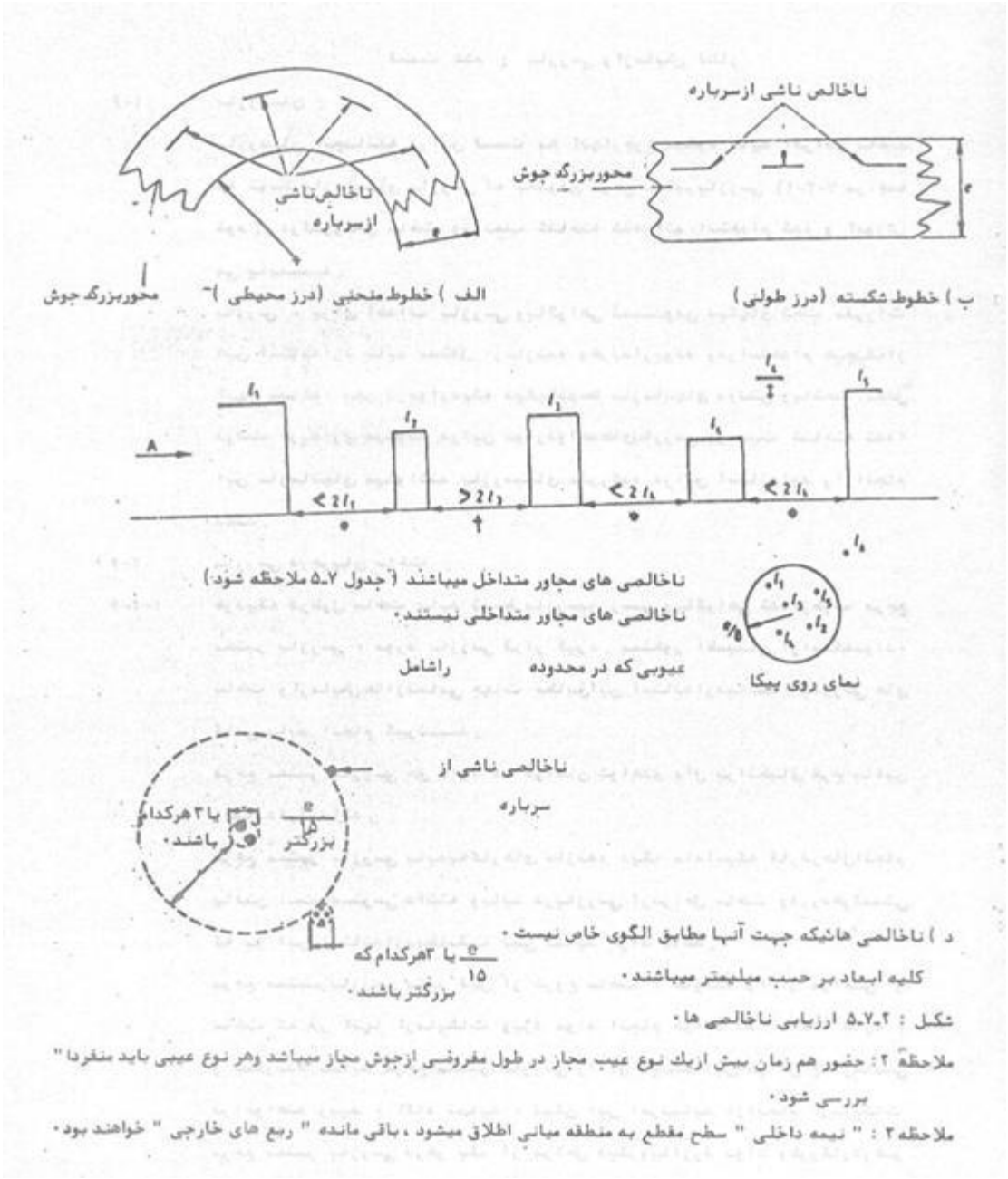
کلیه ابعاد بر حسب میلیمتری باشند.

شکل ۵-۷-۴-۵ نمونه، آزمایش خمش جانبی



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل ۷-۷-۴-۵ قطعه، آزمایشی شکاف ۷



شکل : ۲-۷-۵ ارزیابی ناخالصی ها.

ملاحظهٔ ۲ : حضور هم زمان بیش ازیک نوع عیب مجاز در طول مفروضی ازجوش مجاز میباشد وهر نوع عیبی باید منفردا" بررسی شود.

ملاحظه۳ : " نیمه داخلی " سطح مقطع به منطقه مبانی اطلاق میشود ، باقی مانده " ربع های خارجی " خواهند بود.

قسمت ششم : بازرسی و آزمایش فشار

6-1 بازرسان :

بازرسان آن چنان که در این قسمت به آنها رجوع می‌شود باید افرادی باشند که توسط سازمانهای بازرسی که به عنوان مرجع معتبر بازرسی (7-3-1 مراجعه شود) در کشور محل ساخت و یا نصب شناخته شده‌اند , استخدام شده و آموزش می‌یابند .

بازرس , برای اهداف بازرسی و یا گواهی نمودن دیگهای تحت مقررات این استاندارد باید مستقل از سازنده و خریدار بوده و در استخدام هیچیک از آنها نباشد , بجز در مواردی که دیگها توسط سازمانهای دولتی و یا تحت تکفل خریداری می‌شوند . در این موارد واحدهای بازرسی برسمیت شناخته شده این سازمانها می‌توانند بازرسیهای مقرر شده در این استاندارد را انجام دهند .

6-2 بازرسی در جریان ساخت :

6-2-1 هر دیگ در طول ساخت باید توسط بازرسین رسمی و یا گواهی شده از طرف مرجع معتبر بازرسی , مورد بازرسی قرار گیرد . به منظور اطمینان از اینکه مواد , ساخت و آزمایش‌ها از تمامی جهات مطابق این استاندارد باشند , بازرسی‌های کافی باید انجام گیرند .

مرجع معتبر بازرسی حق دارد که خواهان شواهدی دال بر انطباق طرح با این استاندارد باشد .
مرجع معتبر بازرسی باید به کارهای سازنده دیگ مادامی که کار در حال انجام یافتن است , دسترسی داشته و باید در بازرسی از مراحل ساخت و در رد هر قسمتی که با این استاندارد مطابقت نمی‌نماید آزاد باشد .
مرجع معتبر بازرسی باید قبل از شروع ساخت , سازنده را از مراحلی از ساخت که در آنها آزمایشات ویژه مواد انجام خواهد شد , آگاه سازد , و سازنده باید مرجع معتبر بازرسی را از اینکه این مراحل چه زمانی فرا خواهند رسید , آگاه نماید , لیکن این امر نباید از انجام آزمایشات مرجع معتبر بازرسی در هر یک از مراحل دیگر و یا از رد مواد و طرز کار در هر زمانی که خراب تشخیص داده شوند , جلوگیری نماید .
6-2-2 مرجع معتبر بازرسی باید آزمایش‌ها را در مراحل زیر به عمل آورد :
الف : زمانی که ورقها به کارگاه سازنده دیگ می‌رسد :
1- علائم مشخصه روی ورقها با آنهائی که در گواهی نامه سازنده ورق ثبت شده بازرسی گردد .
2- نتایج گزارش شده از خواص مکانیکی و شیمیائی در گواهینامه سازنده ورق با خصوصیات ارائه شده در استاندارد کنترل شود .
3- نظارت برای علامتگذاری صفحات آزمایشی جهت شناسائی قبل از اینکه ورق‌های مادر بریده شوند .
ب : زمانی که ورقهای پوسته و صفحات انتهائی شکل داده شده و لبه‌های ورقها برای جوشکاری آماده شده باشند , و زمانی که صفحات آزمایشی متصل می‌شوند .
ج : در خلال مراحل مختلف جوشکاری زیر , در صورت تناسب با روش جوشکاری و همانگونه که بین سازنده و مرجع معتبر بازرسی توافق شده باشد .
1: زمانی که اولین لایه جوش در امتداد درزهای اصلی و صفحات آزمایش گذاشته می‌شود .
2: زمانی که این درز جوش‌ها در یک طرف کامل شده و برای جوشکاری طرف دیگر آماده می‌شوند .
3: به هنگام تکمیل شدن جوشها .
د : بازرسی فیلم‌های پرتونگاری و یا گزارشات آزمایش غیر مخرب .
ه : زمانی که نمونه‌های آزمایش جوش از صفحه آزمایشی که قبلا انتخاب شده است , جهت گواهی آزمایشات مورد نیاز آماده شده باشند .
و : زمانی که دریچه‌ها آماده شده‌اند , زمانی که لوله‌های پایه و یا اتصالات مشابه در جای خود خال جوش شده‌اند و متعاقباً به هنگام تکمیل .
ز : به هنگام تکمیل ساخت , در طول آزمایش هیدرولیکی و دوباره پس از پایان آزمایش جهت بازرسی داخلی و خارجی .
6-3 آزمایشهای فشار :
6-3-1 زمانی که تمامی جوشکاری‌ها تکمیل شده باشند و پس از عملیات حرارتی , در صورتی که آئین نامه مقرر بدارد , هر دیگ باید تحت فشاری مساوی 1/5 برابر فشار طراحی , به طریق هیدرولیکی , بدون نشانه‌ای از ضعف یا عیب , آزمایش شود . مرجع معتبر بازرسی باید شاهد آزمایش باشد .
6-3-2 آزمایش فشار باید برای حداقل 30 دقیقه ادامه یابد .
از نقطه نظر ایمنی , مهم است که دیگ به طرز مناسبی از هوا تخلیه شود تا از تشکیل حباب‌های هوا قبل از اجرای آزمایش فشار جلوگیری گردد .
یادآوری 1: توصیه می‌شود که دمای آب , در طول آزمایش هیدرولیک از 7 درجه سانتیگراد کمتر نباشد .
یادآوری 2: بعد از اتمام 30 دقیقه توصیه می‌شود که قبل از نزدیک شدن به دیگ جهت بازرسی از نزدیک , فشار به حداقل 1/1 فشار طراحی و حداکثر 0/9 فشار آزمایش هیدرولیکی کاهش داده شود .
یادآوری 3: در پایان آزمایش هیدرولیکی , تخلیه فشار بایستی به صورت تدریجی باشد .

6-3-3 پس از بازرسی کامل دیگ اگر معلوم شود که در طول و یا بعد از آزمایش هیدرولیکی به تعمیراتی احتیاج است پس از تکمیل تعمیرات و پس از هر گونه عملیات حرارتی , دیگ را باید دوباره مطابق روش توصیف شده در بالا تحت آزمایش فشار قرار داد .

قسمت هفتم : ارائه مدارک و نشانه گذاری :

7-1 نقشه‌ها , مدارک و اوراق اطلاعاتی

7-1-1 نقشه‌ها , مدارک و یا اوراق اطلاعاتی , اطلاعات کامل در مورد اندازه‌ها و فشار طراحی هر دیگ به همراه جزئیات موادی که در ساخت آن بکار رفته باید از طرف سازنده در اختیار خریدار و مرجع معتبر بازرسی قرار گیرد . اگر نصب دیگ در محل توسط سازنده تقبل نشده باشد , وی باید اطلاعات کاملی در مورد نصب مناسب دیگ فراهم آورد .

7-1-2 پس از تکمیل نمودن دیگ , در صورت لزوم , نقشه‌های مناسب , مدارک و اوراق اطلاعاتی برای آگاهی مرجع معتبر قانونی باید همراه آن باشد .

فیلم‌های پرتونگاری , گزارش‌های آزمون آلتراسونیک , نمودارهای عملیات حرارتی و پرونده‌های مربوط به بازرسی‌های درون کارخانه‌ای باید حداقل به مدت 5 سال توسط سازنده حفظ شوند .

7-2 گواهی نامه‌ها :

سازنده باید گواهی نامه‌ای در مورد اینکه هر دیگ از تمامی جهات مطابق این استاندارد طرح , ساخته و آزمایش شده است , صادر نماید . و این گواهی نامه باید توسط مرجع معتبر بازرسی به عنوان شاهد اینکه دیگ این چنین ساخته و آزمایش شده , تائید شود . اگر نصب توسط مرجع معتبر بازرسی دیگری بازرسی شده , هر یک از مراجع معتبر بازرسی باید گواهی نامه را در رابطه با کاری که نظارت نموده‌اند تائید نمایند .

اگر عملیات طراحی و ساخت توسط سازمانهای جداگانه‌ای صورت گرفته باشد هر سازمان باید در رابطه با کاری که انجام داده , گواهی نامه‌ای صادر نماید . به نوعی دیگر نیز می‌توان گواهی نامه‌ای مشترک صادر نمود که توسط هر یک از سازمانها در رابطه با کاری که انجام داده امضأ شده باشد (به بند 1-4-2 و 1-7-2-2 مراجعه شود .) هر گواهی نامه آنچنان که در بالا ذکر گردید باید توسط مرجع معتبر بازرسی تائید شود .

گواهی نامه باید حداکثر فشار مجاز کاری (فشار طراحی ,) (به بند 3-1-2 مراجعه شود ,) و شماره‌های ردیف سازنده را شامل شود .

7-3 نشانه‌گذاری :

هر دیگ باید به طور ثابت و خوانا جهت نشان دادن هویت و منشأ آن نشانه‌گذاری شود , این نشانه‌گذاری یا باید در بالای کوره صورت گیرد , یا در صورت عدم امکان , بروی تابلوئی که به طور ثابت بروی قسمت اصلی تحت فشار متصل شده و یا بروی ساختمان فولادی دیگ در محلی که پس از پوشانیدن قابل رؤیت باشد . لبه‌های حروف و اعداد هر گونه مهری که بروی قطعات تحت فشار زده می‌شود , باید گرد شده باشد .

7-3-2 نشانه‌های بکار رفته به شرح زیر می‌باشد :

الف : اسم و آدرس قانونی سازنده .

ب : شماره سریال سازنده .

ج : فشار طراحی .

د : سال ساخت .

ه : تاریخ آزمایش هیدرولیک و فشار آزمایش .

و : علامت مرجع معتبر بازرسی .

ز : علامت استاندارد با کسب مجوز قانونی .

ک : شماره این استاندارد و دسته‌بندی دیگ .

ل : حداکثر ظرفیت مداوم .

بخش هشت :

شیرهای اطمینان , اتصالات و تجهیزاتی که روی دیگ سوار می‌شوند .

8-1 شیرهای اطمینان :

8-1-1 کلیات :

8-1-1-1 مواد طرح و ساختمان شیرهای اطمینان بایستی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره (1) قسمت اول باشد .

8-1-1-2 حداقل سوراخ نشیمنگاه هر شیر اطمینان که مستقیماً به دیگ وصل می‌شود , نبایستی از 20 میلیمتر کمتر باشد .

8-1-1-3 یک دیگ بخار با ظرفیت تبخیر بیشتر از 3700 کیلوگرم در ساعت یا یک دیگ آبگرم با ظرفیت بیشتر از 2350 کیلووات بایستی دارای حداقل دو شیر اطمینان مستقل یا یک شیر اطمینان دو قلو باشد , همچنین هر بخار خشک کن بایستی دارای حداقل یک شیر اطمینان در قسمت خروجی باشد .

8-1-1-4 زمانی که دیگی با یک بخار خشک کن بدون مداخله شیر فلکه قطع کننده مکمل شده باشد , شیرهای اطمینان تعبیه شده روی بخار خشک کن را می‌توان به عنوان بخشی از شیر اطمینان تکمیلی دیگ به حساب آورد . در چنین مواقعی حداقل 20 درصد حداکثر ظرفیت تبخیر بایستی روی خروجی بخار خشک کن جا داده شود .

8-1-1-5 شیرهای واسطه‌ای بین دیگ و شیرهای اطمینان محافظ آن یا بین شیرهای اطمینان و محل خروجی آنها به فضای آزاد نبایستی وجود داشته باشد .

8-1-1-6 موقعی که بخار خشک کن با یک شیر واسطه‌ای به دیگ متصل شده باشد بخار خشک کن بایستی با شیرهای اطمینان مناسبی که در محاسبات ظرفیت خروجی شیر اطمینان دیگ در نظر گرفته نشده‌اند تجهیز گردد .

8-1-1-7 در جائیکه امکان اتفاق افتادن فشارهای زیر آتمسفر که دیگ تحمل آنرا نداشته باشد به وجود آید بایستی یک وسیله خلاء شکن پیش‌بینی نمود .

8-1-2 ظرفیت خروجی :

8-1-2-1 دیگهای بخار و آب داغ مدار بسته :

جمع ظرفیت خروجی اسمی کلیه شیرهای اطمینان سوار شده روی یک دیگ (و بخار خشک کن تکمیلی) محاسبه شده براساس استاندارد ملی ایران به شماره ..... [155] قسمت اول بایستی حداقل مساوی با حداکثر ظرفیت تبخیری دیگ در دیگهای بخار یا حداکثر ظرفیت دیگ در دیگهای آب داغ باشد . در جائیکه دمای آب تغذیه و بنابراین ظرفیت بخارسازی واقعی دیگ مشخص نباشد , ظرفیت شیر اطمینان مورد نیاز بایستی براساس بالاترین بار مشخص بخارسازی یعنی " ازو در 100 درجه سانتیگراد " باشد .

یادآوری : اصطلاح " از و در 100 درجه سانتیگراد " خلاصه شده است به نشان دادن تبخیر از آب تغذیه 100 درجه سانتیگراد به بخار 100 درجه سانتیگراد و این به عنوان مبنای تصمیم‌گیری بالاترین بار مساوی با تبخیر در یک دیگ بخار می‌باشد .

8-1-2-2 ظرفیت کامل تخلیه :

ظرفیت کامل تخلیه شیر اطمینان به گونه‌ای باید انتخاب گردد که باعث افزایش فشار دیگ بیش از 110% فشار طراحی نشود . (بند 3-1-2 ملاحظه گردد ,) در دیگهای بخار این عمل با آزمایش تراکم که در حداکثر ظرفیت تبخیر و بسته بودن شیر خروجی بخار , در حضور مرجع بازرسی و قبل از اینکه دیگ در حالت کار کرد عادی باشد باید انجام گردد .

در خلال این آزمایش تغذیه نباید آب بیشتر از آنچه که مورد نیاز سطح ایمن آب است تأمین گردد . آزمایشات نبایستی روی دیگهایی که به خشک کن بخار مجهز هستند , انجام گردد , زیرا امکان زیاد گرم شدن وجود دارد و همچنین باید به دیگهایی که با سوخت جامد محترق می‌شوند توجه خاص داده شود .

8-1-2-3 سیستمهای مدار باز :

ظرفیت شیر اطمینان R (برحسب KW) که بر روی دیگ آب داغ که کاملا پر از آب بوده در یک سیستم مدار باز بایستی برابر مقدار بدست آمده از رابطه زیر [156] باشد :

$$R = 2\ (0/329\ PAK_{dr}\ )$$

جائیکه :

P: فشار تخلیه واقعی می‌باشد (برحسب بار مطلق می‌باشد)

A: سطح جریان می‌باشد (بر حسب میلیمتر مربع)

K_{dr}: ضریب خروجی می‌باشد .

8-1-3 تجهیزات متصل شده به دیگ :

8-1-3-1 شیرهای اطمینان بایستی بدون هیچگونه شیر واسطه‌ای بر روی بالشتکها یا انشعابات که برای منظور دیگری استفاده نمی‌شود , سوار گردند .

محور شیر بایستی عمودی باشد . سطح مقطع سوراخ روی بالشتک یا انشعاب بایستی حداقل مساوی سطح سوراخ ورودی شیر اطمینان باشد یا در جائیکه دو یا بیشتر شیرهای اطمینان روی همان نشیمنگاه یا انشعاب تعبیه شده حداقل مساوی جمع سطوح سوراخهای ورودی کلیه شیرهای اطمینان باشد .

8-1-3-2 انشعابات بایستی تا حد امکان کوتاه با حداقل پیشرفتگی در داخل دیگ باشند .

8-1-3-3 در جریان حقیقی که ظرفیت تائید شده 10 درصد بیشتر می‌باشد افت فشار در ورودی انشعاب نبایستی از 3 درصد فشار تنظیم شده یا $\frac{1}{3}$ حداکثر ما به التفاوت فشار باز شدن و بسته شدن شیر اطمینان که بوسیله استاندارد ملی ایران به شماره [157] مجاز شده هر کدام که کمتر باشد , تجاوز نماید .

یادآوری : افت فشار بیش از اندازه در ورودی شیر اطمینان باعث باز و بسته شدن خیلی سریع شیر می‌گردد که به عنوان " صدمه دیدن ناشی از زیاد بهم خوردن " و یا ضربه چکش شناخته می‌شود . این عمل ممکن است منتهی به کاهش ظرفیت و صدمه دیدن سطوح نشیمنگاه و سایر قسمتهای شیر گردد . در صورت لزوم باید به پیشنهادات داده شده در ضمیمه (ب از استاندارد ملی ایران به شماره ..... [157] داده شود .

8-1-3-4 شیرهای اطمینان بایستی برای آزمایشات عملی و تعمیرات قابل دسترس باشند .

8-1-4 تخلیه :

برای هر شیر اطمینانی که به لوله کشی برای دهش تجهیز شده باشند [158] یک تخلیه مستقل و غیر محدود شده بایستی تامین نمود .

لوله تخلیه بایستی با یک شیب پیوسته تا جائیکه خروجی آن قابل رؤیت باشد و کسی نتواند صدمه‌ای به آن برساند , قرار گیرد .

یادآوری : برای طراحی لوله دهش می‌توان از استاندارد ملی ایران به شماره .....[159] استفاده نمود .

8-2 نشان دهنده‌های سطح آب :

8-2-1 کلیات :

8-2-1-1 هر دیگ بخار بایستی حداقل دارای دو نشان دهنده سطح آب مستقل که به توان توسط آنها سطح آب را رؤیت نمود باشند , ضمناً هریک از این نشان دهنده‌ها باید مستقلا قابل جدا شدن از دیگ جدا باشند . مگر در مواردی که ذیلا قید شده است .

الف : برای دیگهایی که کمتر از 145 کیلوگرم در ساعت ظرفیت تولید بخار دارند یک نشان دهنده سطح آب کافیست .
ب : وسایل جایگزینی دیگری که مورد تائید استاندارد باشد و در آنها می‌توان سطح آب را رویت نمود ممکن است مورد استفاده قرار گیرد .

در جائیکه دو نشان دهنده سطح آب مورد نیاز است , مجاز به سوار کردن آنها بر روی یک ستون یا اتصال آنها به صورت مستقل به بدنه دیگ می‌باشد , اگر نشان دهنده‌های سطح آب به اجزای دیگری متصل شده‌اند به طور مثال محفظه کنترل سطح آب حداقل یک نشان دهنده بایستی مستقیماً به بدنه دیگ متصل گردد . نشان دهنده‌های سطح آب و ستونها بایستی با استاندارد ملی ایران به شماره [160] مطابقت داشته باشد .

8-2-1-2 نشان دهنده سطح آب مورد نیاز به گونه‌ای که سطح آب را به توان رؤیت نمود باید به طریقی نصب گردد که سطح آب قابل رؤیت در شیشه آب نما در حداقل سطحی که زنگ خطر به صدا در می‌آید , باشد .
به طور مثال :
در پائین‌ترین سطح رجوع داده شده طبق بند 9-2-3
پائین‌ترین سطح زنگ خطر باید در ارتفاعی بالای , بالاترین سطح حرارت داده شده در داخل بدنه دیگ که بزرگترین هر یک از موارد زیر است , باشد .
الف : 100 میلیمتر .
ب : ارتفاع کافی آب بر روی بالاترین سطوح حرارتی که اجازه زمان پائین آمدن را بدهد , به طور مثال زمانی که برای پائین آمدن آب از پائین‌ترین سطح زنگ خطر به بالاترین سطوح حرارتی نبایستی کمتر از 5 دقیقه , یا در صورتی که دیگهای محترق با سوخت جامد باشند کمتر از 7 دقیقه ظرفیت تولید بخار در حداکثر ظرفیت دیگ .
حجم مورد نیاز آب بایستی از رابطه زیر بدست آید :
جائیکه : W= TDV
W: برابر است با حجم آب (برحسب متر مکعب)
T: برابر است با زمان پائین آمدن (برحسب دقیقه)
D: برابر است با حداکثر ظرفیت تولید بخار (برحسب کیلوگرم بر دقیقه)
V: برابر است با حجم ویژه آب در دمای بخار اشباع (برحسب متر مکعب بر کیلوگرم)
8-2-1-3 حداقل یک نشان دهنده سطح آب با شیر سماوری مجزا شده باید مستقیماً بر روی دیگ وصل گردد . به جز آنچه در بند 8-2-1-1 پیش‌بینی شده و به جز تخلیه کننده هیچ وسیله دیگری نبایستی به نشان دهنده متصل گردد که این ممکن است باعث اشتباه نشان دادن سطح آب شود .
8-2-1-4 در دیگهای بخار با لوله برگشت افقی , مانند دیگهای مصرف کننده حرارت مازاد , باز یابنده انرژی یا مانند آن جائیکه نشان دهنده سطح آب از بغل‌های دیگ گرفته می‌شود , انتهای پائین‌تر یا انتهای قسمت آب , حداقل بایستی با یک اتصال سه راهی یا چهار راهی به گونه‌ای که اجازه تمیزکاری و بازرسی لوله‌ها را بدهد , مجهز شود .
8-3 هشدار دهنده صوتی سطح آب , قطع سوخت و در پوشهای ذوب شدنی :
8-3-1 کلیات :
هر دیگ بخار بایستی با یک هشدار دهنده صوتی یا کنترل کننده مجهز گردد . دیگهای آبگرمی که باید کاملا از آب پر شوند باید به وسایلی مجهز شوند که دیگ نتواند قبل از پر شدن از آب روشن شود .
8-3-2 هشدار دهنده‌های صوتی سطح آب و قطع سوخت :

هشدار دهنده‌های صوتی سطح آب , چه برای سطح پائین آب یا نوع بالا و پائین آب بایستی به گونه‌ای نصب گردد که موقعی که هشدار دهنده به صدا در می‌آید هنوز سطح آب قابل رؤیت یا تشخیص باشد .

8-3-3 در پوشهای ذوب شدنی :

در پوشهای ذوب شدنی در صورت نصب بایستی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [161] قسمت اول باشد , بایستی از سمت آب در داخل ورق دیگ پیچ شود رزوه‌ها بایستی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ..... [162] باشند و با گامی حداقل برابر با 2/309 میلیمتر باشد .

در پوشهای ذوب شدنی بایستی دارای ارتفاع کافی باشند و در محل خود به گونه‌ای نصب شوند که در صورت کمبود آب در کلیه قسمتهای آسیب‌پذیر از حرارت مستقیم کوره دیگ قرار می‌گیرند سریعاً اعلام خطر نمایند .

یادآوری : در مواردی که دیگهای بخار از سوخت مایع و گاز برخوردارند پیشنهاد می‌شود ترجیحاً به جای در پوشهای ذوب شدنی , هشدار دهنده‌های صوتی مورد استفاده قرار گیرند .

8-4 لوله‌های رابط برای تجهیزات سطح آب :

در جائیکه آب نمای سطح آب , کنترلهای ایمنی یا هشدار دهنده‌های صوتی بوسیله لوله‌های رابط به دیگ وصل گردند , قطر داخلی این لوله‌ها نبایستی از 25 میلیمتر کمتر باشد .

یادآوری : قطر داخلی انتهای لوله‌های سمت تجهیزات ممکن است به حداقل 20 میلیمتر برای آب نماهای سطح آب و 25 میلیمتر برای کنترل ایمنی و هشدار دهنده‌های صوتی مجزا کاهش داده شود .

به منظور نشان دادن سطح واقعی آب در دیگ در محل اتصال , هرچه اتصال سمت آب این تجهیزات به پوسته , یا مخزن دیگ عملا نزدیک‌تر باشد سطح آب در آب نماها و محفظه‌های کنترل دقیق‌تر نشان داده می‌شود . لوله‌های رابط بایستی حتی الامکان کوتاه باشند . رابطهای آب بایستی همگی حتی الامکان هرچه نزدیکتر در یک صفحه افقی یکسان قرار گیرند .

8-5 فشار سنج‌ها :

حداقل یک فشار سنج از نوع بوردن - تیوب [163] که مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ..... [164] باشد برای هر دیگ نصب نمود .

8-6 شیرهای تغذیه آب دیگ :

8-6-1 هر دیگ بایستی مجهز به یکی از موارد زیر باشد :

الف : یک شیر قطع آب تغذیه و یک شیر یک طرفه یا

ب : یک شیر قطع از نوع گلوئی یک طرفه [164] هم

8-6-2 اضافه بر مقررات بند 8-6-1 در جائیکه دو دیگ یا بیشتر از یک سیستم آب مشترک تغذیه می‌گردند , هر دیگ بایستی با یک شیر قطع اضافی که قابلیت قفل شدن در حالت بسته را داشته باشد مجهز گردد .

شیرهای تغذیه آب بایستی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ..... [165] باشد .

8-7 متعلقات اخراج [163] و تخلیه آب دیگ [166]

8-7-1 کلیات :

8-7-1-1 هر دیگ بایستی با شیرهای فلکه یا شیرهای سماوری برای اخراج و تخلیه آب تجهیز گردد شیرهای سماوری نبایستی برای فشارهای بیشتر از 13 بار استفاده کرد . کلیه شیرهای فلکه و سماوری بایستی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ..... [167] باشد .

8-7-1-2 اتصال شیرهای اخراج و تخلیه آب به دیگ باید حتی الامکان توسط لوله‌های کوتاه صورت گیرد .

8-7-2 شیر فلکه‌ها یا شیرهای سماوری اخراج :

شیر فلکه‌ها با شیرهای سماوری اخراج بایستی به گونه‌ای نصب شوند که تا حد امکان دارای کمترین فاصله نسبت به پائین‌ترین نقطه به دیگ باشند .

8-7-3 متعلقات اخراج مدام و اتوماتیک :

چنانچه در قرار داد قید شده باشد , شیر فلکه‌ها , شیر سماوری‌ها و متعلقات مورد نیاز برای کنترل شرایط آب بایستی در وضعیت مقتضی خودروی دیگ نصب گردند .

8-7-4 تخلیه‌ها :

شیر فلکه‌ها یا شیر سماوری‌ها بایستی به گونه‌ای نصب گردند که کلیه قسمت‌های دیگ که به وسیله شیرهای اخراج خالی نشده‌اند از این طریق خالی شوند .

8-7-5 ترتیبات ایمنی :

8-7-5-1 کلیه متعلقات اخراج و شیرهای تخلیه که مستقیماً به دیگ وصل می‌باشند و به سیستم تخلیه دیگ وارد می‌گردند , بایستی با قابلیت قفل شدن در حالت بسته و یا از طریق شیر فلکه ثانوی در مقطع خروجی با قابلیت قفل شدن در حالت بسته مجهز گردند .

یادآوری : اصطلاح " مستقیم به دیگ وصل شدن " هر شیری که نمی‌تواند خودش جدا از دیگ باشد را تحت پوشش قرار می‌دهد .

8-7-5-2 در جائیکه شیرهای اخراج یا شیرهای سماوری دستی از بیشتر از یک دیگ به یک خروجی عمومی وارد می‌شود یک اهرم مشترک یا ابزار قفلی باید فراهم گردد [168]

این وسیله قابلیت خارج شدن از مدار را فقط موقعی که شیرهای سماوری کاملا بسته هستند , دارا است , ترتیب دیگری مجاز نمی‌باشد .

8-7-5-3 مواقعی که حداقل دو دیگ مجهز به سیستم اخراج دائم و یا اتوماتیک , منتهی به یک خط اصلی مشترک می‌شوند , این خط اصلی مشترک بایستی جدا از هر خط اصلی دیگری که شیر فلکه‌های آنها به صورت دستی عمل می‌نمایند , وصل گردد . خروجی‌های دو خط اصلی بایستی به فاضلاب‌های جداگانه ایمن تهی شود , به گونه‌ای که اخراج دستی در خط اصلی مشترک ناشی از فشار حاصل از بی‌دقتی اتفاق نیافتد . کلیه اینگونه سیستمها بایستی یا با شیر فلکه قطع کننده که قابلیت قفل شدن در حالت بسته را دارند که اضافه بر شیرهای تنظیم کننده با تجهیزات مورد نیاز برای کنترل جریان تخلیه دارای یک شیر یک طرفه نیز باشند , مجهز گردد و متناوباً یک شیر گلوئی یک طرفه که قابلیت قفل شدن در حالت بسته را دارد , جایگزین شیر فلکه قطع و شیر یک طرفه گردد .

یادآوری : هیچکس نبایستی وارد دیگ بخاری که در مجموعه دو یا بیشتر دیگ بخار متصل است گردد . مگر اینکه :

الف : کلیه ورودی‌هایی که بخار یا آب داغی که ممکن است به طریقی وارد دیگ گردد , قطع شده باشد .

ب : کلیه شیرهای که کنترل کننده ورود بخار یا آب گرم بسته و جهت اطمینان نیز قفل شد باشند به عهده داشته و در جائیکه دیگ دارای یک لوله خروج مازادها به صورت مشترک با یک یا دیگهای بیشتری می‌باشد یا به یک مخزن سرریز یا جمع کننده ارسال می‌گردد , شیر فلکه یا شیر توپی خروج مازادها روی این چنین دیگی بایستی به گونه‌ای ساخته شده باشد که آن را بتوان به تنهائی بوسیله یک کلید که نتوان تا بستن شیر فلکه یا شیر توپی آن را خارج نمود و تنها کشید مجموعه شیر فلکه یا شیر توپی خروجی مازادها باشد باز نمود .

8-8 شیر فلکه‌های اصلی قطع دیگ :

8-8-1 کلیات :

شیر فلکه‌های اصلی قطع دیگ بایستی از استاندارد ملی ایران به شماره ..... [169]

باشد .

8-8-2 شیر فلکه‌های اصلی قطع کننده برای دیگهای بخار :

شیر فلکه‌های قطع کننده که دیگ را به لوله بخار وصل می‌نماید بایستی مستقیماً به دیگ یا تا حد امکان نزدیک به آن وصل گردد . در مواردی که دیگ مجهز به داغ کننده بخار [170] می‌باشد , شیر فلکه قطع کننده بایستی تا حد امکان نزدیک به خروجی محفظه داغ کننده بخار

هرجا که راحت‌تر باشد , قرار گیرد . در جائیکه دو یا بیشتر دیگ بخار به یک محفظه مشترک [171]یا یک لوله چند شاخه [172]وصل گردیده , اتصالات بخار از هر دیگ بایستی یا با یک شیر فلکه قطع کننده و یک شیر گلویی و شیر یک طرفه که قابلیت قفل شدن در حالت بسته را داشته باشد , مجهز گردد و یا با دو شیر فلکه قطع کننده که یکی از آنها قابلیت قفل شدن در حالت بسته را دارد و یک شیر یک طرفه مجهز شده باشد .

یادآوری : برای آزمون دوره‌ای وصاله‌ها ملحقات دیگ که شیرهای قطع دیگ را نیز شامل می‌شود وجود یک شیر مجزا کننده در تاسیسات الزامی است . و این امکان‌پذیر نمی‌باشد . مگر اینکه دیگ تحت آزمون بتواند از محفظه یا لوله چند شاخه مشترک مجزا گردد .

8-8-3 شیر فلکه‌های اصلی قطع کننده برای دیگهای آب داغ :

هر دیگ بایستی با یک شیر فلکه کشویی با نشیمنگاه موازی با شکل دیگری از شیرهای کشویی در محل اتصالات رفت و برگشت تا حد امکان نزدیک به دیگ مجهز گردد . در جائیکه دو یا بیشتر دیگهای بخار به یک محفظه یا لوله چند شاخه مشترک وصل شده‌اند , اتصالات رفت و برگشت بایستی هرکدام دارای یک شیر فلکه کشویی یا نشیمنگاه موازی اضافه یا شکل دیگری از شیرهای کشویی که قابلیت قفل شدن در حالت بسته را برای مجرا نمودن دیگ دارد , مجهز گردد , کلیه شیر فلکه‌های اتصالات رفت و برگشت بایستی قابلیت قفل شدن در حالت باز در طول مدت کارکرد دیگ را دارا باشد .

8-9 لوله‌های هواگیری :

برای دیگهای آب داغ پر شده از آب در یک سیستم باز لوله هواگیری باید براساس حداکثر ظرفیت خروجی دیگ که تحت حفاظت دارد , اندازه‌گذاری گردد . حداقل اندازه لوله که بایستی برای خروجی مشخص شده تا 600 کیلووات استفاده گردد , مطابق با جدول 9-8 می‌باشد .

" جدول ۹-۸ حداقل اندازه لوله هواگیری باز"

ظرفیت خروجی	حداقل قطرسوراخ	اندازه تعیین شده (۱)
K W	میلیمتر	اینچ
زیر ۶۰	۲۵	۱
از ۶۰ الی ۱۵۰	۳۲	۱ ۱/۴
از ۱۵۱ الی ۳۰۰	۳۸	۱ ۱/۲
از ۳۰۱ الی ۶۰۰	۵۰	۲

1- اندازه لوله های فولادی باید مطابق Medllinn و یا Heavy در استاندارد B.S . 1387 باشند .

برای ظرفیتهای خروجی بالای 600 کیلووات , حداقل سطح مقطع لوله هواگیر (برحسب میلیمتر مربع) بایستی از طریق رابطه زیر بدست آید :

$$A = 3/5 \times Q_R$$

جاییکه :

Q_R برابر است با ظرفیت خروجی حرارت (برحسب کیلووات)

بخش نهم :

دیگهای بخار و آب داغ که به صورت اتوماتیک کنترل می‌شوند .

9-1 کلیات :

9-1-1 مراقبت

دیگهای بخار و آب داغ که به صورت دائم مراقبت نمی‌شوند بایستی با کنترل‌های سطح آب و احتراق مجهز گردند . میزان دقت در نظارت بوسیله شرایط کاری مشخص می‌شود و بایستی توجه خاص به عنوان ترکیبات ضروری بهره‌برداری مورد توجه خاص قرار گیرد .

یادآوری 1: کنترلهای اتوماتیک از دو نوع اساسی تشکیل شده‌اند :

الف - کنترلهائی که با هدف کمک به خدمه دیگ و کسانی که نظارت دائمی را به عهده دارند بکار می‌روند .

ب - کنترلهائی که به منظور جایگزینی مراقبت دائم با نظارت مقطعی بکار می‌روند .

9-1-2 کنترلهای اتوماتیک :

مقررات برای کنترلهای اتوماتیک جهت دیگهائی که دائماً مراقبت نمی‌شوند باید علاوه بر مطالب زیر مطابق مقررات 9-2 یا 9-3 هرکدام که مقتضی است باشد .

الف : در صورت بروز اشکال در کنترلهای اتوماتیک , دیگ بایستی قابلیت قرار گرفتن تحت کنترل دستی را به طور ایمن دارا باشند . استفاده از شیوه کنترل دستی باید بر طبق یک دستورالعمل مکتوب برای مواقع اضطراری که شامل حضور فوری خدمه آموزش دیده نیز باشد صورت پذیرد .

ب : کلیه , تجهیزات برقی و مدارات کنترل سطح آب و احتراق بایستی به گونه‌ای طراحی شوند که در صورت به وجود آمدن عیب در حالت ایمنی قرار گیرند , به طور مثال اشتباه در مدارات بایستی باعث قطع شدن کامل تأمین سوخت و هوا به دیگ به طور اتوماتیک باشد .

کلیه هادیهای برقی و تجهیزات در رابطه با سطح آب و کنترلهای احتراق بایستی از اندازه مناسیب برخوردار بوده و جهت ممانعت از صدمات به طور صحیح عایق کاری و محافظت شوند .

در جائیکه نیاز باشد حفاظتهای مناسب در برابر ورود هرگونه رطوبت یا تأثیر دمای غیرعادی بایستی پیش بینی گردد .

ج : برای آزمایش کنترلها در حالتی که دیگ روشن می‌باشد باید وسایل‌هائی تهیه نمود . در جائیکه کنترلهای از نوع شناوری یا الکترودی در محفظه‌ای خارج از دیگ محصور شده‌اند , یک شیر اخراج که جریان بخار و آب را به ترتیب روانه سازد بایستی در قسمت سمت آب محفظه تعبیه نمود . در جائیکه یک شیر فلکه جدا کننده در لوله تعادل بخار [173] تعبیه شده یا این شیر فلکه بایستی در حالت باز قفل شود و کلید آن توسط شخص مسئول نگهداری شود . یا بایستی از نوعی باشد که نتوان اتفاقی آن را به حالت بسته نگه داشت . در جائیکه شیر فلکه قفل شدنی به کار برده می‌شود کلید ثانویه‌ای بایستی در محفظه جلوشیشه‌ای در موتورخانه برای استفاده اضطراری نگهداری نمود .

د : در جائیکه کنترلها از نوع داخلی هستند , به طور مثال با شناورها یا الکترودهائی که در داخل دیگ سوار شده‌اند , وسائل مناسب برای آزمایش کارکرد این کنترلها بایستی فراهم شوند .

ه : خطوط اخراج از محفظه‌ها بایستی جداگانه به یک مخزن مناسب تخلیه یا چالاب [174] لوله کشی شوند . آنها نبایستی به خط اصلی اخراج دیگ متصل گردند .

9-2 کنترلهای اتوماتیک برای دیگهای بخار :

9-2-1 کنترلهای اتوماتیک سطح آب :

کنترلهای اتوماتیک سطح آب بایستی به گونه‌ای تعبیه شده باشند که به طور مثبت کنترل پمپهای تغذیه دیگ یا تنظیم جریان آب به دیگ را انجام دهند و به صورتی مؤثر تا ابقأ سطح آب بین محدوده‌های از قبل تعیین شده را عهده‌دار شوند .

کنترلهای اتوماتیک سطح آب بایستی بوسیله یکی از روشهای ذیل کار نمایند .

الف : شناور یا جابجا کننده

ب : میله کاونده برقی [175]

ج : هر روش دیگری که بوسیله مرجع بازرسی تائید شده باشد .

9-2-2 کنترلهای اتوماتیک احتراق :

کنترلهای اتوماتیک احتراق بایستی به گونه‌ای تعبیه شده باشند که همیشه کنترل جریان سوخت و هوا به تجهیزات احتراق را عهده‌دار باشند . این کنترلها بایستی در صورت بروز یک یا چند حالت از وضعیتهای زیر , جریان سوخت مایع یا گاز را به مشعل کاملا قطع نمایند یا جریان هوا و در صورت نیاز جریان سوخت به تجهیزات احتراق سوخت جامد را کاملا قطع نمایند :

الف : عیب شعله یا عیب شعله شمعک در دیگهای با سوخت مایع یا گاز , این کنترل باید از نوع قطع کامل باشد که احتیاج به دوباره در مدار قرار دادن به روش دستی داشته باشد .

ج : زمانی که فشار به حد بالای از قبل تعیین شده‌ای که مساوی یا کمتر از فشار شیر اطمینان است برسد .

د : زمانی که سطح آب به حدی پائین‌تر از سطح کاری عادی از قبل تعیین شده برسد . این کنترل باید همچنین منجر به فعال شدن هشدار دهنده صوتی گردد .

ه : عیب فن کشنده یا دمنده یا دمپر اتوماتیک لوله دور .

9-2-3 کنترلهای مستقل کنترل سطح آب به کمتر از حد مجاز علاوه بر کنترلهای سطح آب و احتراق که در بندهای 9-2-1 و 9-2-2 مشخص گردیدند یک کنترل کاملا مستقل و جداگانه برای نزول سطح آب به پائین‌تر از حد مجاز بایستی تعبیه گردد . این کنترل بایستی تامین سوخت و یا هوا را به مشعلهای با سوخت مایع و یا گاز قطع کند و در صورت نیاز تأمین سوخت به تجهیزات احتراق سوخت جامد را در زمانی که سطح آب به بیش از اندازه پائین‌تر از قبل تعیین شده در دیگ برسد , قطع نماید . این سطح پائین‌تر از سطح مشخص شده در بند (د) 9-2-2 می‌باشد .

یادآوری : در صورت احتراق سوخت جامد , حرارت بایستی از بستر سوخت در کمترین زمان ممکن دور گردد . طرق انجام این عمل بستگی به نوع تأسیسات مربوط دارد .

زمانی که کنترل مستقل نزول سطح آب به کمتر از حد مجاز عمل می‌نماید آب بایستی کماکان در شیشه‌های آب نما قابل رؤیت باشد . این کنترل بایستی موجب به صدا درآوردن هشدار دهنده صوتی گردد و بایستی از نوع قطع کامل باشد که احتیاج به راه اندازی مجدد به روش دستی باشد .

کنترل مستقل نزول سطح آب به کمتر از حد مجاز , زمانی که در خارج از دیگ تعبیه شده باشد بایستی به محفظه خاص خودش مجهز گردد و دارای اتصالات مستقل به دیگ باشد و در صورت امکان مطابق ضوابط 9-1-2 اجرا گردد .

9-3 کنترلهای اتوماتیک برای دیگهای آب داغ :

9-3-1 انواع سیستمها :

به منظور اطمینان از انجام مقررات این بخش , سیستمهای دیگهای کاملا پر شده از آب بایستی به چهار دسته اصلی ذیل تقسیم‌بندی گردند .

دسته 1: سیستمهای تحت فشار استاتیک که به هوا راه دارند .

دسته 2: سیستمهای تحت فشار بسته با مخازن جداگانه تحت فشار با بالشتک گازی و پیش بینی سیستم تأمین آب جبرانی .

دسته 3: سیستمهای تحت فشار درزگیری با دیافراگم یا مخازن تحت فشار از نوع بادکنکی [176] و پیش‌بینی سیستم تأمین آب جبرانی .

دسته 4: سیستمهای تحت فشار با پمپاژ دائم و پیش‌بینی سیستم تأمین آب جبرانی . دیگهای آب داغ تحت فشار با بخار , تحت عنوان دیگهای بخار کلاسه بندی شده‌اند و بایستی در جائیکه امکانش هست مطابق با مقررات دیگهای بخار باشند .

9-3-2 کنترلهای اتوماتیک :

تمام دسته‌های دیگهای آب داغ کاملا پر شده از آب که بدون نظارت دائم کار می‌کنند باید به کنترلهای اتوماتیک مجهز گردند .
کنترلهای اتوماتیک بایستی جریان هوا یا سوخت به مشعلهای با سوخت مایع و گاز , و در مواقع لزوم تأمین سوخت به تجهیزات احتراق با سوخت جامد را در صورت بروز یک یا بیشتر از وضعیت‌های زیر قطع نماید :
الف : قطع شعله یا عیب شعله شمعک در دیگهای با سوخت مایع یا گاز .
این کنترل باید از نوع قطع کامل بوده , که احتیاج به راه اندازی مجدد به روش دستی باشد .
ب : عیب در احتراق سوخت در زمان از پیش تعین شده در شمعهای گازی یا گازوئیلی .
این کنترل باید از نوع قطع کامل بوده , که احتیاج به راه اندازی مجدد به روش دستی باشد .
ج : عیب در فن دمنده یا مکنده , یا دمپر اتوماتیکی دودکش .
د : هنگامیکه آب در و نزدیکی خروجی دیگ به دمای از قبیل تعیین شده با محدوده‌ای حداقل 17 درجه سلسیوس زیر دمای متناظر فشار بخار اشباع در بالاترین نقطه سیستم گردشی در بالای دیگ برسد .
ه : هنگامیکه سطح آب در تجهیزات تحت فشار در سیستم دسته بندی 2 به سطح از قبل تعیین شده زیر سطح معمول کار کاهش پیدا نماید .
این کنترل بایستی هشدار دهنده صوتی را هم به صدا درآورد .
و : هنگامیکه فشار در سیستمهای دسته بندی 2 و 3 و 4 به فشار از قبل تعیین شده زیر فشار کار کاهش پیدا نماید .
این فشار از قبل تعیین شده بایستی در سطحی باشد که در هر قسمتی از سیستم هنگامیکه دمای کار نگهداری می‌شود آب به نقطه جوش نرسد .
ز : هنگامیکه فشار در سیستم دسته بندی 3 به 3/5 بار[177] مانده به فشار تنظیم تا فشار تنظیم شده , سیر اطمینان افزایش یابد .
فشار تنظیم شیر اطمینان بایستی به گونه‌ای باشد . که از افزایش از میزان طراحی در کلیه قسمتهای دیگ جلوگیری نماید .

9-3-3 کنترلهای مستقل نزول قطع آب به کمتر از حد مجاز :

علاوه بر کنترلهای اتوماتیک مورد نیاز طبق بند 9-3-2 کلیه دسته بندی‌های دیگهای آب داغ پر شده از آب بایستی با کنترلهای مستقل نزول سطح آب به کمتر از حد مجاز که تأمین سوخت به مشعلهای با سوخت مایع یا گاز را قطع می‌نماید تجهیز گردند و همچنین در جائی که مورد نیاز است قطع تأمین سوخت به تجهیزات احتراق با سوخت جامد در صورت به وجود آمدن یکی یا بیشتر از حالات زیر :
الف : هنگامیکه آب در و نزدیک خروجی دیگ به دمای از قبل تعیین شده زیر دمای متناظر فشار بخار اشباع در بالاترین نقطه سیستم گردش در بالای دیگ برسد . برای دیگهای با سوخت مایع یا گاز این محدوده بایستی حداقل 6 درجه سانتیگراد و برای دیگهای با سوخت جامد حداقل 10 درجه سانتیگراد باشد . این کنترل باید از نوع قطع کامل بوده که احتیاج به راه اندازی مجدد به روش دستی باشد .
ب : هنگامیکه سطح آب در تجهیزات تحت فشار در سیستم دسته بندی 2 به سطح از قبل تعیین شده زیر سطح رجوع داده شده در بند 9-3-2 (ه) برسد . این کنترل باید از نوع قطع کامل سیستمهای احتراق بوده که احتیاج به راه اندازی مجدد به روش دستی باشد .
یادآوری : در مواردی که احتراق سوخت جامد مطرح می‌باشد , گرما بایستی از بستر سوخت هرچه سریعتر که ممکن باشد دور گردد . طریق انجام این عمل بستگی به نوع تأسیسات نصب شده دارد .

9-3-4 دیگهائی که از شیرهای مخلوط استفاده می‌نماید :

در جائی که شیرهای مخلوط برای تخلیط آب برگشتی با جریان آب رفت بکار برده می‌شود , دیگهای با سوخت جامد بایستی حداقل به عنوان یک مدار مستقل از شیر مخلوط عمل نماید و قادر به دفع گرمای باقیمانده در بستر سوخت هنگامیکه شیر مخلوط در جهت دیگ بسته می‌شود , باشد .

پیوست (الف)

اطلاعاتی که باید توسط خریدار در اختیار سازنده قرار داده شود .

الف 1: کلیات :

اطلاعات داده شده در قسمت الف -2 تا الف -5, حداقل اطلاعاتی است که باید به هنگام سفارش توسط خریدار در اختیار سازنده قرار داده شود .

الف 2: دیگهای مولد بخار آب اشباع

الف – حداکثر ظرفیت بخار آب (برحسب ساعت / تن $\frac{t}{h}$)

ب – فشار گاز (فشار سنجی) (برحسب بار , bar)

ج – دمای ورودی آب تغذیه (برحسب درجه سانتیگراد)

الف 3: دیگهای مولد بخار داغ

الف – حداکثر ظرفیت تولید بخار آب (برحسب ساعت / تن , t/hr)

ب – فشار گاز (فشار سنجی) در خروجی بخار داغ کن (برحسب بار , bar)

ج – دمای بخار داغ شده در حداکثر ظرفیت بخار (برحسب درجه سانتیگراد)

د – دمای ورودی آب تغذیه (برحسب درجه سانتیگراد C)

الف 4: دیگهای آب داغ

الف – حداکثر توان حرارتی (برحسب کیلووات ,KW)

ب – فشار گاز (فشار سنج) بر حسب بار bar)

ج – دمای آب برگشتی (برحسب درجه سانتیگراد)

د – دمای آب جریانی (برحسب درجه سانتیگراد C)

ه – روش ایجاد فشار (مثلا توسط بخار آب , گاز , فشار استاتیکی و یا تلمبه کردن پیوسته .)

و – مشخصات سیستم کنترل مدار آب داغ

الف 5: اطلاعات کلی

الف 5-1: سوخت‌های مایع – مشخصات و ترکیبات

الف 5-2: سوخت‌های گازی – نوع و مبداء . مشخصات و ترکیبات . ارزش حرارتی ناخالص [178] و خالص [179] فشار گاز قابل دسترسی در محل نصب .

الف 5-3: سوخت‌های جامد , از حمله سوخت‌های زباله‌ای – نوع و مبداء (مثل کشور , منطقه , معدن , سازنده ضمانت صنعتی ,) مشخصات و ترکیبات (مثلا حالت مواد به صورتی که تحویل داده می‌شوند ارزش حرارتی ناخالص و خالص , اندازه دانه و نقطه ذوب خاکستر)

الف 5-4: سوختهای مخلوط – نسبت سوختهای مختلف و روش احتراق (این موضوع احتیاج به توافق بین خریدار و سازنده دارد .)

الف 5-5: مقادیر مشخصه – حدود پاره‌ای از مقادیر مشخصه معین که ضمانت‌ها بر مبنای آنها انجام خواهد گرفت . (این موضوع احتیاج به توافق بین خریدار و سازنده دارد).

الف 5-6: نیروی برق مصرفی – مشخصات (مثلا ولتاژ , فرکانس , تعداد فازها تعداد سیم‌ها و هرگونه محدودیت برای بکاراندازی مستقیم متورها).

الف 5-7: شرایط محل نصب – مسئولیت برای نصب , ارتفاع از سطح دریا و شرایط آب و هوائی .

الف 5-8: گازهای خروجی از دودکش (احتراق از دودکش – حدود مجاز محصولات احتراق در خروجی دودکش برای سوخت مورد استفاده مطابق مقررات مربوط به منطقه نصب .

پیوست (ب)

نمونه‌های شاخصی از جزئیات جوش قابل قبول :

ب :

1: کلیات :

هدف از نقشه‌های ارائه شده در این ضمیمه عبارت است از بیان پیشنهادهائی در مورد اتصالاتی که توسط روش قوس الکتریکی دستی , در دیگ‌های ساخته شده از فولاد کربنی با حداقل ضخامت پوسته 6 میلیمتر جوش شده‌اند . انواع اتصالات یاد شده مطابق زیر می‌باشند :

الف – آماده نمودن ورق برای جوش لب به لب درزهای طولی و محیطی ب (1)

ب – درزهای متقاطع در صفحات انتهائی ب (2)

ج – اتصالات صفحه انتهائی یا صفحه لوله به پوسته ب (3)

د – اتصالات صفحه انتهائی یا صفحه – لوله به لفاف محفظه برگشت و یا آتشدان ب (4)

ه – اتصالات صفحه انتهائی به کوره ب (5) و (6)

و – اتصالات صفحه – لوله محفظه برگشت به کوره ب (5)

ز – لوله خروج خاکستر ب (7)

ح – اتصالات لوله عرضی ب (8)

ط – حلقه‌های پایه ب (9)

ی – دریچه حفره آتش ب (10)

ک – جزئیات آماده سازی جوش برای انشعاب‌ها ب (11)

ل – انشعابات بدون حلقه‌های تقویتی اضافه شده

1– انشعابات برون قرار گرفته شده ب (12) تا ب (17)

2– انشعابات درون قرار گرفته ب (18) تا ب (23)

3– اتصالات آهنگری شده ب (24) تا ب (25)

م – انشعابات با حلقه تقویتی اضافه شده

1– انشعابات برون قرار گرفته ب (26)

2– انشعابات درون قرار گرفته ب (27)

ن – اتصالات میله‌ای دو سر رزوه شده و بوش‌ها

1– اتصالات میله‌ای رزوه شده لب به لب جوش شده ب (28)

2– اتصالات میله‌ای رزوه شده با جوش گوشه ب (29)

س – قاب دریچه آدم رو ب (30)

ب 2: هدف :

هدف از این ضمیمه نشان دادن موارد تجربه شده معمول و پذیرفته شده است و نه ارائه استاندارد اتصالات که ممکن است اجباری تلقی شده و موجب محدودیت پیشرفت و نوآوری گردد .

تعدادی از اتصالات در این پیوست ذکر نگردیده‌اند , گرچه این اتصالات صحیح می‌باشند , ولیکن فقط در کار بردها موارد و محل‌های بخصوصی می‌توان از آنها استفاده نمود . از این گذشته به وضع کردن متممها و ضمیمه‌ها در آینده , جهت انعکاس پیشرفت روش‌ها و فنون جوشکاری اقدام خواهد شد .

ب 3: انتخاب جزئیات :

اتصالات توصیه شده و نه باید به طور یکسان برای شرایط کاری مختلف مناسب فرض شوند . و نه ترتیب نشان دادن آنها نشانگر خصوصیات مکانیکی مربوطه می‌باشد . برای انتخاب جزئیات مناسب جهت استفاده از بین چندین شق نشان داده شده برای هر نوع اتصال , توجه را باید به شرایط ساخت و کار مربوط به آن معطوف نمود .

ب 4: جزئیات جوش و ابعاد :

ب – 4–1: کلیات :

محدودیت‌های آورده شده در ب (4–2) تاب (4–4) بر مبنای موارد پذیرفته شده متداول می‌باشند , لیکن متناسب با روشهای به خصوص جوشکاری و یا شرایط طراحی می‌توان آنها را تغییر داد .

ب – 4–2: ابعاد جوش :

ابعاد جوش , برای مثال , ضخامت گلوگاه جوش باید چنان باشد که قدرت تحمل بار کامل وارد به قطعات متصله را داشته باشد .

ب – 4–3: تغییرات :

ممکن است مواردی پیش آید که به توان در آنها تغییراتی در جهت بهبود , مطابق زیر به وجود جوش آورد :

الف : تغییرات جزئیات آماده سازی جوش جهت مناسب نمودن آن برای روشهای خاص جوشکاری , و یا :

ب : تغییر اندازه‌های جوش جهت مناسب نمودن آن برای شرایط طراحی و کار .

ب – 4–4: اتصالات لب به لب (شامل اتصالات لب به لب بشکل T از نوعی که در شکل ب (3) نشان داده شده است) در مواردیکه اتصالات لب به لب با نفوذ کامل نشان داده شده‌اند , منظور اینست که پشت جوش باید تراشه برداری و یا کنده‌کاری (با قلم) شود یا , روش جوشکاری باید آن چنان باشد که ریشه جوش از شرایط مطلوبی برخوردار باشد .

ب – 4–5: جزئیات آماده‌سازی جوش جهت انشعاب‌ها :

جزئیات توصیه شده برای آماده نمودن جوش (به عنوان مثال , زاویه‌های پخ [180] شعاعهای ریشه و وجوه ریشه) توسط حروف و ارقام داخل دایره‌ها که خواننده را به جزئیات نشان داده شده در شکل ب (11) راهنمائی می‌نمایند مشخص شده‌اند . این جزئیات جهت ایجاد شرایطی مناسب برای جوشکاری و نیز جهت سهولت در به جای گذاشتن فلز جوش سالم در ریشه اتصال , طراحی شده‌اند .

این مطلب به خصوص در مورد جوشهای به صورت شیار تکی [181] و یا به صورت J تکی , مهم می‌باشد . و اگر بتوان بین این دو جوش حق انتخاب داشت , کلا توصیه می‌شود که اگر عمق و یا ضخامت گلوگاه جوش از حدود 16 میلیمتر تجاوز نماید , ارجحیت به دومی داده شود .

ب – 5: اتصالات از نوع توصیف شده در شکل‌های ب (3) و ب (12) تا ب (17) و ب (19) تا ب (28.)

ب – 5–1: اندازه‌ها و شکل جزئیات انتخاب شده می‌توانند بر امکان پذیری و یا بازدهی آزمایش آلتراسونیک تاثیر بگذارند . این موضوع همچنین ممکن است تابعی از دستگاه و مدت زمان موجود نیز باشد . اگر انجام آزمایش التراسونیک خواسته شده باشد , باید به این عوامل توجه لازم مبذول داشت .

ب – 5–2: اگر جوشها فقط از یک طرف داده شده باشند , فصل مشترک فلز و نفوذ جوش باید دوره صاف داشته و تخت یا اندکی مقصر باشند .

ب – 5–3: استفاده از صفحه تقویتی حلقه‌ای برای مواردیکه تغییرات شدید دما (1) موجود می‌باشد مناسب نیست .

ب – 5–4: اگر صفحه تقویتی حلقه‌ای مورد استفاده قرار گیرد , مقاومت اسمی ورق مورد استفاده برای حلقه باید همانند مقاومت ورق پوسته باشد .

ب – 5–5: اگر از اتصالات با نفوذ غیرکامل استفاده شود , احتمال حضور عیوب در شیشه جوش وجود دارد از آنجا که همواره چنین عیوبی را نمی‌توان ردیابی و یا توسط روشهای غیرمخرب تفسیر نمود , استفاده از اتصالات نفوذ غیرکامل , برای مواردیکه تغییرات شدید دما (به خصوص زمانی که این تغییرات دارای طبیعتی نوسانی باشند) موجود می‌باشد , مناسبت نیست .

ب – 5–6: اگر انجام آزمایش التراسونیک توسط این استاندارد خواسته شده باشد , ممکن است که آزمایش جوش اتصال بین پوسته و انشعاب , قبل از جفت نمودن حلقه تقویتی بر روی پوسته , لازم باشد .

ب – 6: انشعابات از انواع نشان داده شده در شکل‌های ب (12) تا ب (17) و ب (19) تا ب (28.)

ب – 6–1: ابعاد جوش :

ابعاد جوشهای نشان داده شده چنان انتخاب شده‌اند که استحکام کامل قطعات بهم پیوسته را تأمین نمایند (همچنین بند ب 4–2 و ب 4–3 و نیز ب 1–2–7 ملاحظه گردند .)

ب – 6–2: جزئیات آماده سازی جوش :

مادامی که هر دو نوع جوش تک پخ [182] و J شکل [183] به عنوان قابل قبول در اندازه‌های کوچکتر نشان داده شده‌اند به طور کلی نوع دوم به خاطر بدست آوردن شرایط بهتر ریشه جوش ترجیح داده می‌شود و توصیه می‌شود که جوشهای J شکل از نظر اندازه تا عمق‌های حدود 16 میلیمتر محدود شوند (همچنین بند ب 3–4 و ب 5–4 ملاحظه گردند .)

ب –7: انشعابات بدون حلقه تقویتی :

شکلهای ب (12) تا ب (17) و ب (19) تا ب (25.)

ب – 7–1: انشعابات برون قرار گرفته :

اگر از انشعابات برون قرار گرفته استفاده شده باشد , ضرورت آزمایش ورق پوسته در اطراف سوراخ انشعاب از نظر دو پوستگی باید مورد آزمایش قرار گیرد .

ب 7–2: انشعابات درون قرار گرفته :

ب 1–2–7: ابعاد جوش :

نوع اتصالات انشعاب به پوسته و ابعاد جوشهای بکار رفته ممکن است توسط عواملی چند در شرایط کاری که دیگ برای آنها طراحی شده , تحت تاثیر قرار گیرند . جهت راهنمائی کلی در این پیوست اندازه‌های جوش برای انواع اتصالات توصیه شده نشان داده شده‌اند . انتخاب این اندازه‌ها بر این مبنا استوار است که اتصالات جوش شده باید در کشش انشعابات شعاعی استحکام کامل از خود نشان دهند . آن چنان که در شکل‌های ب (18,) (الف) و (ب) نشان داده شده‌اند .

در نتیجه به طور کلی لازم نخواهد بود که جوشهای بزرگتری از آنچه که نشان داده شده است به کار روند .

بطور تقریب فرض شده که ضخامت گلوگاه جوش باید دو برابر ضخامت انشعاب باشد . همچنین فرض شده که جوشها به طور معقول در اطراف ضخامت کامل اتصال , یکنواخت باشند .

مضافاً توصیه می‌شود , زمانی که ضخامت انشعاب از نصف ضخامت پوسته تجاوز نماید , باید از اتصالات با نفوذ کامل با جوش گوشه که ضخامت کل گلوگاه آن 20% ضخامت پوسته می‌باشد , آن چنانکه در شکل‌های ب (18,) (ج) و (د) نشان داده شده‌اند , استفاده شود . این ضخامت اضافی گلوگاه به این جهت توصیه شده که جبران سختی عمل به جا گذاشتن جوشهای کاملا مرغوب در اتصالات نازلها و نیز جبران سختی به کار بردن روشهای غیر مخرب برای آزمایش کردن آنها را بنماید . همچنین هدف از این جوشهای گوشه , فراهم آوردن یک پروفیل هندسی معقول می‌باشد به دلایل عملی , یک اندازه حداقل 6 میلیمتری برای اندازه جوش گوشه در نظر گرفته شده است .

ممکن است در پاره‌ای از شرایط کاری , جوشهای کوچکتری هم کافی باشند . در چنین مواردی به شرط توافق با مرجع معتبر بازرسی می‌توان اندازه‌های جوش را کاهش داد .

ب 2-2-7: فضای خالی بین انشعابات و پوسته :

فضای خالی بین انشعاب و پوسته نباید از 3 میلیمتر تجاوز نماید . فضاهای خالی پهن‌تر , تمایل به ترک خوردن خود به خود به هنگام جوشکاری را زیاد می‌نمایند .

این تمایل به خصوص با زیاد شدن ضخامت قطعاتی که به هم متصل می‌شوند , شدت می‌یابد .

ب 3-2-7: حذف گوشه‌های تیز داخلی در دهانه انشعاب :

گوشه‌های داخلی در دهانه‌های انشعابات درون قرار گرفته , گرد نشان داده شده‌اند , این باین خاطر است که در این نقطه تمرکز تنش اتفاق می‌افتد . این احتیاط زمانی توصیه می‌شود که اتصال انشعاب , کاملا تحت تنش و یا در معرض خستگی باشد لیکن در صورتیکه این شرایط اتفاق نیافتند , به جا آوردن چنین احتیاطی لازم نیست .

ب 4-2-7: نحوه ایجاد سوراخ در پوسته :

در مورد انشعابات درون قرار گرفته از انواع نشان داده شده در شکل‌های ب (19) تا ب (22,) سوراخ روی پوسته را می‌توان به دو صورت زیر بریده و شکل داد :

الف : عمق شیارهای B و D را به دور سوراخ می‌توان ثابت در نظر گرفتن آن چنان که در شکل ب (18,) (ه) نشان داده شده است . این مورد معمولا مبنائی است که با توجه به آن , نقشه‌ها تهیه شده‌اند .

ب : ریشه‌های شیارهای جوش می‌توانند در یک صفحه باشند , به عنوان مثال زمانی که آنها به وسیله ماشین سوراخ شده‌اند , که در این مورد , عمق شیارها در اطراف سوراخ تغییر خواهد نمود , آن چنان که در شکل ب (18,) (و) نشان داده شده است .

ب 8: انشعابات با حلقه‌های تقویتی اضافه شده در شکل‌های ب (26) و ب (27)

ب 8-1: کلیات :

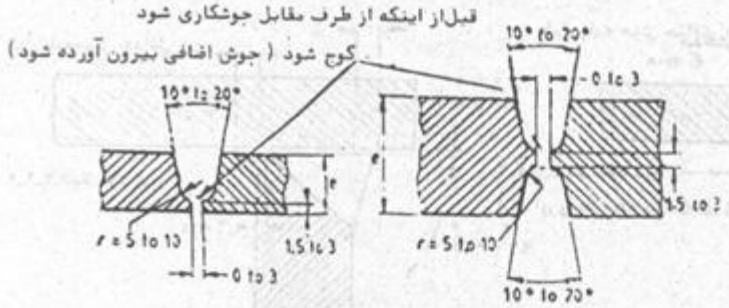
حلقه‌های تقویتی باید در تماس کامل با پوسته بوده و سوراخهای خبرکن باید در آنها ایجاد شوند .

ب 8-2: انشعابات درون قرار گرفته :

فضای خالی بین انشعاب و پوسته نباید از 3 میلیمتر تجاوز نماید . فضاهای خالی پهن‌تر , تمایل به ترک خوردن خود به هنگام جوشکاری را زیاد می‌نمایند . این تمایل به خصوص با زیاد شدن ضخامت قطعاتی که به هم متصل می‌شوند شدت می‌یابد .

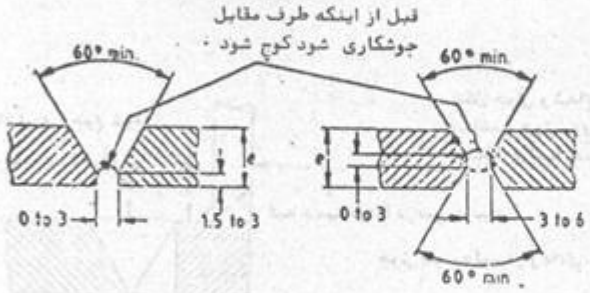
ب - 9: فلنجها :

برای جزئیات جوش فلنجها به استاندارد ملی ایران به شماره [184] رجوع گردد .



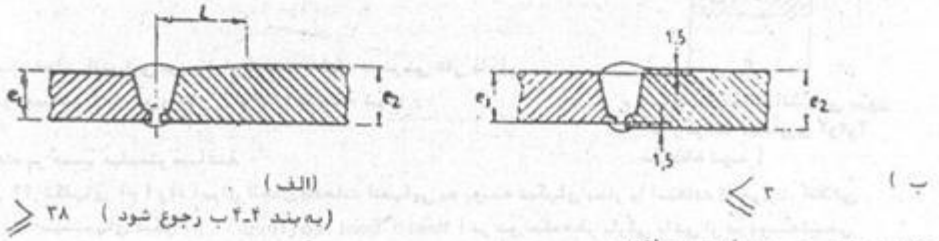
یادآوری ۱ : Lagouge

یاد آوری۲: استفاده از حداقل فاصله و حداقل زاویه باید هماهنگ با حداکثر شعاع r تا ۱۰ میلیمتر باشد ۰ متقابلا " حداکثر فاصله و حداکثر زاویه باید هماهنگ با حداقل شعاع تا ۵میلیمتر باشد ۰



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

شکل ب (۱) آماده سازی ورق برای جوش لب به لب جهت درز طولی و محیطی



(الف)

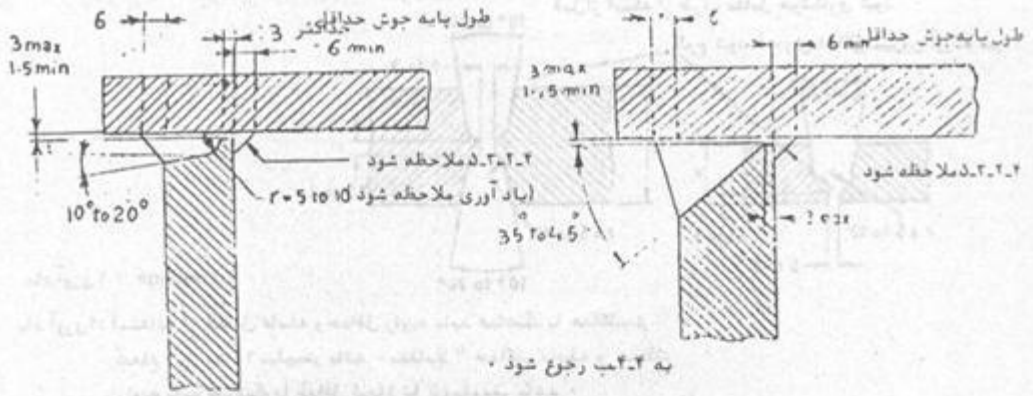
(به بند ۲-۴ ب رجوع شود) ≥ ۳۸

ب) ≤ ۳

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

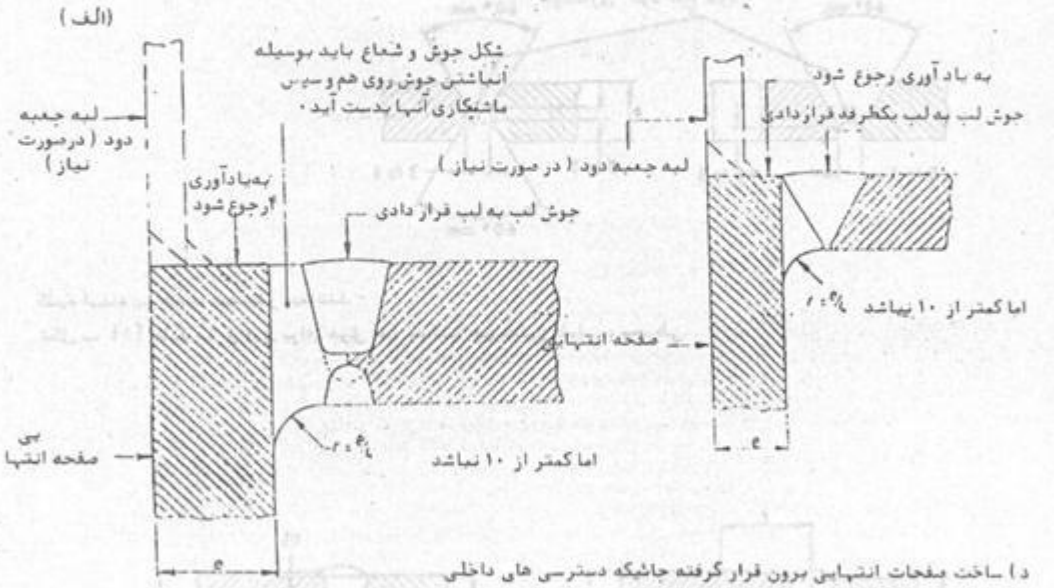
یاد آوری : آماده سازی بصورت ۲ نیز ممکن است بکار رود ۰

شکل ب (۲) برزهای منقاطع در صفحات انتهایی



به ۲-۴ب رجوع شود ۰

یاد آوری ۱) استفاده از حداقل زاویه باید هماهنگ با حداکثر شعاع تا ۱۰ میلیمتر باشد متقابلا " حداکثر زاویه باید هماهنگ با حداقل شعاع تا ۵ میلیمتر باشد



د) ساخت صفحات انتهایی برون قرار گرفته جائیکه دسترسی های داخلی محدود میباشد (یادآوری های (۲و۳و۴) ملاحظه شوند ۰

ح) ساخت صفحات انتهایی برون قرار گرفته (یادآوری ۲و۳و۴ ملاحظه شوند)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

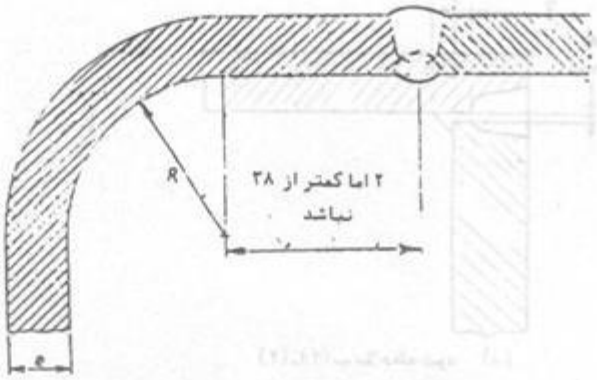
یاد آوری ۲) شکلهای (ح) و(د) برای اتصال صفحات انتهایی به پوسته دیگهای بخار با استفاده از حرارت اتلافی سیستمهای دیگر (Waste heat boilers) در صورتیکه خطر پارگی ناشی از دو پوسته شدن وجود داشته باشد ۰ این روش اتصال باید در دیگهای دسته ۱ فقط استفاده شود ۰

یادآوری ۳) از اتصالات لب به لب قرار دادی استفاده میشود بکار بردن شکل فوق الزامی نمی باشد ۰

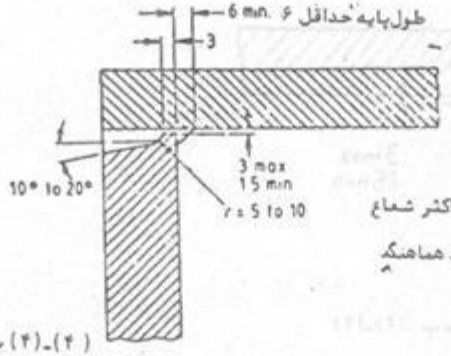
یاد آوری ۴) اگر لبه جمعه دود بوسیله جوشکاری همانطور که نشان داده شده باشد یک شیار ماشینکاری شده برای تقلیل در تجمع تنش ترجیح داده میشود ۰

یاد آوری ۵) برای آزمایشهای غیر مخرب به ۲-۵۰۶ رجوع شود ۰

شکل (۳) ب اتصال صفحات تحت انتهایی فلنج نشده یا صفحه لوله ها به پوسته

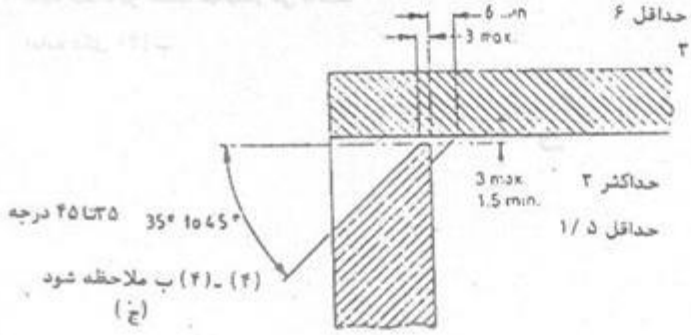


(۴)ـ (۴) ب ملاحظه شود
(الف)



استفاده حداقل زاویه باید هماهنگ با حداکثر شعاع تا ۱۰ باشد . متقابلا " حداکثر زاویه باید هماهنگ با حداقل شعاع تا ۵ باشد.

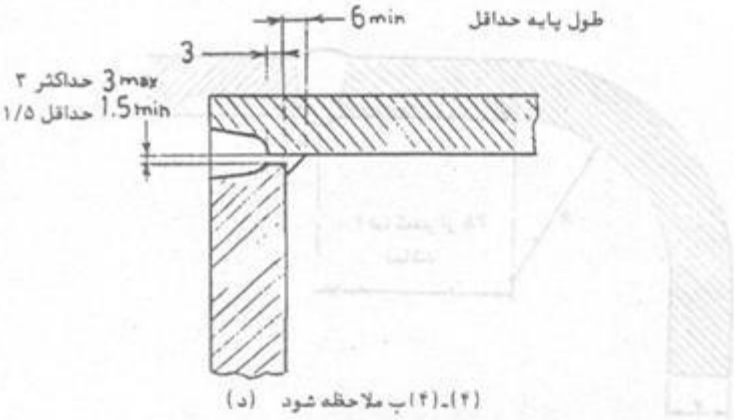
(۴)ـ(۴) ب ملاحظه شود
(ب)



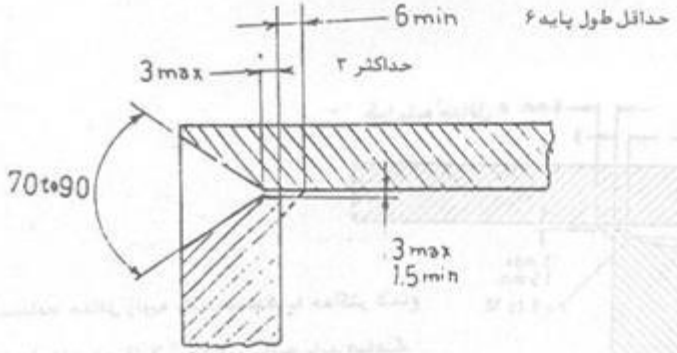
(۴) ـ(۴) ب ملاحظه شود
(ج)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند .

شکل (۴) ب : اتصال صفحات انتهایی با صفحه لوله ها به محفظه بر گشتی یا ورقهای لفافه آتشدان



(۴)ـ(۴)ب ملاحظه شود (د)

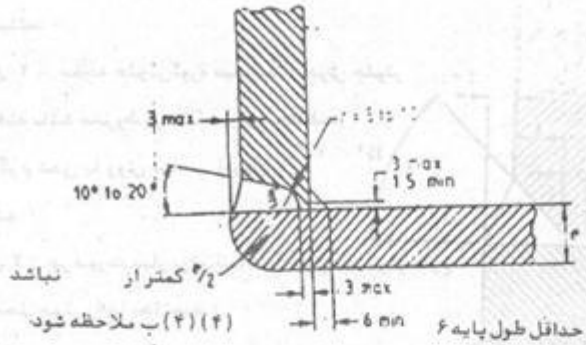


(۴)ـ(۴). ب ملاحظه شـــود

(ه)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند .

ادامه شکل (۴) ب

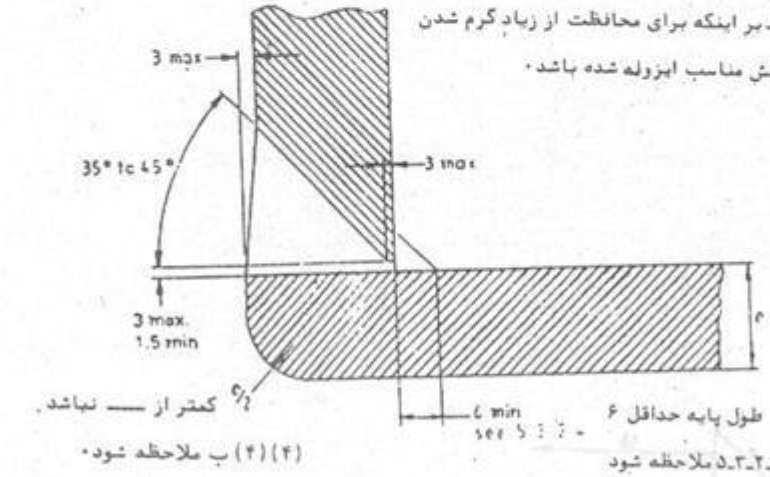


۴-۱-۳-۵ ملاحظه شود

استفاده از حداکثر زاویه باید هماهنگ با حداکثر شعاع ۱۰ تا ۱۰ باشد متقابلا" حداکثر زاویه باید هماهنگ با حداقل شعاع ۲ تا ۵ باشد.

باد آوری : در صورتیکه انتهای کوره به سمت شعله یا دمای نسبتا" بالا باشد ضروری است که شعاع لبه ورق از $\frac{e}{2}$ کمتر نباشد. برای مثال ورودی به محفظه برگشت .

باد آوری ۲ : صفحه جلویی کوره میتواند از جوش جلوتر قرار گرفته باشد مشروط بر اینکه برای محافظت از زیاد گرم شدن با روکش مناسب ایزوله شده باشد.



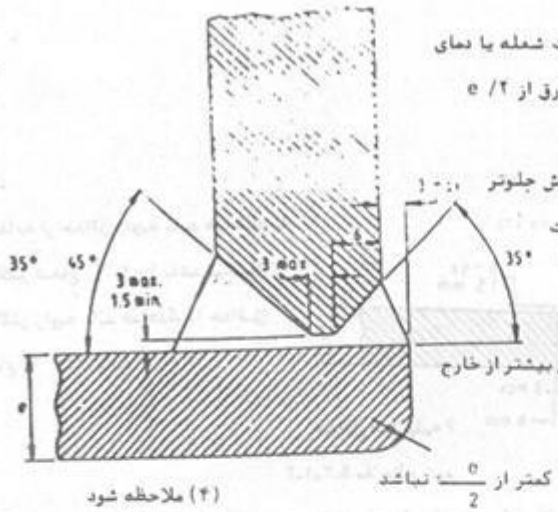
۴-۲-۳-۵ ملاحظه شود

باد آوری : هنگامی ضروری است که شعاع لبه ورق از $\frac{e}{2}$ کمتر نباشد که انتهای لوله دودبه سمت شعله یا دما نسبتا" بالا باشد.

باد آوری ۱ : در صورتیکه انتهای کوره به سمت شعله یا دمای نسبتا" بالا باشد ضروری است که شعاع لبه ورق از کمتر نباشد . برای مثال ورودی به محفظه برگشت .

باد آوری ۲ : صفحه جلویی کوره میتواند از جوش جلوتر قرار گرفته باشد مشروط بر اینکه برای محافظت از زیاد گرم شدن با روش مناسب ایزوله شده باشد.

شکل (۵)ب اتصال کوره ها به صفحات انتهایی یا صفحه لوله های محفظه برگشت



کمتر از $\frac{e}{2}$ نباشد

(۴) ملاحظه شود

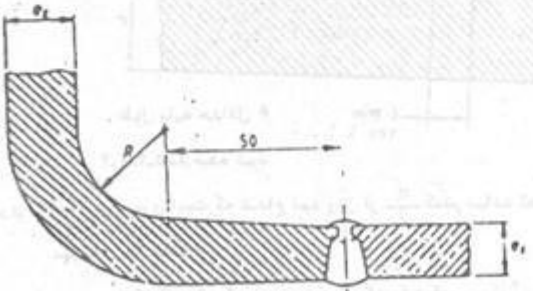
باد آوری ۱ : در صورتیکه انتهای کوره به سمت شعله یا دمای نسبتا" بالا باشد ضروری است که شعاع لبه ورق از e/۲ کمتر نباشد ۰

باد آوری ۲ : صفحه جلوبی‌کوره میتواند از جوش جلوتر قرار گرفته باشد مشروط بر اینکه برای محافظت از زیاد گرم شدن با روش مناسب ایزوله شده باشد ۰

باد آوری ۳ : در صورت نیاز برای انباشتن جوش بیشتر از خارج میتوان محل جوش را جا بجا نمود ۰

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

ادامه شکل (۵) ب

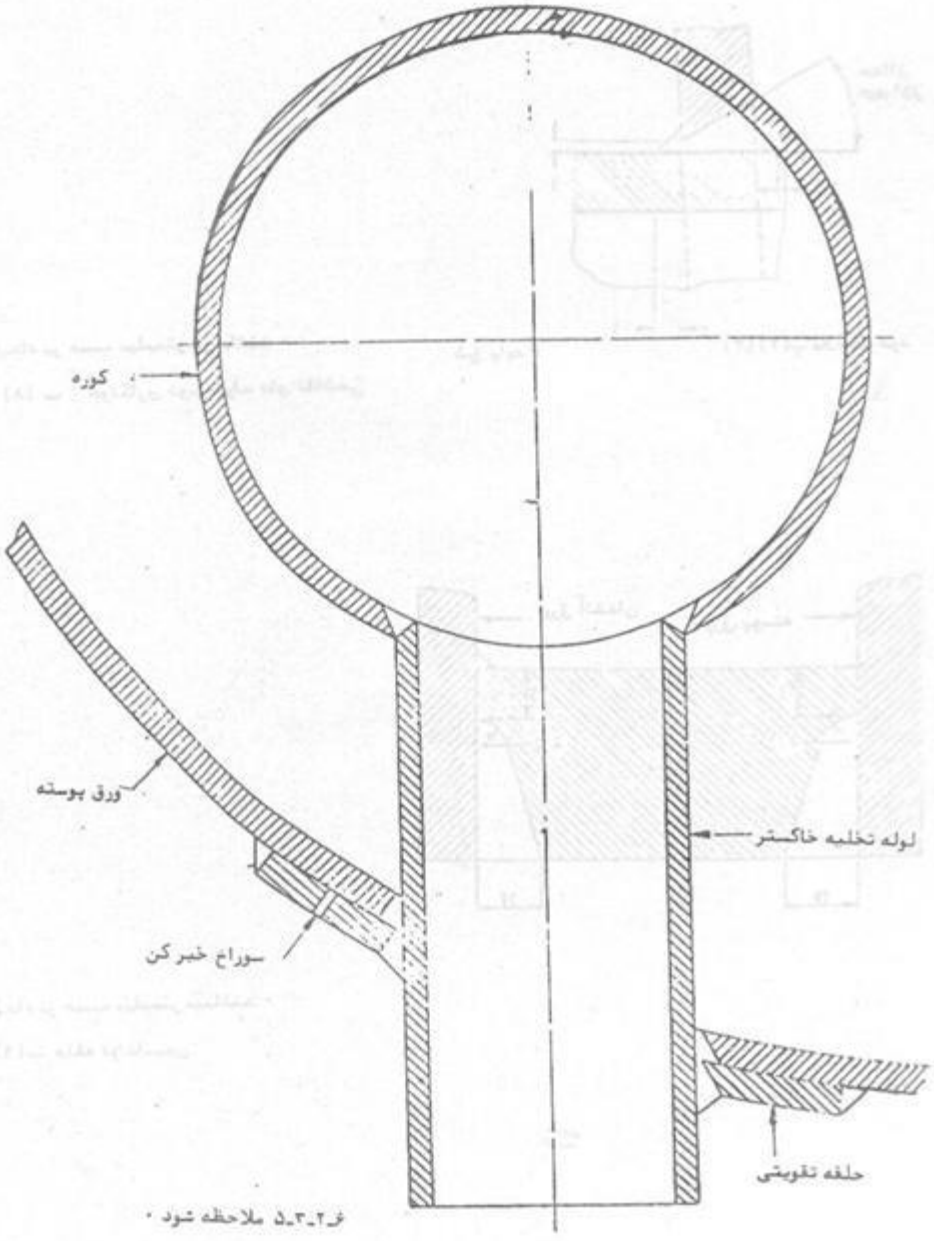


(۴) (۴) ب ملاحظه شود

(ج)

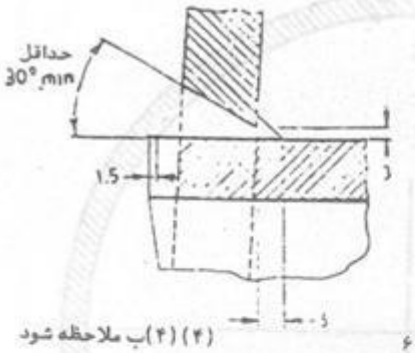
کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

شکل (۶) ب اتصال کوره ها به صفحات انتهایی لبه بر گشته ۰



ف-۲-۳-۵ ملاحظه شود ۰

شکل (۷)آ-ب : روش معمول اتصال لوله تخلیه خاکستر ۰

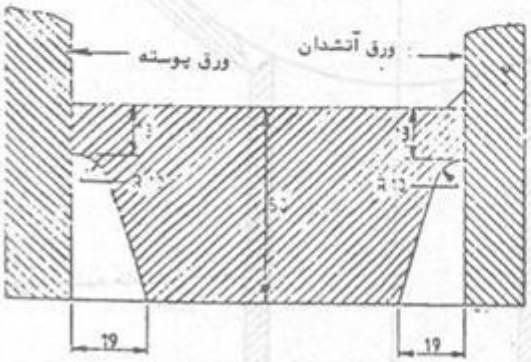


(۴) (۴)ب ملاحظه شود

طول پایه ۶

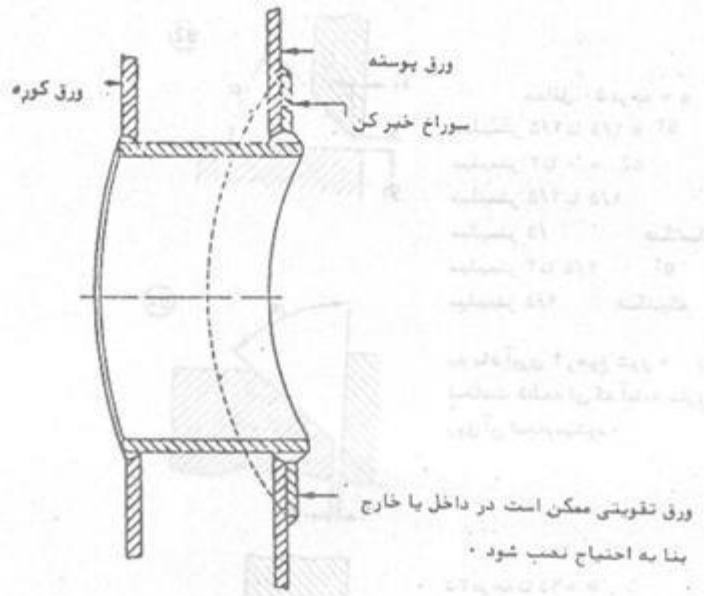
کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند .

شکل (۸) ب : جوشکاری ذوبی لوله های تقاطعی

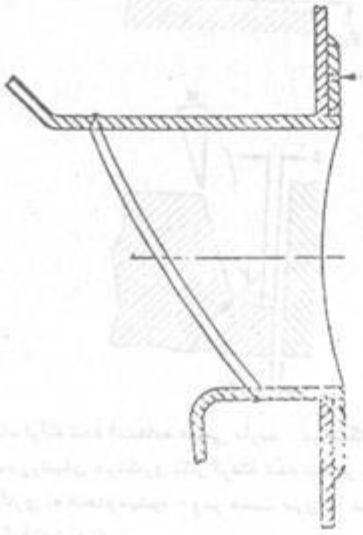


کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند .

شکل (۹) ب حلقه فونداسیون



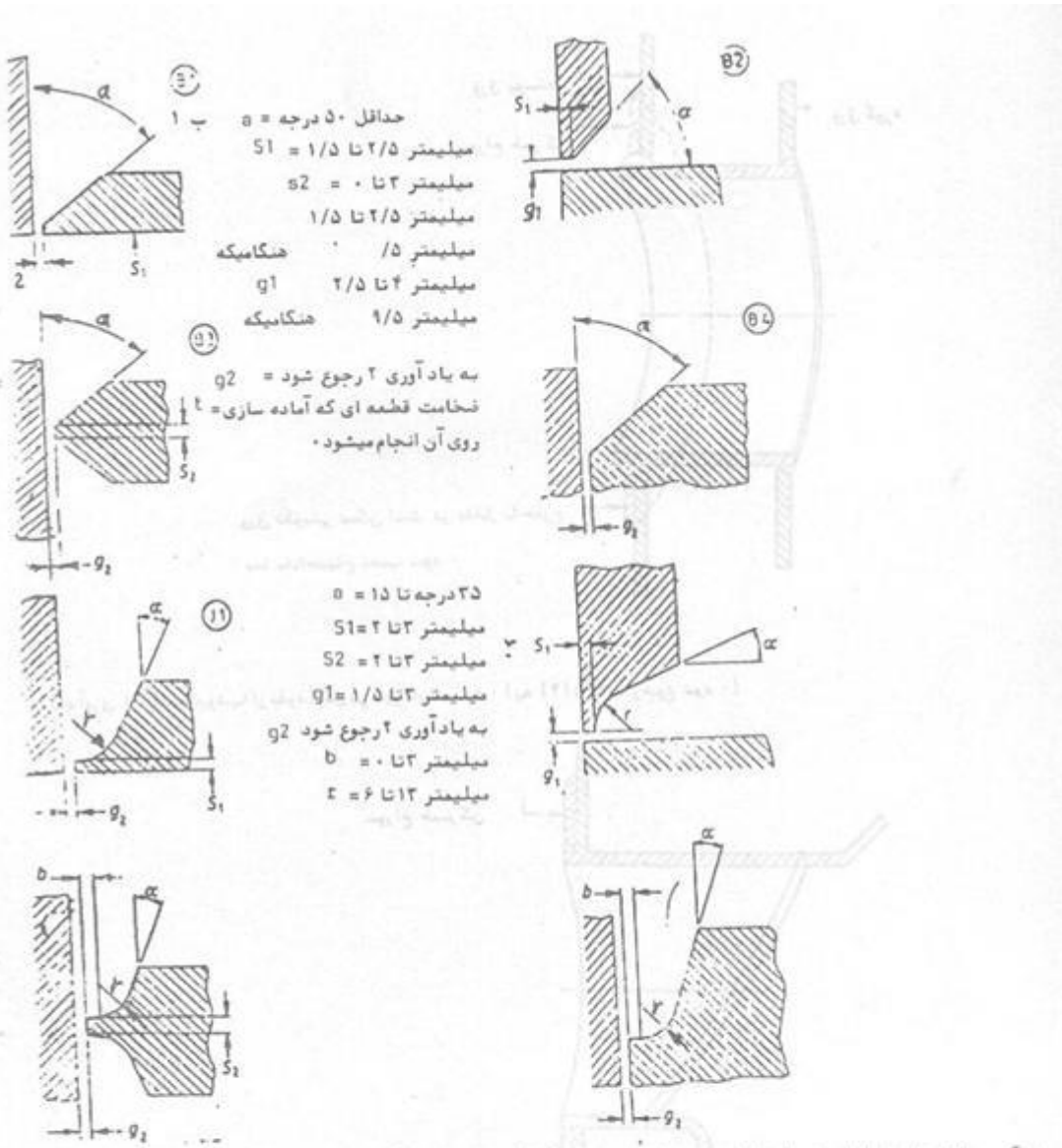
یادآوری : کلیه جوشها از نفوذ کامل بر خوردار هستند . (به (۴) (۴) ب رجوع شود .)



یادآوری : کلیه جوشها از نفوذ کامل بر خوردار هستند (به (۴) (۴) ب رجوع شود .)

(ب)

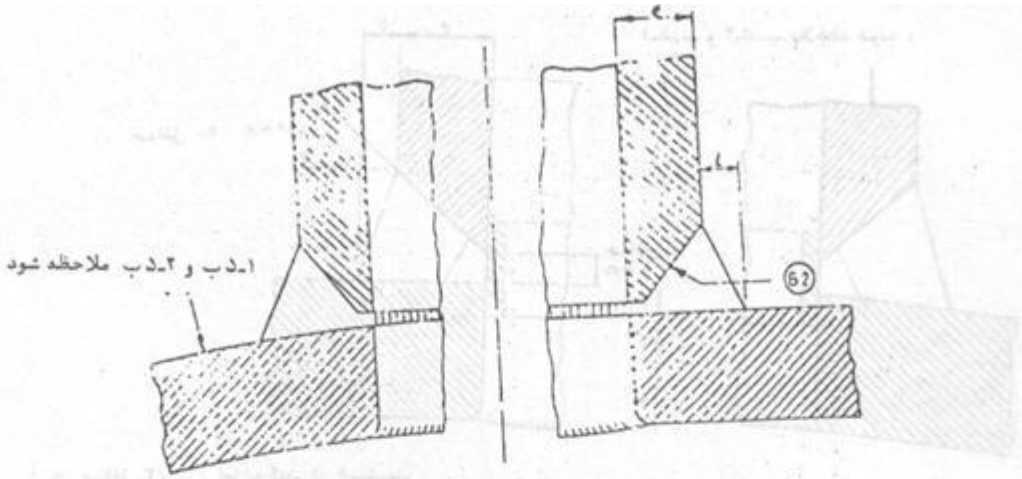
شکل (۱۰) ب : روش متداول اتصال دریچه، سوراخ آتش



یاد آوری (۱) :ابعاد ارائه شده استفاده عمومی دارند ۰ در هنگام استفاده از حداکثر و حداقل ابعاد که میتوانند بنا به روشهای جوشکاری بکار گرفته شده تغییر نمایند ۰ (برای مثال اندازه و نوع الکترود) وضعیت جوشکاری که انجام میشود ۰ و بر حسب ضرورت عملی بودن انجام آزمون غیر مخرب احتیاط لازم باید بکار گرفته شود ۰

یاد آوری (۲) : پیشنهاد میشود که فاصله بین انشعاب و پوسته تحت هیچ شرایطی از ۳ میلیمتر تجاوز ننماید ۰ فاصله بیشترامکان بروز ترکهای نا خواسته را افزایش دهد ۰مخصوصا" اگر ضخامت قسمتهای متصل شده نیز افزایش یابد ۰

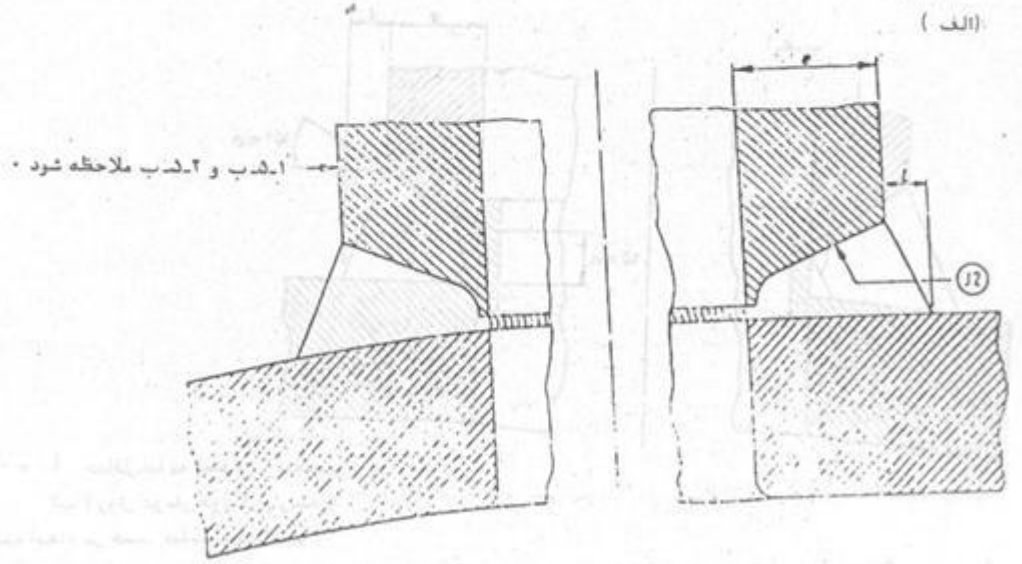
شکل (۱۱) ب : استاندارد جزئیات فرآهم نمودن جوش



ℓ = حداقل c/۳ اما کمتر از ۶ میلیمتر نباشد .

یادآوری : اگر c از ۱۶ میلیمتر تجاوز نماید جزئیات داده شدهٔ در شکل (ب) (۱۲) ترجیح داده میشود.

(الف)

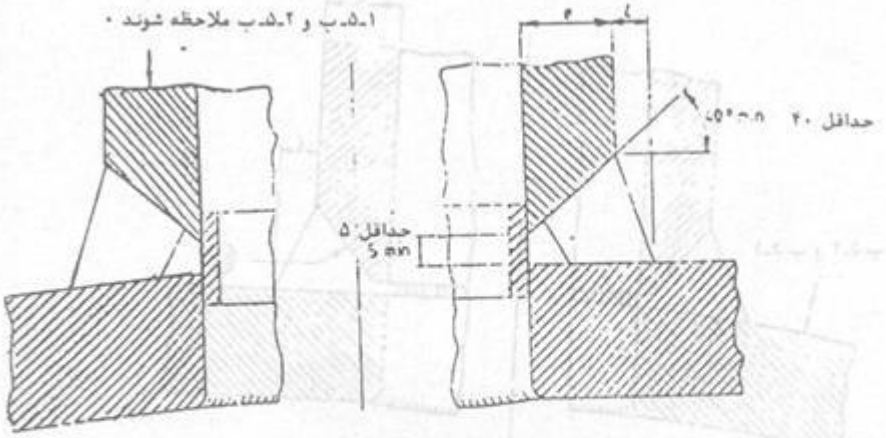


ℓ = حداقل c/۳ اما کمتر از ۶ میلیمتر نباشد.

(ب)

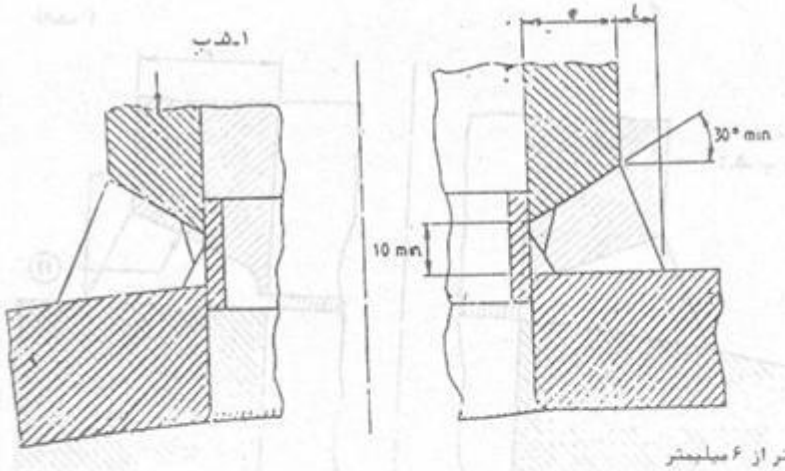
شکل (۱۲) ب انشعابات برون قرار گرفته .

۱-۵-ب و ۲-۵-ب ملاحظه شوند ۰



l = حداقل e/۳ اما نه کمتر از ۶ میلیمتر

(الف) روش یکبار جوشکاری ریشه ۰



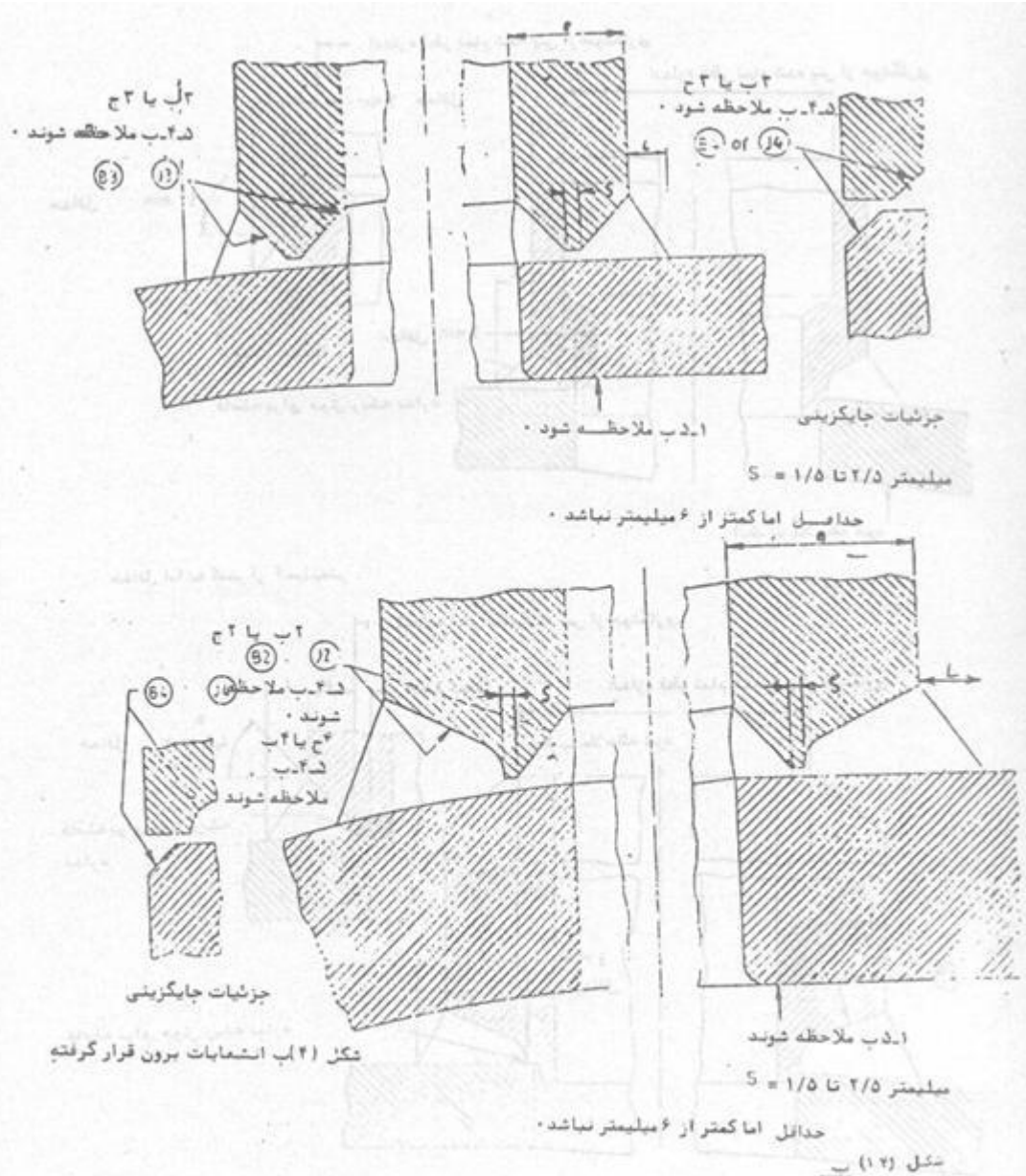
$l = \frac{e}{3}$ حداقل اما نه کمتر از ۶ میلیمتر

(ب) روش دو بار جوشکاری ریشه ۰

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند

یادآوری : ترکیبات شیمیائی حلقه پشت بند باید مشابه با همان پوسته مخزن باشد توجه لازم باید مبذول گردد که اتصال پشت بند که پس از جوشکاری بر داشته میشود کاملا " نشسته باشد ۰ پس از برداشتن نوار پشت بند سطح آن باید سنگ زده و کاملا " صاف گردد و برای هر گونه ترک بوسیله مایع نافذ ، روش - مغناطیسی یا روشهای مشابه آزمایش شود ۰

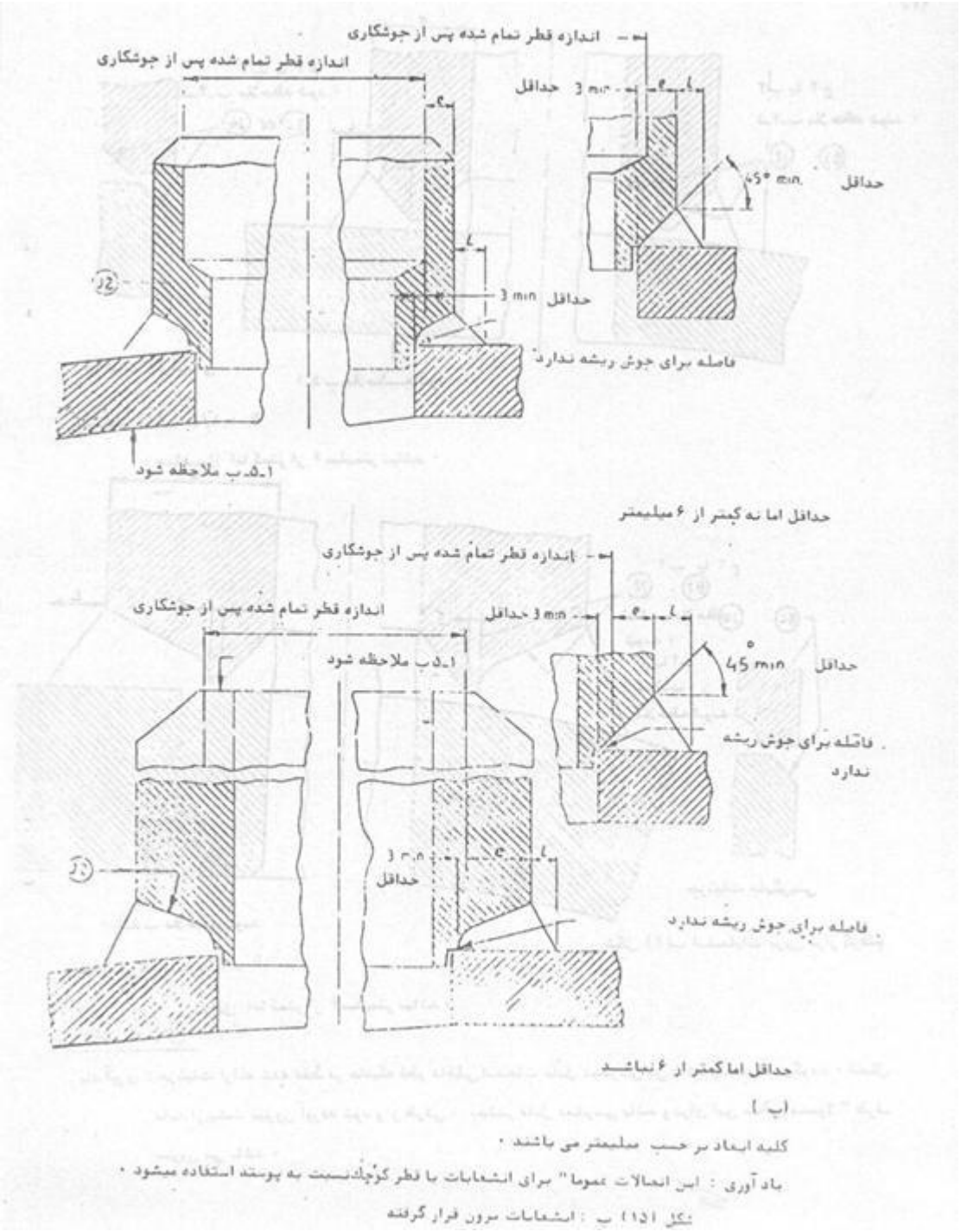
شکل (۱۲) ب -انشعابات برون قرار گرفته ۰



شکل (۴) ب انسعابات برون قرار گرفته

شکل (۱۲) ب

یادآوری : جزئیات ارائه شده فقط در جائیکه قطر داخلی انسعاب قابل دسترسی می باشد پیشنهاد میگردد ۰ اتصال بایر از پشت بیرون آورده شود و ز طرفی بیشتر قابل دسترسی باشد و برای این منظور معمولا " طرف بیرون می باشد ۰

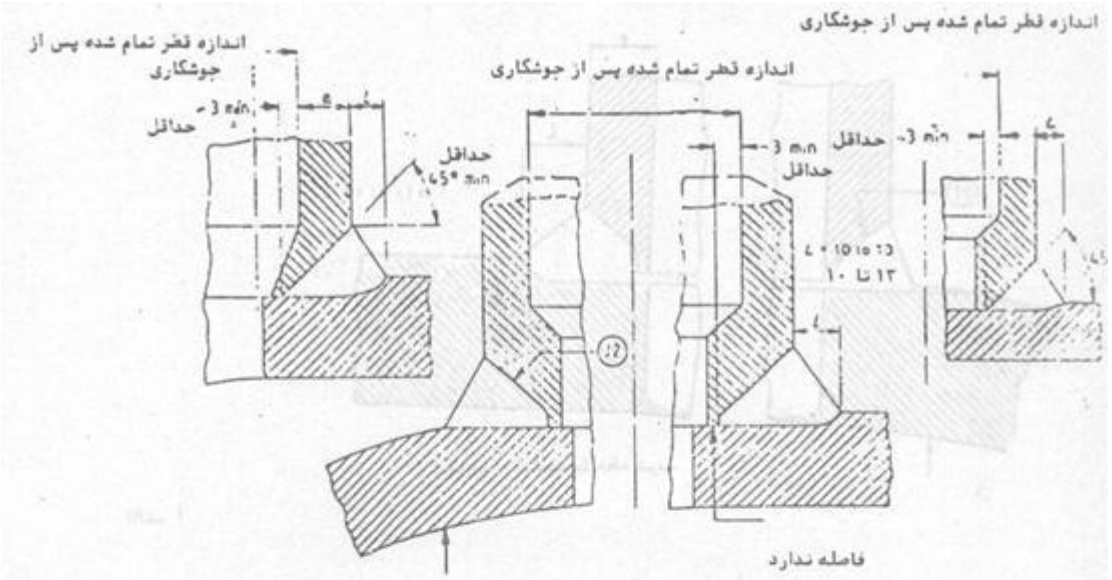


(ب)

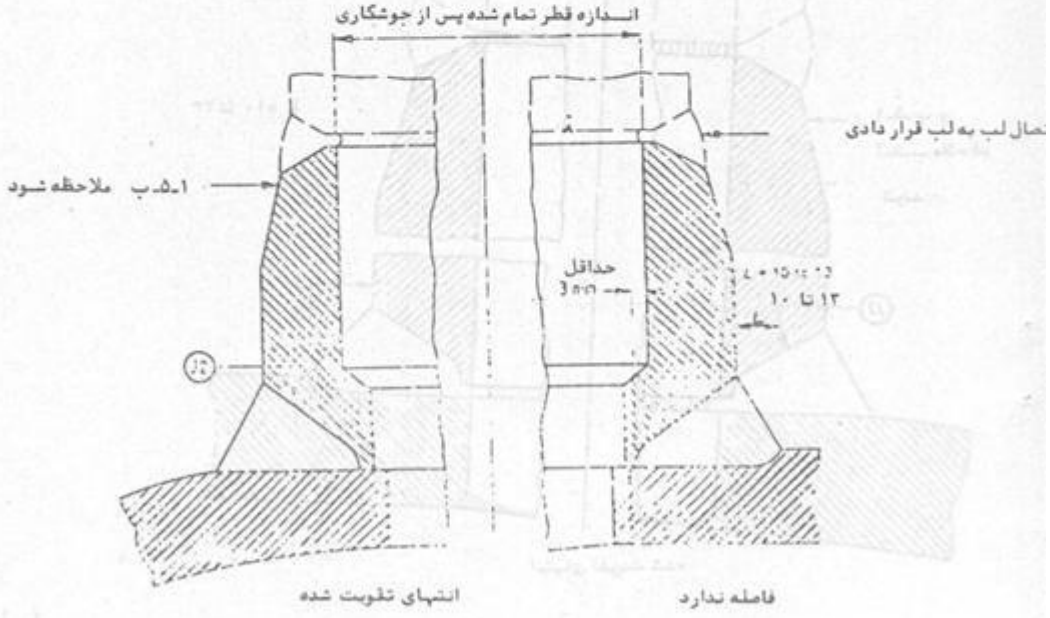
کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند .

یاد آوری : این اتصالات عموما" برای اتصالات با قطر کوچک نسبت به پوسته استفاده میشود .

شکل ۱۵۱) ب : اتصالات برون قرار گرفته



۱-۵ب ملاحظه شود

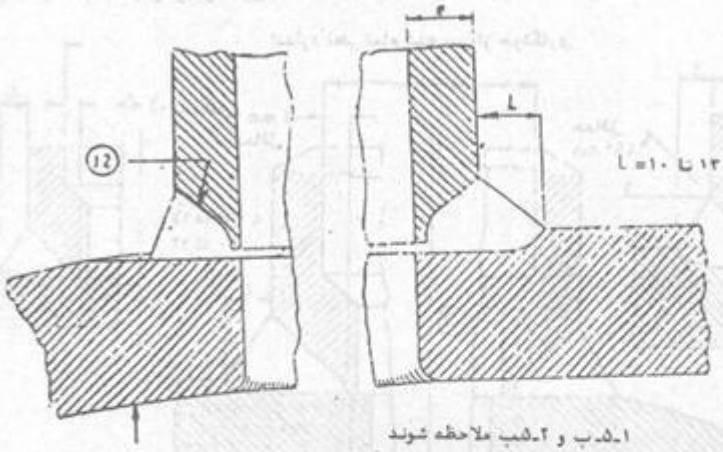


(ب)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند .

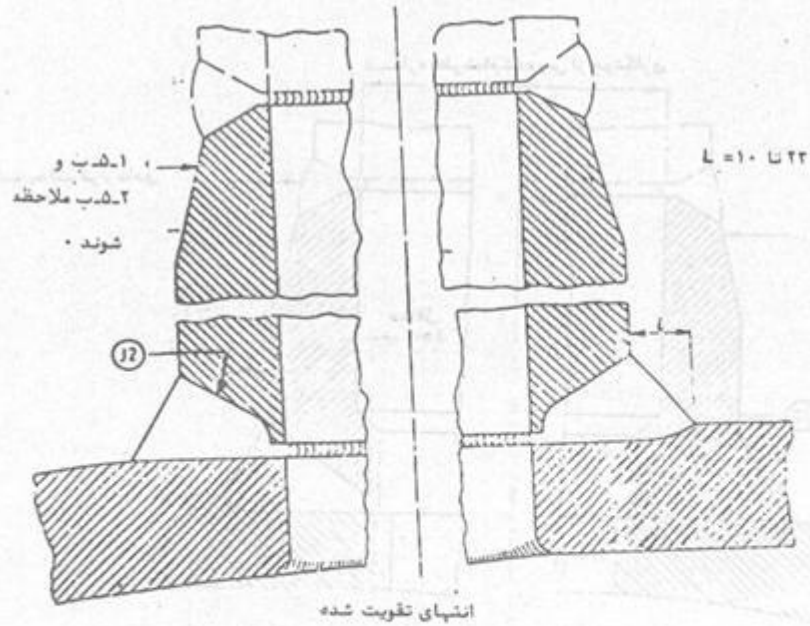
یادآوری : این اتصالات عموما" برای انشعابات با قطر کوچك نسبت به پوسته استفاده میشوند .

شکل ۱۶- ب انشعابات بروق قرار گرفته



۱ـ۵ـب و ۲ـ۵ـب ملاحظه شوند

(الف)



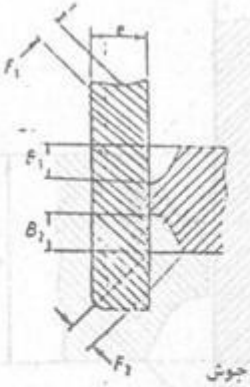
انتهای تقویت شده

(ب)

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

یادآوری : این اتصالات عموما" برای انشعابات با قطر کوچك نسبت به پوسته استفاده میشوه ۰

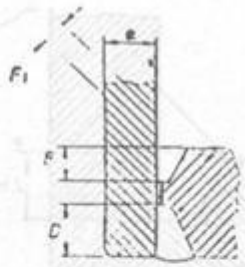
شکل ۱۷ـب : انشعابات برون قرار گرفته



اندازه‌های جوش

تقریبا" $2e = (B1+F1)+(B2+F2)$

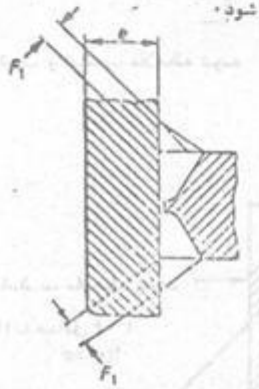
(الف) همچنین شکل الف (۱۹) ب ملاحظه شود.



اندازه های جوش

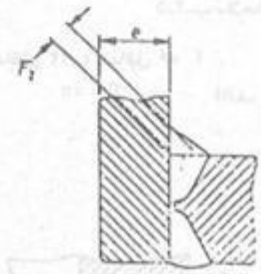
تقریبا" $2e = (B1+F1)+D$

(ب) همچنین شکل (ب) (۱۹) ب ملاحظه شود



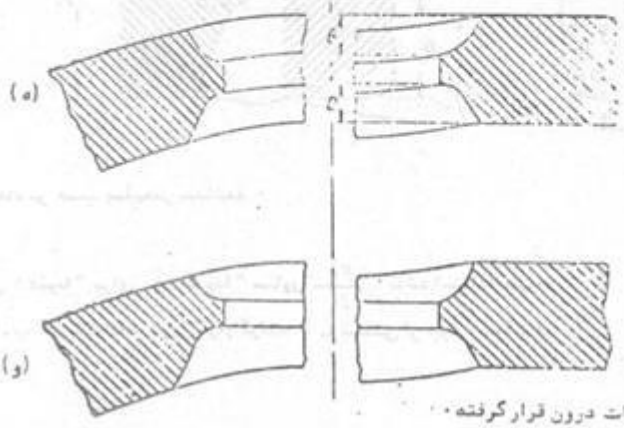
$F1 = \frac{e}{10}$ یا ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشند

(ج) همچنین شکل (الف) (۲۱) ب ملاحظه شود.

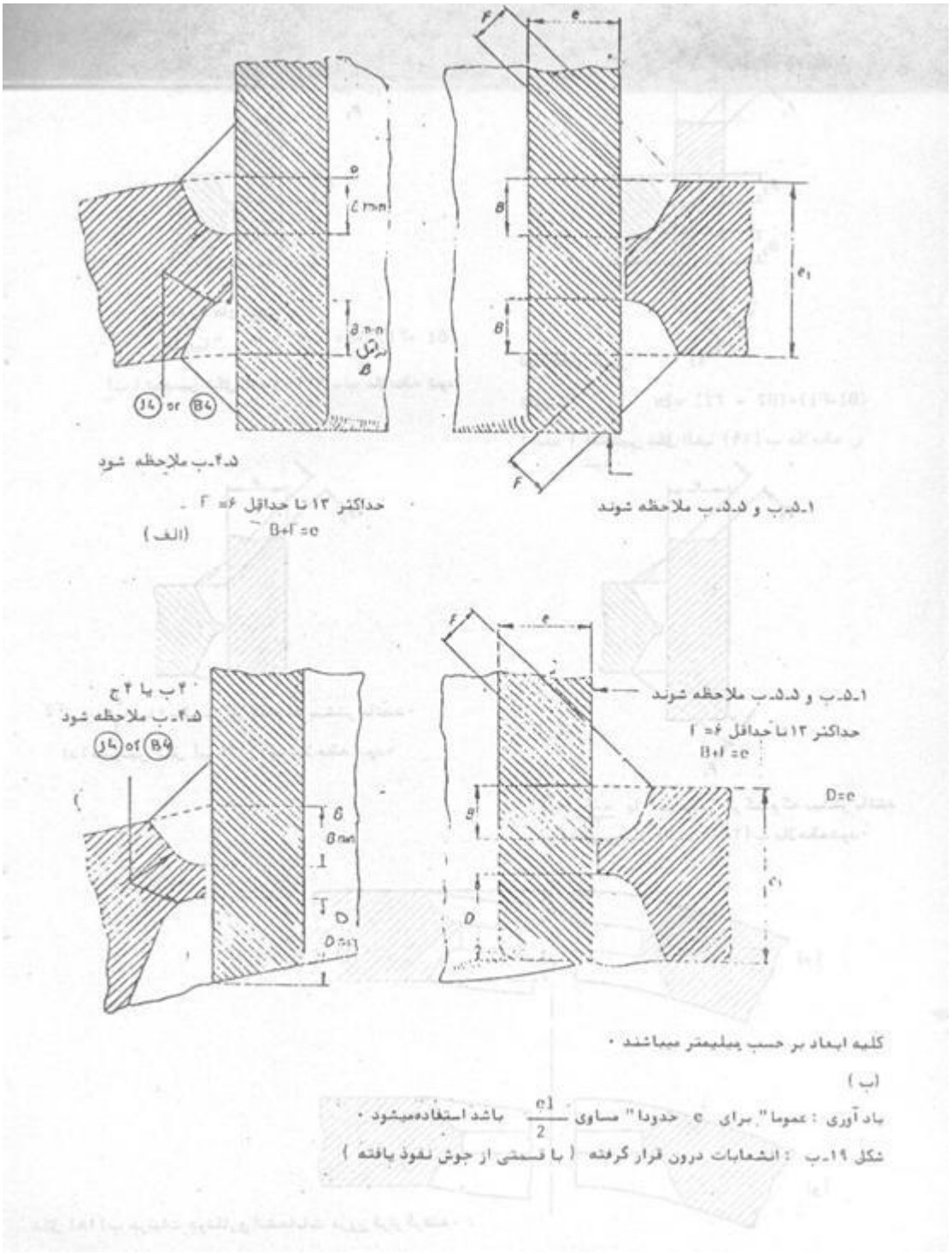


$F2 = \frac{e}{3}$ یا ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشند

(د) همچنین شکل (ب) (۲۱) ب ملاحظه شود.



شکل (۱۸) ب جزئیات جوشکاری انشعابات درون قرار گرفته.



۱-۵-ب و ۲-۵-ب ملاحظه شوند

حداکثر ۱۲ تا حداقل ۶= F

B+F =e

(الف)

۲-۵-ب ملاحظه شود

۲-ب یا ۲-ج

۱-۵-ب و ۲-۵-ب ملاحظه شوند

حداکثر ۱۲ تا حداقل ۶= F

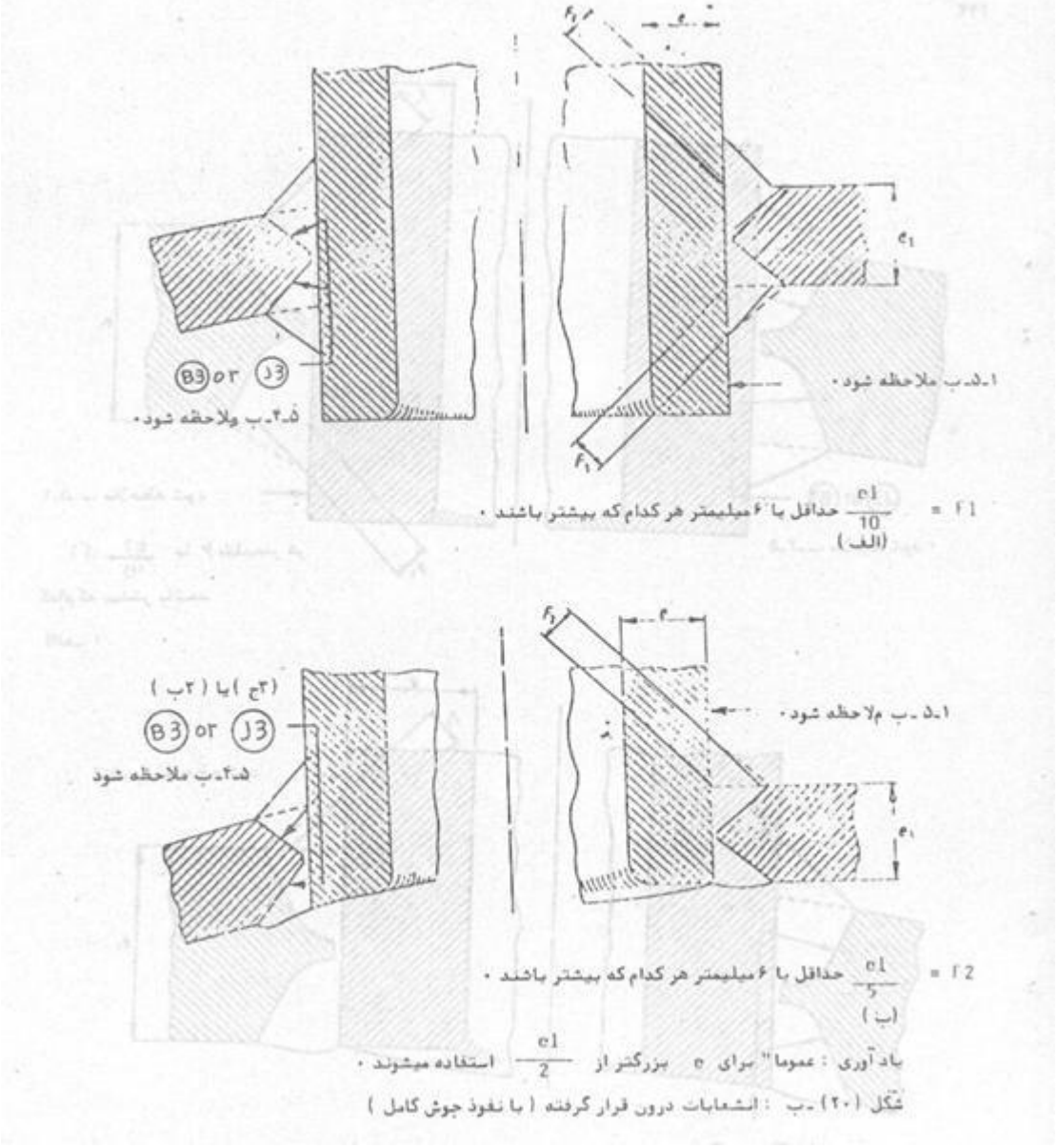
B+F =e

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند .

(ب)

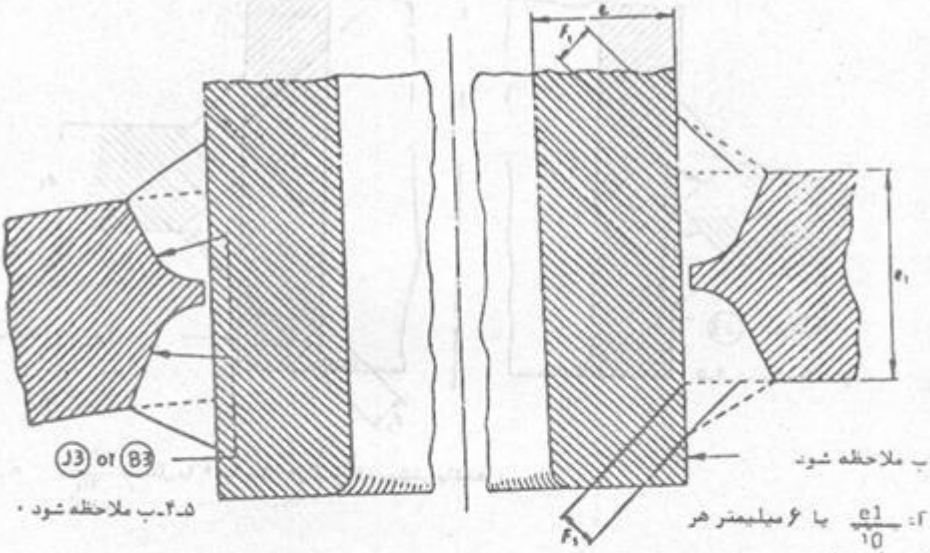
یاد آوری : عموما" برای e حدودا" مساوی $\frac{e1}{2}$ باشد استفاده‌میشود .

شکل ۱۹-ب : انشعابات درون قرار گرفته (با قسمتی از جوش نفوذ یافته)



یادآوری : عموماً" برای e بزرگتر از $\frac{e1}{2}$ استفاده میشوند .

شکل (۲۰)-ب : انشعابات درون قرار گرفته (با نفوذ جوش کامل)

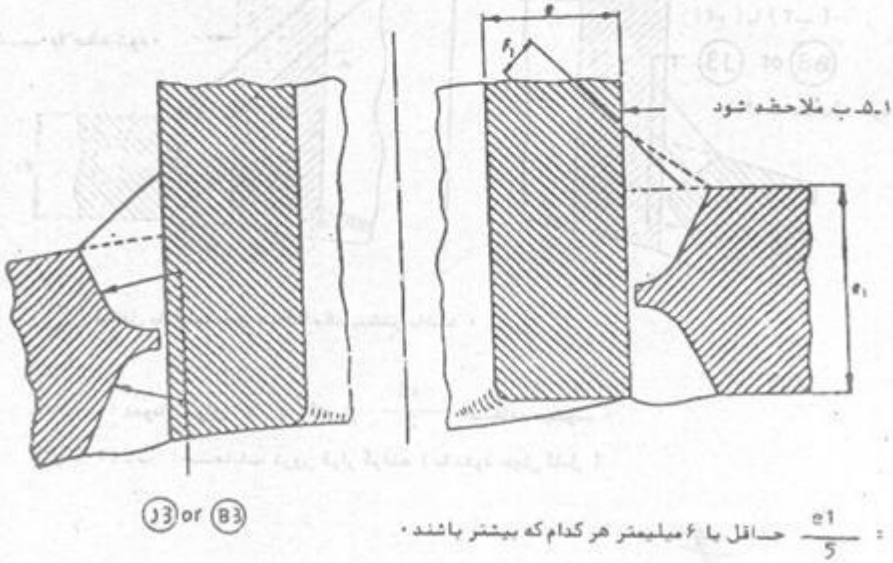


۵-۴-ب ملاحظه شود ۰

۵-۵-ب ملاحظه شود

F1 : $\frac{e1}{10}$ یا ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشد

(الف)



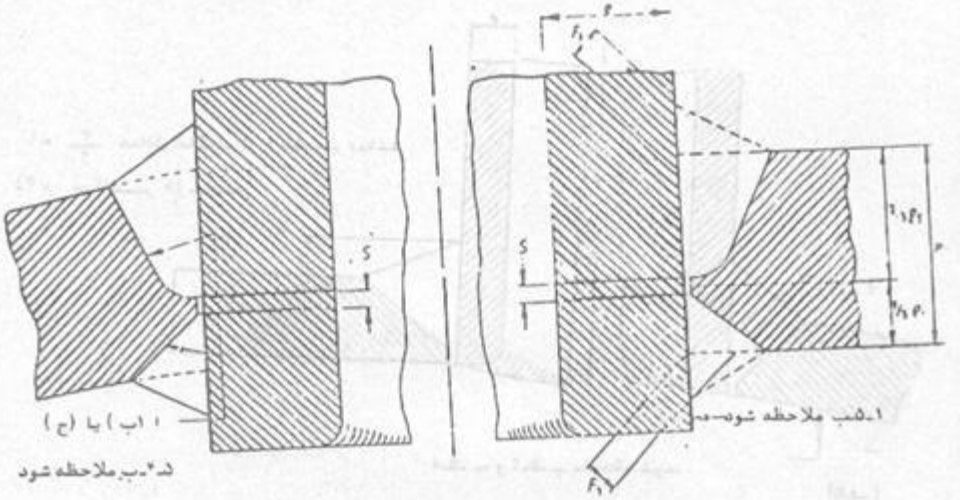
۵-۵-ب ملاحظه شود

F1 : $\frac{e1}{5}$ حداقل با ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشند ۰

(ب)

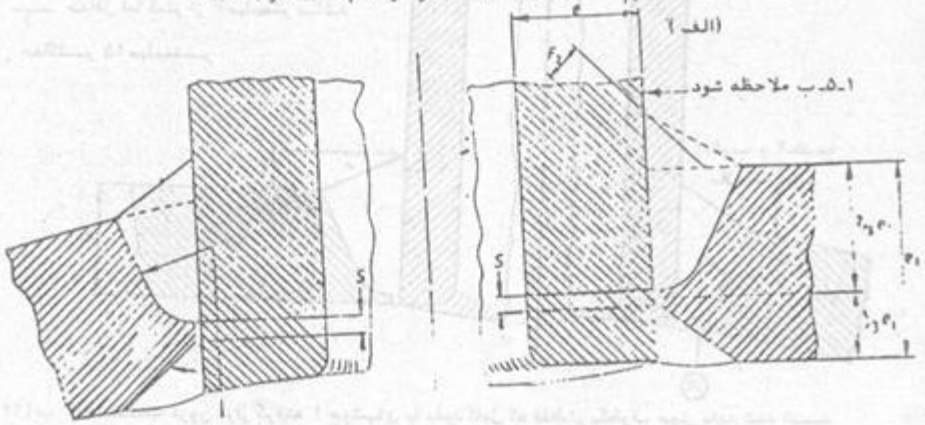
یادآوری : عموما" برای e بزرگتر از $\frac{e1}{2}$ استفاده میشوند ۰

شکل ۲۱۱) ب انشعابات درون قرار گرفته (جوش با نفوذ کامل)



S = ۱/۵ میلیمتر تا ۲/۵ میلیمتر

$r_1 = \frac{e_1}{10}$ حداقل با ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشند .



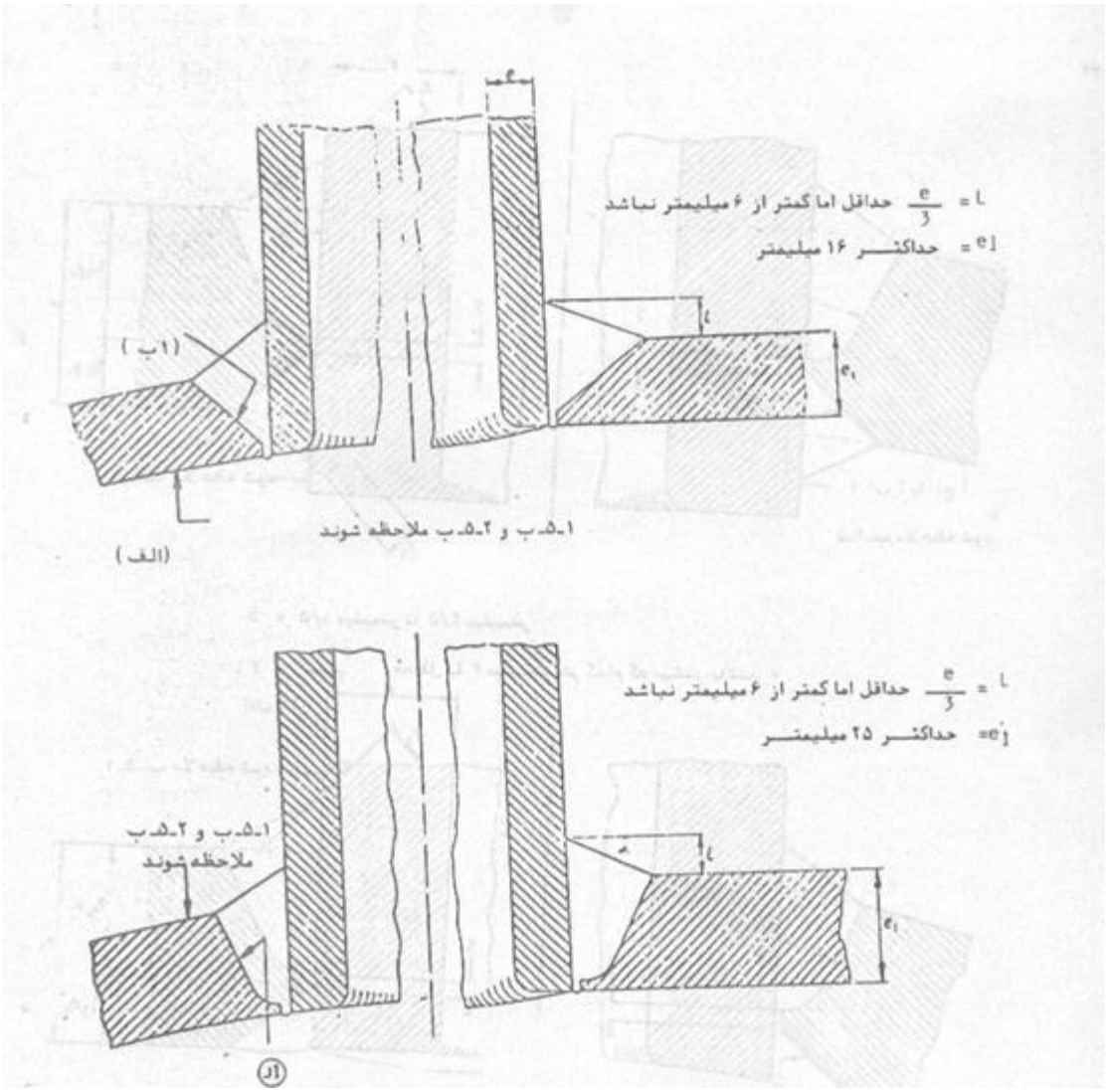
د-۲-ب ملاحظه شود .

S = ۱/۵ میلیمتر تا ۲/۵ میلیمتر

$r_2 = \frac{e_1}{5}$ حداقل با ۶ میلیمتر هر کدام که بیشتر باشند .

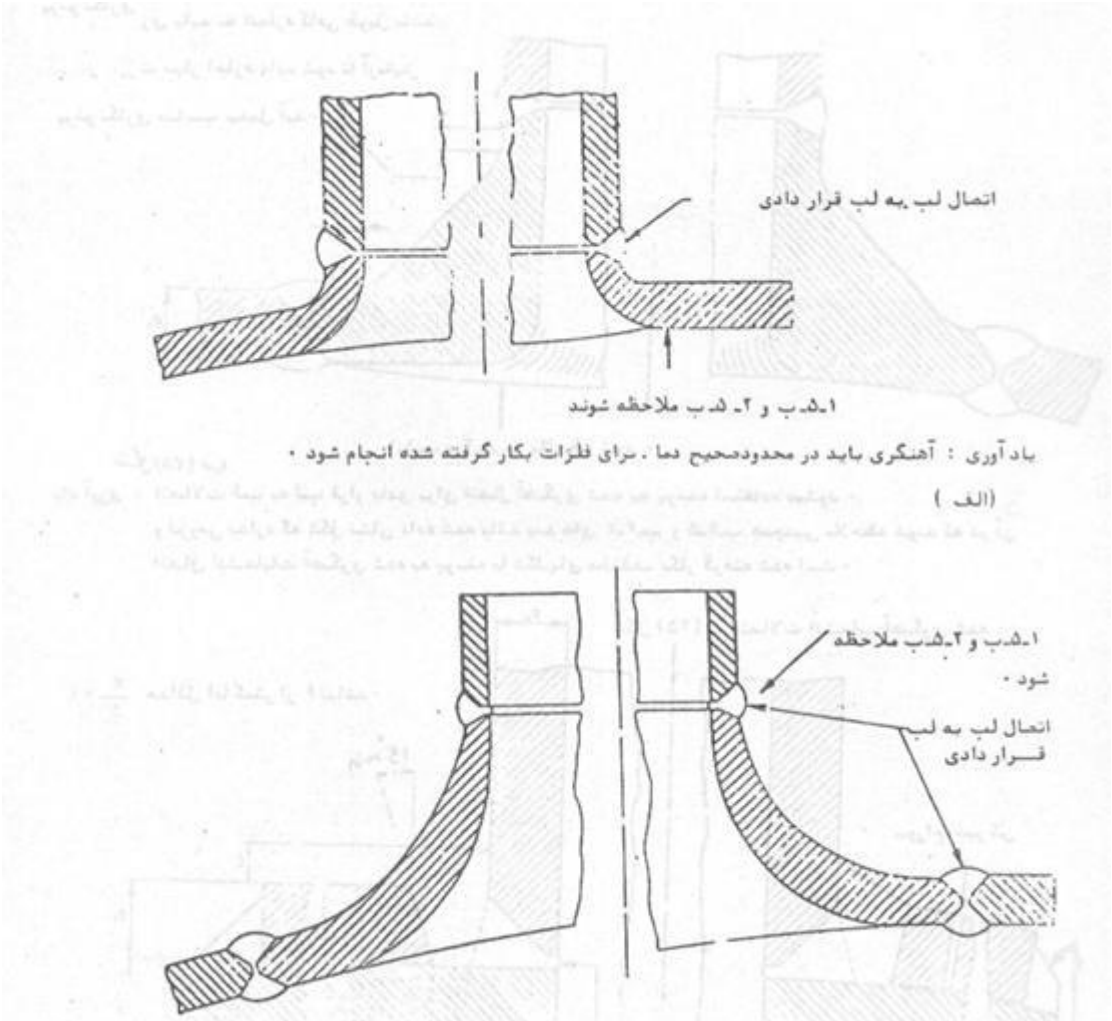
(ب)

شکل (۲۲) ب : انشعابات درون قرار گرفته (با نفوذ جوش کامل و غیر متقارن)



شکل(23) ب: انشعابات درون قرار گرفته (جوشهای با نفوذ کامل که فقط از یکطرف جوش داده شده‌اند

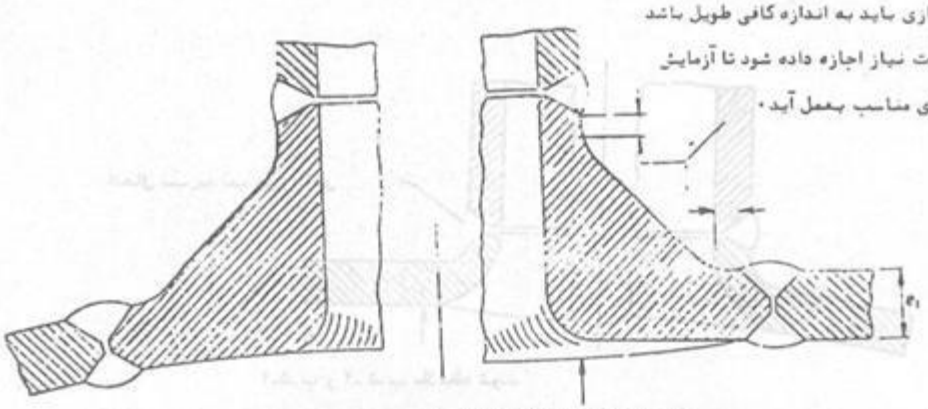
یادآوری: بطور کلی، کلیه انشعابات درون قرار گرفت باید از طرف داخل به پوسته جوشکاری شوند همانطوری که در شکلهای 19 ب تا 22 نشان داده شده البته اگر قابل دسترسی برای این کار باشند. در غیر اینصورت ترجیح داده میشود که از انشعاب برون قرار گرفته همانطور که در شکلهای 12 ب تا 17 ب نشان داده شده استفاده شود. بهرحال اتصالاتی که در بالا شکلهای (23) ب الف و ب نشان داده شده است قابل قبول میباشد در صورتیکه از یک روش جوشکاری اطمینان از پایداری شرایط ریشه با نفوذ یکنواخت دارد بعمل آید.



یادآوری: اتصالات لب به لب قرار دادی برای اتصال جوش انشعاب آهنگری شده به پوسته و انشعاب بکار گرفته میشود و ضروری نیست که به شکلهای نشان داده شده باشند 4-4-ب و 5-4-ب ملاحظه شوند.

(ب) شکل (24) ب : اتصالات انشعاب آهنگری شده.

قسمت موازی باید به اندازه کافی طویل باشد
تا در صورت نیاز اجازه داده شود تا آزمایش
پرتونگاری مناسب بعمل آید.



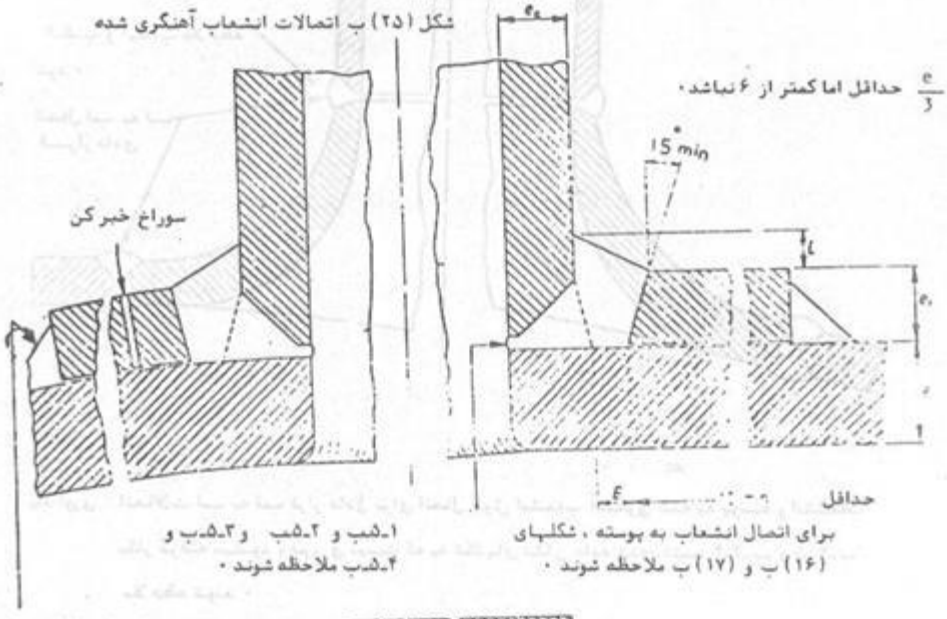
۱-ب و ۲-ب ملاحظه شود.

شکل (۲۵) ب

یادآوری : اتصالات لب به لب قرار دادی برای اتصال آهنگری شده به پوسته استفاده میشود.
و لزومی ندارد که شکل نشان داده شده باشد بند های ۴-۴ب و ۵-۴ب همچنین ملاحظه شوند که در آن
اتصال انشعابات آهنگری شده به پوسته با شکلهای مختلف بکار گرفته شده است.

شکل (۲۵) ب اتصالات انشعاب آهنگری شده

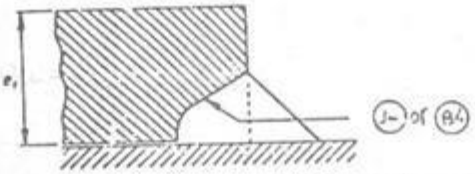
$t = \frac{e}{3}$ حداقل اما کمتر از ۶ نباشد.



برای اتصال انشعاب به پوسته ، شکلهای (۱۶) ب و (۱۷) ب ملاحظه شوند.

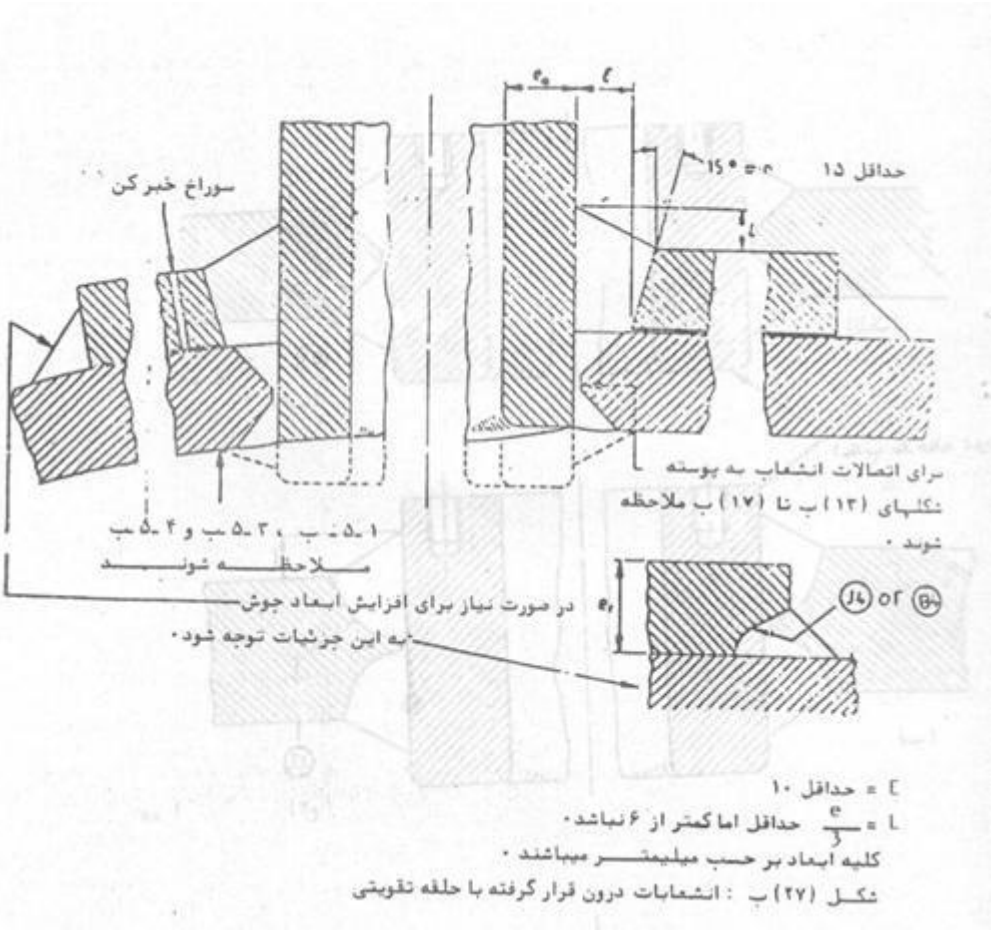
۱-ب و ۲-ب و ۳-ب و ۴-ب ملاحظه شوند.

در صورت نیاز برای افزایش ابعاد جوش به این جزئیات توجه شود.



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند.

شکل (۲۶) ب انشعابات درون نشسته با حلقه تقویتی.

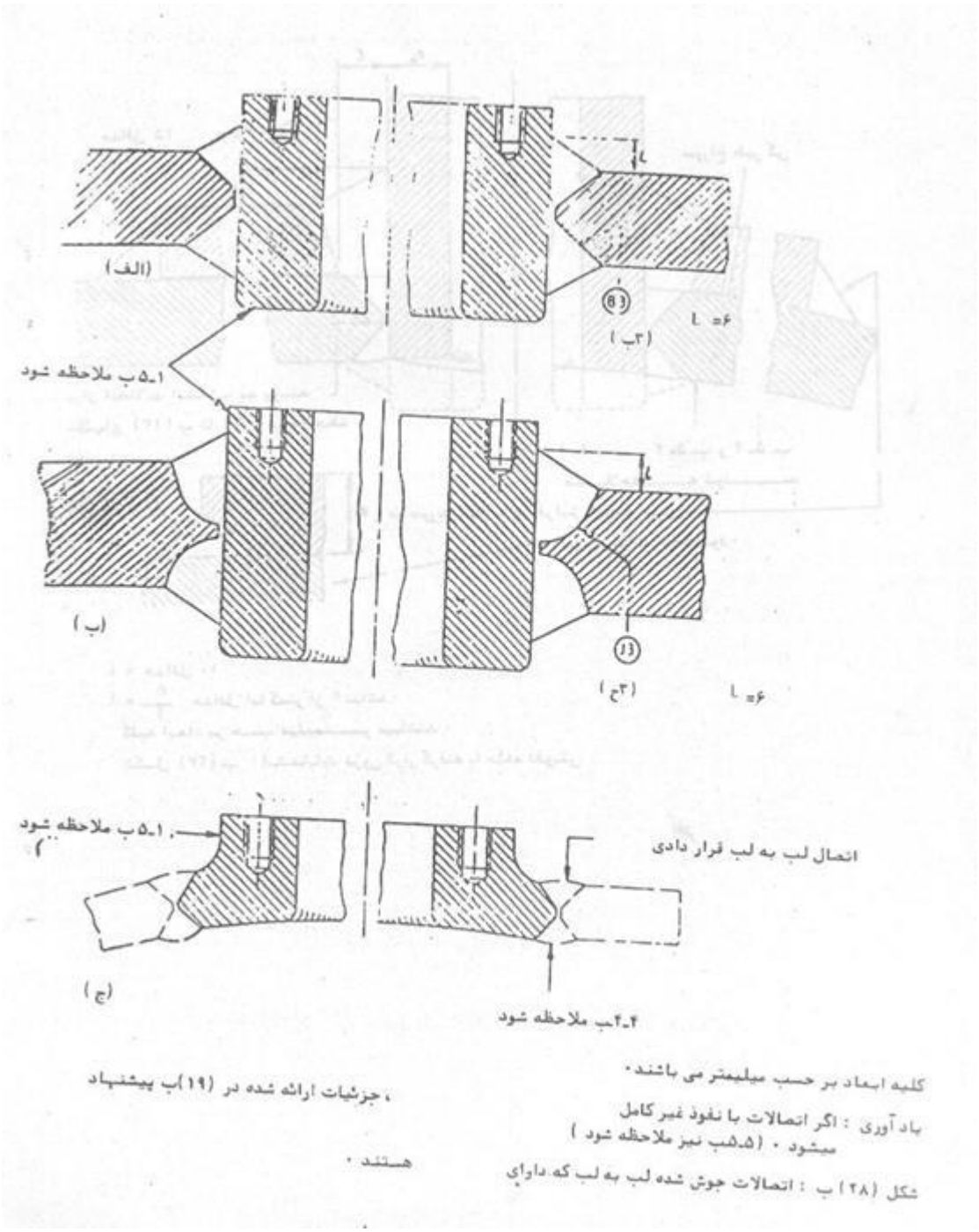


ℓ = حداقل ۱۰

$\ell = \frac{e}{3}$ حداقل اما کمتر از ۶ نباشد ۰

کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر میباشند ۰

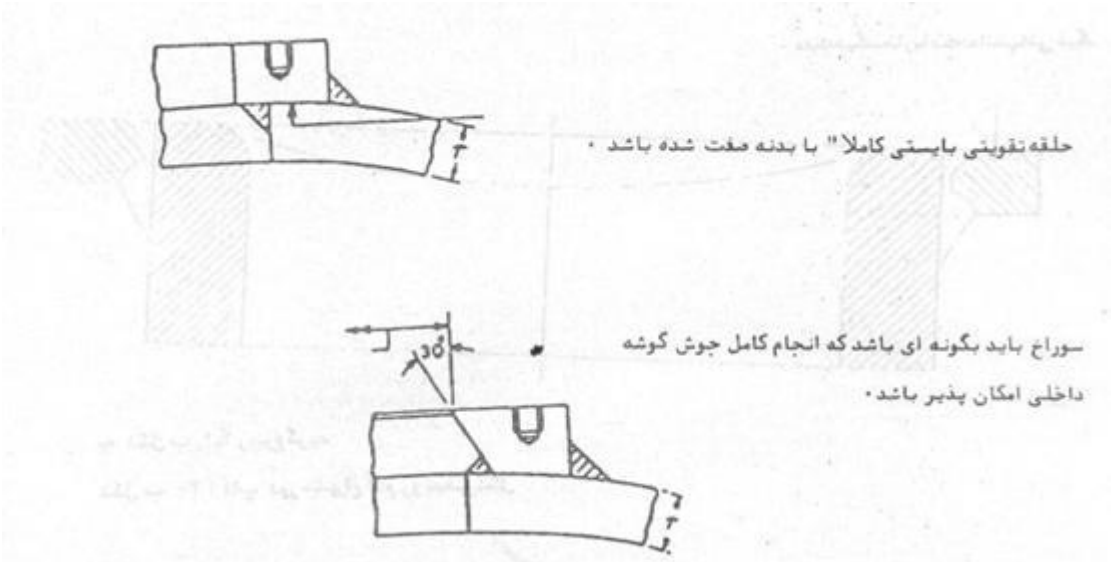
شکل (۲۷) ب : انشعابات درون قرار گرفته با حلقه تقویتی



کلیه ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند.

یاد آوری : اگر اتصالات با نفوذ غیر کامل میشود . (۵-۵ب نیز ملاحظه شود)

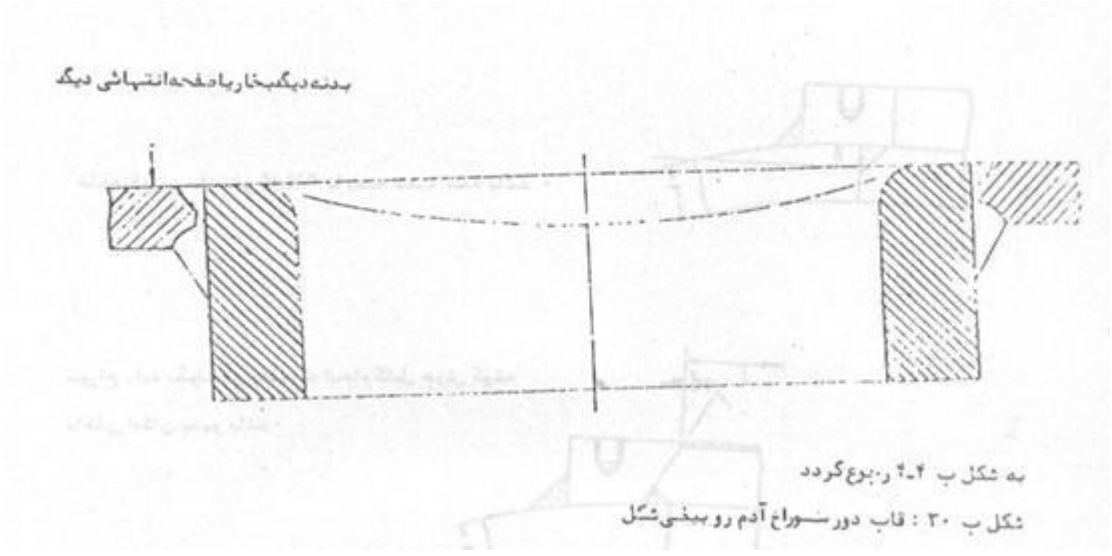
شکل (۴۸) ب : اتصالات جوش شده لب به لب که داوای ، جزئیات ارائه شده در (۱۹)ب پیشنهاد هستند .



یادآوری 1: در دیگهایی که در معرض بارهای متغیر می‌باشند استفاده از جوشهای داده شده به صورت گوشه پیشنهاد داده نمی‌شود . در این موارد جزئیات نشان داده شده در شکل (C8) ب توضیح داده می‌شود .

یادآوری 2: اندازه‌های جوشهای گوشه با توجه به کلیه محدودیت‌هایی که برای ساخت و خدمات در نظر گرفته می‌شوند , بایستی بر مبنای بارهای منطقه منظور گردد . اما در هر صورت نبایستی از 6 میلیمتر کمتر باشند . (شکل 11- ب برای جزئیات آماده‌سازی جوشهای استاندارد ملاحظه گردد).

شکل 29 - ب اتصالات جوش شده گوشه که دارای خزینه پیچ هستند .



پیوست (ج):

محاسبات دماهای صفحه لوله‌ها :

ج - 1: کلیات :

این پیوست روشی برای محاسبه درجه حرارت رویه داغ فلز و دمای متوسط (طراحی) صفحه لوله‌ها در داخل سوراخ صفحه لوله را تعیین می‌نماید در محاسبات شرایط انتقال حرارت با حالت یکنواخت [185] در نظر گرفته شده است .

الف : انتقال حرارت از گازهای داغ به سطح صفحه لوله و سطح داخلی لوله‌ها به صورت جابجائی [186] شامل تأثیر دهانه ورودی لوله [187] و نیز به صورت تشعشعی

[188] و شامل تبادل تشعشعی در محفظه برگشت .

ب : انتقال حرارت بوسیله هدایت حرارتی [189] از میان صفحه لوله و دیوار لوله‌ها از سطح صفحه لوله و سطح داخلی لوله‌ها به سطوح مجاور آب فرض موجود بودن تماس حرارتی کافی بین لوله و ورق .

ج : انتقال حرارت بوسیله جوشش [190] از سطوح مجاور آب این روش و نیز نمودارهای طراحی , از روی اطلاعات منتشر شده انتقال حرارت به دست آمده‌اند و در آنها پاره‌ای تقریبات جهت اختصار و تسهیل بکار برده شده‌اند که اثر یکدیگر را جبران می‌نمایند . دماهای محاسبه شده و اندازه‌گیری شده , در مواردی که اطلاعات کامل در دسترس بوده‌اند مطابقت خوبی را نشان داده‌اند .

ج - 2: علائم :

a: سطح حرارت ورودی به جزء صفحه لوله از سطح صفحه لوله (شکل ج ملاحظه گردد).

A: سطح حرارت ورودی به جزء صفحه لوله از سطح داخلی لوله‌ها (شکل ج ملاحظه گردد).

A_C: سطح کل مؤثر " [191] با آب خنک شده در محفظه برگشت

A_R: سطح کل مواد نسوز برگشت .

C: ضریب تصحیح جهت مقاومت حرارتی تماس لوله به صفحه لوله .

d: قطر داخلی لوله‌های دود (برحسب میلیمتر .)

D: قطر داخلی محفظه برگشت (برای محفظه‌های استوانه‌ای) (برحسب میلیمتر .)

e: ضخامت صفحه لوله‌ها (برحسب میلیمتر)

F: ضریب تبادل کل برای تبادل تشعشعی در محفظه برگشت (شکل ج 2 ملاحظه گردد).

G: شدت جریان ویژه گاز درون لوله (برحسب$Kg/.(m^2S)$

h_{CE}: ضریب انتقال حرارت جابجائی در ورودی لوله‌ها$W/(m^{2.}K)$ (شکل ج - 6 ملاحظه گردد).

h_{CO} ضریب مبنای تصحیح شده جابجائی حرارتی (برحسب $W/(m^2K)$)(شکل ج - 5 ملاحظه گردد).

h_{CO}: ضریب فرضی مبنا برای جابجائی حرارتی (برحسب $W/(m^2K)$) (شکل ج - 4 ملاحظه گردد).

h_m:ضریب هدایت ویژه[192] صفحه لوله (برحسب $W/(m^2K)$.)

h_R: ضریب تابش برای سطح صفحه لوله (برحسب$W/(m^2K)$) (شکل ج - 6 ملاحظه گردد .).

h_R: ضریب تابش برای تبادل حرارتی سیاه[193] (برحسب $W/(m^2K)$.) (شکل ج - 1 ملاحظه گردد).

h_t: میانگین وزنی [194] (برحسب $W/(m^2K)$.)

L: طول داخلی محفظه برگشت (برای محفظه‌های استوانه‌ای .)

L_B: طول پرتو تابش [195] محفظه برگشت (برحسب میلیمتر .)

N: 400

P: گام متوسط بین مرکز لوله‌ها (برحسب میلیمتر .)

t: دمای متوسط طراحی صفحه - لوله (برحسب درجه سلسیوس .)

t_C: حدس اولیه برای tm (برحسب درجه سلسیوس .)

t_G: دمای واقعی گاز در قسمت ورودی لوله‌ها (برحسب 10 درجه سلسیوس .)

t_M: دمای سطح داغ فلز صفحه لوله (برحسب درجه سلسیوس .)

ts: دمای آب دیگ (بر حسب درجه سلسیوس .)

B: ضریب دمای متوسط صفحه - لوله (شکل ج - 12 ملاحظه گردد .)

n: ضریب انتقال حرارت برای جزء صفحه – لوله (شکل ج – 10 ملاحظه گردد .)

8- ضریب هدایت حرارتی صفحه – لوله (برحسب (W/ (m.K).)

= 40000 برای فولادهای با درجه 460 و 490

= 45000 برای فولادهای با درجه 400 و 430

ج – 3 روش محاسبه

ج 1-3: ضرایب تابش – ضریب تابش h_R را برای تبادل حرارتی جسم سیاه , یعنی برای حالتی که ضریب نشر تابش [196] مساوی 1 و F=1 می‌باشد , از روی شکل ج – 1 تعیین کنید . دمای گاز t_G در ورودی لوله برابر مقدار حقیقی آن خواهد بود که توسط یک

Multishield high Velocity suction pyrometer

(وسیله برای اندازه‌گیری دقیق دماهای [197] بالا) اندازه‌گیری می‌شود (ترموکوپل معمولی همواره دما را با خطائی در حدود 300 درجه سانتیگراد کمتر اندازه می‌گیرد .) در ابتدا مقدار t_C برابر مقدار دمای فلز سطح داغ صفحه – لوله در نظر گرفته می‌شود . استفاده از مقادیر نمونه نشان داده شده در شکل ج – 1 معمولا باعث پرهیز از تکرار مجدد محاسبات می‌شوند .

ضریب نشر تابشی گاز , دما , فشار جزئی و طول پرتو تابش به محفظه برگشت بستگی دارد .

نمودارهای شکل ج – 2 بر مبنای هوا اضافی که معمولا در دیگهائی که اشتعال در آنها مستقیماً صورت می‌گیرد [198] تهیه شده است . برای محصولات ناشی از احتراق زغال سنگ , جهت منظور نمودن تابش اجزا , توصیه می‌شود که از نمودار مربوط به گاز طبیعی استفاده شود . برای سایر مخلوط گازها ضریب نشر تابش را باید از مأخذ انتقال حرارت تابشی محاسبه نمود , به عنوان مثال مرجع {3} طول پرتو تابش برای یک محفظه برگشت استوانه‌ای توسط فرمول زیر داده شده است .

$$L_B = \frac{0/83\ L}{\frac{L}{D} + 0/5}$$

برای محفظه‌هائی که استوانه نیستند , طول پرتو تابش توسط فرمول زیر داده شده است .

$$L_B = 3/3 \frac{V_C}{A_{CS}}$$

که در آن:

V_C: عبارتست از حجم محفظه

A_{CS}: عبارتست از مساحت سطح محفظه

در محاسبه سطح محفظه نباید مساحت سوراخ لوله‌ها و یا دهانه کوره را کم نمود . برای محفظه‌هائی که دارای روکشی از مواد آسترنسوز هستند $\frac{A_R}{A_{CS}}$ عبارتست از نسبت مساحت سطح کل مؤثر (منعکس کننده) مواد نسوز به مساحت سطح مؤثر خنک شونده (جذب کننده)

در محفظه احتراق A_C تمامی سطح صفحه – لوله را که توسط محیط آن در بر گرفته شده را شامل می‌شود , یعنی مساحت سوراخ لوله‌ها و یا دهانه کوره را نباید کم نمود .

$\frac{A_R}{A_C}$ برای محفظه‌های استوانه‌ای را می‌توان از شکل ج – 2 بدست آورد .

$\frac{A_R}{A_C}$ برای محفظه‌هائی که کاملا با آب خنک می‌شوند برابر صفر می‌باشد .

ضریب تبادل کل F را از روی شکل ج – 2 تعیین نمائید , سپس ضریب تشعشع برای صفحه – لوله توسط فرمول زیر بدست می‌آید .

$h_R = Fh_R$

تشعشع به سطح داخلی لوله‌ها را می‌توان با بکار بردن ضریب $0/5h_R$ در معادله برای میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت h_t, در محاسبات منظور داشت .

ج – 2–3: ضرایب جابجائی حرارتی – ضریب مبنای فرضی جابجائی حرارتی h_{CO} تابع میزان جریان ویژه G در لوله دودها با قطر داخلی لوله d می‌باشد . برای محصولات ناشی از احتراق سوختهای نفتی , گاز طبیعی و زغال سنگ h_{CO} را از شکل ج – 4 محاسبه کنید . ضریب تصحیح $\frac{h_{co}}{h_{co}}$ برای دمای گاز ورودی را از شکل ج – 5 بدست آورید , برای محصولات ناشی از احتراق زغال سنگ از نمودار مربوط به سوخت نفتی استفاده کنید . سپس ضریب مبنای جابجائی حرارتی برای جریان کاملا توسعه یافته [199] در لوله در دمای tG توسط فرمول زیر

$$h_{co} = h_{co}\left(\frac{h_{co}}{h_{co}}\right)$$

محاسبه می‌شود برای گازهای دیگرکه مقادیر گرمای ویژه , ضریب هدایت حرارتی یا گرانروی [200] آنها با مقادیر این خواص فیزیکی برای محصولات احتراق سوخت نفتی یا گاز طبیعی , اختلاف دارند , مقدار h_{CO} را می‌توان از روی معادله مربوط به جریان کاملا توسعه یافته درون لوله‌ها مطابق زیر محاسبه نمود .

$$N_u = \left[0/023\, R_e^{0/8} \right] \left(P_r \right)^{0/33}$$

N_u: عبارتست از عدد نوسلت [201]

R_e: عبارتست از عدد راینولدز [202] محاسبه شده بر مبنای قطر داخلی لوله d

P_r: عبارتست از عدد پراندل [203]

ضریب تصحیح $\frac{h'_{CE}}{h'_{co}}$ برای ناحیه ورودی لوله را از شکل ج – 6 تعیین نمائید سپس ضریب جابجائی حرارتی متوسط , h_{CE} برای سطح داخلی لوله در محدوده طول مؤثر و برای حرارت ورودی به صفحه – لوله را از فرمول زیر محاسبه نمائید .

$$h_{cE} = h_{co} \left(\frac{h_{cE}}{h_{co}} \right)$$

انتقال حرارت جابجائی به سطح صفحه – لوله را می‌توان با بکار بردن ضریب h_{co} ر معادله برای میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت h_t در محاسبه منظور نمود .

ج 3-3: میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت سطح مجاور گاز - برای جزئی از صفحه لوله که توسط سطح داخلی لوله‌ها و صفحات متصل کننده مراکز لوله‌ها محصور شده , سطح حرارت ورودی A (سطح داخلی لوله‌ها) و a (سطح صفحه لوله) از روی شکل‌های ج - 7 و ج - 8 محاسبه می‌شوند . سپس میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت به طریق زیر محاسبه می‌شود .

$$h_t = \frac{\frac{CA}{d^2}\left(h_{cE} + 0/5\, h_R\right) + \frac{a}{d^2}\left(h_{co} + h_R\right)}{\left(\frac{A}{d^2} + \frac{a}{d^2}\right)}$$

که در آن :

C = 0/90 برای لوله‌هائی که فقط گشاد شده‌اند

C = 0/95 برای لوله‌هائی که گشاد و جوش شده‌اند

C = 1 برای لوله‌هائی که با نفوذ کامل جوش شده‌اند

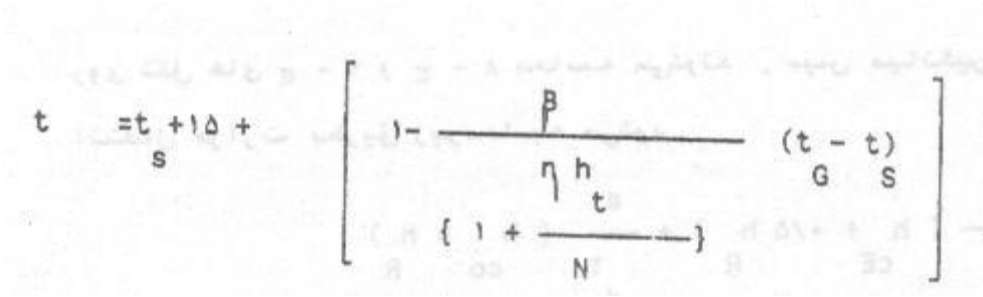
ج - 3-4: ضریب هدایت حرارتی صفحه لوله - ضریب هدایت حرارتی صفحه - لوله توسط فرمول زیر بدست می‌آید .

$$h_m = \frac{\lambda}{e} \quad W/(m^2 . K)$$

ج - 3-5: انتقال حرارت سمت آب - با استفاده از ثابت N, تأثیر انتقال حرارت در سطوح سمت آب در معادلات مربوط به دمای فلز صفحه - لوله , منظور شده است .

ج 3-6: دماهای صفحه - لوله - معادلات زیر برای دمای سطح داغ صفحه - لوله و دمای متوسط فلز صفحه - لوله , بر مبنای معادلات بدست آمده توسط Gardner می‌باشند .

$$t_M = t_s + 15 + \left[1 - \frac{\phi}{\eta \left\{ 1 + \frac{h_t}{N} \right\}} \right] (t_G - t_S)$$



ضرایب n, O , B تابع $\frac{A}{a}$ (از شکل ج – 9) و $\frac{h_t}{h_m}$ بوده و از شکلهای ج – 10 و ج – 11 و ج – 12 بدست می‌آید .

دمای گاز ,t_G در قسمت ورودی لوله برابر یک مقدار حقیقی که توسط پیرومتر چند جداره مکشی سرعت بالا [204] اندازه‌گیری می‌شود , می‌باشد (ترموکوپل معمولی همواره دما را با خطائی در حدود 300 درجه سانتیگراد اندازه می گیرد .)

ج – 5: نمونه محاسبات انجام شده با استفاده از روش ارائه شده در پیوست (ج)

ج – 5–1: اطلاعات مفروض طراحی

سوخت : گاز طبیعی

دیگ از نوع چند لوله‌ای حرارت مازاد با آستری از سیمان نسوز در محفظه گازهای داغ

دمای مشخص شده ورودی گاز : 900 درجه سلسیوس

فشار طراحی دیگ : 1/1 نیوتن بر میلیمتر مربع

دمای اشباع : $t_S=188^\circ$ سلسیوس

لوله‌های دیگ :

قطر داخلی $d = 56/3$ میلیمتر

گام از نوع مثلثی $P = 88$ میلیمتر

مقدار عبور گاز $K/g(m^2S)$

صفحه لوله : ضخامت $e = 22$ میلیمتر

مواد فولاد درجه 430

اتصال انتهای لوله : گشاد شده و جوشکاری شده

ورودی محفظه گاز : استوانه‌ای : آستر سیمان نسوز لفافه صفحه (صفحات) عقبی

قطر داخلی : $D = 1800$ میلیمتر

طول داخلی : $L = 1000$ میلیمتر

ج – 5–2: محاسبه ضریب تشعشع , محاسبه ضریب تشعشع h_R مطابق آنچه در ج – 3–1 توضیح داده شده انجام می گیرد .

از شکل ج (1) با استفاده از مقدار فرضی t_C= 350 سانتیگراد بدست آمده از سختی نوع " پشت خشک (m^2K) / W 185 = h_R است :

(طول پـــر تو تشعشع) $L_B = \frac{0/83 \times 1000}{\left(\frac{1000}{1800} + 0/5\right)} = 786$ میلیمتر

از شکل ج (۳) : $\frac{A_R}{A_C} = 3/15$ جانیکه $\frac{L}{D} = 0/555$

ازشکل ج (۲) $F = 0/58$

$h_R = 0/58 \times 185 = 107/3$ $W / (m^2 K)$

ج - 5-3: محاسبه ضرایب جابجائی حرارت

محاسبه ضرایب جابجائی حرارتی h_{CO}و h_{CE} که در ج - 2-3 توضیح داده شده انجام می گیرد .

از شکل ج (۴) $h_{Co} = 61$ $W / (m^2 K)$

از شکل ج (۵) $\frac{h_{Co}}{h'_{co}} = 0/952$

درنتیجه $h_{co} = 0/952 \times 61 = 58/1$ $W/(m^2 . K)$.

از شکل ج (۶) $\frac{h_{cE}}{h_{co}} = 2/9$ جانیکه $\frac{e}{d} = \frac{A}{56/3} = 0/391$

درنتیجه : $h_{cE} = 2/9 \times 58/1 = 168/5$

ج - 5-4: محاسبه میانگین ورزش ضریب انتقال حرارت سمت گاز :

محاسبه میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت در سمت گاز h_t همانگونه که در ج - 3-3 توضیح داده شده انجام می گردد .

از شکل ج (۷) $\frac{A}{d^2} = ۰/۶$ جانیکه $\frac{e}{d} = ۰/۳۹۱$ با کام از نوع مثلثی

از شکل ج (۸) $\frac{a}{d^2} = ۰/۶۷$ جانیکه $\frac{p}{d} = \frac{۸۸}{۵۶/۳} = ۱/۵۶۳$

برای لوله‌های کشاد شده و جوش شده $c = ۰/۹۵$

در نتیجه :

$$h_t = \frac{۰/۹۵ \times ۰/۶ \ (۱۶۸/۵ + ۰/۵ \times ۱۰۷/۳) + ۰/۶۷(۵۸/۱ + ۱۰۷/۳)}{۰/۶ + ۰/۶۷} = ۱۸۷ \ W/(m^2 K)$$

ج - 5-5: محاسبه ضریب هدایت صفحه لوله‌ها :

محاسبه ضریب هدایت صفحه لوله‌ها h_m همانگونه که در ج - 3-4 توضیح داده شده انجام می‌گیرد .

برای فولاد با درجه 45000 430 = 8 (ج - 2 ملاحظه گردد)

در نتیجه :

$$h_m = \frac{۴۵۰۰۰}{۲۲} = ۲۰۴۵ \ W/(m^2 K)$$

ج - 6-5: محاسبه دماهای صفحه لوله‌ها :

محاسبه دماهای صفحه لوله‌ها t وt_mهمانگونه که در ج - 6-3 توضیح داده شده انجام می‌گردد .

$$\frac{n_t}{h_m} = \frac{۱۸۷}{۲۰۴۵} = ۰/۹۱۴۴$$

از شکل ج (۹) $\frac{A}{a} = ۰/۹$

از شکل های ج (۱۰) ، ج (۱۱) و ج (۱۲)

$B = ۰/۹۳۵$ ، $O = ۰/۸۸۵$ ، $n = ۱/۷۲$

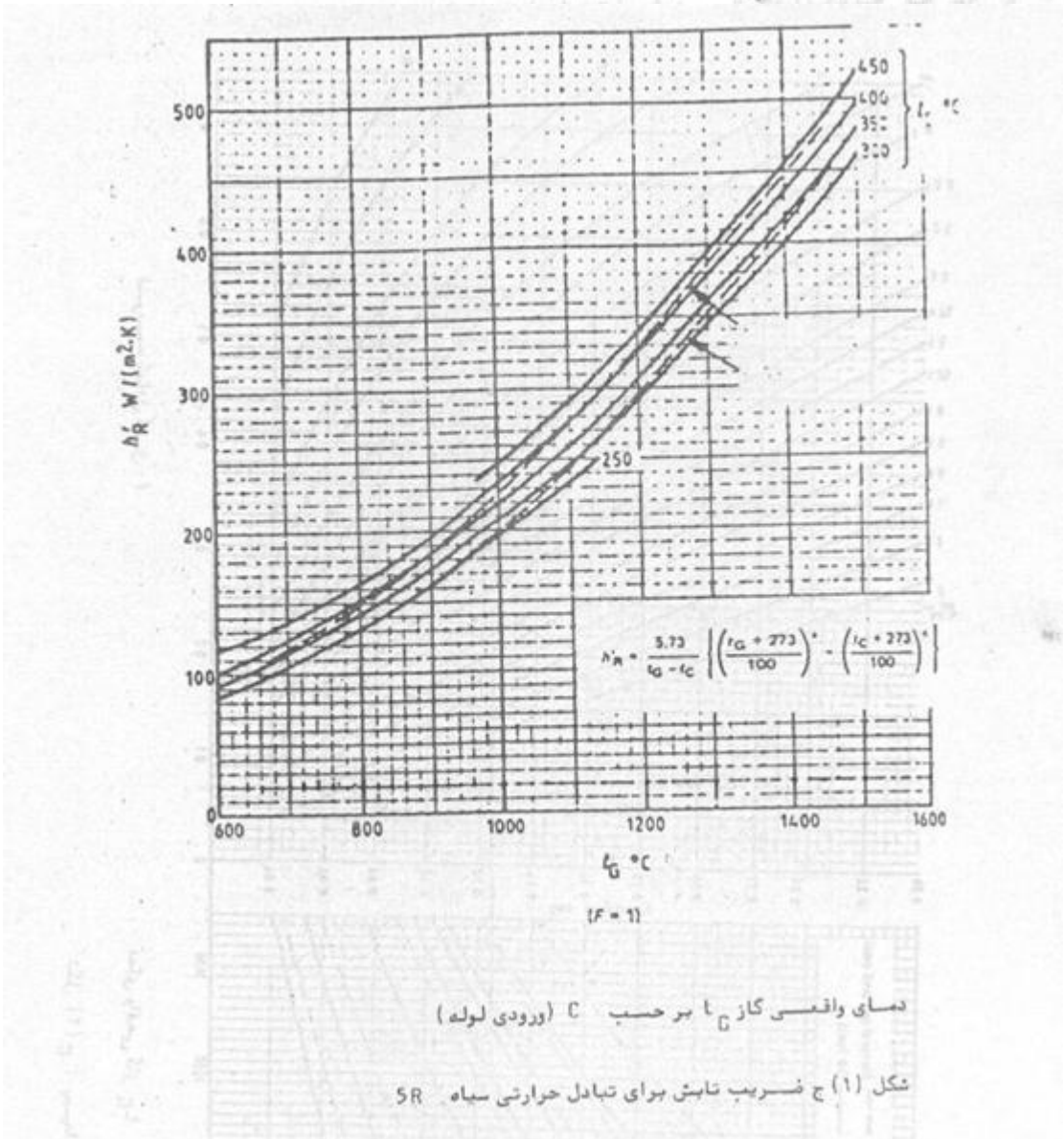
در نتیجه : دمای سطح داغ فلز صفحه لوله‌ها بدین طریق بدست می‌آید .

$$t_H = ۱۸۸ + ۱۵ + \left[۱ - \frac{۰/۸۸۵}{(۱+ \frac{۱/۷۲ \times ۱۸۷}{۴۰۰۰})} \right] (۹۰۰ - ۱۸۸) = ۳۳۲^{\circ} C$$

این دما زیر محدوده داده شده در 2-3-1-3 می‌باشد در نتیجه محاسبات رضایت بخش است .

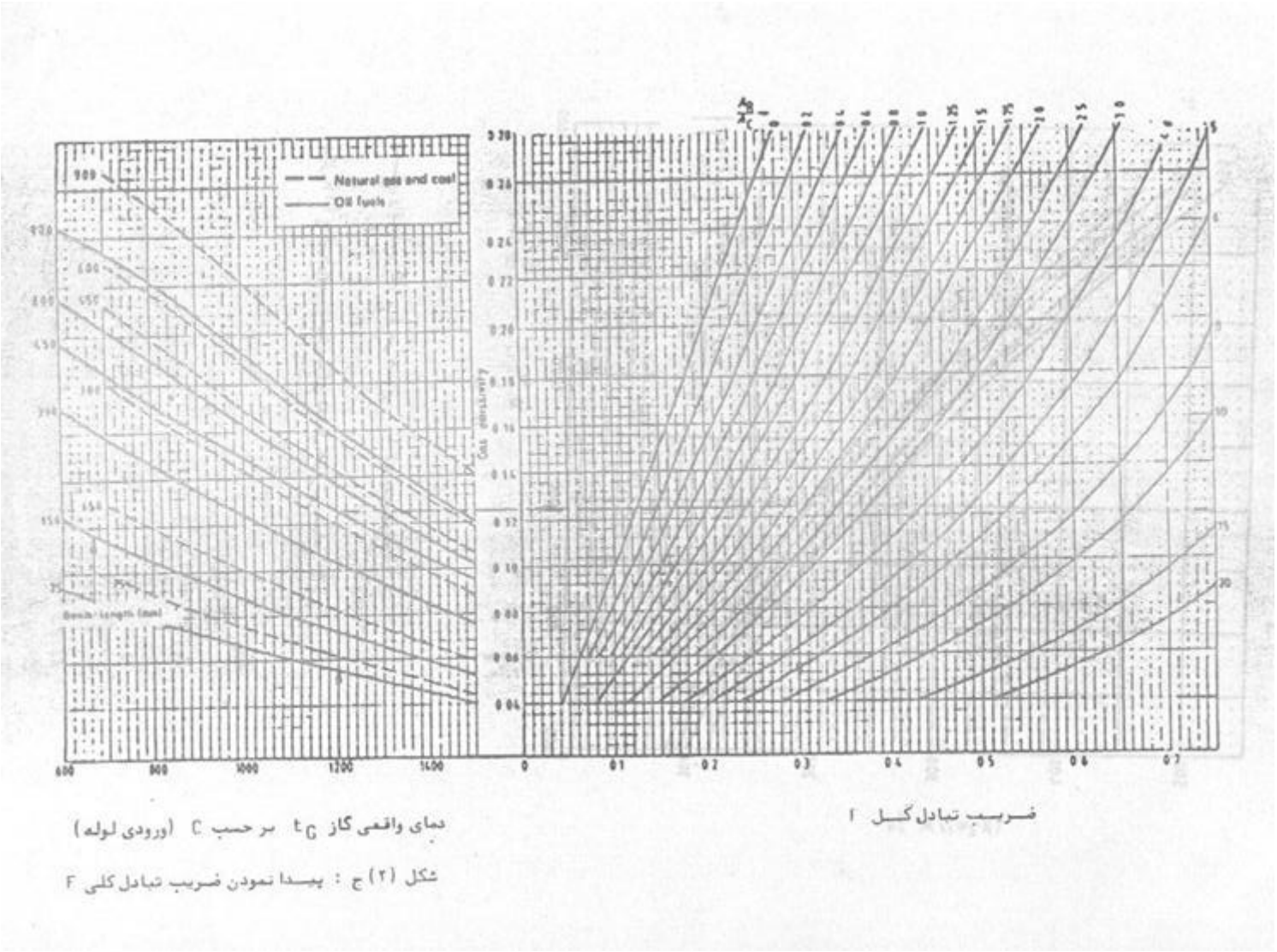
دمای متوسط فلز (طراحی) صفحه لوله‌ها بدین طریق بدست می‌آید .

$$t = ۱۸۸ + ۱۵ + \left[۱ - \frac{۰/۹۳۵}{(۱+ \frac{۱/۷۲ \times ۱۸۷}{۴۰۰۰})} \right] (۹۰۰ - ۱۸۸) = ۲۹۹^{\circ} C$$



دمـای واقعـی گاز t_G بر حسب C (ورودی لوله)

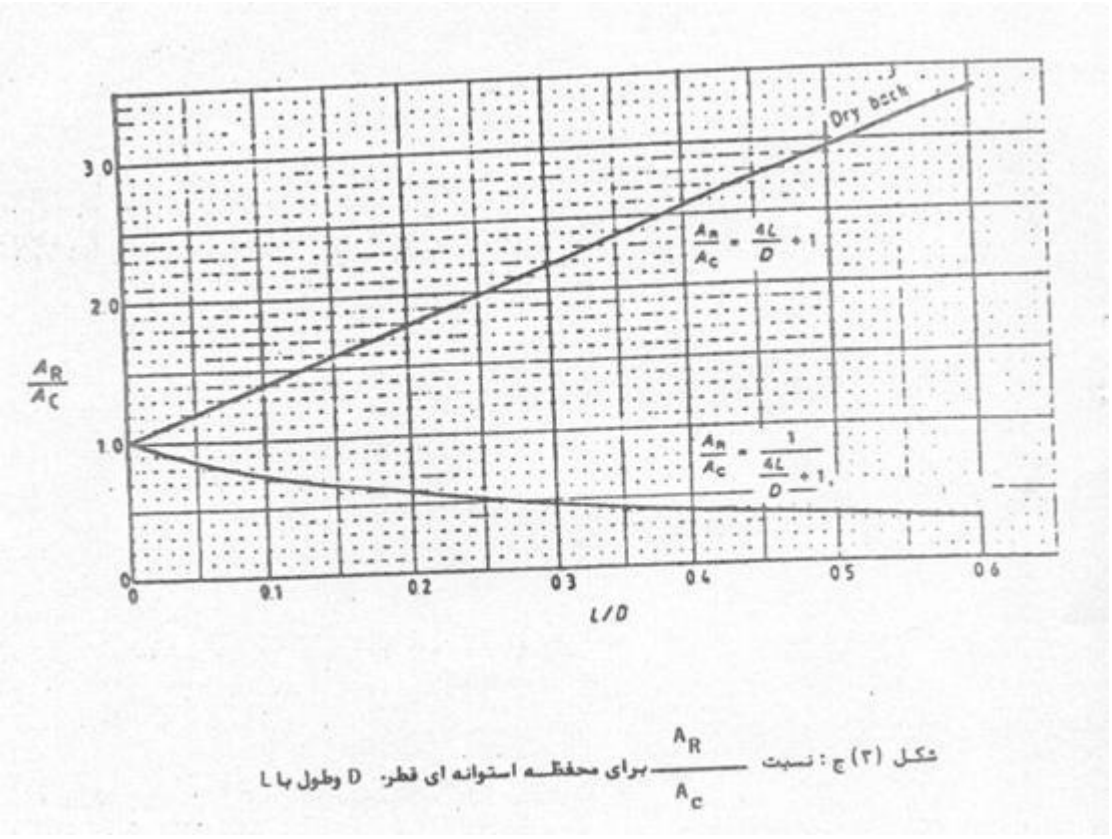
شکل (۱) ح ضـریب تابش برای تبادل حرارتی سیاه SR



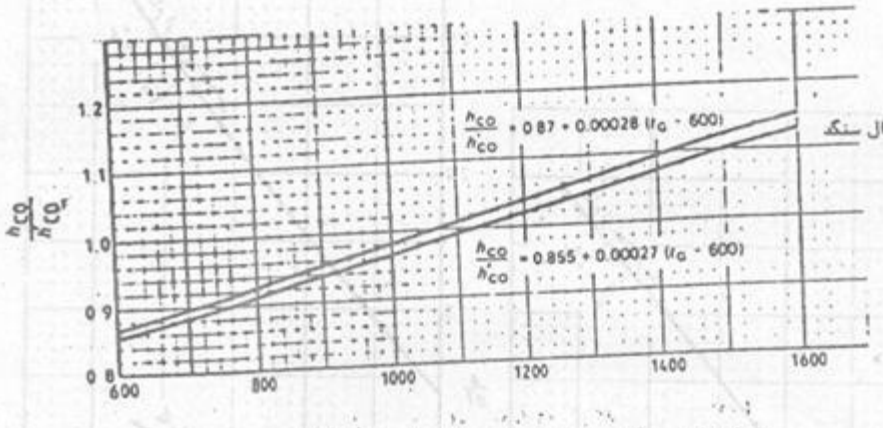
دمای واقعی گاز t_G بر حسب C (ورودی لوله)

ضریب تبادل کل F

شکل (۲) ج : پیدا نمودن ضریب تبادل کلی F

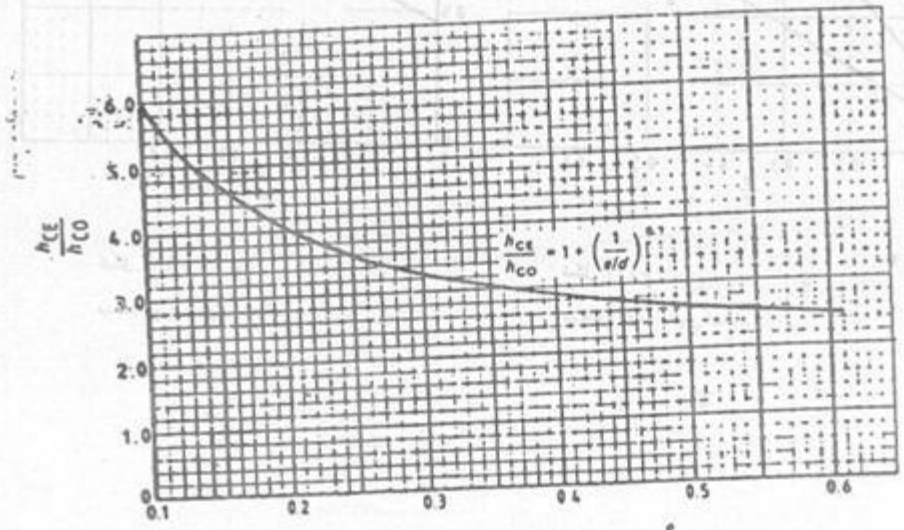


شکل (۳) ج : نسبت $\frac{A_R}{A_C}$ برای محفظـه استوانه ای قطر D وطول با L



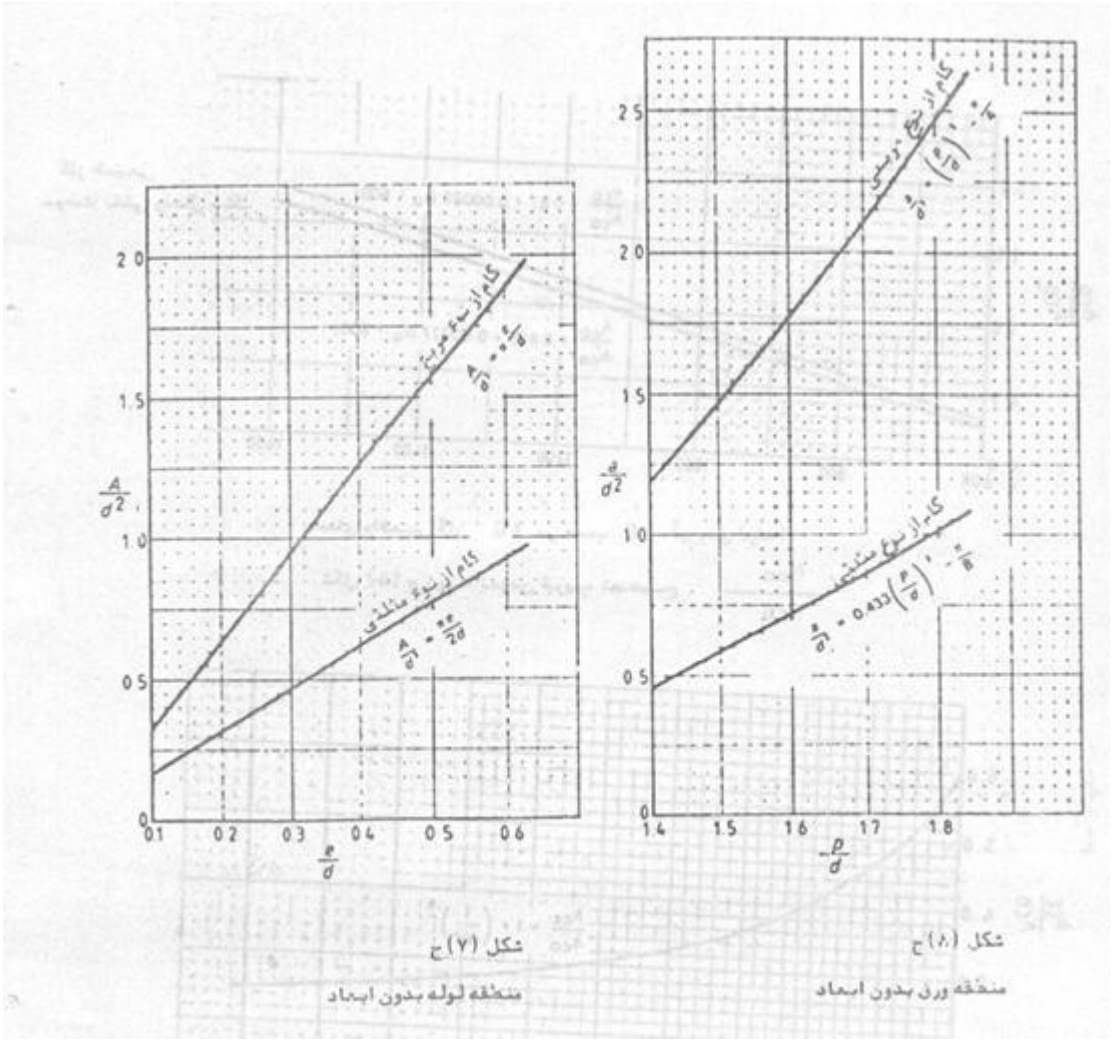
دمای واقعی گاز tG بر حسب C (ورودی لوله)

شکل (۵) ج : پیدا نمودن ضریب تصحیح $\frac{h_{co}}{hco}$



نسبت : $\frac{\text{ضخامت صفحه لوله } e}{\text{قطر داخلی لوله } d}$

شکل (۶) ج : پیدا نمودن ضریب تصحیح $\frac{h_{co}}{h_{ce}}$

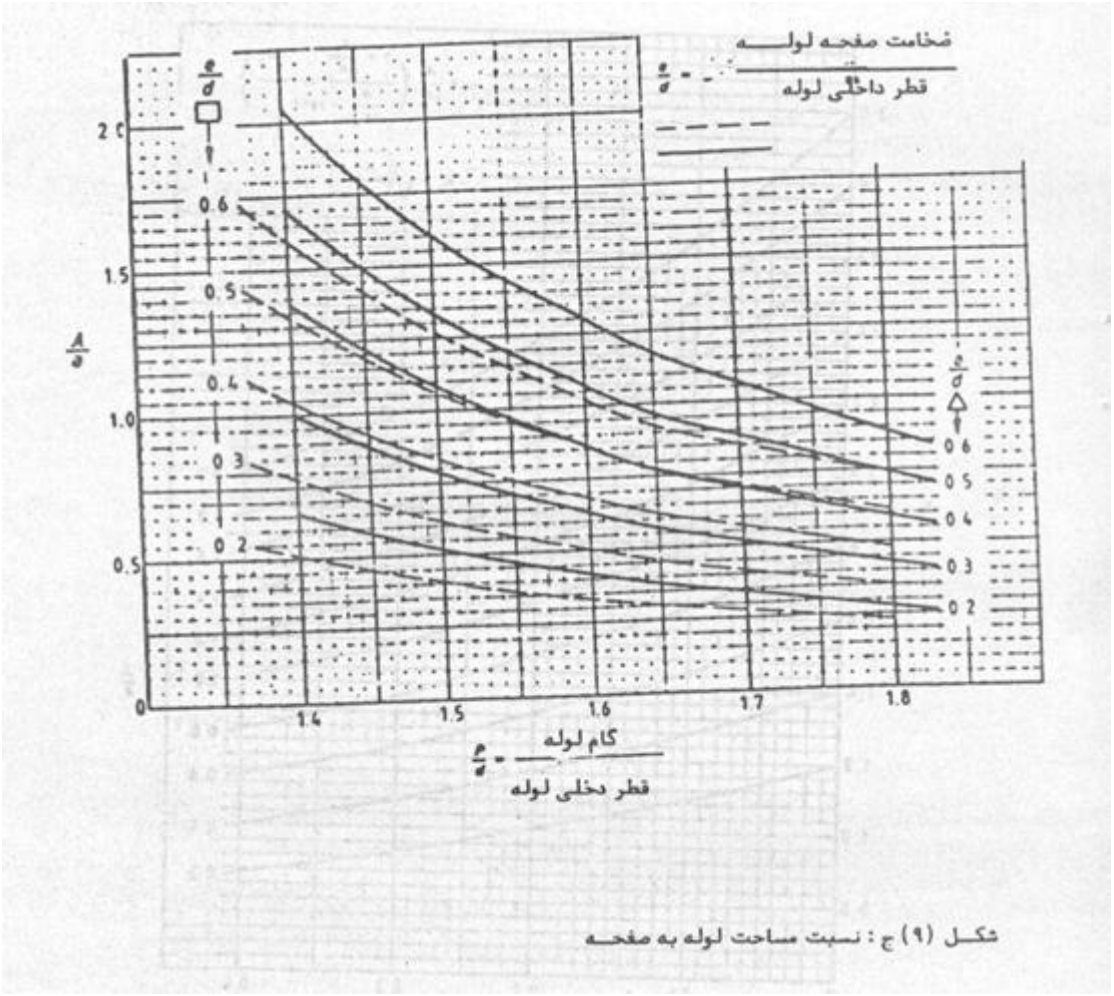


شکل (۷)ح

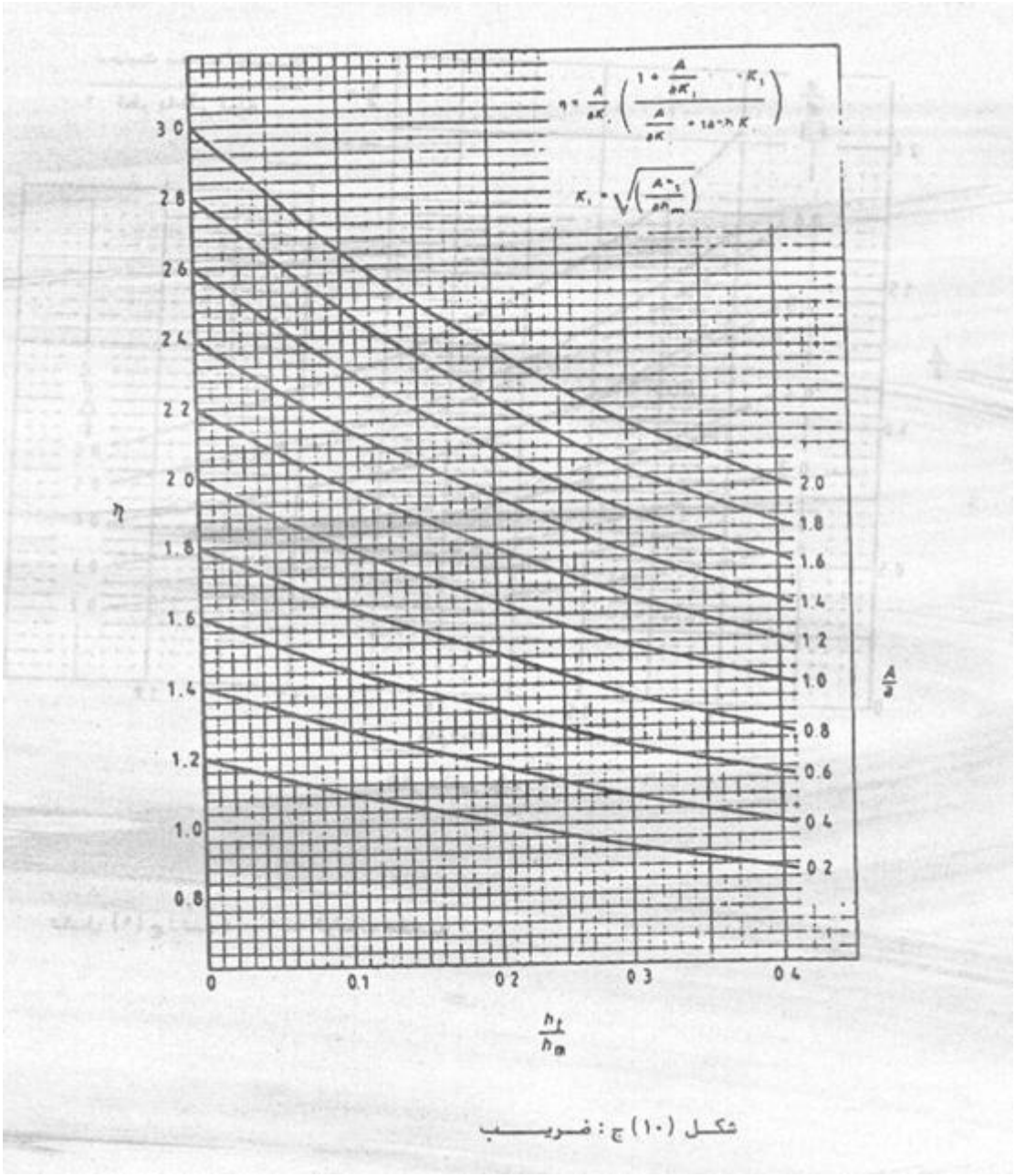
منطقه لوله بدون ابعاد

شکل (۸)ح

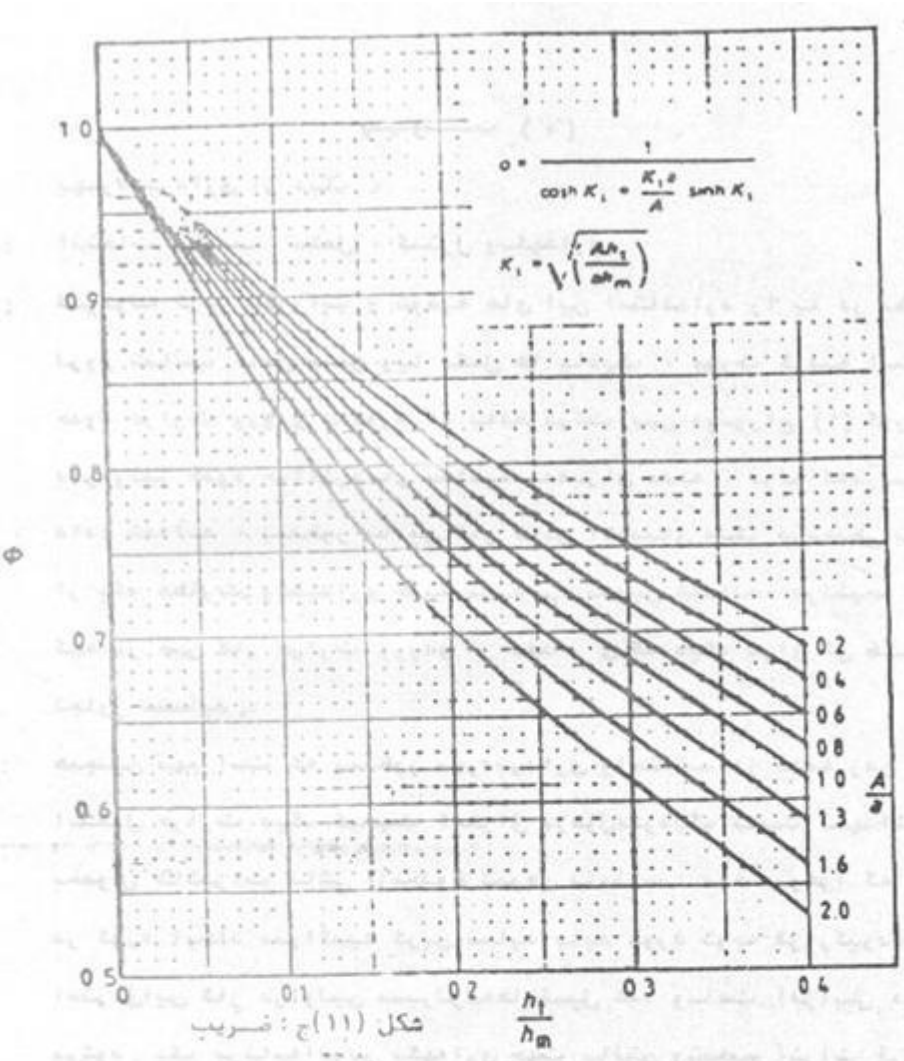
منطقه وری بدون ابعاد



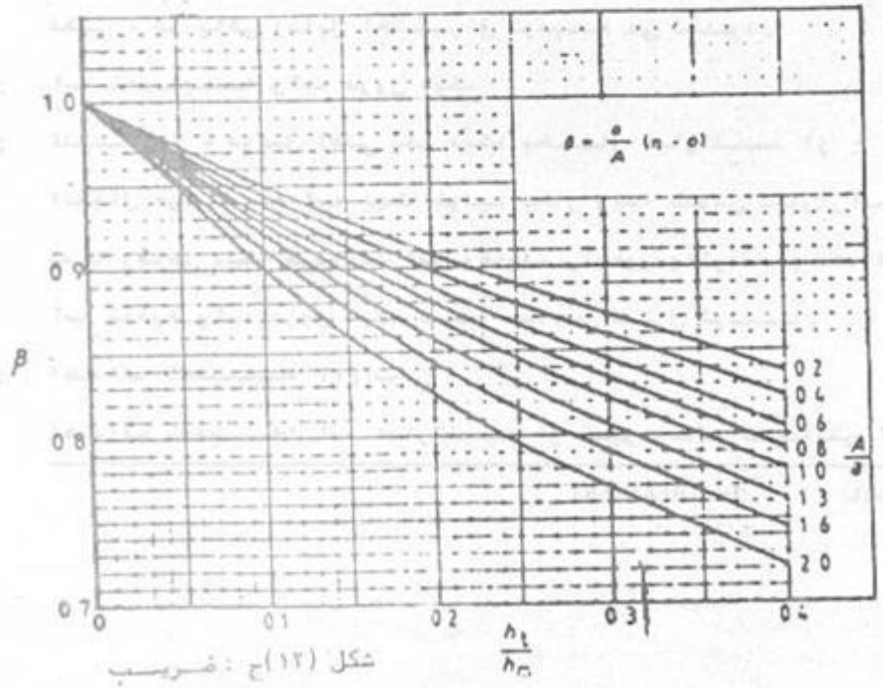
شکل (۹) ج : نسبت مساحت لوله به صفحه


$\eta = \frac{A}{\partial K_1}\left(\frac{1+\frac{A}{\partial K_1}\cdot K_1}{\frac{A}{\partial K_1}+\coth K_1}\right)$
$K_1 = \sqrt{\left(\frac{A^2}{\partial h_m}\right)}$
η
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0
0.1
0.2
0.3
0.4
$\frac{h_f}{h_m}$
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
$\frac{A}{\partial}$

شکل (۱۰) ج : ضریب



شکل (۱۱)ج : ضریب



شکل (۱۲)ج : ضریب

پیوست (د)

بهره‌برداری از دیگ :

د – 1: انتخاب مناسب مشعل , کنترل و نگهداری

د – 1-1: فرموله کردن مقررات و توصیه‌های این استاندارد را با در نظر داشتن لزوم تناسب کامل مشعل و یا مشعل‌ها با دیگ , صورت گرفته است .

حدود حرارت ورودی به کوره که به قطر گوشت بین دو سوراخ [205] کوره بستگی دارد و نیز حدود حداکثر دمای محاسبه شده برای صفحه – لوله که در قسمت سوم داده شده‌اند . به منظور تأمین کار قابل اطمینان دیگ در محیطی برخوردار از یک نظارت و نگهداری خوب مهندسی , تدوین شده‌اند , در نتیجه مهم است که در حین کار حرارت ورودی از مقداری که دیگ برای آن طرح شده تجاوز ننماید .

د – 1-2: همچنین مهم است که به منظور بهره‌برداری و اجتناب از صدمه زدن به سطوح انتقال حرارت دیگ , کیفیت احتراق در طول عمر دیگ ثابت نگهداشته شود . به خصوص تاثیرات ناشی از مخلوط نمودن نامناسب سوخت و هوا که می‌تواند در کوره ایجاد منواکسید کربن نماید باید مورد توجه قرار گیرد , زیرا که احتراق این گاز در اولین مسیر لوله‌ها تکمیل شده و باعث افزایش دمای فلز می‌شود . یک برنامه اصولی نگهداری جهت یافتن و تصحیح اثرات فرسودگی , لقی , ناپاکی وسایل احتراق توصیه می‌شود .

د – 2: آب تغذیه و آب درون دیگ

د – 2-1: کلیات – دو عمل اصلی یک دیگ بخار عبارتند از :

انتقال حرارت به آب جهت تولید بخار و جدا نمودن بخار از آب در دیگ , تنها زمانی دیگ می‌تواند این وظایف را بطور مؤثر انجام دهد که کیفیت آب تغذیه و آب درون دیگ به نحو مناسبی کنترل شوند .

د – 2-2: اهداف تصفیه [206] آب عبارتند از تمیز و سالم نگهداشتن آن .

قسمت‌هائی از دستگاه که در تماس با آب و بخار می‌باشند , و تسهیل تولید بخار تمیز , انتخاب , کاربرد و کنترل تصفیه آب باید با این اهداف سازگار باشد .

فولاد در تماس با آب یا بخار به سرعت بروی خود لایه‌ای از اکسید آهن تشکیل می‌دهد که ممکن است محافظت کننده باشد یا نباشد . تصفیه آب جهت جلوگیری از خوردگی باید کیفیت آب را آنچنان کنترل نماید که لایه‌ای از اکسید محافظ بر روی فولاد ابقأ شود .

د – 2-3: پرکردن دیگ :

به هنگام راه اندازی اولیه و به هنگام پر نمودن‌های بعدی پس از این که دیگ و یا دستگاه از آب تخلیه شده است , باید فقط با آب تصفیه شده پر شود . اگر دستگاه بزرگ باشد , مقتضی است با آبی که املاح آن گرفته شده پر شود . قبل از پر نمودن دستگاه و دیگ آب را باید تجزیه گردیده و نیز کنترل PH و اکسیژن آن را باید مطابق جدول (1) تنظیم شود . امروزه مشخص شده که اهمال ورزیدن در انجام این نکات باعث وارد آوردن صدماتی سنگین به دیگهای آب گرم می‌شود .

د – 2-4: تماس با هوا – فرض اینکه مدار یک دیگ آب گرم کاملا بسته می‌باشد صحیح نیست همواره نشت‌های موجود در مدار احتیاج به آب جبرانی را موجب می‌شوند در نقطه‌ای از مدار آب ممکن است با هوا در تماس باشد , مانند تماس آب با هوا در مخزن سر ریز . مقررات در مورد آب تغذیه و آب دیگ , ارائه شده [207] باید متابعت شوند .

د – 2-5: رسوب‌ها – ناخالصی‌هائی که به همراه آب تغذیه وارد دیگ می‌شوند , می‌توانند ایجاد لایه و یا رسوبات مختلفی کنند . که از انتقال حرارت جلوگیری نموده و ممکن است جریان آب را محدود نمایند .

هریک از این تاثیرات , علاوه بر کم نمودن بازدهی دیگ , منجر به کافی خنک نشدن فلز سطوح انتقال حرارت می‌شوند و در نتیجه فلز ممکن است آن قدر داغ شود که دیگر نتواند تحمل فشار گازی را بنماید .

همچنین رسوبها ممکن است با قطع ارتباط فلز زیر رسوب با شرایط حفاظتی ایجاد شده در آب موجب خوردگی گردند .

د – 2–6: رسوب – ترکیبات منیزیم – کلسیم و سیلیسیم عوامل اصلی ایجاد رسوب بوده و می‌تواند رسوب‌هائی با ویژگیهای مختلف و ضرایب هدایت (انتقال حرارت در محدوده 216 تا $3450(\frac{W.mm}{m^2.k})$ تولید نمایند در عمل این به معنی این است که رسوبی با مبنای سیلیس و ضخامت 0/1 میلیمتر می‌تواند به مانند یک لایه 1/6 میلیمتری سولفات کلسیم , از انتقال حرارت جلوگیری نماید .

در نتیجه مهم خواهد بود که هرگونه جمع شدن رسوب را کشف نموده و هرچه زودتر در جهت جدا کردن آن اقدام نمائیم . این موضوع اساسی است که علت تشکیل رسوب را نیز پیدا نموده و آنرا برطرف نمائیم . بدیهیست که در اکثر موارد بدون تجزیه شیمیایی رسوب نمی‌توان به ترکیبات آن پی برد پاره‌ای از رسوب‌های سیلیسی با چشم غیرمسلح قابل رویت نیستند لیکن آنها را می‌توان توسط وسایلی مخصوص به سهولت تشخیص داد .

د – 2–7: کف

د – 2–7–1: حمل آب توسط بخار تولید شده از دیگ همواره تا حدود کمی غیرقابل اجتناب می‌باشد . لیکن تحت شرایط به خصوصی , به هنگام حضور آلودگی‌ها آب دیگ ممکن است به صورت نامطلوبی کف نموده و مشکلات زیر را به وجود آورد .

الف : حمل زیاد آب دیگ به درون مجرای اصلی بخار ممکن است اتفاق افتد , ممکن است تکه‌های بخار تحت باری بیش از ظرفیتشان قرار گیرند و نیز لوله‌ها ممکن است با آب پرشده و باعث ایجاد ضربه‌های قوچ خطرناک شوند . تکه‌های آب که ممکن است در این حالت با سرعتی در حدود صد و پنجاه کیلومتر در ساعت حرکت نمایند , می‌توانند خساراتی جدی وارد آورند .

ب – شناورهای فرمان [208] بر مبنای شناور بودن در آب , طرح شده‌اند نه در کف (Feam.) درست کار نکردن شناورها ممکن است سبب قطع و از کار باز ایستادن دیگ شود .

ج – کف در تماس با سطوح داغ . نمی‌تواند حرارت را به خوبی آب از فلز به بیرون هدایت نماید . در نتیجه فلز دیگ ممکن است بیش از اندازه تا حد خطرناک داغ شود .

د – 2–7–2: تشکیل کف به دلایل زیر می‌باشد :

الف – وجود مواد پاک کننده [209] روغن و چربی‌ها در آب .

ب – بیش از حد قلیائی بودن (این موضوع باعث اشکالات دیگری نیز می‌شود از جمله حمله شیمیائی بر روی شیشه‌های آب نما)

ج – اجسام جامد معلق در آب .

د – بالا بودن مقدار کل محتویات جامد محلول در آب

د – 2–8: خوردگی

خوردگی اکثرا به علت اکسیژن در آب دیگ می‌باشد , و در نتیجه لازم است مراقبت نمائیم که موجودی اکسیژن آب تغذیه , در پائین‌ترین حد ممکن باشد . استفاده از آب تغذیه (گرم) و نصب دستگاههای اکسیژن‌گیر در مواردی که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند , توصیه می‌شود , لیکن در تمامی موارد , باید یک ماده خنثی کننده اکسیژن را نیز در داخل آب دیگ , حتی زمانیکه از دیگ استفاده نمی‌شود داشته باشیم .

د – 3: پاره‌ای از حالت‌های خرابی

د – 3–1: بیش از حد داغ شدن سطوح انتقال حرارت در دیگ‌ها می‌تواند ناشی از کم شدن آب به دنبال درست کار نکردن دستگاه‌های کنترل سطح آب , جمع شدن رسوب و لایه‌های داخلی , که می‌تواند در کار رضایتبخش دستگاههای کنترل سطح آب تاثیر گذارند و یا استفاده از آب تغذیه آلوده باشد . در نتیجه خسارت‌های زیر ممکن است حاصل شوند .

الف – فروریختن و یا تغییر شکل کوره , که پاره‌ای از اوقات به شکافته شدن ورق کوره در ناحیه فرو ریخته و یا پاره شدن آن در نزدیکی اتصالات صفحه انتهائی منجر می‌شود .

ب – فروریختن و یا تغییر شکل محفظه برگشت در دیگهای عقب مرطوب .

ج – خمیده شدن و یا شکم دادن لوله دودها .

د – نشت از اتصالات گشاد شده لوله‌ها

ه – ترک خوردن بوشها و انتهای لوله‌ها در محل اتصال به صفحه لوله‌ها .

و – ورم کردن صفحه لوله‌ها و ترک خوردن لگامنتها .

د – 3-2: عدم از بین بردن اکسیژن آب دیگ می‌تواند باعث ایجاد حفره‌های [210] زیاد و از بین بردن سطوح داخلی و ترک‌دار کردن نواحی با حداکثر تمرکز تنش مانند باشند [211] جوشهای نواری داخلی اتصالات صفحه انتهائی به کوره و پوسته , شود .

بر اثر ترکیبی از علت‌ها , که شامل تجمع اکسیژن هم می‌گیردد ممکن است در دیگ ترک ایجاد شود .

در هنگام سرد شدن دیگ ممکن است خلاء موضعی بوجود آید که نتیجتاً هوا به داخل کشیده می‌شود .

می‌توان این عمل را با روش صحیح خاموش نمودن که شامل بستن شیربخار هم می‌شود اصلاح نمود .

د – 3-3: در دیگهای آبگرم عدم توجه به پائین‌تر آمدن دمای محصولات احتراق از نقطه شبنم آن ممکنست سبب خوردگی سطوح در تماس با محصولات احتراق شود .

د – 3-4: بالا رفتن دمای فلز در ورودی اولین مسیر لوله‌ها به علت عدم تکمیل احتراق در کوره , می‌تواند باعث ترک خوردن جوشها و انتهای لوله‌ها در محل اتصال به صفحه لوله‌ها شود .

پیوست (ه)

پیشنهادات برای دستیابی و بازرسی داخلی :

در طراحی دیگ و تجهیزات داخلی جهت بازرسی مناسب و وسایل تمیز کاری پیش بینی لازم باید به عمل آید . در جائیکه امکان‌پذیر است به گونه‌ای طراحی و جاگذاری شده باشد که از انجام بازرسی مناسب ممانعت نکند .

در عمل وسایل بازرسی خوب باید برای کلیه اتصالات در کنج‌ها پیش‌بینی گردد . مانند اتصالات بدنه و کوره به صفحات انتهائی دیگ ، که تحت گشتاور زیاد خمشی قرار می گیرند و نیز برای کلیه تجهیزات مانند کوره و تاج محفظه برگشت , که تحت میدان حرارتی بالا قرار می‌گیرند .

برای دیگهائی که قابلیت وارد شدن به آنها وجود دارد پیشنهاد می‌گردد فضای باز 400 میلیمتری در بالا یا پائین درب آدم رو پیش‌بینی گردد , تا اجازه حرکت محوری در پائین و یا بالای مجموعه لوله‌ها را بدهد . همچنین پیشنهاد می‌گردد , در صورتیکه فشار طراحی اجازه دهد فاصله بین محور میله‌های مقاوم زیر سوراخ آدم رو از 400 میلیمتر کمتر نباشد .

در جائیکه ضروری است فضای باز عمودی که از 200 میلیمتر عرض کمتر نباشد باید به گونه‌ای بین لوله‌ها و بالای کوره پیش‌بینی گردد که اجازه بازرسی از کوره و بالای محفظه برگشت را بدهد .

در جائیکه دستیابی به داخل پیش‌بینی نشده یا فقط قسمت پیش‌بینی شده , باید تعداد مناسب از سوراخ‌های سر رو , دست رو یا چشمی تعبیه گردند تا نمای عمومی از کوره و بالای محفظه برگشت را به توان بدست آورد .

دیگها باید به گونه‌ای نصب گردند که ورودی و سوراخهای بازرسی کاملا قابل دسترسی باشند .

پیوست (و)

نمونه محاسبات انجام شده مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره [212] برای مشخص نمودن تنش‌های بدنه یک دیک با نگهدارنده پایه .

یادآوری : کلیه مراجعات این پیوست به استاندارد ملی ایران به شماره [212] می‌باشد

و – 1: مفروضات اطلاعات طراحی (شکل " و (1,") نیز ملاحظه گردد .)

جنس مواد	BS 1501-151

درجه	430 A
وزن دیگ پر از آب	1500 کیلوگرم
فشار طراحی	1/38 N/mm^2 (P)
قطر داخلی (خورده شده) (D_i)	1800 میلیمتر
شعاع متوسط (r)	906 میلیمتر
طول بین صفحات انتهائی (L)	4000 میلیمتر
فاصله از مرکز یک نگهدارنده تا وسط طول دیگ (d)	1250 میلیمتر
طول محیطی سطح بارگذاری شده ($2C_O$)	320 میلیمتر
طول محوری سطح بارگذاری شده ($2C_X$)	400 میلیمتر
ضخامت بدنه (خورده شده) (t)	12 میلیمتر
تنش طراحی (f)	120 N/mm^2

و - 2: محدودیت‌های کاربردی (به بند ..... /G-2-2 زیرنویس 1 مراجعه شود) با توجه به اینکه L=400 بزرگتر از r=906 ($L = 4000 > r = 906$) پس شرط بزرگتر بودن L نسبت به r برقرار می‌باشد .

با توجه به اینکه $A = 550$ بزرگتر از $(A = 550 > \frac{r}{2} = 453)\frac{r}{2} = 453$ پس شرط اینکه فاصله A کمتر از $\frac{r}{2}$ نباشد برقرار است .

با توجه به اینکه $\frac{C_o}{r} = \frac{160}{906}$ از 0/182 (که از شکل G.2(O) از استاندارد ملی ایران به شماره (1) با فرض $\frac{r}{t} = \frac{906}{12} = 75/5$ بدست آمده است) رضایت بخش است .

و - 3: بار شعاعی ناشی از واکنش نگهدارنده

مقدار تقریبی و محافظه کارانه بار شعاعی W باید از رابطه $W = \frac{W_1}{Cos0}$ که در آن W_1 واکنش عمودی در پایه است .

با استفاده از رابطه تقریبی :

واکنش در هر نگهدارنده کیلوگرم $W_1=15000*0/25=3750$

$\sin O = \frac{600}{906} = 0/662$ در نتیجه $O = 41/5$ (شکل و -۱- ملاحظه گردد)

کشتاور محیطی $\frac{M \phi}{W}$ شکل و -۲ ملاحظه گردد	کشتاور طولی $\frac{Mx}{W}$ شکل و -۳ ملاحظه گردد	نیری غشائی محیطی $\frac{N t}{W \phi}$ شکل و -۴ ملاحظه گردد	نیرو غشائی طولی $\frac{N t x}{W}$ شکل و -۵ ملاحظه گردد	
۰/۰۶	۰/۰۲۵	۰/۰۶	۰/۱۲	$\frac{2C x}{L e} = 0/05$
۰/۰۵۲۴	۰/۰۲۱۲	۰/۰۵۶۲	۰/۱۰۱	$\frac{2C x}{L e} = 0/164$
۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۵۵	۰/۰۶۵	$\frac{2C x}{L e} = 0/2$

بار شعاعی :

$$W = \frac{3750}{Cos41/5} = 5007$$ نیوتن

$$Kg = 49119$$

یادآوری : در مقادیر بالاتر O این رابطه ممکن است به صورتی قابل توجه بیش , از اندازه بار شعاعی را تخمین بزند و در صورت نیاز تحلیل ریزتری برای بدست آوردن مقداری دقیق‌تر باید انجام گردد . چنین تحلیلی باید مشخصه هندسی پایه , روش اتصال به بدنه و در مواردی که انبساط بدنه بین پایه‌ها که منجر به مهار کردن زاویه گردد . هر گونه افزایش حرارتی که نیروی واکنشی را فراهم آورد , را باید بررسی نماید .

و - 4: بدست آوردن گشتاورها و نیروهای غشائی محیطی و طولی (از استاندارد ملی ایران به شماره [213] طول معادل برای بارگذاری خارج از مرکز بودن

$$Le = L\left(\frac{4d^2}{L}\right) = 4000 - \left(\frac{4X1250^2}{906}\right) = 2437/5$$ میلیمتر

ارقامی که برای استفاده در شکل‌های "و -2" و "و -2" موردنیاز هستند .

$$\frac{64\,r^2}{t}\left(\frac{cx}{r}\right)^2 = 64 \times \frac{906}{12}\left(\frac{200}{906}\right)^2 = 235/5$$

$$\frac{2Cx}{L_e} = \frac{400}{2437/5} = 0/164$$

$$\frac{C_\phi}{C_x} = \frac{160}{200} = 0/8$$

مقادیر $\frac{M_O}{W}$ و $\frac{M_x}{W}$ و $\frac{N_O t}{W}$ و $\frac{N_x t}{W}$ برای مقادیر $\frac{C_\phi}{C_x} = 0/8$ و

$235/5 = \left(\frac{C_x}{r}\right)^2 \frac{64\,r^2}{t}$ از شکل های "و-۲" الی "و- ۵" بدست آمده اند .

لازم است که مقدار $\frac{2C_x}{L_e} = 0/164$ از مقادیر $0/5$ و $\frac{2C_x}{L_e} = 0/2$ میانیابی گردد .

$\frac{M_O}{W} = 0/0524$ بنا بر این $M_\phi = 0/0524 * 49119 = 2572$ N.mm/mm

$\frac{M_x}{W} = 0/0212$ بنا براین $M_x = 0/0212 * 49119 = 1041$ N. mm/mm

$\frac{N_\phi t}{W} = -0/0562$ بنابراین $N_\phi = -0/0562 * \frac{49119}{12} = -230$ N/mm

$\frac{N_x t}{W} = -0/0101$ بنا براین $N_x = -0/0101 * \frac{49119}{12} = -413/2$ N/mm

و – 5: بدست آوردن تنش‌ها تحت شرایطی که دیگ کاملا از آب پرشده و هیچ فشار داخلی وجود ندارد . (طبق استاندارد ملی ایران به شماره [214]

و - 5-1: تنش‌های غشائی - اینها به شرح ذیل محاسبه می‌گردند .

$$\text{محیطی} = \frac{N_{\phi}}{t} = \frac{-۲۳۰}{۱۲} = -۱۹/۱۷ \ N/mm^{۲}$$

$$\text{طولی} = \frac{N_{x}}{t} = \frac{-۴۱۳/۴}{۱۲} = -۳۴/۴۵ \ N/mm^{۲}$$

و - 5-2: تنشهای غشائی به علاوه خمشی - اینها به شرح ذیل محاسبه می‌گردند .

$$\text{طولی} = \frac{N_{\phi}}{t} \pm \frac{۶M_{\phi}}{t^{۲}} = -۱۹۰/۱۷ \pm \frac{۶ * ۲۵۷۴}{۱۲^{۲}} = +۸۸/۰۸ \ N/mm^{۲}, \ -۱۲۶/۴۲ \ N/mm^{۲}$$

$$= \frac{N_{x}}{t} \pm \frac{۶M_{x}}{t^{۲}} = -۳۴/۴۵ \pm \frac{۶ * ۱۰۴۱}{۱۲^{۲}} = +۰۸/۹۳ \ N/mm^{۲}, \ -۷۷/۸۳ \ N/mm^{۲}$$

و - 6: تأثیر فشار داخلی

در بند G.2/21/3 استاندارد ملی ایران (1) مشخص شده است که نتیجه مطمئن با اضافه کردن تنش‌های فشار به آنهائی که ناشی از بارهای موضعی می‌باشند بدست می‌آید .

از بند B.2.3 استاندارد فوق الذکر

$$\text{تنش محیطی (فشار)} = \frac{PR_{i}}{t} = \frac{۱/۳۸X۹۰۰^{۲}}{۱۲} = ۱۰۳/۵۰ \ N/mm^{۲}$$

$$\text{تنش طولی (فشار)} = \frac{PR_{i}^{۲}}{(۲R_{i} + t)\,t} = \frac{۱/۳۸ * ۹۰۰^{۲}}{(۲*۹۰۰+۱۲)۱۲} = ۵۱/۴۱ \ N/mm^{۲}$$

یادآوری : اگر برای برآورد تنشهای طولی پوست در اثر فشار لازم باشد که از بارهای بر سطح نگهدارنده استفاده شود .

تنش طولی (فشار) همان گونه که در بالا محاسبه شده است تأثیر مقاوم‌های انتها به انتها را به حساب نمی‌آورد و کاهش تنش طولی (فشار) مجاز است .

بنابراین تنشهای غشائی به علاوه خمشی به علاوه فشار به شرح ذیل می‌باشند :

محیطی = + 88/08 + 103/5 =191/58N/mm^2

$-126/42 + 103/5 = -22/92 N/mm^2$

طولی $= + 8/93 + 51/41 = + 60/34 N/mm^2$

$- 77/82 + 51/41 = - 26/42. N/mm^2$

و – 7: مقادیر مجاز تنش : از بند A–1–3–3 استاندارد ملی ایران به شماره [215] تنش غشائی نباید از 1/2f تجاوز نماید .

$= 1/2 + 120 = 144 N/mm^2$

تنش غشائی به علاوه خمشی نباید از 2 f تجاوز نماید .

$= 2 + 120 = 240 N/mm^2$

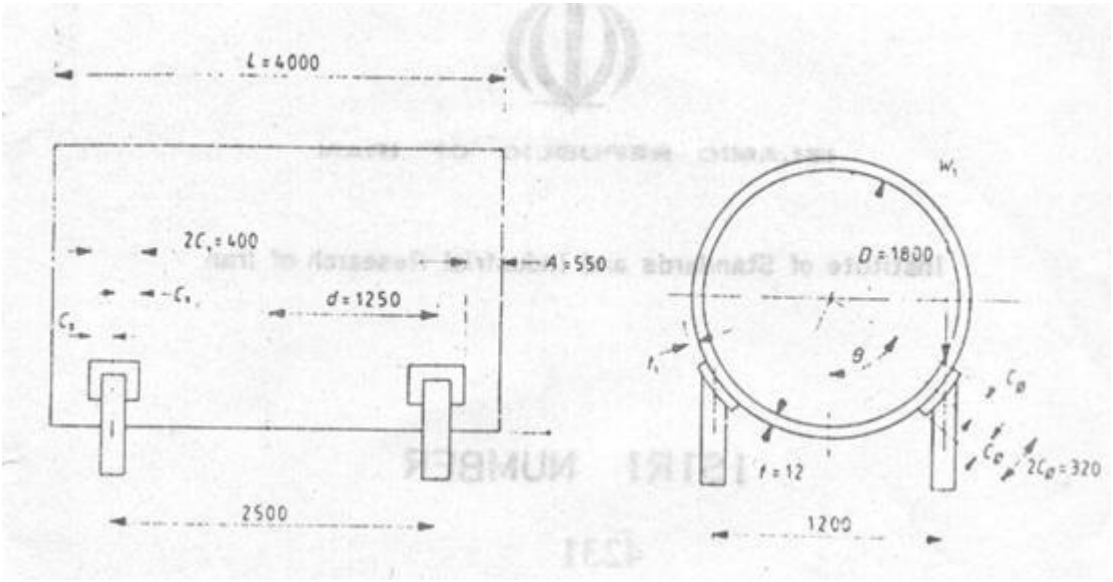
تنش غشائی به علاوه خمشی به علاوه فشار نباید از $240 N/N/mm^2 = 20 * 2 = 2f$ تجاوز نماید .

از بند A–3–3–3 (1) تنش غشائی به علاوه خمشی (مجموعاً تنش فشاری) نباید از $- 162 N/mm^2 = 0/9 \times 180 = 0/9 E_t$- تجاوز نماید.

که در آن E_t طبق 1–3–2 بیان شده است , از این رو کلیه تنشهای محاسبه شده در محدوده مشخص شده می‌باشند .

و – 8: تنشها در ورقهای تقویتی (طبق بند G.3/1/5 استاندارد ملی ایران [215]) تنشهائی که در ورق تقویتی در لبه سطح زیر بار $2cQ * 2cx$ مطابق با ابعاد پایه اتفاق می‌افتد باید مورد مطالعه قرار گیرد .

تنش‌ها به روشی مشابه با محاسبات و 1– الی و 7– انجام می‌گردد . با فرض اینکه ضخامت بدنه $(t+t_1)$ است , که در آن t_1 ضخامت ورق تقویتی است (برحسب میلیمتر .) فرض می‌شود که ورق تقویتی و بدنه دیگ در گشتاورهای Mo و Mx متناسب با کعب ضخامت هایشان مشترک می‌باشند و نیروهای غشائی No و Nx نسبت مستقیم با ضخامت هایشان دارند .



کلیه ابعاد برحسب میلیمتر می‌باشد .

شکل و (1)

ابعاد فرضی دیگ بخار برای هر نمونه جهت محاسبات تنش‌های بدنه در دیگ از نوع نگهدارنده‌های با پایه .

1- Shell

2- Fusion Welding

3- Water tube

(تا تدوین استاندارد ملی ایران به استاندارد BS 1113 رجوع شود)

4- Safety Valves

5- Fittings

6- Mountings

7- Control Equipment

8- Superheater

9- Economizer

10- Air Preheater

11- Stoker

12- Forced draught fan

13- Induced draught fan

14- (مثل استاندارد Bs 1113 راجع به بخار داغ کن‌ها و قسمت اول Bs 759 و قسمت اول Bs 6759 راجع به متعلقات دیگر .)

15- تا زمان تدوین این استاندارد ملی ایران از استاندارد Bs 499PI می‌توان استفاده نمود .

16- Post Velding Heat Treatment

17- Plian tube

18- Stay tube

19- Electric Reistance

20- Induction

21- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs 3059 استفاده نمود .

22- Cross tube

23- Stud

24- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از جدول 3 و 2 استاندارد Bs 4882 استفاده نمود .

25- Lugs

26- Bracket

27- case جهت بالا بردن سطح تبادل حرارتی در دیگ ممکن است مورد استفاده قرار گیرد .

28- Yield stress

29- Proof stress

30- Tensile strength

31- Steel making

32- Deoxidation

33- Heat treatment

34- Mechanical properties

35- ladle analysis

36- Fully Killed steel

37- Semi Killed steel

38- Rimming steel

39- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs-EN 10-002-1 استفاده نمود .

40- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد 3688PI استفاده نمود .

41- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استانداردهای Bs مربوطه استفاده نمود .

42- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs 3920 استفاده نمود .

43- Scantling

44- Reverse Flame Boiler

45- Breathing

46- ON / OFF

47- Reversal Chamber

48- Tube Plate

49- wrapper Plate

50- Rimming steel

51- Post weld

52- Set - in end plates

53- out of Roundness

54- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs 5500 - 1988 پیوست A استفاده شود .

55- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs 5500 - 1991 پیوست G استفاده نمود .

56- Saddle Support

57- Dished and flanged ends

58- torispherical

59- Semi - ellipsoidal

60- Hemispherical

61- Cornish

62- Lancicashire

63- Stiffening Ring

64- Ligament

65- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد Bs 1113 استفاده نمود .

66- Fillet Weld

67- Pad

68- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد BS 4504 P1 استفاده نمود .

69- Welded on

70- Welding neck flanges

71- Set - on

72- Set - in

73- Stand pipe

74- تا زمان تدوین استانداردهای ملی میت وان از BS 10 / Part 2 استفاده نمود .

75- تا زمان تدوین استانداردهای ملی می‌توان از BS 1560 Section 3/1 استفاده نمود .

76- تا زمان تدوین استانداردهای ملی می‌توان از BS 4504 استفاده نمود

77- Gasket

78- Gusset Stay

79- Link Stay

80- Radius of flange

81- Girder

82- Firehole

83- Slung girders

84- Radial Stays

85- Contour

86- Anchor plate

87- Butt Weld

88- Corrosion allowance

89- Expand

90- Beading

91- Belling

92- Boundry rows

93- Axial stress

94- Thinning

95- Ovality

96- Distrortion

97- Shelves

98- Gussets

99- Second moment of area

100- Drop - out tubes

101- Bowllng Hoop

102- Annular Diaphragm

103- Circular reversal chamber

104- Elastic Instability

105- Membrane Yield

106- Ogee Rings

107- Base Flanges

108- Fitting

109- 20 Gauge

110- Saddles of Nozzles

111- Tell - Tale hole

112- Creep machine

113- Cold Spinning

114- belled

115- Beaded

116- Studs

117- Lug

118- Spigot of recess

119- تا تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد BS استفاده نمود .

120- تا تدوین استاندارد ملی ایران می‌توان از استاندارد BS 10 , BS 1560 استفاده نمود .

121- تا زمان تدوین استانداردهای ملی می‌توان از استاندارد BS 3602 : Part : HFS or CFS : grade 430 استفاده نمود .

122- تا زمان تدوین استانداردهای ملی می‌توان از استاندارد BS 3602 : Part 2 : SAW , grade 410 or 460 استفاده نمود .

123- تا زمان تدوین استانداردهای ملی می‌توان از استاندارد BS 3601 :S grade 430 استفاده نمود .

124- Firehole opening

125- Ogee flange

126- Girder Stays

127- Crown Plates

128- تا زمان تدوین استانداردهای ملی ایران می‌توان از استانداردهای BS مربوطه استفاده نمود .

129- تا زمان تدوین استاندارد ملی می‌توان از استاندارد BS 4870 P1 استفاده نمود .

130- تا زمان تدوین استاندارد ملی از استانداردهای BS 4870 P1 , BS 4871 P1 استفاده نمود .

131- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای BS 4871 P1 استفاده نمود .

132- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 709 استفاده نمود .

133- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 4870 P1 استفاده نمود .

134- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 4871 P1 استفاده نمود .

135- googing

136- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 970 P1 و BS4490 استفاده نمود .

137- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 5135 Crupe (B) استفاده نمود .

138- Hard Zone Cracking

139- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استانداردهای B . S 5135 استفاده نمود .

140- Overlap

141- ultera sonic

142- Magnetic Particles

143- Liquid Penetration testing

144- تا زمان تدوین استاندارد ملی از استاندارد BS 5289 استفاده نمود .

145- تا زمان تدوین استاندارد ملی از استاندارد B . S 5996 استفاده نمود .

146- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 5996 استفاده نمود .

147- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 3923 P1 استفاده نمود .

148- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 6072 استفاده نمود .

149- Fluorescet

150- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 6443 استفاده نمود .

151- Probe

152- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 5044 استفاده نمود .

153- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 3971 استفاده نمود .

154- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 4870 P1 استفاده نمود .

155- دوبرابر رابطه 18 در استاندارد 6759 B1 اول سال 1984 .

156- دو برابر رابطه 18 در استاندارد BS 6759 P . 1 - 1989

157- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 6759 P.1 استفاده نمود .

158- discharge

159- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS 806 استفاده نمود .

160- تا تدوین استاندارد ملی می توان BS شماره 759 قسمت اول استفاده نمود .

161- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS - 759 استفاده نمود .

162- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS - 21 استفاده نمود .

163- Blowdown

164- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS - 759 استفاده نمود .

165- تا تدوین استاندارد ملی می توان از استاندارد BS - 759 P1 استفاده نمود .

166- Drian

167- تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران می توان از استاندارد BS - 759 P1 استفاده نمود .

168- Interlock

169- تا تدوین استاندارد ملی ایران از استاندارد BS - 759 P استفاده نمود .

170- Superheater

171- beater

172- Manifold

173- Steam Balance pipe

174- Sump

175- Electrical Prabe

176- Bladeler

177- bar

178- GROSS

179- NET

180- BEBEL ANGLES

181- SINGLE BEVEL

182- Singlebevel

183- singl j

184- تا زمان تدوین استاندارد ملی می‌توان از استاندارد BS 806 استفاده نمود .

185- Steady state

186- Convection

187- Emtrace Effect

188- Radiation

189- Thermal Conduction

190- Nucleate Boiling

191- Total effective Surface

192- Termal Conduc Tance

193- Black Exchange

194- Weighted Werage

195- Radiation Beam length

196- Emissivity

197- Multishield high Velocity suction pyrometer

198- DIRCTLY FIRED

199- FULLY DEVELOPED

200- VISOCSITY

201- NUSSELT

202- REYNOLDS

203- PRANDTL

204- Multi - shield high Velocity suction pyrometer

205- Legament

206- TREATMENT

207- طبق استاندارد BS 2486 - 1978

208- Fioat smitch

209- DETERGENT

210- PITTING

211- TOE

212- تا تدوین استاندارد ملی ایران می توان از استاندارد BS - 5500 1991 ضمیمه (ی) استفاده نمود .

213- تا تدوین استاندارد ملی ایران می توان از استاندارد BS - 5500 1991 قسمت G. 2/2/1/2 استفاده نمود .

214- تا تدوین استاندارد ملی ایران می توان از استاندارد BS - 5500 1991 قسمت G. 2/2/1/2 استفاده نمود .

215- تا زمان تدوین استاندارد ملی می توان از BS - 5500 استفاده نمود .

ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI NUMBER

4231

SPECIFICATION OF DESIGN AND MAUFACTURE OF SHELL BOILERS OF WELDED CONSTRUCTION

First Edition

دانلود شده از:

www.دیگ-بخار.com

مرجع علمی و آموزشی دیگ بخار

www.Ansar.co.ir