دوره آموزشی

ملاحظات جوشکاری مخازن تحت فشار

براساس ASME Section VIII

عبدالوهاب ادب آوازه

خرداد ۱۳۸۲

انجمن جوشکاری و آزمایشهای غیرمخرب ایران

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

تلفن و فاکس: ۸۸۲۹۵۸۸

Email: info@ IWNT.Com www.IWNT.Com

فهرست مطالب

ملاحظات جوشکاری مخازن تحت فشار
براساس ASME Section VIII

تاریخچه کد *ASME*	۱
هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار	۶
وظایف دیگر هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار	۷
تفسیر موردی کد *ASME*	۹
بخش *VIII* از کد *ASME* تقسیم بندی *1*	۱۰
دسته بندی اتصالات جوش در مخزن تحت فشار	۱۳
تغییرات تدریجی ضخامت	۱٤
بازده اتصال جوش	۱۵
اتصال قطعات فشاری به ورق های مسطح برای تشکیل اتصال گوشه ای	۱۸
اتصال گردن نازل به لوله کشی با ضخامت دیواره کمتر	۲۰
انواع قابل قبول جوش نازلها و اتصالات دیگر به بدنه، درام و هدر	۲۱
بعضی انواع فیتینگ کوچک قابل قبول	۲۵
عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۲۷
الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۲۹
دستورالعمل عملیات حرارتی پس از جوشکاری	٤۷
اتصال عدسی به بدنه	۵۲
اندازه جوش گوشه ای	۵۶
ثبت تعمیرات جوش	۵۷
راهنمای انتخاب ضریب اتصال لب بلب بر مبنای رادیوگرافی	۵۸
تایید صلاحیت جوشکار	۷۳
ترتیب درآوردن نمونه های *PQR*	۷۵
نمونه های کشش و خمش	۷۶
تجزیه و تحلیل فنون آزمایش غیرمخرب برای مخزان تحت فشار	۷۷
الزامات ضخامت برای پرتونگاری صد در صد	۸۰
چارت علائم مدور	۸۱
قواعد بازده اتصال و علامتگذاری رادیوگرافی	۸۹
علائم قراردادی جوش	۹۰

بسم الله الرحمن الرحیم

پیش گفتار

کُد مخزن تحت فشار *(ASME-SECTION VIII)* حاصل سال ها تجربه، تحقیق و توسعه است و حاوی اطلاعات وسیع و گران بها می باشد. کسانی که بطور مرتب با آن سروکار دارند ممکن است مشکلات کمتری در پیدا کردن اطلاعاتی که می خواهند داشته باشند ولی طراحان، سازندگان یا بازرسان فنی که گاهگاهی از کُد استفاده می کنند ممکن است دچار مشکل گردند.

تجربه نشان داده است که در طراحی، ساخت و بازرسی مخازن تحت فشار بسیاری از ملاحظات مهم بایستی مورد توجه قرار گیرد تا مخزن تحت فشار، بازده بهتر داشته و بطور ایمن بهره برداری شو د.

هدف از برگزاری همایش آموزشی ملاحظات جوشکاری مخازن تحت فشار براساس *ASME –SECTION VIII* ، آشنا کردن دست اندرکاران طراحی، ساخت و بازرسی مخازن تحت فشار کشور عزیز ما با استانداردهای معتبر می باشد. چه بسا بتوانیم از فرصت بدست آمده ساخت مخازن تحت فشار در داخل کشور (بجای سفارش به کشورهای خارجی)حداکثر استفاده را بکنیم، اصول و مقررات استانداردهای معتبر را بکار گیریم و سیستم کنترل کیفیت بهتری داشته باشیم.

رهنمودهای اساتید، طراحان، سازندگان، بازرسان فنی، بهره برداران و سایر متخصصین بسیار ارزنده و راهگشا خواهد بود تا به یاری خداوند متعال بتوانیم در آینده قدمهای موثرتری در راه اعتلای صنعت کشور و گسترش فرهنگ استاندارد برداریم.

عبدالوهاب ادب آوازه

بهار ۱۳۸۲

تاریخچه کد ASME

در بیستم مارس ۱۹۰۵ یک انفجار فجیع دیگ بخار در کارخانه کفش در بروکتون ایالت ماساچوست روی داد. در اثر این انفجار ۵۸ نفر کشته و ۱۱۷ نفر مجروح شدند و ۲۵۰ میلیون دلار خسارت وارد شد.

قبل از سال ۱۹۰۵ انفجار دیگ بخار جزو بلایای غیرمترقبه یا جزو بلایای طبیعی محسوب میشد. اما این حادثه فجیع مردم ماساچوست را متوجه ضرورت قواعد و مقررات قانونی برای ساخت دیگهای بخار بمنظور تامین حداکثر ایمنی آنها نمود.

بعد از بحث و مجادله زیاد، اولین کد قانونی «مقررات ساخت دیگهای بخار» در سال ۱۹۰۷ در ایالت ماساچوست بتصویب رسید. در سال ۱۹۰۸ ایالت اوهایو قانون مشابهی را وضع کرد. هیئت اوهایوئی «مقررات دیگ بخار» با تغییرات جزئی همان مقررات ایالت ماساچوست را پذیرفتند.

از آن به بعد، ایالت ها و شهرهای دیگر که قبلاً انفجاراتی در آنها بوقوع پیوسته بود، متوجه شدند که با طراحی ، ساخت درست و بازرسی دیگهای بخار می توانستند جلوی این حوادث را بگیرند.

چون مقررات دیگ بخار از یک ایالت تا ایالت دیگر فرق می کرد و اغلب باهم مغایرت داشتند، سازندگان وقتی طبق مقررات یک ایالت کار می کردند برای قبولاندن آن در ایالت دیگر مشکل داشتند.

بدلیل این عدم یکنواختی ، هم سازندگان و هم استفاده کنندگان در سال ۱۹۱۱ از شورای انجمن مهندسان مکانیک آمریکا برای اصلاح وضعیت درخواست نمودند.

شورای انجمن مهندسان مکانیک آمریکا به درخواست پاسخ مثبت داد و کمیته ای را برای «فرموله کردن مشخصات استاندارد جهت ساخت دیگهای بخار و مخازن تحت فشار و مراقبت آنها در بهره برداری» مامور کرد.

اولین کمیته از هفت عضو ، همه از متخصصین رشته های مختلف تشکیل شد. یک نفر مهندس بیمه دیگهای بخار، یک نفر سازنده مواد، دو نفر سازنده دیگ بخار، دو نفر پروفسور مهندسی و یک نفر مهندس مشاور.

کمیته مزبور توسط کمیته مشاور مشتمل برهیجده مهندس به نمایندگی از فازهای متعدد: طراحی، ساخت، نصب و بهره برداری دیگهای بخار همراهی می شد.

بدنبال مطالعه و بررسی مقررات ایالتهای ماساچوست و اوهایو و جمع آوری اطلاعات فنی مفید دیگر، کمیته گزارش مقدماتی خود را در سال ۱۹۱۳ ارائه داد و ۲۰۰۰ نسخه از گزارش را برای پروفسورهای مهندسی مکانیک، دپارتمانهای مهندسی شرکتهای بیمه دیگ بخار، سر بازرسان و دپارتمانهای بازرسی دیگ بخار ایالت ها و شهرها، سازندگان دیگهای بخار، سردبیران مجله های مهندسی و سایر علاقمندان ساخت و بهره برداری دیگهای بخار فرستاد و از آنها خواست پیشنهادات خود را مبنی بر تغییرات یا اضافات به مقررات پیشنهادی ارائه دهند.

بعد از سه سال طی جلسات متعدد و جمع آوری نظرات مردم، پیش نویس اولین مقررات *ASME* برای ساخت دیگهای بخار ثابت بهمراه فشار مجاز کاری، در سال ۱۹۱٤ چاپ شد و در بهار ۱۹۱۵ پذیرفته شد.

از سال ۱۹۱٤ تاکنون تغییرات زیادی در کد داده شده و بخشهای جدیدی برحسب نیاز به کد اضافه شده است.

در حال حاضر بخشهای کد عبارتند از:

بخش I - «دیگهای بخار نیروگاهی»

بخش II - «مشخصات مواد»

«مواد آهنی، قسمت *A*»

«مواد غیرآهنی، قسمت *B*»

«سیم جوشها، الکترودها و فلزات پرکننده، قسمت *C*»

بخش III – تقسیم ۱ «قطعات اصلی نیروگاه اتمی»

بخش فرعی NA : «نیازهای عمومی»

بخش فرعی NB : «قطعات اصلی طبقه ۱»

بخش فرعی NC : «قطعات اصلی طبقه ۲»

بخش فرعی ND : «قطعات اصلی طبقه ۳»

بخش فرعی NE : «قطعات اصلی طبقه MC»

بخش فرعی NF : «تکیه گاه های قطعات اصلی»

بخش فرعی NG : «سازه های تکیه گاه هسته ای»

بخش III - تقسیم ۲ - «مخزن تحت فشار راکتور بتنی»

بخش IV - «دیگهای آبگرمکن»

بخش V - «آزمایشهای غیرمخرب»

بخش VI - «قواعد توصیه شده برای مراقبت و کار دیگهای آبگرمکن»

بخش VII - «قواعد توصیه شده برای مراقبت از دیگهای بخار نیروگاهی»

بخش VIII - تقسیم ۱ - «مخازن تحت فشار»

بخش VIII - تقسیم ۲ - «مخازن تحت فشار - قواعد دیگر»

بخش IX - «تایید صلاحیت جوشکاری و لیحمکاری سخت»

بخش X - «مخازن تحت فشار پشم شیشه ای - پلاستیکی مسلح»

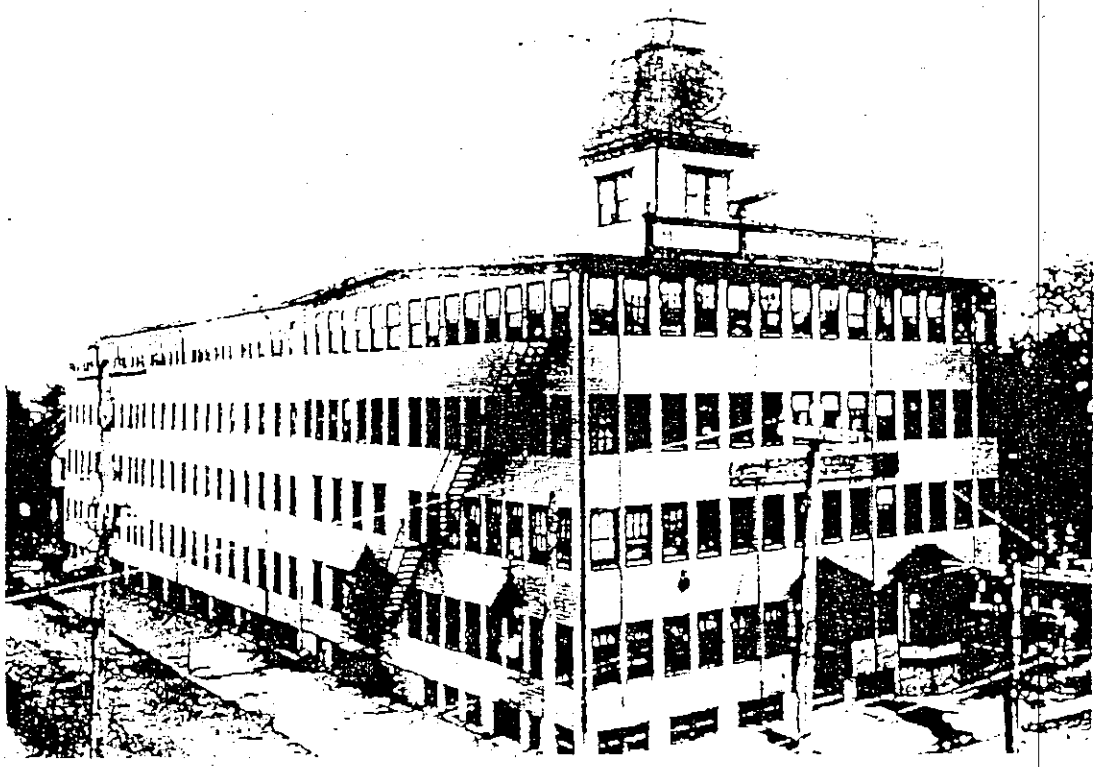
بخش XI - «قواعد بازرسی فنی ضمن کار قطعات اصلی نیروگاه اتمی»

افزایش کمی و کیفی کد، نشانه پیشرفت صنعتی کشور است. برای همگامی با رشد خودبخود صنعت، بازنگری منظم در کد لازم بوده است.

برای مثال، در سال ۱۹۱٤ دیگهای بخار با فشار حداکثر ۲۷۵ پوند بر اینچ مربع و درجه حرارت ۳۱۵ درجه سانتیگراد کار می کردند. امروزه دیگهای بخار برای فشار تا ۵۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و در جه حرارتهای تا ۵۹۳درجه سانتیگراد و مخازن تحت فشار برای فشارهای ۳۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و بیشتر و برای درجه حرارتهای از محدوده منهای ۱۷۶ درجه سانتیگراد تا بیش از ۵۳۸ درجه سانتیگراد طراحی می شوند.

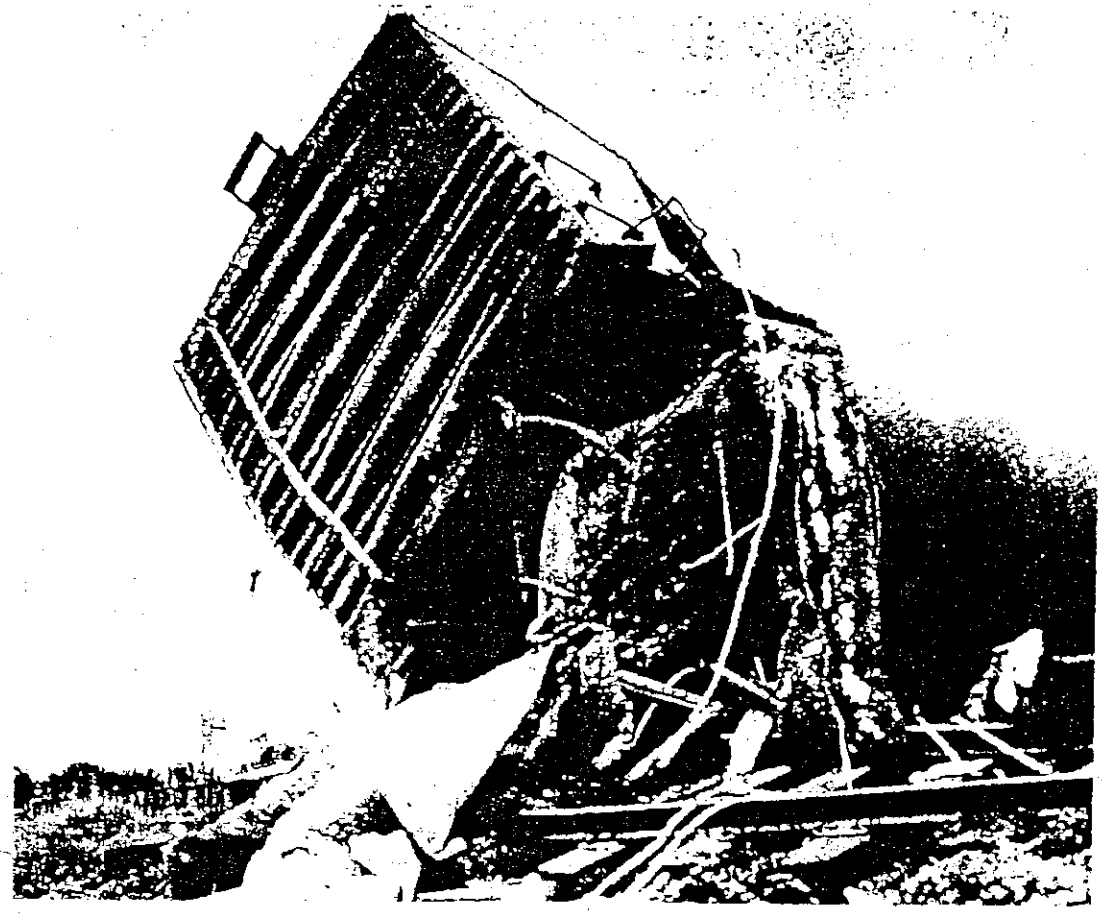
هرگونه تازگی مواد، طراحی، روش ساخت و دستگاه محافظ، مسایل جدیدی برای کمیته دیگ بخار پیش می آورند که برای تسریع در افزودن اضافات درست و بازنگریهای کد به نظرات فنی تخصصی بسیاری از کمیته های فرعی نیاز دارد.

در نتیجه کار شایان تقدیر این کمیته ها، کد دیگ بخار و مخزن تحت فشار ASME توسعه فراوانی پیدا کرده و یک سری استانداردی ارائه داده که پیروی از آنها در طراحی و ساخت، ایمنی را برای همه دیگهای بخار و مخازن تحت فشار به ارمغان می آورد.

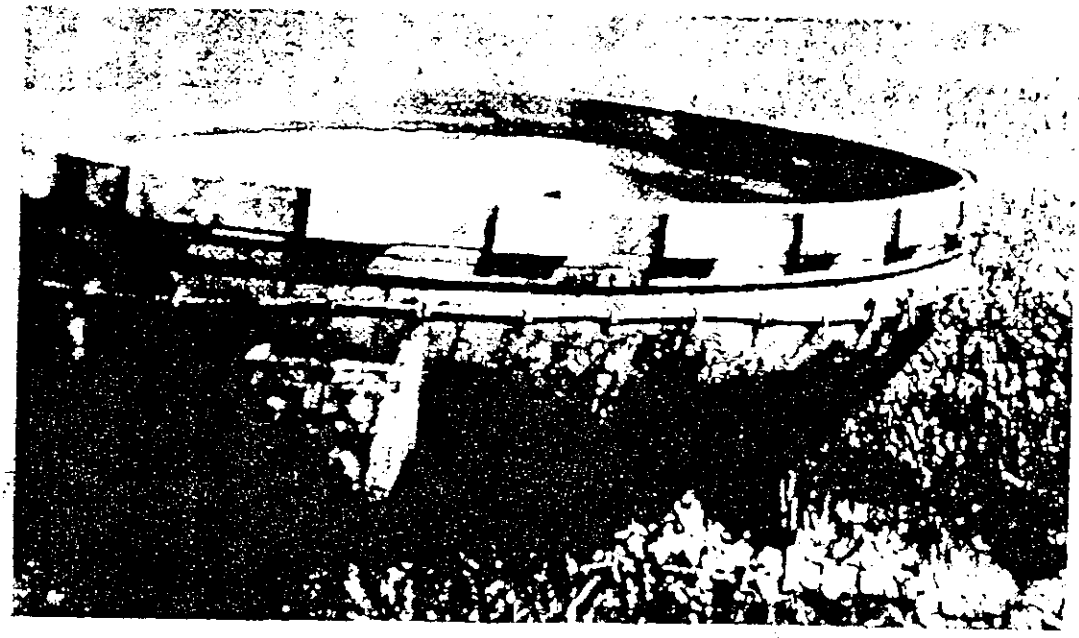


The Brockton, Massachusetts, shoe factory.

Shoe factory after the boiler explosion of March 20, 1905, which led to the adoption of many state boiler codes and the *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*. (*Hartford Steam Boiler Inspection & Insurance Company.*)



The drying cylinder that exploded when an almost fool-proof safety device failed. (*The Locomotive, Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company.*)



Door of cylinder. (*The Locomotive, Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company.*)

هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار

هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار، سازمان مستقل و غیر انتفاعی است که اعضایش مسئولین رسمی قانونی اجرائی و اداری کد دیگ بخار و مخزن تحت فشار انجمن مهندسان مکانیک آمریکا هستند. این هیئت در سال ۱۹۱۹ برای نخستین باز سازمان دهی شد. تا آن موقع، این اشخاص برای ادارهٔ یکنواخت و اجرای قواعد کد دیگ بخار و مخزن تحت فشار *ASME* خدمت می کردند.

در پیش نویس اولیه کد، کمیته کد دیگ بخار تشخیص داد که برای نافذ بودن از نظر اداری اختیار نوشتن قواعد را ندارد و مطابقت قانونی اجباراً فقط بوسیله افراد قانونی ایالتها و شهرها صورت می گرفت.

ایالت ها و شهرهای متعدد کد *ASME* را بشرطی پذیرفتند که دیگها حین ساخت در یک ایالت (ایالت سازنده) توسط بازرسان ذیصلاح بازرسی شوند و بعد برای مطابقت با الزامات کد ایالت دیگر (ایالت بهره بردار) مجدداً استامپ زده شود. این موضوع سبب می شد که دیگ بخار بازرسی شده و استامپ زده شده طبق کد *ASME* مجدداً بازرسی و استامپ زده شود که در نتیجه موجب تاخیر و تحمیل هزینه اضافی در تحویل مخزن تحت فشار می گردید.

برای حل این مشکلات، سازندگان دیگ بخار با بازرسان ارشد ایالتها و شهرهائی که کد *ASME* را پذیرفته بودند تشکیل جلسه دادند «هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار» را برای ارائه کد *ASME* به اعضای ناظر ایالتها و شهرها تشکیل دادند. هدف از تشکیل این هیئت، نه تنها ایمنی و یکنواختی در ساخت، نصب و بازرسی دیگها و مخازن تحت فشار بود، بلکه همچنین برقراری ارتباط متقابل بین تقسیمات فرعی کشوری بود.

به این ترتیب یک سازمان مرکزی تشکیل شد که در آن سازمان، بازرسان ارشد و سایر افراد رسمی اجرای قواعد بازرسی، می توانستند جلسه تشکیل دهند، بحث کنند و مسائل خود را حل و فصل نمایند.

وظایف دیگر هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار

در جلسه ۲۳ ژوئن سال ۱۹۷۲، کمیته دیگ بخار و مخزن تحت فشار *ASME* الزامات جدید را برای صدور گواهی صلاحیت ساخت مخازن تحت فشار طبق کد پذیرفت.

این الزامات نظام کنترل کیفیت را می طلبید. این نظام بایستی شامل شرح مکتوب یا چک لیست جزئیات فرایند ساخت با کنترل کیفیت مربوطه باشد.

قبل از صدور گواهی صلاحیت یا تجدید گواهی صلاحیت ، تسهیلات و سازمان سازنده مورد بررسی بایستی مشترکاً توسط شرکت بازرسی و تشکیلات قانونی مربوطه بررسی گردد.

برای مناطقی که تشکیلات قانونی وجود ندارد یا جائی که تشکیلات قانونی تسهیلات سازنده را بررسی نمی کند و یا تشکیلات قانونی همان شرکت بازرسی است، این وظیفه ممکن است به نمایندهٔ هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار واگذار شود. وقتی بررس تسهیلات و سازمان سازنده مشترکاً توسط شرکت بازرسی و یا تشکیلات قانونی و یا نماینده هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار انجام شد، مراتب بصورت کتبی به انجمن مهندسان مکانیک آمریکا گزارش می شود. هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار در تمام بازرسی های هسته ای نیز شرکت می کند.

هیئت ملی برای استفاده کنندگان از استامپ هیئت ملی در مورد *ASME* و یا تعمیر دیگ بخار و مخزن تحت فشار استامپ دار، گواهینامه صلاحیت صادر می نماید. یکی از وظایف مهم دیگر هیئت ملی، گواهی شیرهای اطمینان و شیرهای ترخیص است.

کد دیگ بخار و مخزن تحت فشار *ASME* الزامات مشخصی برای طراحی و گواهی ظرفیت شیرهای اطمینان نصب شونده روی مخازن دارد.

آزمایشات گواهی شیرهای اطمینان در آزمایشگاه مورد تایید کمیته دیگ بخار و مخزن تحت فشار *ASME* انجام می شود.

هیئت ملی علاوه بر گواهی شیر اطمینان، آزمایشگاه ویژه ای برای کار تجربی و انجام آزمایشات جهت صدور گواهی شیرهای اطمینان و شیرهای ترخیص دارد. تسهیلات آزمایشگاه هیئت ملی، در دسترس سازندگان و سایر نهادها برای تحقیق و توسعه یا موارد دیگر قرار داده می شود.

تفسیر موردی کد ASME

چون کد همه جزئیات طراحی، ساخت و مواد را پوشش نمی دهد، بعضی اوقات سازندگان مخزن تحت فشار برای برآورده ساختن خواسته های مشخص مشتری در تفسیر کد مشکل دارند. در چنین مواردی بایستی با بازرس ذیصلاح مشورت شود.

اگر بازرس نتواند جواب بدهد و یا در تفسیر درست کد یقین نداشته باشد، پرسش به اداره بازرسان ارجاع می شود. اگر اداه بازرسان نتواند قواعد مشخصی ارائه نماید، سازنده از کمیته دیگ بخار و مخزن تحت فشار که بطور منظم تشکیل جلسه می دهد و درباره این موضوعات بحث و بررسی می کند، درخواست کمک می کند. برای پرسش از کمیته دیگ بخار و مخزن تحت فشار، ارائه جزئیات کامل، اسکچ های ساخت و ذکر پاراگراف مربوطه از کد و همچنین نظرات اظهار شده بوسیله دیگران، ضروری است.

پرسشها طی نامه ای به دبیرخانه کمیته دیگ بخار و مخزن تحت فشار ارسال می گردد. دبیرخانه پرسشها را تکثیر نموده و برای مطالعه بین اعضای کمیته توزیع می نماید. در جلسه بعدی کمیته، تفسیر برای ارائه به هیئت کدها و استانداردها که از طرف شورای انجمن، صلاحیت داوری به آن داده شده است، فرموله می شود.

بعد از تصمیم گیری در مورد پرسش، پاسخ تهیه شده به پرسش کننده برگردانده می شود و همچنین موضوع در مجله مهندسی مکانیک درج می گردد.

اگر انتقاد دیگری دریافت نشد، تصمیم رسماً بوسیله شورای انجمن پذیرفته می شود و بصورت اضافات کد چاپ می شود تا در اولین بازنگری بعدی به کد اضافه شود (ویرایش جدید هر سه سال یکبار چاپ می شود).

پرونده تفسیر موردی همواره باز است. تمام سازندگانی که با کد کار می کنند می توانند مشترک «سرویس تفسیر موردی کد» که توسط انجمن مهندسان مکانیک آمریکا ارائه می شود، باشند تا بطور خودکار تمام تفسیرهای انجام شده برای آنها ارسال شود و از مطالب بسیار مفید آن بهره مند گردند.

بخش VIII از کد ASME تقسیم بندی 1

این تقسیم بندی از کد به سه بخش فرعی، ضمائم دستوری و ضمائم غیردستوری تقسیم شده است.

بخش فرعی A مشتمل است بر قسمت UG که به الزامات کلی قابل کاربرد به همه مخازن تحت فشار مربوط میشود.

بخش فرعی B الزامات مشخص را که برای روشهای متعدد ساخت مخازن تحت فشار کاربرد دارد، پوشش می دهد که مشتمل است بر قسمتهای UW , UF و UB بشرح زیر:

قسمت UW – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده بوسیله جوشکاری.

قسمت UF – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده بوسیله آهنگری.

قسمت UB – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده بوسیله لحیمکاری سخت.

بخش فرعی C که الزمات مشخص قابل کاربرد برای طبقه بندی های مختلف مواد بکار برده شده در ساخت مخزن تخت فشار را پوشش می دهد و مشتمل است بر قسمتهای UCS , UNF , UHA , UCI , UCL , UCD , UHT , ULW و ULT بشرح زیر:

قسمت UCS – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده از فولادهای کربنی و کم آلیاژ.

قسمت UNF – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده از مواد غیرآهنی.

قسمت UHA – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده ازفولاد پرآلیاژ.

قسمت UCI – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده از چدن ریخته ای.

قسمت UCL – الزامات برای مخازن تحت فشار جوش داده شده ساخته شده از ماده روکشکاری یکپارچه مقاوم به خوردگی، روکشکاری فلز جوش روکشی یا با آستری های اعمال شده.

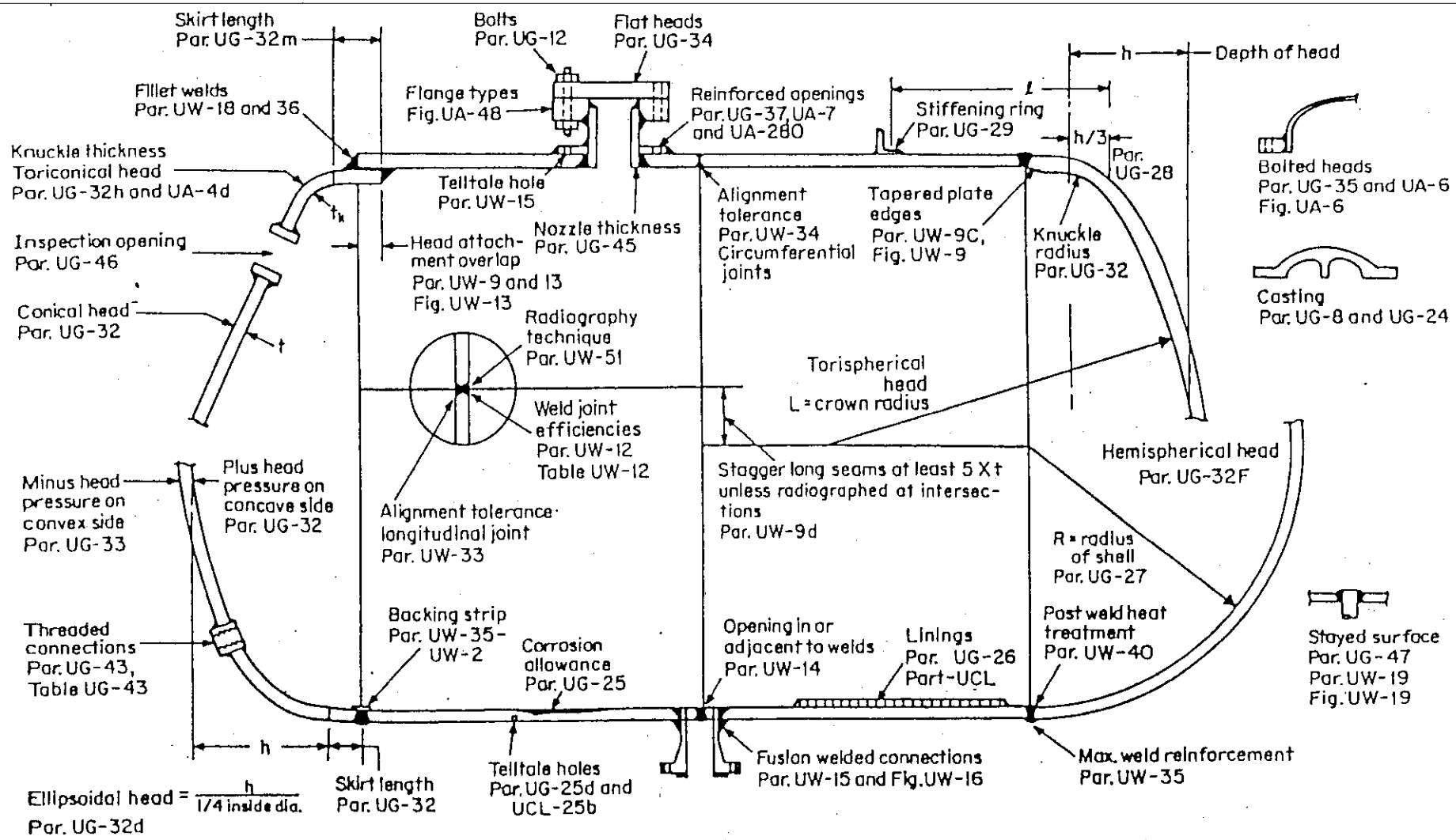
قسمت *UCD* – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده از چدن داکتیل.

قسمت *UHT* – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده از فولادهای فریتی با خواص کشش تشدید شده با عملیات حرارتی.

قسمت *ULW* – الزامات برای مخازن تحت فشار ساخته شده چند لایه.

قسمت *ULT* – الزامات برای مخازن تحت فشارساخته شده ازفولادهای کربنی و کم آلیاژ.

نمودار مرجع برای کد مخزن تحت فشار طبق ASME , Section VIII , Division.1



Reference chart for *ASME Pressure Vessel Code*, Section VIII, Division 1.

دسته بندی اتصالات جوش در مخزن تحت فشار

برای سهولت کار در طراحی، ساخت و بازرسی مخزن تحت فشار اتصالات جوش داده شده عدسی، بدنه و سایر قطعات متصل شونده به مخزن تحت فشار دسته بندی جوشها بشرح زیر انجام می شود.

شرح تعیین محلهای دسته بندیهای اتصال جوش داده شده .

A – اتصالات طولی، اتصالات محیطی متصل کننده عدسی همیسفریکال به بدنه اصلی، هر اتصال جوش داده شده به کره.

B - اتصالات محیطی ، اتصالات محیطی عدسی های توریسفریکال الیپسویدال، اتصالات زاویه ای کمتر از ۳۰ درجه.

C – اتصالات فلنجی، رویهم های وان استون، کلگی تخت به بدنه اصلی.

D – اتصالات نازل به بدنه اصلی ، عدسیها، کره ها، مخازن تحت فشار پهلو تخت.

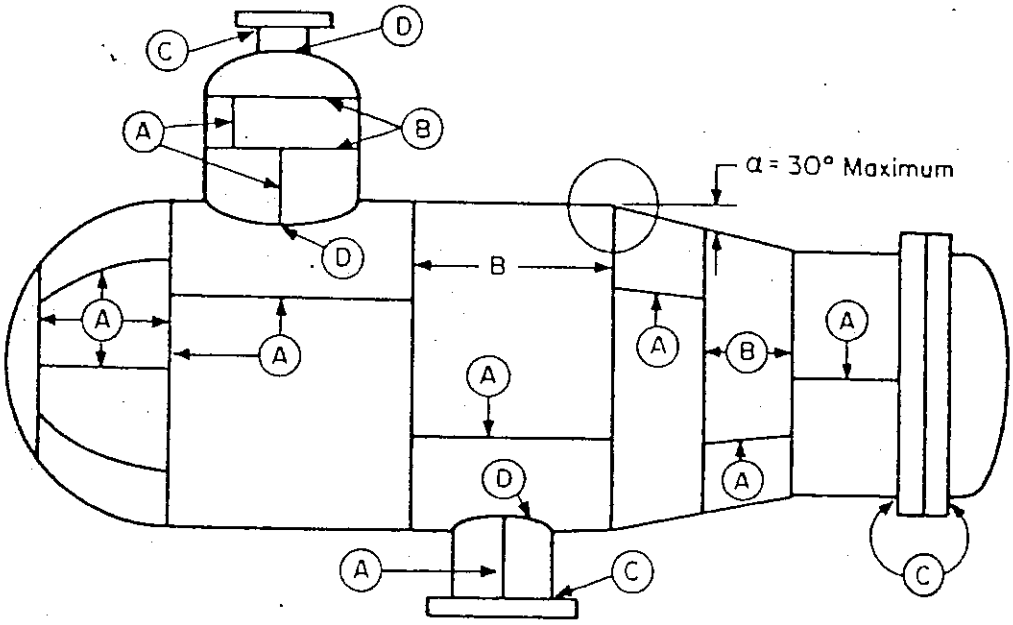


Illustration defining locations of welded joint categories. A. Longitudinal joints; circumferential joints connecting hemispherical heads to main shell; any welded joint in a sphere. B. Circumferential joints; circumferential joints of torispherical ellipsoidal heads; angle joints not greater than 30 degrees. C. Flange joints; Van Stone laps; tube sheets; flat head to main shell. D. Nozzle joints to main shell; heads; spheres; flat-sided vessels.

تغییرات تدریجی ضخامت

برای جلوگیری از عدم تمرکز تنش در اتصالات بایستی قطعات با ضخامتهای مختلف آماده سازی شوند، بطوری که شیب ملایمی در محل اتصال بوجود آید.

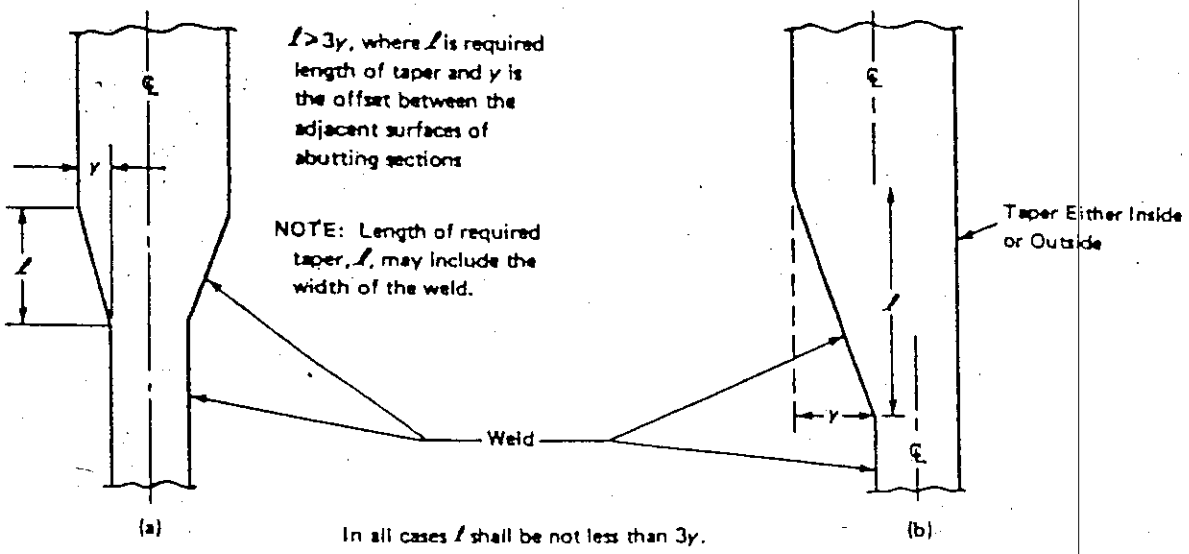
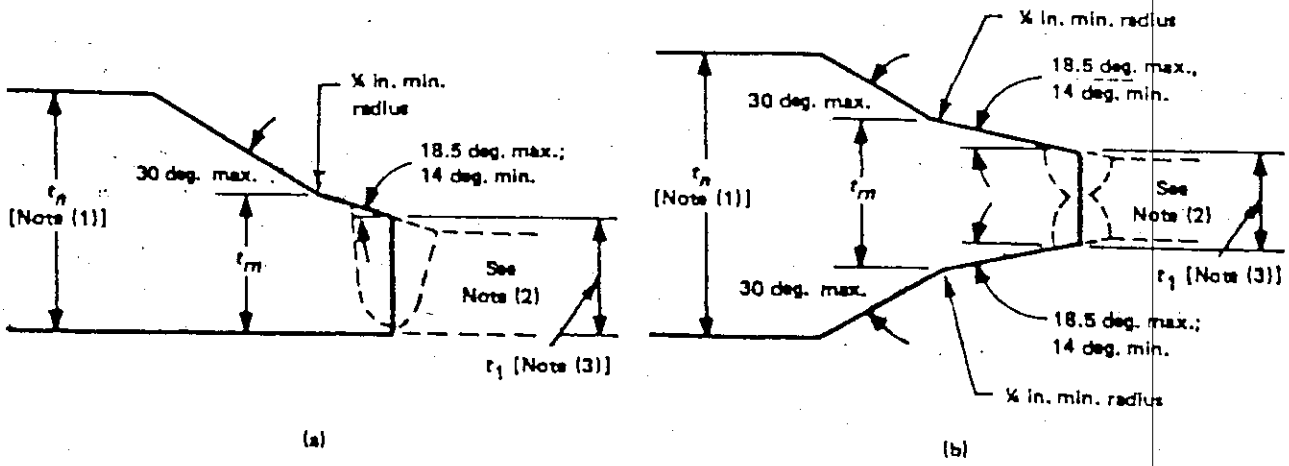


FIG. UW-9 BUTT WELDING OF PLATES OF UNEQUAL THICKNESS



NOTES:
(1) As defined in UG-40.
(2) Weld bevel is shown for illustration only.
(3) t_1 is not less than the greater of:
(a) $0.8t_m$ where
t_m = required thickness of seamless nozzle wall
(b) Minimum wall thickness of connecting pipe

FIG. UW-13.4 NOZZLE NECKS ATTACHED TO PIPING OF LESSER WALL THICKNESS

بازده اتصال جوش

اگر اتصال جوش طبق مشخصات روش جوشکاری *(WPS)* جوشکاری شود و تاییدیه آن اخذ گردد *(PQR)*، برحسب اینکه برای اطلاع از کیفیت و سلامت جوش رادیوگرافی انجام شده باشد یا نباشد، بازده اتصال جوش تعیین میگردد.

TABLE UW-12
MAXIMUM ALLOWABLE JOINT EFFICIENCIES[a] FOR ARC AND GAS WELDED JOINTS

Type No.	Joint Description	Limitations	Joint Category	Degree of Radiographic Examination		
				(a) Full	(b) Spot[d]	(c) None
(1)	Butt joints as attained by double-welding or by other means which will obtain the same quality of deposited weld metal on the inside and outside weld surfaces to agree with the requirements of UW-35. Welds using metal backing strips which remain in place are excluded.	None	A, B, C, & D	1.00	0.85	0.70
(2)	Single-welded butt joint with backing strip other than those included under (1)	*(a)* None except as in (b) below *(b)* Circumferential butt joints with one plate offset; see UW-13(c) and Fig. UW-13.1, sketch (k)	A, B, C, & D A, B, & C	0.90 0.90	0.80 0.80	0.65 0.65
(3)	Single-welded butt joint without use of backing strip	Circumferential butt joints only, not over ⅝ in. thick and not over 24 in. outside diameter	A, B, & C	NA	NA	0.60
(4)	Double full fillet lap joint	*(a)* Longitudinal joints not over ⅝ in. thick *(b)* Circumferential joints not over ⅝ in. thick	A B & C	NA NA	NA NA	0.55 0.55
(5)	Single full fillet lap joints with plug welds conforming to UW-17	*(a)* Circumferential joints[c] for attachment of heads not over 24 in. outside diameter to shells not over ½ in. thick	B	NA	NA	0.50
		(b) Circumferential joints for the attachment to shells of jackets not over ⅝ in. in nominal thickness where the distance from the center of the plug weld to the edge of the plate is not less than 1½ times the diameter of the hole for the plug	C	NA	NA	0.50

TABLE UW-12
MAXIMUM ALLOWABLE JOINT EFFICIENCIES[1,5] FOR ARC AND GAS WELDED JOINTS

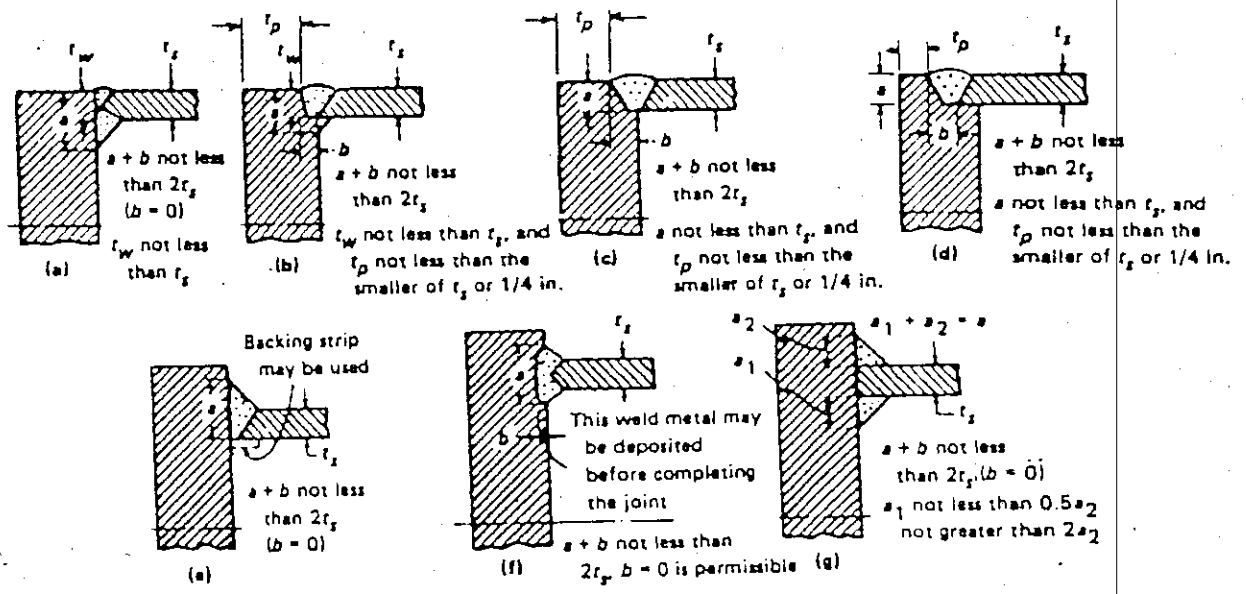
Type No.	Joint Description	Limitations	Joint Category	Degree of Radiographic Examination (a) Full[2]	(b) Spot[3]	(c) None
(6)	Single full fillet lap joints without plug welds	(a) For the attachment of heads convex to pressure to shells not over 5/8 in. required thickness, only with use of fillet weld on inside of shell; or	A & B	NA	0.55[4] NA	0.45
		(b) for attachment of heads having pressure on either side, to shells not over 24 in. inside diameter and not over 1/4 in. required thickness with fillet weld on outside of head flange only	A & B	NA	NA	0.45

NOTES:
(1) The single factor shown for each combination of joint category and degree of radiographic examination replaces both the stress reduction factor and the joint efficiency factor considerations previously used in this Division.
(2) See UW-12(a) and UW-51.
(3) See UW-12(b) and UW-52.
(4) Joints attaching hemispherical heads to shells are excluded.
(5) $E = 1.0$ for butt joints in compression.

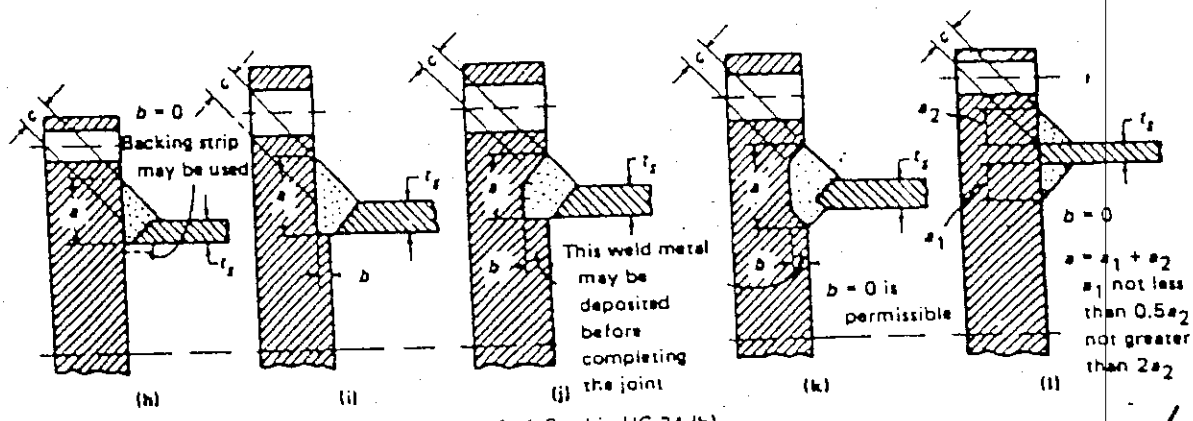
Welded joint efficiency values

Type of joint and radiography	Efficiency allowed, percent	Code reference
Double-welded butt joints		
Fully radiographed	100	
Spot-radiographed	85	Par. UW–12
No radiograph	70	Table UW–12
Single-welded butt joints (backing strip left in place)		Par. UW–52 Par. UCS–25
Fully radiographed	90	
Spot-radiographed	80	
No radiograph	65	
Single-welded butt joints no backing strip limited to circumferential joints only 5/8-in thick and 24-in outside diameter	60	Table UW–12
Fillet weld lap joints and single-welded butt circumferential joints		Table UW–12

اتصال قطعات فشاری به ورق های مسطح برای تشکیل اتصال گوشه ای



Typical Unstayed Flat Heads, Supported and Unsupported Tubesheets Without a Bolting Flange, and Side Plates of Rectangular Vessels
For unstayed flat heads, see also UG-34



t_s is defined in UG-34 (b)

Typical Supported and Unsupported Tubesheets With a Bolting Flange

GENERAL NOTE:
For supported tubesheets: $a + b$ not less than $2t_s$, c not less than $0.7t_s$ or $1.4t_r$, whichever is less.
For unsupported tubesheets: $a + b$ not less than $3t_s$, c not less than t_s or $2t_r$, whichever is less.
t_s and t_r are as defined in UG-34(b).
See UW-13(e) (3) for definition of supported tubesheet.

FIG. UW-13.2 ATTACHMENT OF PRESSURE PARTS TO FLAT PLATES TO FORM A CORNER JOINT

اتصال قطعات فشاری به ورق های مسطح برای تشکیل اتصال گوشه ای

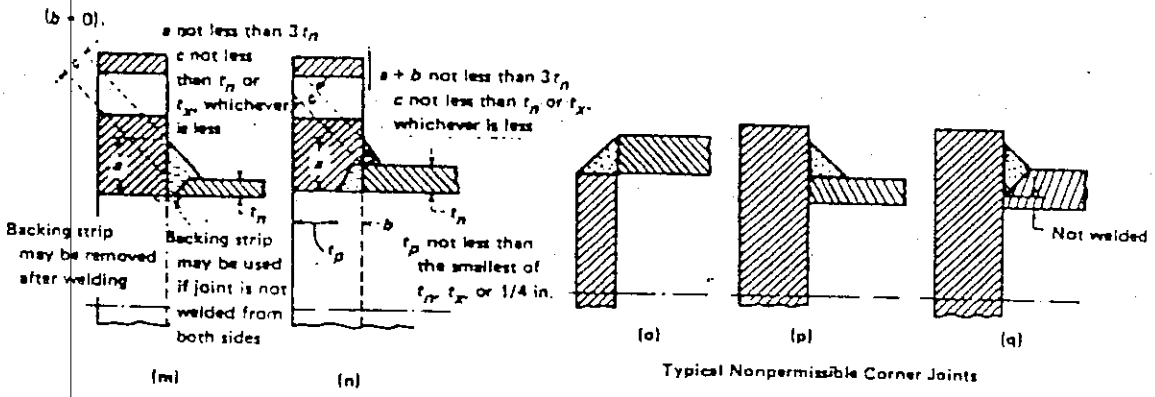
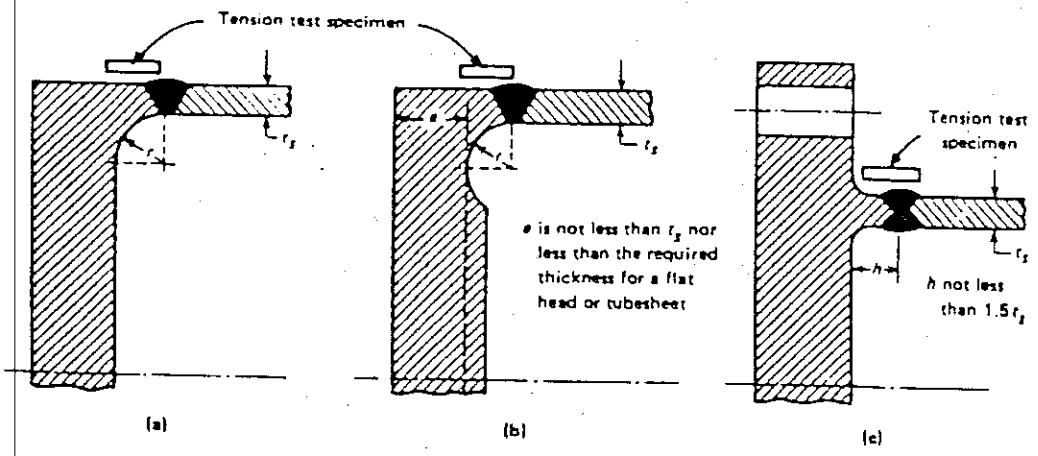


FIG. UW-13.2 ATTACHMENT OF PRESSURE PARTS TO FLAT PLATES TO FORM A CORNER JOINT (CONT'D)

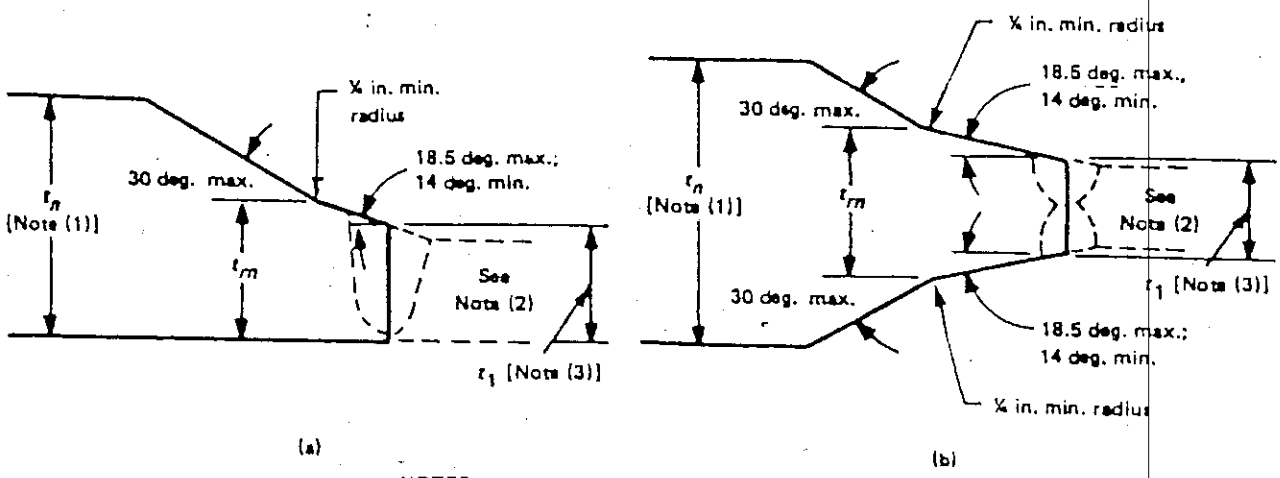


NOTES:
(1) Refer to Fig. UG-34 sketch (b-2) for dimensional requirements.
(2) Not permissible if machined from rolled plate unless in accordance with Appendix 20. See UW-13 (f).
(3) Tension test specimen may be located inside or outside the hub.

FIG. UW-13.3 TYPICAL PRESSURE PARTS WITH BUTT WELDED HUBS

نمونهٔ قطعات فشاری با جوش لب بلب

اتصال گردن نازل به لوله کشی با ضخامت دیواره کمتر



NOTES:
(1) As defined in UG-40.
(2) Weld bevel is shown for illustration only.
(3) t_1 is not less than the greater of:
  (a) $0.8t_{rn}$ where
    t_{rn} = required thickness of seamless nozzle wall
  (b) Minimum wall thickness of connecting pipe

FIG. UW-13.4 NOZZLE NECKS ATTACHED TO PIPING OF LESSER WALL THICKNESS

انواع قابل قبول جوش نازلها و اتصالات دیگر به بدنه، دارم و هدر

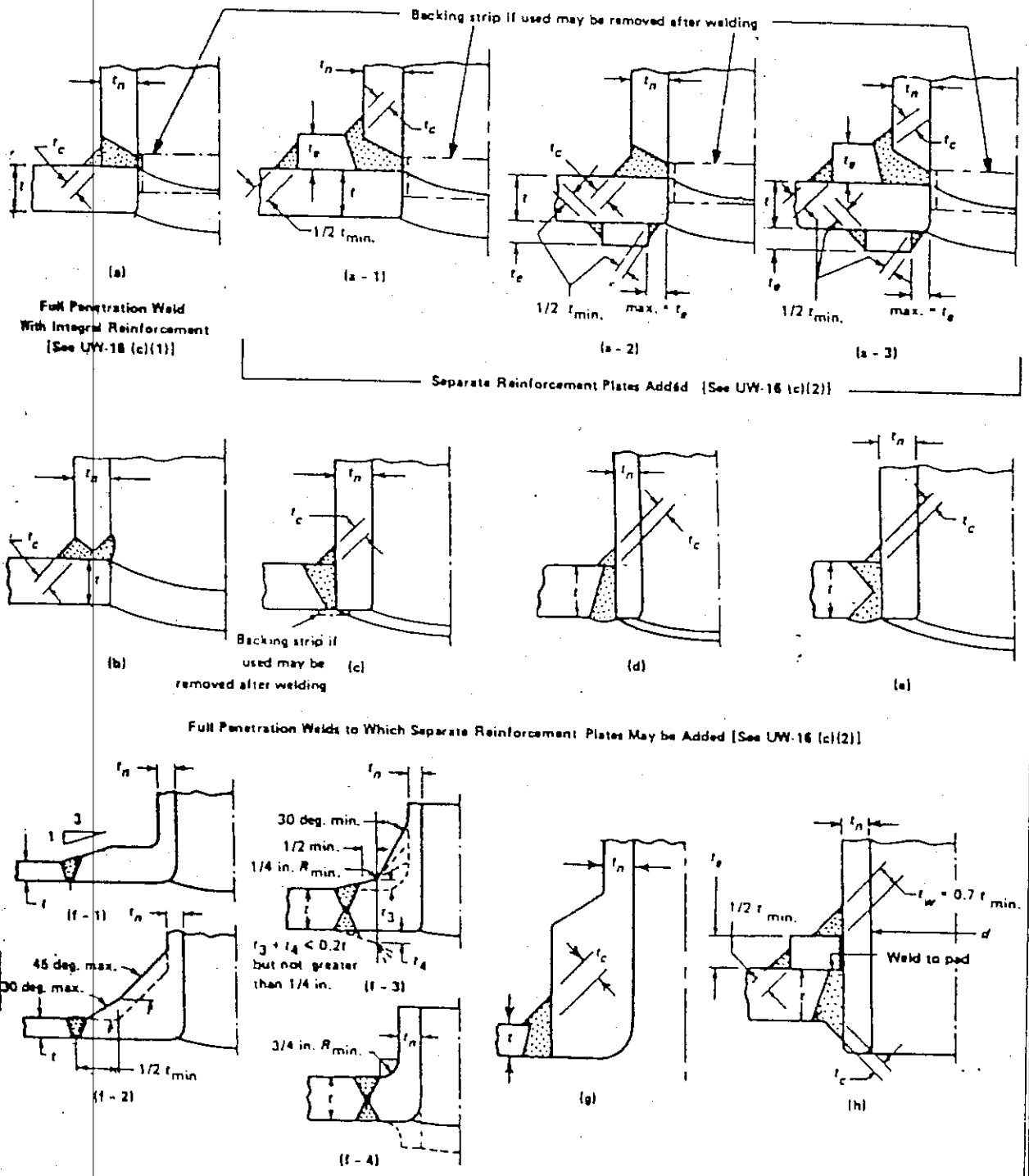


FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, DRUMS, AND HEADERS

NOTE: Sketches (a), (b), (c), (d), (e), (f-1) through (f-4), (g), (x-1), (y-1), and (z-1) are examples of nozzles with integral reinforcement.

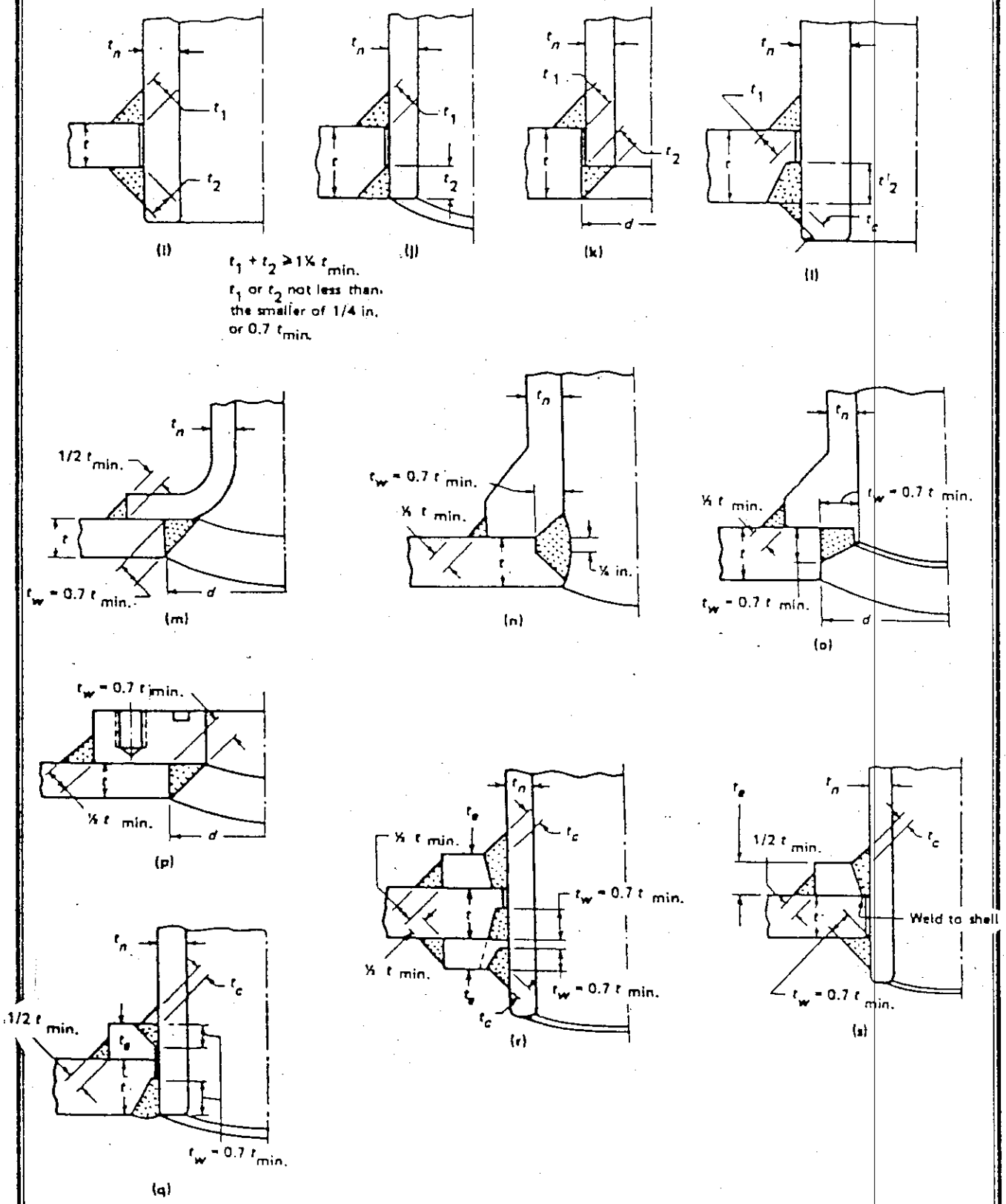
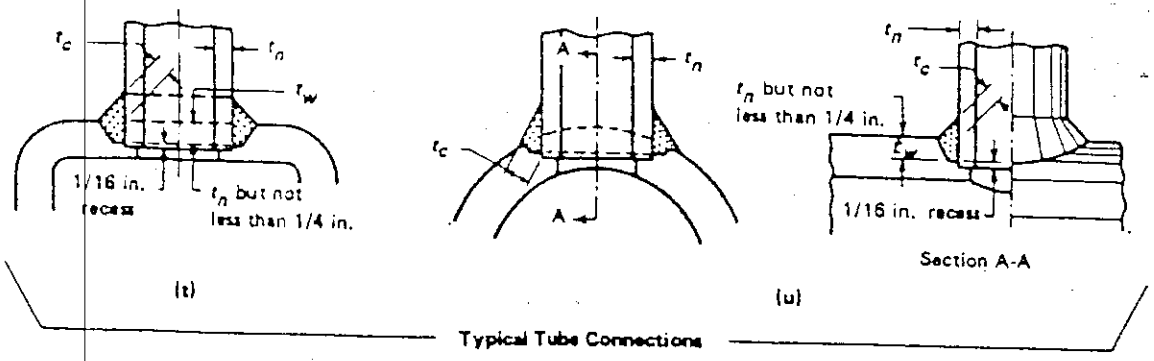


FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, DRUMS, AND HEADERS (CONT'D)

NOTE: Sketches (a), (b), (c), (d), (e), (f-1) through (f-4), (g), (x-1), (y-1), and (z-1) are examples of nozzles with integral reinforcement.

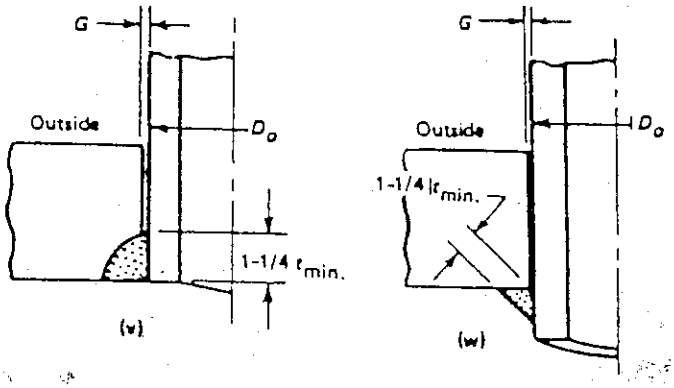


Typical Tube Connections

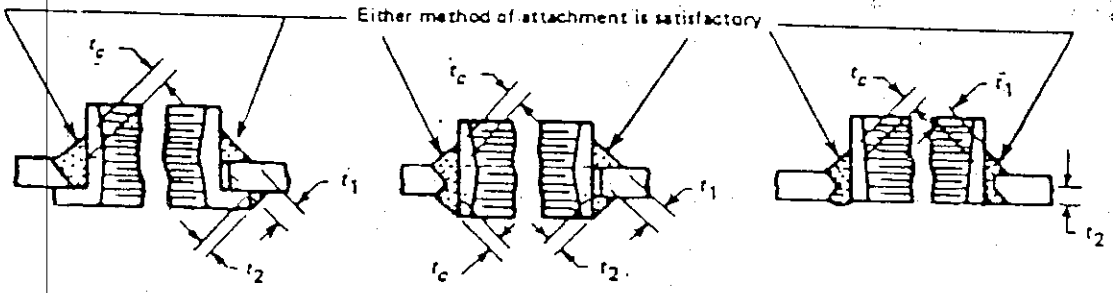
(When used for other than square, round, or oval headers, round off corners)

For applications where there are no external loads:
G = 1/8 in. max.

With external loads:
G = 0.006 for D_o < 1 in.
G = 0.010 for 1 in. < D_o < 4 in.
G = 0.015 for 4 in. < D_o < 6-5/8 in.



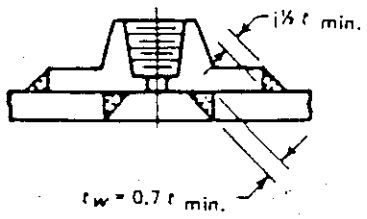
Either method of attachment is satisfactory



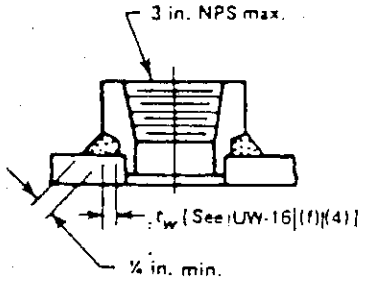
*For 3 in. pipe size and smaller, see exemptions in UW-16 (f)(2)

FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, DRUMS, AND HEADERS (CONT'D)

NOTE: Sketches (a), (b), (c), (d), (e), (f-1) through (f-4), (g), (x-1), (y-1), and (z-1) are examples of nozzles with integral reinforcement.



(aa) *



(bb)

*For 3 in. pipe size and smaller, see exemptions in UW-16 (f) (2)

FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, DRUMS, AND HEADERS (CONT'D)

NOTE: Sketches (a), (b), (c), (d), (e), (f-1) through (f-4), (g), (x-1), (y-1), and (z-1) are examples of nozzles with integral reinforcement.

بعضی انواع فیتینگ کوچک قابل قبول

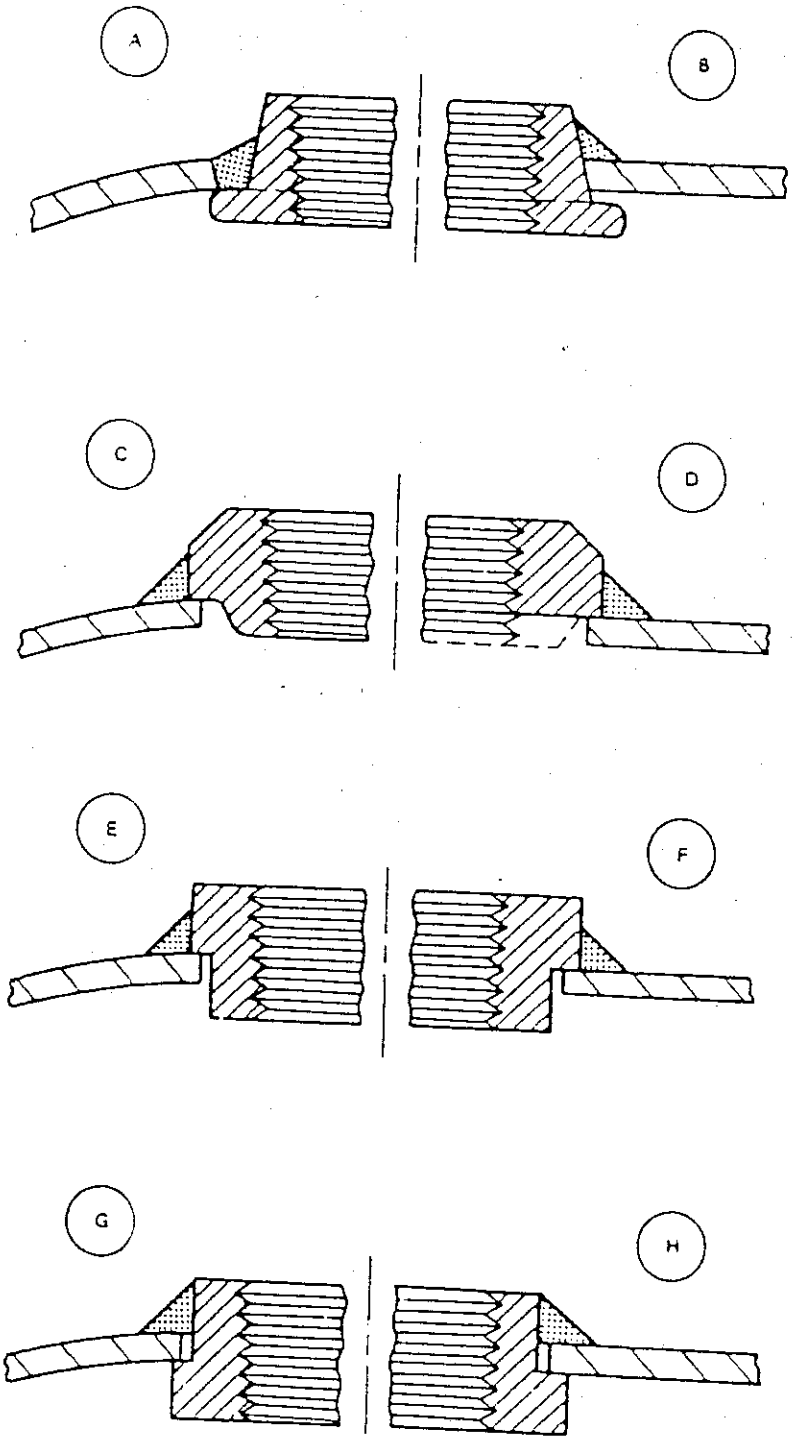


FIG. UW-16.2 SOME ACCEPTABLE TYPES OF SMALL FITTINGS
See UW-16(f)(3)(a) for Limitations

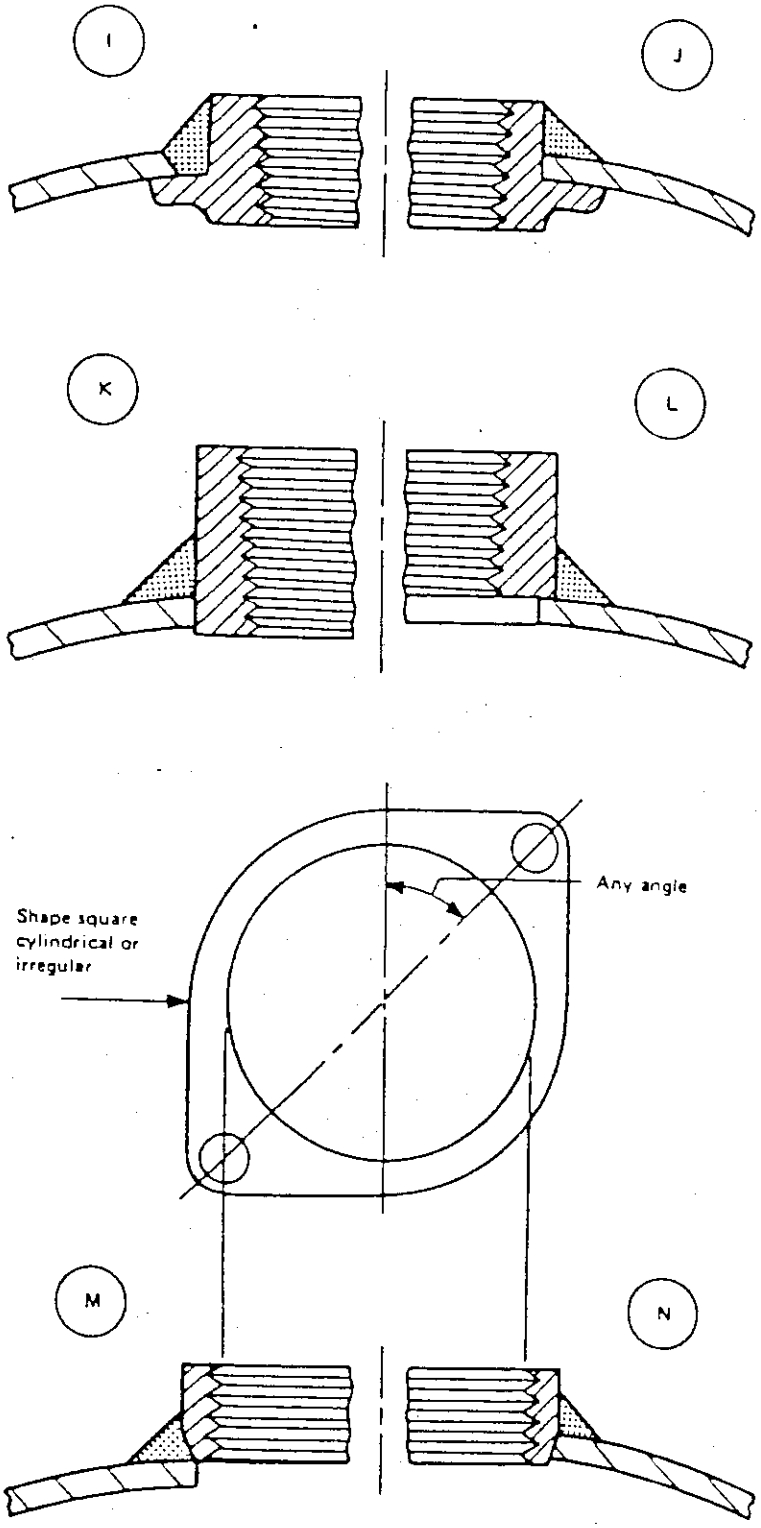


FIG. UW-16.2 SOME ACCEPTABLE TYPES OF SMALL FITTINGS (CONT'D)
See UW-16(f)(3)(a) for Limitations

عملیات حرارتی پس از جوشکاری

طبق کد *ASME*، مخازن تحت فشار در بعضی شرایط بهره برداری و طرحها، به عملیات حرارتی پس از جوشکاری نیاز دارند. الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری (با توجه به جنس، ضخامت، بهره برداری و غیره) مشتمل بر موارد ذیل است:

۱- تمام اتصالات جوشی فولادهای کربنی اگر ضخامتشان از ۳۲ میلیمتر بیشتر باشد یا ضخامت بیشتر از ۳۸ میلیمتر، در صورتی که حداقل ۹۳ درجه سانتیگراد پیش گرم شده باشد بایستی عملیات حرارتی پس از جوشکاری ببینند (بند *UCS – 56* و جدول *UCS – 56*).

۲- مخازن تحت فشار حاوی مواد مرگ آور (چه گازی و چه مایع که بصورت مخلوط با هوا یا بصورت غیرمخلوط با هوا استشمام آن خطرناک و مرگ آور است) بایستی عملیات حرارتی پس از جوشکاری داده شوند (بند *UW-2*).

۳- مخازن تحت فشار از جنس فولاد کربنی و کم آلیاژ که در درجه حرارت منهای ۲۹ درجه سانتیگراد بهره برداری می شوند بایستی تحت عملیات حرارتی پس از جوشکاری قرار گیرند، مگر آنکه از آزمایشات ضربه معاف گردند. (*UCS-67*)

٤- فلانجهای از جنس فولاد فریتی اگر ضخامت بخش فلنج از ۷۶ میلیمتر بیشتر باشد، بایستی عملیات حرارتی نرمال کردن یا بازپخت کامل ببینند (*UA-46*).

۵- دیگهای بخار غیر گرمخانه ای با فشار طراحی بیش از ۵۰ پوند بر اینچ مربع بایستی عملیات حرارتی پس از جوشکاری داده شوند (بند *UW-2*).

۶- قطعات ریخته ای تعمیر شده بوسیله جوشکاری برای بدست آوردن ضریب ریخته ۹۰ یا ۱۰۰ درصد بایستی عملیات حراتی پس از جوشکاری ببینند (بند *UG-24*).

۷- ورقهای فولاد کربنی و کم آلیاژ که در درجه حرارت آهنگری با کوبش فرم داده شده اند بایستی مورد عملیات حرارتی پس از جوشکاری قرار گیرند (بند *UCS-79*).

۸ - بعضی از مخازن تحت فشار روکش شده یا دارای آستری از ماده مقاوم به خوردگی، وقتی فلز مبنا عملیات حرارتی پس از جوشکاری لازم داشته باشد بایستی تحت عملیات حرارتی پس از جوشکاری قرار داده شوند (بند *UCL-34*).

۹- بعضی از مخازن تحت فشار از جنس فولاد کرم دار پر آلیاژ بایستی عملیات حرارتی پس از جوشکاری ببینند (بند *UHA - 32* و جدول *UHA-32*).

۱۰- بعضی از تعمیرات جوشی قطعات آهنگری شده به عملیات حرارتی پس از جوشکاری احتیاج دارند (*UF-37*).

الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری (UCS - 56)

برای انجام عملیات حرارتی پس از جوشکاری یک سری الزامات وجود دارد همچنین معافیت هائی را در این رابطه می توان بدست آورد که در اینجا مورد توجه قرار می گیرد.

قبل از پرداختن به این موضوع، بهتر است برای جوشکاری دستورالعمل (WPS) تهیه شود و با انجام جوشکاری روی نمونه آزمایش و انجام تست های لازم، WPS به تایید برسد و PQR تدارک گردد.

WPS یا مشخصات روش جوشکاری، دستورالعملی است که متغیرهای جوشکاری را همراه با محدوده های قابل قبول آنها ارائه می دهد.

WPS برنامه ای است که هدایت جوشکار یا اپراتور جوشکاری را بعهده دارد.

برای اثبات صحت مشخصات روش جوشکاری (اثبات صحت WPS) نمونه ای طبق همان مشخصات جوش داده می شود و نمونه جوش داده شده مورد آزمایش قرار می گیرد. وقتی نمونه آزمایش قبول شد، آن را بعنوان مدرک قبولی WPS نگهمیدارند. این مدرک قبولی WPS را PQR می گویند.

متغیرهای اساسی، غیراساسی و اساسی تکمیلی طبق بخش IX کد ASME بشرح زیر است:

متغیر اساسی، متغیری است که برخواص مکانیکی جوش تاثیر می گذارد و نیاز به تایید صلاحیت مجدد مشخصات روش جوشکاری (WPS) دارد.

متغیر اساسی تکمیلی، متغیری است که برخواص ضربه ای جوش تاثیر می گذارد و در صورتیکه انجام آزمایش ضربه ضروری باشد، نیاز به تایید صلاحیت مجدد مشخصات روش جوشکاری دارد یعنی اگر آزمایش ضربه الزامی باشد، PQR جدید بایستی تهیه شود.

متغیرهای غیراساسی، متغیرهائی هستند که اگر در WPS تغییر نمایند، WPS نیازی به تایید مجدد ندارد.

جدول - متغیرهای جوشکاری در مشخصات روش جوشکاری (WPS) برای فرایندهای جوشکاری SMAW, GTAW, GMAW, SAW طبق ASME

فرایند جوشکاری	پاراگراف		شرح تغییر	اساسی	اساسی تکمیلی	غیر اساسی
SMAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری	×		
		۲	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری (حداکثر ضخامت و حدود آن)		×	
		٤	محدوده های حداکثر ضخامت	×		
GMAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	ϕ PWHT	×		
		۲	ϕ PWHT (T & Trange)		×	
		٤	T Limits	×		
GTAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری	×		
		۲	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری (حداکثر ضخامت و حدود آن)		×	
		٤	محدوده های حداکثر ضخامت	×		
SAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	ϕ PWHT	×		
		۲	ϕ PWHT (T & Trange)		×	
		٤	T Limits	×		

تمام مخازن تحت فشار جوش داده شده یا قطعات مخزن تحت فشار بایستی طبق خواسته های جداول UCS-56 و UCS - 56.1 با توجه به ضخامت اسمی ورق بدنه مخزن تا درجه حرارت مندرج در آن جداول تحت عملیات حرارتی پس از جوشکاری قرار گیرند. در ضخامت اسمی ورق بدنه مخزن بایستی ضخامت اضافی منظور شده برای جبران خوردگی نیز در نظر گرفته شود.

شرایط الزام به انجام عملیات حرارتی یا معافیت از انجام عملیات حرارتی در یادآوری های زیر جدول آمده است.

معافیت های یادآوری شده در جداول UCS - 56 یا UCS - 56.1 برای خواسته های بهره برداری (Service Requirement) اعتبار ندارند یعنی اگر

TABLE UCS-56
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 1 Gr. Nos. 1,2,3	1100	1 hr/in., 15 min minimum	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.
Gr. No. 4	NA	None	None	None

NOTES:

(1) When it is impractical to postweld heat treat at the temperature specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.

(2) Except for exemptions in Note (3), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:

(*a*) for material over 1½ in. nominal thickness. Postweld heat treatment is mandatory on materials over 1¼ in. nominal thickness through 1½ in. nominal thickness unless preheat is applied at a minimum temperature of 200°F during welding.

(*b*) on material of all thicknesses if required by UW-2.

(3) Postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:

(*a*) for groove welds not over ½ in. size and fillet welds with a throat not over ½ in. that attach nozzle connections that have a finished inside diameter not greater than 2 in., provided the connections do not form ligaments that require an increase in shell or head thickness, and preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;

(*b*) for groove welds not over ½ in. in size or fillet welds having a throat thickness of ½ in. or less used for attaching nonpressure parts to pressure parts and where preheat to a minimum temperature of 200°F is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.;

(*c*) for studs welded to pressure parts provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.;

(*d*) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.

NA = not applicable

TABLE UCS-56 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 3 Gr. Nos. 1,2,3	1100	1 hr/in., 15 min minimum	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.

NOTES:

(1) When it is impractical to postweld heat treat at the temperatures specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.

(2) Postweld heat treatment is mandatory on P-No. 3 Gr. No. 3 material in all thicknesses.

(3) Except for the exemptions in Note (4), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:

(*a*) on P-No. 3 Gr. No. 1 and P-No. 3 Gr. No. 2 over ⅝ in. nominal thickness. For these materials, postweld heat treatment is mandatory on material up to and including ⅝ in. nominal thickness unless a welding procedure qualification described in UCS-56(a) has been made in equal or greater thickness than the production weld.

(*b*) on material in all thicknesses if required by UW-2.

(4) For welding connections and attachments to pressure parts, postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:

(*a*) for attaching to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits) or nonpressure parts with groove welds not over ½ in. in size or fillet welds that have a throat thickness of ½ in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;

(*b*) for circumferential welds in pipe or tube where the pipe or tube have both a nominal wall thickness of ½ in. or less and a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits);

(*c*) for studs welded to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;

(*d*) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) when welded to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer.

TABLE UCS-56 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature For Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 4 Gr. Nos. 1,2	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTES:
(1) Except for exemptions in Note (2), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
(a) on material of SA-202 Grades A and B over ⅝ in. nominal thickness. For these materials postweld heat treatment is mandatory up to and including ⅝ in. nominal thickness unless a welding procedure qualification described in UCS-56(a) has been made in equal or greater thickness than the production weld.
(b) on material of all thicknesses if required by UW-2;
(c) on all other P-No. 4 Gr. Nos. 1 and 2 materials.
(2) Postweld heat treatment is not mandatory under the condition specified below:
(a) for circumferential butt welds in pipe or tube of P-No. 4 materials where the pipe or tubes comply with all of the following conditions:
(1) a maximum nominal outside diameter of 4 in.;
(2) a maximum nominal thickness of ⅝ in.;
(3) a maximum specified carbon content of not more than 0.15% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits);
(4) a minimum preheat of 250°F.
(b) for P-No. 4 pipe or tube materials meeting the requirements of (2)(a)(1), (2)(a)(2), and (2)(a)(3) above, having nonpressure attachments fillet welded to them provided:
(1) the fillet welds have a maximum throat thickness of ½ in.;
(2) a minimum preheat temperature of 250°F is applied.
(c) for P-No. 4 pipe or tube materials meeting the requirements of (2)(a)(1), (2)(a)(2), and (2)(a)(3) above, having studs welded to them, a minimum preheat temperature of 250°F is applied.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature For Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 5 Gr. Nos. 1, 2, 3	1250	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.
P-No. 5 Gr. No. 4	1300			

NOTES:
(1) Except for exemptions in Note (2), postweld heat treatment is mandatory under all conditions.
(2) Postweld heat treatment is not mandatory under the following conditions:
(a) for circumferential butt welds in pipe or tube where the pipe or tubes comply with all of the following conditions:
(1) a maximum specified chromium content of 3.00%;
(2) a maximum nominal outside diameter of 4 in.;
(3) a maximum nominal thickness of ⅝ in.;
(4) a maximum specified carbon content of not more than 0.15% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits);
(5) a minimum preheat of 300°F is applied.
(b) for pipe or tube materials meeting the requirements of (2)(a)(1), (2)(a)(2), (2)(a)(3), and (2)(a)(4) having nonpressure attachments fillet welded to them provided:
(1) the fillet welds have a maximum throat thickness of ½ in.;
(2) a minimum preheat temperature of 300°F is applied.
(c) for pipe or tube materials meeting the requirements of (2)(a)(1), (2)(a)(2), (2)(a)(3), and (2)(a)(4) having studs welded to them provided a minimum preheat temperature of 300°F is applied.
3) When it is impractical to postweld heat P-No. 5 Gr. Nos. 1 and 2 materials at the temperature specified in this Table, it is permissible to perform the postweld heat treatment at 1200°F minimum provided that, for material up to 2 in. nominal thickness, the holding time is increased to the greater of 4 hr minimum or 4 hr/in. of thickness; for thickness over 2 in., the specified holding times are multiplied by 4. The requirements of UCS-85 must be accommodated in this reduction in postweld heat treatment.

TABLE UCS-56 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 9A Gr. No. 1	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTES:
(1) When it is impractical to postweld heat treat at the temperature specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures (1000°F minimum) for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.
(2) Except for exemptions in Note (3), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
(a) on material over ⅝ in. nominal thickness. For material up to and including ⅝ in. nominal thickness, postweld heat treatment is mandatory unless a welding procedure qualification described in UCS-56(a) has been made in equal or greater thickness than the production weld.
(b) on material of all thicknesses if required by UW-2.
(3) Postweld heat treatment is not mandatory under conditions specified below:
(a) for circumferential butt welds in pipe or tubes where the pipe or tubes comply with all the following conditions:
(1) a maximum nominal outside diameter of 4 in.;
(2) a maximum thickness of ½ in.;
(3) a maximum specified carbon content of not more than 0.15% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits);
(4) a minimum preheat of 250°F.
(b) for pipe or tube materials meeting the requirements of (3)(a)(1), (3)(a)(2), and (3)(a)(3) above, having attachments fillet welded to them, provided:
(1) the fillet welds have a throat thickness of ½ in. or less;
(2) the material is preheated to 250°F minimum. A lower preheating temperature may be used provided specifically controlled procedures necessary to produce sound welded joints are used. Such procedures shall include but shall not be limited to the following.
(a) The throat thickness of fillet welds shall be ½ in. or less.
(b) The maximum continuous length of fillet welds shall be not over 4 in.
(c) The thickness of the test plate used in making the welding procedure qualification of Section IX shall not be less than that of the material to be welded.
(c) for attaching nonpressure parts to pressure parts with groove welds not over ½ in. in size or fillet welds that have a throat thickness of ½ in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(d) for studs welded to pressure parts provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(e) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer.

TABLE UCS-56 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness (See UW-40(f))		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 9B Gr. No. 1	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTES:
(1) When it is impractical to postweld heat treat at the temperatures specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures (1000°F minimum) for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.
(2) The holding temperature for postweld heat treatment shall not exceed 1175°F.
(3) Except for exemptions in Note (4), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
(a) on material over 5/8 in. nominal thickness. For material up to and including 5/8 in. nominal thickness, postweld heat treatment is mandatory unless a welding procedure qualification described in UCS-56(a) has been made in equal or greater thickness than the production weld.
(b) on material of all thicknesses if required by UW-2;
(4) Postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:
(a) for attaching nonpressure parts to pressure parts with groove welds not over 1/2 in. in size or fillet welds that have a throat thickness of 1/2 in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(b) for studs welded to pressure parts provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied.
(c) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness (See UW-40(f))		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10A Gr. No. 1	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTES:
(1)(a) When it is impractical to postweld heat treat at the temperature specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.
(b) Consideration should be given for possible embrittlement of materials containing up to 0.15% vanadium when postweld heat treating at the minimum temperature and at lower temperature for longer holding times.
(2) Except for exemptions in Note (3), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
(a) on all thicknesses of SA-487 Class 1Q material;
(b) on all other P-No. 10A materials over 5/8 in. nominal thickness. For these materials up to and including 5/8 in. nominal thickness, postweld heat treatment is mandatory unless a welding procedure qualification described in UCS-56(a) has been made in equal or greater thickness than the production weld.
(c) on material of all thicknesses if required by UW-2.
(3) Postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:
(a) for attaching to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits) or nonpressure parts with groove weld not over 1/2 in. in size or fillet welds having a throat thickness of 1/2 in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(b) for circumferential welds in pipes or tube where the pipe or tube has both a nominal wall thickness of 1/2 in. or less and a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by purchaser to a value within the specification limits) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(c) for studs welded to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by purchaser to a value within the specification limits) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(d) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) when welded to pressure parts which have a specified maximum carbon content of not more than 0.25% (SA material specification carbon content, except when further limited by the purchaser to a value within the specification limits) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer.

TABLE UCS-56 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10B Gr. No. 1	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTE:
(1) Postweld heat treatment is mandatory for P-No. 10B materials for all thicknesses.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10C Gr. No. 1	1000	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTES:
(1) When it is impractical to postweld heat treat at the temperatures specified in this Table, it is permissible to carry out the postweld heat treatment at lower temperatures for longer periods of time in accordance with Table UCS-56.1.
(2) Except for exemptions in Note (3), postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
(a) for material over 1½ in. nominal thickness. Postweld heat treatment is mandatory on materials over 1¼ in. nominal thickness through 1½ in. nominal thickness unless preheat is applied at a minimum temperature of 200°F during welding.
(b) on material of all thicknesses if required by UW-2.
(3) Postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:
(a) for groove welds not over ½ in. in size and fillet welds with throat not over ½ in. that attach nozzle connections that have a finished inside diameter not greater than 2 in. provided the connections do not form ligaments that require an increase in shell or head thickness and preheat to a minimum temperature of 200°F is applied;
(b) for groove welds not over ½ in. in size or fillet welds having throat thickness of ½ in. or less used for attaching nonpressure parts to pressure parts and preheat to a minimum temperature of 200°F is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.;
(c) for studs welded to pressure parts provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.;
(d) for corrosion resistant weld metal overlay cladding or for welds attaching corrosion resistant applied lining (see UCL-34) provided preheat to a minimum temperature of 200°F is maintained during application of the first layer when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UW-40(f)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10F Gr. No. 1	1100	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.

NOTE:
(1) Postweld heat treatment is mandatory for P-No. 10F materials for all thicknesses.

TABLE UHA-32
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR HIGH ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 6 Gr. Nos. 1, 2, 3	1250	1 hr/in., 15 min minimum	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.

NOTES:
(1) Postweld heat treatment is not required for vessels constructed of Type 410 material for SA-182 Grade F6a, SA-240, SA-268, and SA-479 with carbon content not to exceed 0.08% and welded with electrodes that produce an austenitic chromium–nickel weld deposit or a non-air-hardening nickel–chromium–iron weld deposit, provided the plate thickness at the welded joint does not exceed ⅜ in., and for thicknesses over ⅛ in. to 1½ in. provided a preheat of 450°F is maintained during welding and that the joints are completely radiographed.
(2) Postweld heat treatment shall be performed as prescribed in UW-40 and UCS-56(e).

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 7 Gr. Nos. 1, 2	1350	1 hr/in., 15 min minimum	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.	2 hr plus 15 min for each additional inch over 2 in.

NOTES:
(1) Postweld heat treatment is not required for vessels constructed of Type 405 or Type 410S materials for SA-240 and SA-268 with carbon content not to exceed 0.08%, welded with electrodes that produce an austenitic chromium–nickel weld deposit or a non-air-hardening nickel–chromium–iron weld deposit, provided the plate thickness at the welded joint does not exceed ⅛ in. and for thicknesses over ⅛ in. to 1½ in. provided a preheat of 450°F is maintained during welding and that the joints are completely radiographed.
(2) Postweld heat treatment shall be performed as prescribed in UW-40 and UCS-56(e) except that the cooling rate shall be a maximum of 100°F/hr in the range above 1200°F after which the cooling rate shall be sufficiently rapid to prevent embrittlement.
(3) Postweld heat treatment is not required for vessels constructed of Grade TP XM-8 material for SA-268 and SA-479 or of Grade TP 18Cr-2Mo for SA-240 and SA-268.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 8 Gr. Nos. 1, 2, 3	...	...	...	...

NOTE:
(1) Postweld heat treatment is neither required nor prohibited for joints between austenitic stainless steels of the P-No. 8 group. See nonmandatory Appendix HA, UHA-100 to UHA-108, inclusive.

TABLE UHA-32 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR HIGH ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No 10E Gr. No. 1	1250	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	1 hr/in.

NOTES:
(1) For SA-268 Grade TP446 material only, postweld heat treatment shall be performed as prescribed in UW-40 and UCS-56(d) except that the cooling rate shall be a maximum of 100°F/hr in the range above 1200°F after which the cooling rate shall be sufficiently rapid to prevent embrittlement.
(2) For SA-268 and SA-240 Grade TP329 (0.08 max. C) only, the rules in Section VIII, Division 1, Subsection C, Part UHA, for ferritic–chromium stainless steel shall apply, except that postweld heat treatment is neither prohibited nor required. If heat treatment is performed after forming or welding, the heat treatment applied shall be performed at 1725°F–1750°F followed by a rapid cool.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10G Gr. No. 1	. . .	. . .	. . .	. . .

NOTE:
(1) Postweld heat treatment is neither required nor prohibited.

TABLE UHA-32 (CONT'D)
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR HIGH ALLOY STEELS

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10H Gr. No. 1	...	...	...	...

NOTES:
(1) Postweld heat treatment is neither required nor prohibited, but any heat treatment applied shall be performed at 1800°F–1900°F followed by a rapid cool.
(2) For SA-240 and SA-479, Alloy S32550 only, the rules for ferritic chromium stainless steel shall apply, except that postweld heat treatment is neither prohibited nor required. If heat treatment is performed after forming or welding, it shall be performed at 1900°F–2050°F followed by a rapid cool.
(3) For Alloy S31803, the rules for ferritic chromium stainless steel shall apply, except that postweld heat treatment is neither prohibited nor required. If heat treatment is performed after forming or welding, it shall be performed at 1870°F–2010°F followed by a rapid cool.
(4) For Alloy S44660, the rules for ferritic chromium stainless steel shall apply, except that postweld heat treatment is neither required nor prohibited. If heat treatment is performed after forming or welding, it shall be performed at 1500°F to 1950°F for a period not to exceed 10 min followed by rapid cooling.

Material	Normal Holding Temperature, °F, Minimum	Minimum Holding Time at Normal Temperature for Nominal Thickness [See UHA-32(d)]		
		Up to 2 in.	Over 2 in. to 5 in.	Over 5 in.
P-No. 10I Gr. No. 1	1350	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	1 hr/in.

NOTES:
(1) Postweld heat treatment shall be performed as prescribed in UW-40 and UCS-56(e) except that the cooling rate shall be a maximum of 100°F/hr in the range above 1200°F after which the cooling rate shall be rapid to prevent embrittlement.
(2) Postweld heat treatment is neither required nor prohibited for a thickness of ½ in. or less.

TABLE UHT-56
POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR MATERIALS IN TABLE UHT-23

Spec. No.	Grade or Type	P-No./Gr. No.	Nominal Thickness Requiring PWHT, in.	PWHT Temp., °F	Holding Time hr/in.	Holding Time Minimum hr
Plate Steels						
SA-353	9Ni	11A/1	Over 2	1025–108	1	2
SA-517	Grade A	11B/1	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade B	11B/4	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade D	11B/5	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade E	11B/2	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade F	11B/3	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade J	11B/6	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade P	11B/8	Over 0.58	1600–1100	1	¼
SA-533	Types A, B, C, D, Cl.2	3/3	Over 0.58	1000–1050	½	½
SA-533	Types B, D, Cl.3	11A/4	Over 0.58	1000–1050	½	½
SA-553	Types I, II	11A/1	Over 2	1025–1085	1	2
SA-645	5Ni–¼Mo	11A/2	Over 2	1025–1085	1	2
SA-724	Grades A, B	1/4	None	NA	NA	NA
SA-724	Grade C	1/4	Over 1½	1050–1100	1	½
Castings						
SA-487	Class 4Q	11A/3	Over 0.58	1000–1050	1	¼
SA-487	Class 4QA	11A/3	Over 0.58	1000–1050	1	¼
SA-487	Class CA 6NM	6/4	Over 0.58	1025–1110	1	¼
Pipes and Tubes						
SA-333	Grade 8	11A/1	Over 2	1025–1085	1	2
SA-334	Grade 8	11A/1	Over 2	1025–1085	1	2
Forgings						
SA-508	Class 4	11A/5	All	1000–1050	½	½
SA-508	Class 4b	3/3	All	1000–1050	½	½
SA-522	Types I, II	11A/1	Over 2	1025–1085	1	2
SA-592	Grade A	11B/1	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-592	Grade E	11B/2	Over 0.58	1000–1100	1	¼
SA-592	Grade F	11B/3	Over 0.58	1000–1100	1	¼

NA = not applicable

شرایط بهره برداری طوری است که احتیاج به عملیات حرارتی دارد، بایستی عملیات حرارتی انجام شود و معافیت ندارد.

مواد جدول UCS – 56 مطابق P-No. (ASME – Section IX – QW 422) درج شده است.

اگر در جدول UCS – 56 ممنوع نشده باشد، و درجه حرارت نگهداری از مقدار اعلام شده کمتر باشد می توان طبق جدول UCS – 56.1 ، زمان نگهداری را افزایش داد.

TABLE UCS-56.1
ALTERNATIVE POSTWELD HEAT TREATMENT REQUIREMENTS FOR CARBON AND LOW ALLOY STEELS
Applicable Only When Permitted in Table UCS-56

Decrease in Temperature Below Minimum Specified Temperature, °F	Minimum Holding Time [Note (1)] at Decreased Temperature, hr	Notes
50	2	. . .
100	4	. . .
150	10	(2)
200	20	(2)

NOTES:
(1) Minimum holding time for 1 in. thickness or less. Add 15 minutes per inch of thickness for thicknesses greater than 1 in.
(2) These lower postweld heat treatment temperatures permitted only for P-No. 1 Gr. Nos. 1 and 2 materials.

زمان نگهداری لزومی ندارد که پیوسته باشد. کل زمان عملیات حرارتی را می توان در چند دوره بدست آورد.

وقتی قطعات فشاری غیر همجنس (با دو P-No.) مختلف بیکدیگر متصل می شوند برای عملیات حرارتی، درجه عملیات حرارتی بالا تر منظور می شود. اگر قطعه فشاری به قطعه غیر فشاری جوش داده می شود، برای عملیات حرارتی بایستی درجه حرارت مربوط به قطعه فشاری در نظر گرفته شود.

درجه حرارت کوره در زمان وارد کردن مخزن به داخل کوره نبایستی از ٤٢٧ درجه سانتیگراد بیشتر باشد.

بالای ۴۲۷ درجه سانتیگراد ، نرخ گرم کردن بایستی حداکثر ۲۲۲ تقسیم بر ضخامت برحسب اینچ باشد (حداکثر ضخامت بدنه یا عدسی درنظر گرفته می شود) ولی در هیچ موردی نرخ گرم کردن از ۲۲۲ درجه سانتیگراد بر ساعت بیشتر نباشد.

در ضمن عملیات حرارتی درجه حرارت سراسر مخزن در فاصله طولی ۴/۵ متری نبایستی بیشتر از ۱۳۸ درجه سانتیگراد اختلاف داشته باشد.

ضمن عملیات حرارتی اختلاف درجه حرارت بالاترین و پایین ترین قسمت مخزن نبایستی از ۸۳ درجه سانتیگراد بیشتر باشد (بجز وقتی که درجه حرارت از درجه حرارت محدوده جدول *UCS – 56* بیشتر باشد).

ضمن عملیات حرارتی (در مرحله گرم کردن و مرحله نگهداری) نبایستی اتمسفر کوره طوری باشد که موجب اکسیده شدن اضافی سطح مخزن گردد.

طراحی کوره بایستی طوری باشد که از برخورد شعله با بدنه مخزن جلوگیری شود. سرد کردن از درجه حرارت عملیات حرارتی تا رسیدن به ۴۲۷ درجه سانتیگراد، با نرخ حداکثر ۲۷۸ درجه سانتیگراد بر ساعت تقسیم بر حداکثر ضخامت بدنه یا عدسی انجام می شود. در هیچ موردی سرعت سرد کردن نبایستی از ۲۷۸ درجه سانتیگرادبر ساعت بیشتر شود. از ۴۲۷ درجه به بعد، مخزن میتواند در هوای آرام سرد شود. اگر مخزن یا قطعات مخزن که قبلاً عملیات حرارتی شده است، تعمیر شود، پس از جوشکاری تعمیری بایستی مجدداً عملیات حرارتی گردد.

در مورد مخزن از جنس *P-No.1* با شماره گروه ۱ ، ۲ و ۳ و *P-No.3* با شماره گروه ۲،۱ و ۳، تعمیرات جوش را می توان بعد از عملیات حرارتی ولی قبل از آزمایش هیدرواستاتیکی نهائی انجام داد و احتیاج به عملیات حرارتی اضافی ندارد بشرطی که عملیات حرارتی جزو الزامات بهره برداری نباشد.

تعمیرات جوش بایستی الزامات ۱ لغایت ۶ بشرح زیر را برآورده سازد: این الزامات برای تعمیرات جزئی یا ترمیم جزئی سطح با جوش مثل ترمیم کندگی جای اتصالات موقت، اعمال نمی شود بشرطی که سطح مورد نظر در تماس با محتویات مخزن نباشد.

۱- سازنده مخزن بایستی قبل از تعمیر مراتب را به سفارش دهندهٔ مخزن یا نماینده اش اطلاع دهد و بدون اخذ مجوز، تعمیر را شروع نکند. سوابق چنین تعمیری بایستی در گزارش فنی ثبت و ضبط گردد.

۲- برای مخازن از جنس *P-No.1* با شماره گروه ۱،۲ و ۳ عمق کل تعمیر نبایستی از ۳۸ میلیمتر بیشتر باشد. عمق کل تعمیر برای مخازن از جنس با *P-No.3* با شماره گروه ۱، ۲ و ۳ نبایستی از ۱۶ میلیمتر بیشتر شود. در یک موقعیت معلوم، عمق کل تعمیر با جوش، مجموع عمق تعمیر از دو طرف می باشد.

۳- بعد زا برطرف کردن عیب، شیار ایجاد شده بایستی با استفاده از روش آزمایش ذره مغناطیسی (مطابق ضمیمه ۶) و یا مایع نافذ (مطابق ضمیمه ۸) آزمایش شود.

٤- علاوه بر الزامات *ASME – Section IX* برای تایید صلاحیت مشخصات روش جوشکاری برای جوشهای شیاری، الزامات ذیل بایستی اعمال شود:

الف – فرایند جوشکاری بایستی جوشکاری قوسی فلزی با الکترود روپوشدار از نوع کم هیدروژن باشد. الکترود کم هیدروژن بایستی مطابق *ASME – Section II* قسمت *C*، مشخصات فنی *SFA – 5.5* ضمیمه *A5.6* بطور درست پخت شود.

حداکثر پهنای جوش بایستی ٤ برابر قطره مغزه الکترود باشد.

ب – برای مخزن از جنس *P-No.1* گروه های ۱،۲ و ۳ ناحیهٔ تعمیر با جوش بایستی پیش گرم شود و حداقل در درجه حرارت ۹۳ درجه سانتیگراد نگهداشته شود.

ج – برای مخزن از جنس *P-No.3* گروه های ۱،۲ و ۳ جوشکاری تعمیری به روش جوشکاری مهرهٔ نصفه محدود می گردد. ناحیه تعمیر بایستی پیش گرم شود و در حداقل درجه حرارت ۱۷۷ درجه سانتیگراد نگهداری گردد. حداکثر درجه حرارت بین پاسی ۲۳۲ درجه سانتیگراد باشد.

لایه اول فلز جوش بایستی روی تمام سطح ناحیهٔ مورد نظر با استفاده از الکترود به قطر ۳/۲ میلمتر رسوب داده شود. قبل از رسوب لایه های بعدی، تقریباً نصف ضخامت این لایه با سنگ زنی برداشته می شود.

درصد رطوبت الکترودهای کم هیدروژن

حداکثر درصد رطوبت مجاز توصیه شده (درصد وزنی)

طبقه بندی AWS	بعد از در معرض اتمسفر بودن	بعد از ساخت یا پخت شده
E7015-X	0.6	0.4
E7016-X	0.6	0.4
E7018-X	0.6	0.4
E8015-X	0.4	0.2
E8016-X	0.4	0.2
E8018-X	0.4	0.2
E9015-X	0.4	0.15
E9016-X	0.4	0.15
E9018-X	0.2	0.15
E10015-X	0.2	0.15
E10016-X	0.2	0.15
E10018-X	0.2	0.15
E11015-X	0.2	0.15
E11016-X	0.2	0.15
E11018-X	0.2	0.15
E12015-X	0.2	0.15
E12016-X	0.2	0.15
E12018-X	0.2	0.15
E12018-MI	0.2	0.10

بهتر است الکترودهای کم هیدروژن در OVEN در درجه حرارت ۳۵۰ – ۳۰۰ درجه بمدت دو ساعت پخت داده شده و برای مصرف ۱۲۰– ۱۰۰ درجه سانتیگراد گرم نگهداشته شود.

لایه های بعدی با الکترود به قطر ٤ میلیمتر طوری جوش داده می شود که جوشهای قبلی و مناطق تاثیر حرارت جوشهای قبلی تمپر گردند. لایه نهائی روی ناحیه تعمیر شده طوری اعمال می شود که فقط بالای جوشها باشد تا نزدیک به لبهٔ جوشها ولی روی فلز مبنا نباشد. این لایه فقط برای تمپر کردن جوشهای قبلی و همچنین برای تمپر کردن منطقه تاثیر حرارت فلز مبنا می باشد. بعد از تکمیل تمام جوشکاری ها. ناحیه تعمیر شده به درجه حرارت ۲۰٤ تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد رسانیده می شود و

حداقل چهار ساعت این درجه حرارت حفظ مـی گـردد.

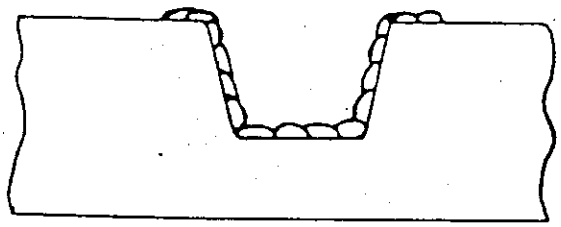
سرانجام نیز قسمتهای اضافی جوش با سنگ زنی برداشته می شود تا ناحیه تعمیر شده همسطح بقیه فلز مبنای مجاور گردد.

۵- پس از رسیدن درجه حرات جوش تعمیری به درجه حرارت محیط، با استفاده از *MT* یا *PT* ناحیه تعمیر شده بازرسی می شـود. بـرای مخـزن از جنس *P-No.3* دارای شماره گروه ۳، بازرسی ناحیه تعمیر شـده پـس از ۴۸ ساعت انجام می شود تا چنانچه ترک تاخیری ناشی از نفوذ هیـدروژن بـه داخل فولاد وجود داشته باشد، کشف گردد.

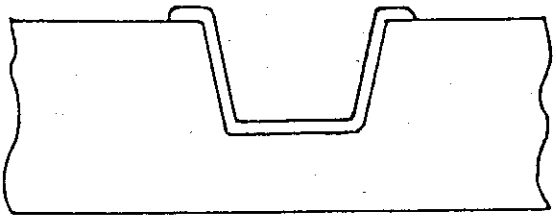
اگر آزمایش به روش ذره مغناطیسی است، فقط دسـتگاه مغناطیسـی نـوع یوک جریان متناوب قابل قبول است.

اگر عمق تعمیر از ۹/۵ میلیمتر بیشتر باشد و طبـق خواسـته هـای *UW-51* می‌بایست خود جوش اصلی رادیوگرافی می‌شد، جوش تعمـیری هـم بـاید رادیوگرافی گردد.

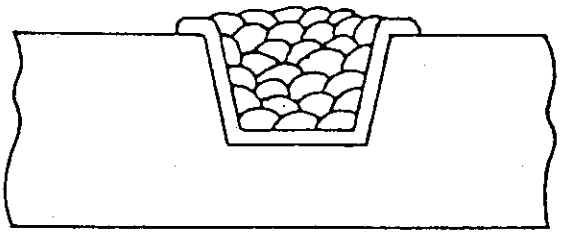
۶- در پایان تعمیرات با جوش بایستی مخزن آزمایش هیدرواستاتیکی شود.



مرحله ۱: لایه اول با الکترود قطر *3.2 mm* جوش داده میشود.



مرحله ۲: برداشتن نصف ضخامت لایه اول بوسیله سنگ زنی



مرحله ۳ : لایه های بعدی با الکترود بقطر *4mm* بطریقه نشان داده شده جوش داده می شود. یک لایه اضافی نیز روی جوش تمام شده، داده شده و در پایان عملیات، این لایه اضافی با سنگ زنی برداشته میشود و با بدنه هم سطح می گردد.

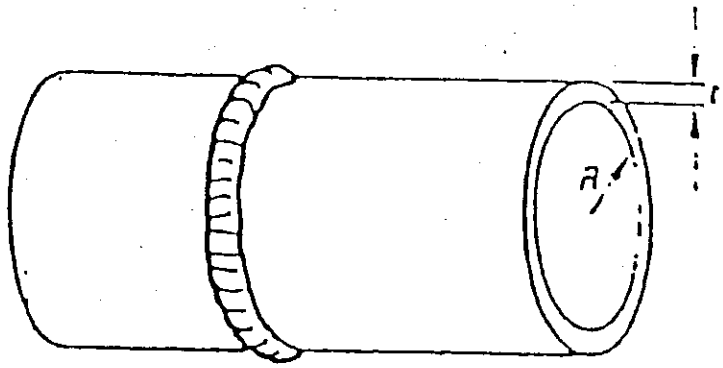
تکنیک مهره جوش نصفه

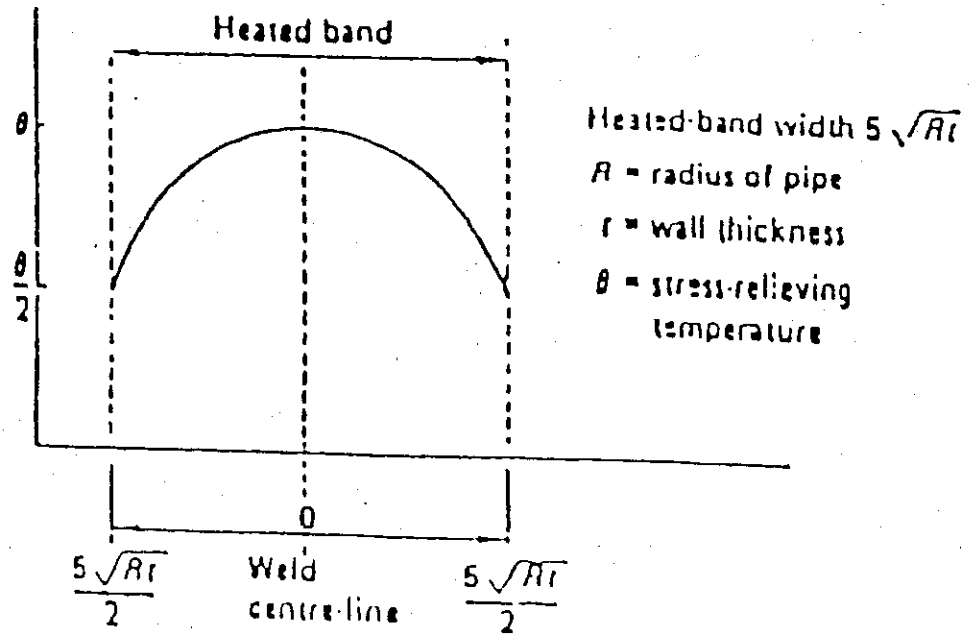
دستور العمل عملیات حرارتی پس از جوشکاری (UW-40)

الف - عملیات حرارتی پس از جوشکاری مخزن مطابق الزامات بخش فرعی C بایستی به یکی از روشهای زیر انجام میشود:

۱- عملیات حرارتی بصورت یکپارچه با قراردادن مخزن داخل کوره انجام شود. این روش به روشهای دیگر برتری دارد و بایستی هرجا که مقدور است انجام شود.

۲- عملیات حرارتی مخزن در چند دفعه در یک کوره انجام شود، بشرطیکه رویهم افتادگی هر قسمت با قسمت قبلی حداقل ۱/۵ متر باشد. دراین حالت قسمت داخل کوره درجه حرارت بالائی دارد و بایستی ترتیبی داده شود که مخزن در قسمت بیرون کوره دچار شیب حرارتی یا گرادیان حرارتی شدید نگردد.





۳- عملیات حرارتی بخشهائی از بدنه و یا قسمت هائی از مخـزن بمنظـور عملیات حرارتی اتصالات طولی یا اجزاء جوشکاری شده با شکل پیچیده قبل از اتصال نهائی آنها برای ساخت مخزن انجام شود.

وقتی قرار است مخزن عملیات حرارتی شود ولی عملیات حرارتی بصورت یکپارچه یا در دو یا چند مرحله در کوره مقدور نباشد، می‌توان هر اتصـال محیطی را که قبلا عملیات حرارتـی نشـده اسـت، بطـور موضعـی عملیـات حرارتی کرد. عملیات حرارتی اتصال محیطی (بصورت استوانه‌ای و دور تـا دوری) را می توان با هر وسیله مناسبی که یکنواختـی عملیـات حرارتـی را تضمین کند، انجام داد.

پهنای نوار عملیات حرارتی در هر طرف پهنای بزرگتر جـوش نبایسـتی از دو برابر ضخامت دیواره مخزن کمتر باشد.

پهنای عایق را روی المنت‌های برقی یا منبع حرارتی دیگر بایستی طوری در نظر گرفت که اختلاف درجه حرارت فلز زیر لبه های کناری عـایق بـا فلـز بیرون عایق خیلی زیاد نباشد که برای فلز مضر باشد . معمولا پهنای عـایق را زیاد می‌گیرند که درجه حرارت زیر عایق در لبه کنـاری عـایق از نصـف درجه حرارت عملیات حرارتی بیشتر نباشد.

این دستورالعمل را می توان برای عملیات حرارتی قسمت‌های تعمیر شده مخازن نیز مورد استفاده قرار داد.

٤- عملیات حرارتی مخزن با هر وسیله مناسب و استفاده از دستگاه نمـایش و ثبت درجه حرارت برای کمک بـه کنـترل و حفـظ توزیـع یکنواخـت درجـه حرارت در دیواره مخزن می‌تواند انجام شود.

برای این منظور قبل از عملیـات حرارتـی بایسـتی مخـزن بـا مـواد عـایق پوشیده شود. از عایق دائمی خود مخزن نیز می‌توان برای این کار استفاده کرد بشرطی که عایق دائمی مخزن برای درجه حـرارت عملیـات حرارتـی مناسب باشد. اگر مخزن تحت فشار است، لازم است فشار مخزن تا جـائی که عملی است، پایین نگهداشته شود. در هر صورت نبایستی فشـار مخـزن در بالاترین درجه حـرارت مـورد انتظـار عملیـات حرارتـی و طـی مـدت عملیات حرارتی از ۵۰ درصد فشار کاری مجاز بیشتر شود.

۵- عملیات حرارتی نوار محیطی مخزن حاوی نازل‌ها یا قطعات الحاقی دیگر جوشداده شده که نیاز به عملیات حرارتی دارند، انجام شود. این نوار محیطی طوری حرارت داده می‌شود که کل نوار بصورت یکنواخت و کنترل شده تا درجه حرارت عملیات حرارتی گرم شود و برای مدت معینی در آن درجه حرارت باقی بماند و سپس بصورت کنترل شده سرد گردد. نوار محیطی بایستی دور کل مخزن و بصورت حلقه کامل باشد و پهنای این حلقه حداقل شش برابر ضخامت ورق متصل کننده نازل یا قطعه الحاقی دیگر باشد.

۶- عملیات حرارتی اتصالات محیطی لوله یا تیوب با وسیله مناسب با نواری به پهنای حداقل سه برابرعریض‌ترین جای جوش از هر طرف خط مرکزی جوش (جمعا پهنای نوار شش برابر پهنای بزرگ جوش) انجام می‌شود. قسمت خارجی نوار حرارت داده شده بایستی طوری محافظت شود که شیب حرارتی مضر ایجاد نگردد.

ب- درجه حرارت و نرخ گرم کردن و سرد کردن برای عملیات حرارتی مخازن تحت فشار بر حسب جنسشان در *UCS-56* ، *UHT-56* ، *UNF-56* و *UHA-32* درج شده است.

ج- حداقل درجه حرارت عملیات حرارتی که در جداول *UNF-56* ، *UHT-56* ، *UCS-56* و *UHA-32* ارائه شده‌اند مربوط به جنس ورق بدنه یا عدسی مخزن تحت فشار هستند.

وقتی بیش از یک مخزن تحت فشار یا قطعه مخزن تحت فشار در یک شارژ کوره، عملیات حرارتی می‌شوند، ترموکوپل‌ها بایستی روی مخازن تحت فشاردر ته، مرکز و بالای شارژ کوره یا در مناطق دیگر که احتمال تغییر درجه حرارت وجود دارد نصب شود، بطوری که درجه حرارت نشان داده شده درجه حرات واقعی برای مخازن تحت فشار و یا قطعات فشاری در منطقه های مختلف کوره باشد.

د - اگر قطعات فشاری مورد استفاده در مخزن از دو جنس با *P-No.* مختلف باشد، با توجه به جداول *UCS - 56* یا *UHA - 32* هرکدام به عملیات حرارتی با درجه حرارت بالاتر نیاز داشت، درجه حرارت بالاتر اعمال شود.

ه – عملیات حرارتی بایستی قبل از آزمایش هیدرواستاتیک انجام شود. عملیات حرارتی بعد از هر تعمیر با جوش نیز بایستی انجام شود مگر آنکه طبق *UCF – 56(f)* مجاز شده باشد.

و – ضخامت اسمی منظور شده در جداول *UCS – 56* ، *UCS – 56.1* ، *UHA-32* و *UHT – 56* ضخامت اتصال جوش داده شده است که در اینجا توضیح داده می شود.

برای مخازن تحت فشار یا قطعات مخازن تحت فشار عملیات حرارتی شونده در یک شارژر کوره بزرگترین ضخامت مخزن یا قطعه مخزن تحت فشار است که عملیات حرارتی نشده است.

۱- وقتی دو قطعه هم ضخامت به یکدیگر با جوش بصورت لب بلب جوش داده می شوند، ضخامت اسمی همان عمق کل جوش بدون در نظر گرفتن گرده جوش مجاز است.

۲- برای جوشهای شیاری، ضخامت اسمی، عمق شیار است.

۳- برای جوشهای گوشه ای . ضخامت اسمی همان اندازه گلوئی می باشد. اگر جوش گوشه ای در ارتباط با جوش شیاری بکار برده می شود، ضخامت اسمی همان عمق شیار یا اندازهٔ گلوئی ، هرکدام بزرگتر است میباشد.

٤- برای جوشهای میله ای *(STUD)* ، ضخامت اسمی قطر میله است.

۵- وقتی در یک اتصال، قطعات با ضخامت های متفاوت به یکدیگر جوش داده می شوند، ضخامت اسمی بشرح زیر است:

الف – ضخامت قطعه نازکتر در اتصال لب بلب دو قطعه از جمله اتصال بدنه به عدسی مخزن.

ب – در اتصال عدسی میانی به بدنه (شکل *UW – 13.1* شمای *f*) ضخامت اسمی، ضخامت بدنه یا جوش گوشه ای، هرکدام بزرگتر است، می باشد.

ج – در اتصالات به تیوب شیت، کلگی تخت، فلنج یا اتصالات مشابه، ضخامت اسمی همان ضخامت بدنه است.

د – در شکلهای *UW – 16.1* و *UW – 16.2* ، ضخامت اسمی، ضخامت جوش در گردن نازل یا بدنه یا عدسی یا بالشتک تقویتی یا جوش گوشه ای الحاقی، هرکدام بزرگتر است، می باشد.

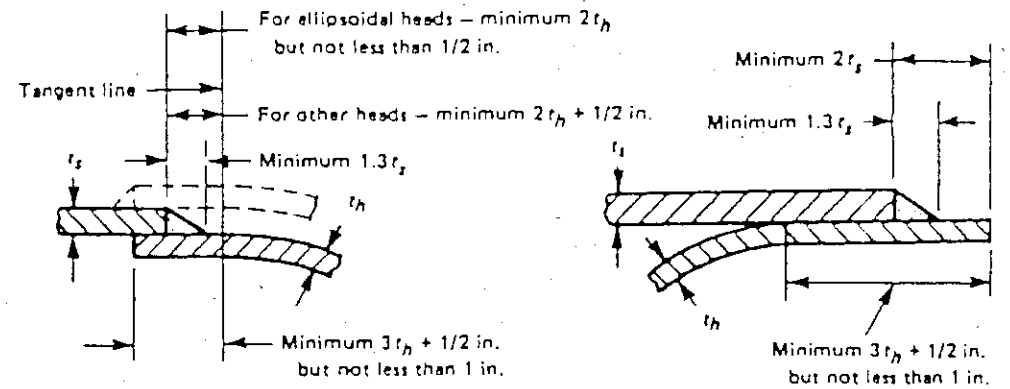
ه - در اتصال کردن نازل به فلنج ، ضخامت اسمی همان ضخامت گردن نازل است.

و - وقتی یک قطعه غیرفشاری به قطعه فشاری جوش داده می شود، ضخامت اسمی همان ضخامت جوش در نقطه اتصال است.

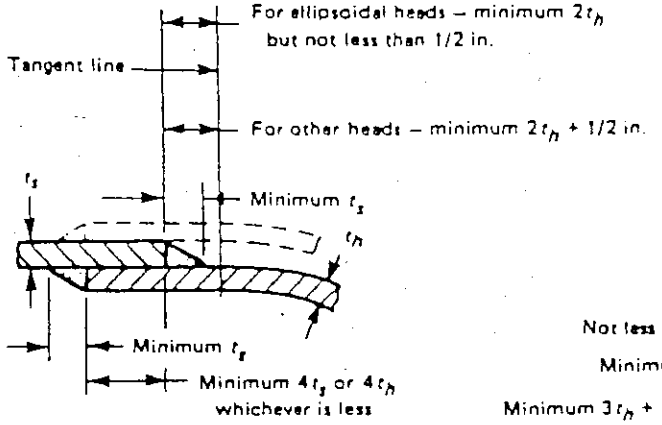
ز - در اتصال تیوب به تیوب شیت، ضخامت اسمی همان ضخامت جوش است.

۶- ضخامت اسمی برای تعمیر، همان عمق جوش تعمیری است.

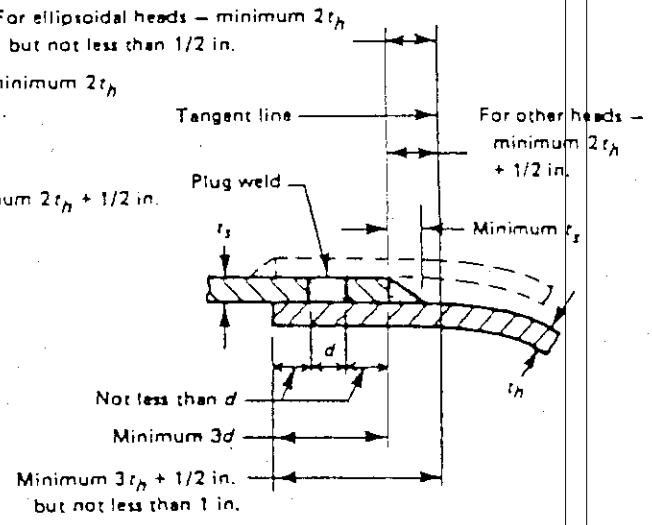
اتصال عدسی به بدنه



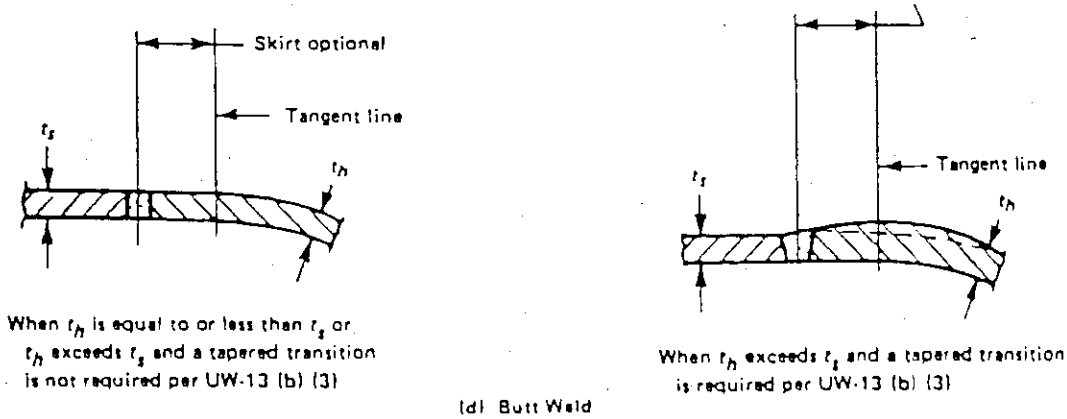
(a) Single Fillet Lap Weld



(b) Double Fillet Lap Weld

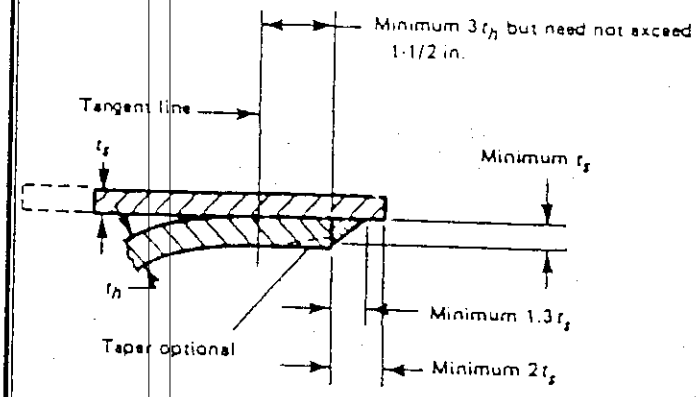


(c) Single Fillet Lap Weld with Plug Welds



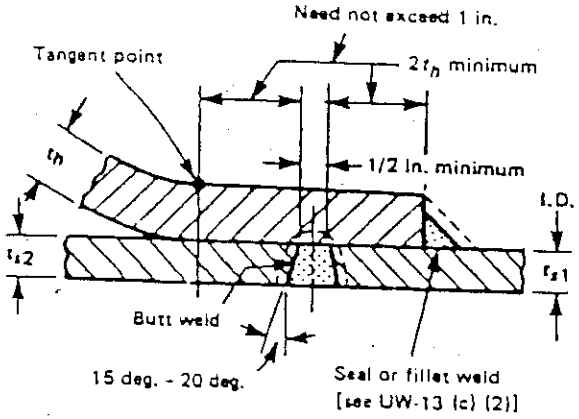
(d) Butt Weld

FIG. UW-13.1 HEADS ATTACHED TO SHELLS
(See Table UW-12 for Limitations)



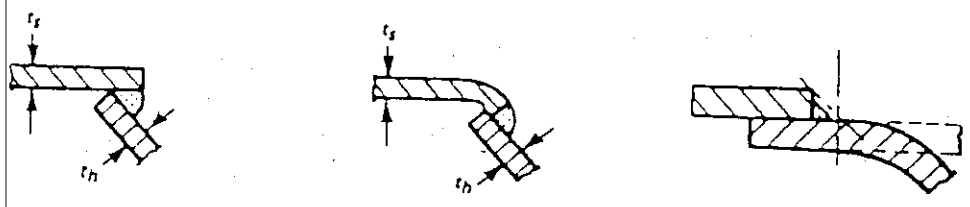
(e) Single Fillet Lap Weld

Butt weld and fillet weld, if used, shall be designed to take shear at 1-1/2 times the differential pressure than can exist.



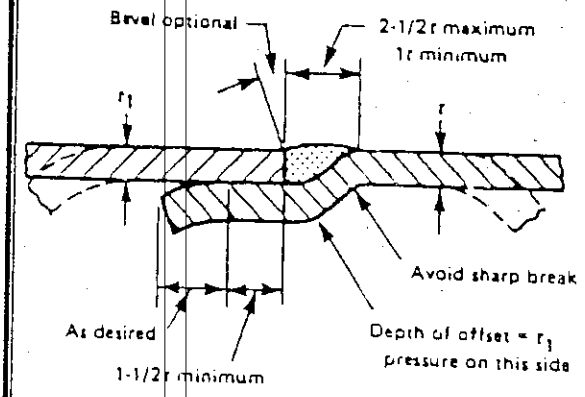
(f) Intermediate Head

t_{s1} and t_{s2} may be different



(g) (h) (j)

Sketches (g), (h), and (j) are not permissible

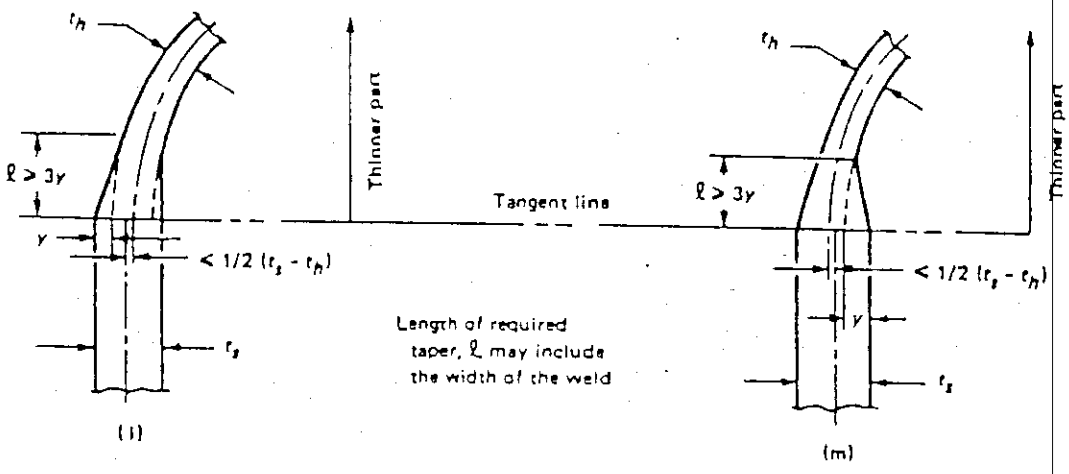


t or t_1 = 5/8 maximum [see Note (1)]

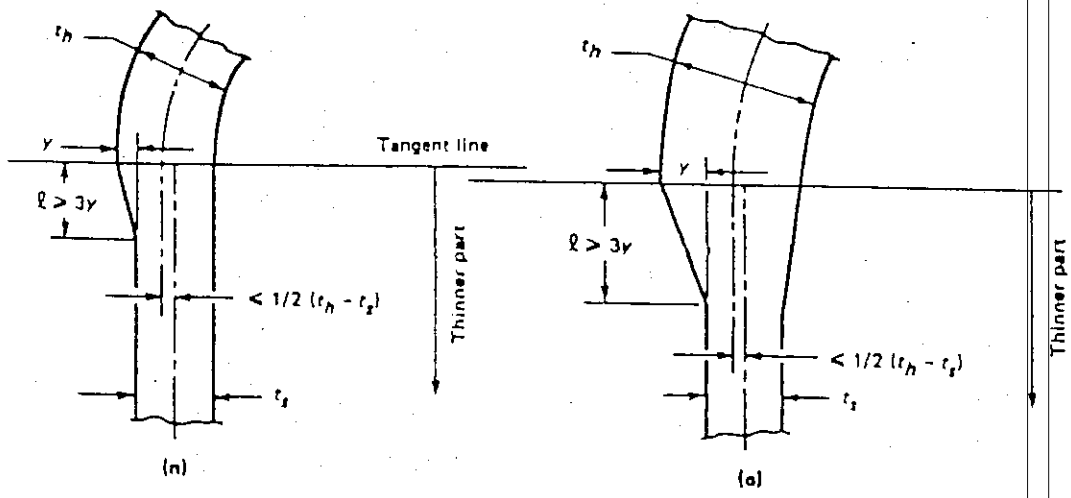
(k) Butt Weld With One Plate Edge Offset

NOTE:
(1) For joints connecting hemispherical heads to shells the following shall apply:
(a) t or t_1 = 3/8 in. maximum;
(b) maximum difference in thickness between t and t_1 = 3/32 in.;
(c) use of this figure for joints connecting hemispherical heads to shells shall be noted in the "Remarks" part of the Data Report Form.

FIG. UW-13.1 HEADS ATTACHED TO SHELLS (CONT'D)
(See Table UW-12 for Limitations)



In all cases, the projected length of taper ℓ shall be not less than $3y$.
The shell plate center line may be on either side of the head plate center line.



In all cases ℓ shall not be less than $3y$ when t_h exceeds t_s. Minimum length of skirt is $3t_h$ but need not exceed 1-1/2 in. except when necessary to provide required length of taper.
When t_h is equal to or less than $1.25\ t_s$, the length of skirt shall be sufficient for any required taper.

Length of required taper ℓ may include the width of the weld. The shell plate center line may be on either side of the head plate center line.

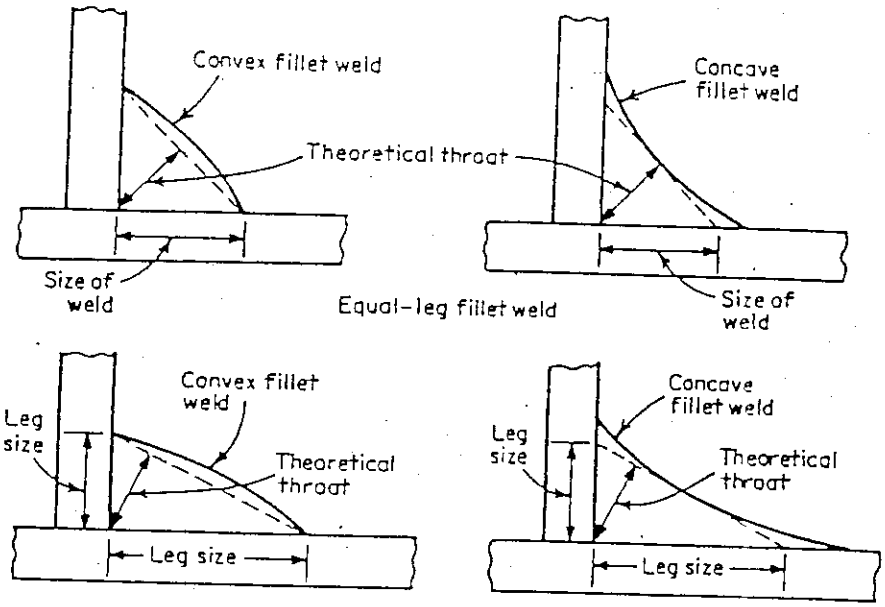
FIG. UW-13.1 HEADS ATTACHED TO SHELLS (CONT'D)
(See Table UW-12 for Limitations)

جدول عملیات حرارتی پس از جوشکاری

شماره گروه بندی و مواد	وقتی ضخامت از اندازه داده شده بیشتر باشد، عملیات حرارتی پس از جوشکاری لازم است. *
P-1 فولادهای کربنی (با مقاومت کششی ۴۰۰۰۰ تا ۷۵۰۰۰ پوندبراینچ مربع)	۳۲ میلیمتر یا ۳۸ میلیمتر بشرطی که پیش‌گرمایش ۹۳ درجه سانتیگراد انجام شود
P-3 فولاد آلیاژی (درصدکرم حداکثر ۰/۷۵٪) فولادهای آلیاژی (کل آلیاژ حداکثر ۲٪)	۱۶ میلیمتر ضخامت جوش تولیدی نبایستی از ضخامت ورق آزمایش تایید صلاحیت بیشتر باشد
P-4 فولادهای آلیاژی (درصدکرم بین ۰/۷۵ و ۲ درصد) فولادهای آلیاژی (کل آلیاژ حداکثر ۲/۷۵٪)	صفر میلیمتر برای جوشهای لب به‌لب حلقه‌ای تیوبها اگر درصد کرم بیشتر از ۳ درصد نباشد، قطر خارجی اسمی حداکثر ۴ اینچ، ضخامت ۱۲/۷ میلیمتر باشد و درجه حرارت حداقل پیش گرمایش ۱۲۱ درجه سانتیگراد باشد، عملیات حرارتی پس از جوشکاری لازم نیست.
P-5 فولادهای آلیاژی (کل آلیاژ حداکثر ۱۰ درصد)	صفر میلیمتر همانند P-4 باستثنای آنکه حداقل پیش گرمایش ۱۴۹ درجه سانتیگراد باشد.
P-9 فولادهای آلیاژ نیکل	صفر میلیمتر

* این ضخامت‌ها تحت بعضی شرایط ممکن است تغییر کند. به یادآوری‌های کُد ASME جدول UCS-56 مراجعه شود.

اندازه جوش گوشه ای

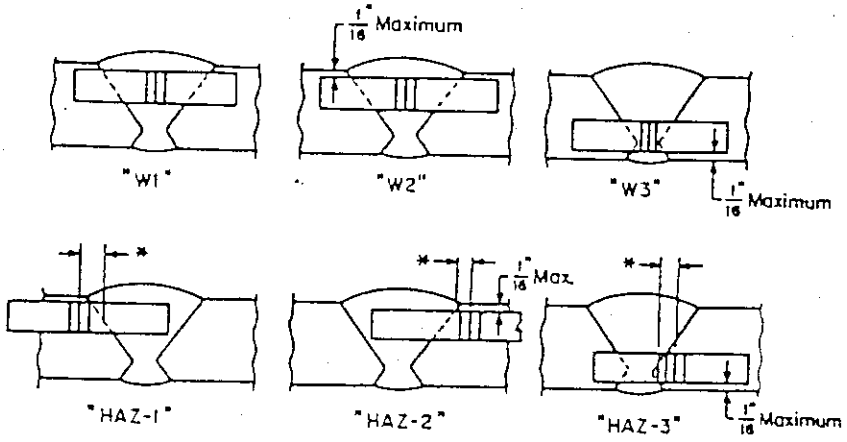


Fillet weld size.

For equal-leg fillet welds, weld size is measured by the leg length of the largest inscribed right isosceles (two sides of equal length) triangle. Therefore,

$$Size = \frac{theoretical\ throat}{0.707}$$

For unequal-leg fillet welds, weld size is measured by both leg lengths of the largest right triangle that can be inscribed within the weld cross section. For calculating the allowable load that can be carried by a fillet weld, use the throat dimension. For shop drawings, use the leg dimensions.



* Locate after etching so that maximum amount of heat-affected zone material is at the notch.

For welding procedure the heat-affected zone need not be impact tested when base material is exempted from impact tests. (CODE PAR. UG 84)

Weld metal and heat-affected zone locations for impact test specimens.

جاهای درآوردن نمونه آزمایش ضربه فلز جوش و منطقه تاثیر حرارت

ثبت تعمیرات جوش

RECORD OF WELDED REPAIRS

This is to certify that the fusion-welded repair made by or under the direction of the undersigned

on _____ and consisting of
(Date of repair)

_____
(Description of Repair)

_____

_____

_____

_____

_____

_____ _____ _____ _____ _____
(Name of original manufacturer) (Type Vessel) (Jurisdiction No) (Nat'l Bd. No) (Yr. Built)

Located in the plant of _____
(Name of Owner)

At _____
(Address of Plant)

was made in accordance with the requirements of the National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors Chapter VI for Repairs by Welding to Boilers or Pressure Vessels and that the welding was done by _____
(Name of Qualified Welder)

who has met the test requirements of said rules.

(Note: Draw a sketch to show the repairs on back)

Name of Repair Firm _____

Signed By _____ Date _____

Address _____

_____ Date _____
(Authorized Inspector's Signature)

_____
(Name of Inspection Agency Employed By)

Record of welded repairs. (*National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors.*)

راهنمای انتخاب ضریب اتصال لب بلب بر مبنای رادیوگرافی

کسانی که به نحوی با مخازن تحت فشار سرو کار دارند (طراح ، سازنده ، بازرس و بهره بردار) در مورد اتصال هندسی مخزن به بدنه که با جوش لب‌بلب انجام می‌گیرد، ممکن است سوالاتی داشته باشند که در این راهنما مثالهائی انتخاب شده که شاید بتوان به سوالات پاسخ بدهد. دسته بندی اتصالات جوش *(Category)* همان دسته بندی عنوان شده دراین جزوه است.
مثال‌های ۱ تا ٤ مربوط به مخازنی است که عدسی های بدون درز و بدنه‌های بدون درز دارند.
مثال های ۵ تا ۱۶ مربوط به مخازنی است که عدسی‌های جوش و بدنه‌های بدون درز دارند.
مثال‌های ۱۷ تا ۲۸ مربوط به مخازنی است که عدسی‌های بدون درز و بدنه‌های جوشی هستند.

پیش‌گفتار مثال‌ها

مثالهای ارائه شده بر مبنای مفروضات ذیل هستند :

۱- مخزن مرکبار نمی‌باشد *[Nonlethal-uw-11(a)(1)]*

۲- ضخامت از مقدار مشخص شده در *UW-11(a)(2)* بیشتر نیست.

۳- مخزن دیگ بخار غیرآتشخانه‌ای با فشار بیشتر از ۵۰ پوند بر اینچ مربع *[UW-11(a)(3)]* نیست.

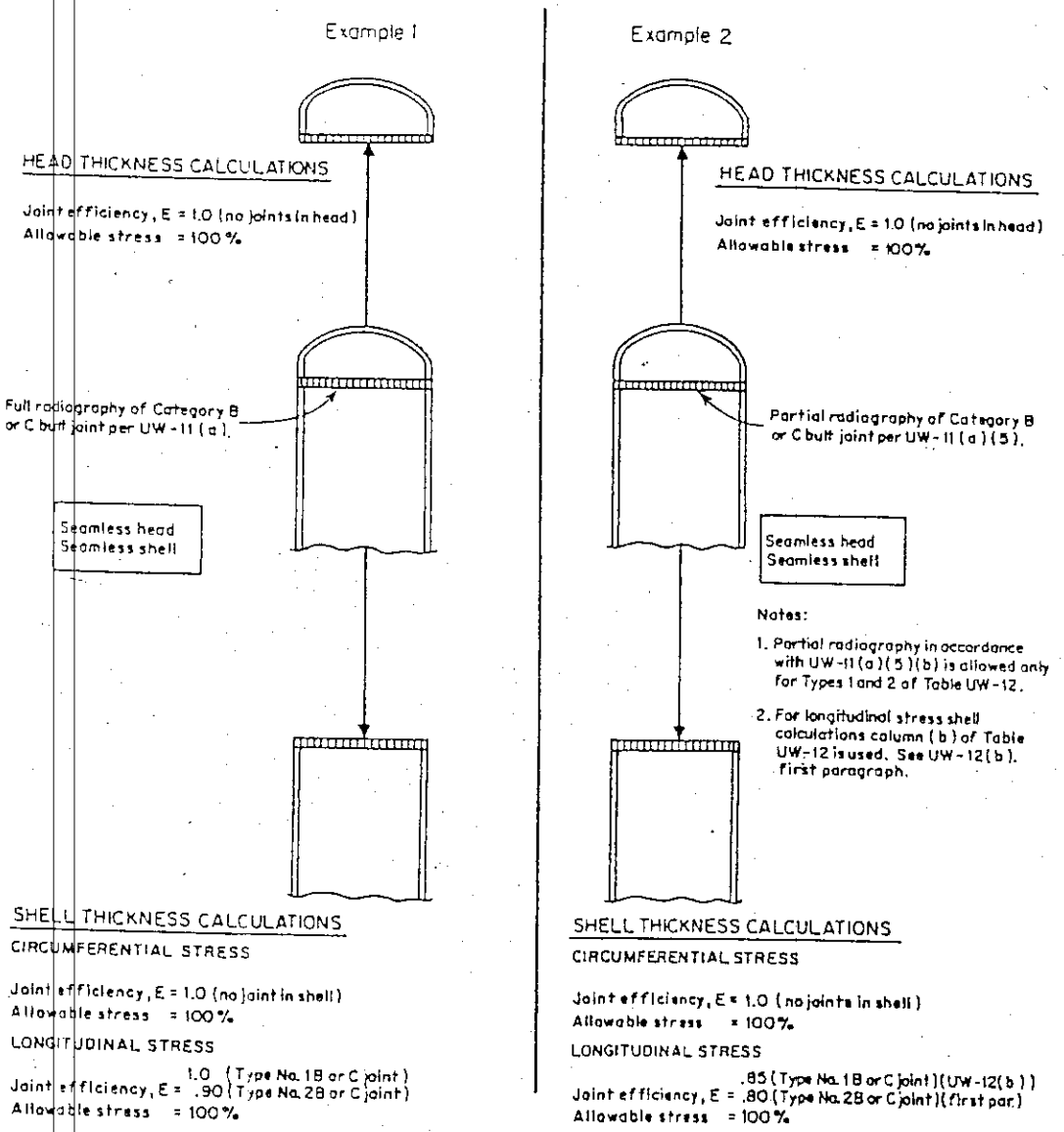
٤- تمام جوشهای لب‌بلب دسته بندی *B* یا *C* در ته کروکی آزمایش شناسائی نشان داده شده برای جوشهای لب‌بلب فوقانی دسته بندی *B* و *C* دارند

۵- مثال‌ها تنش کششی را پوشش می دهند.

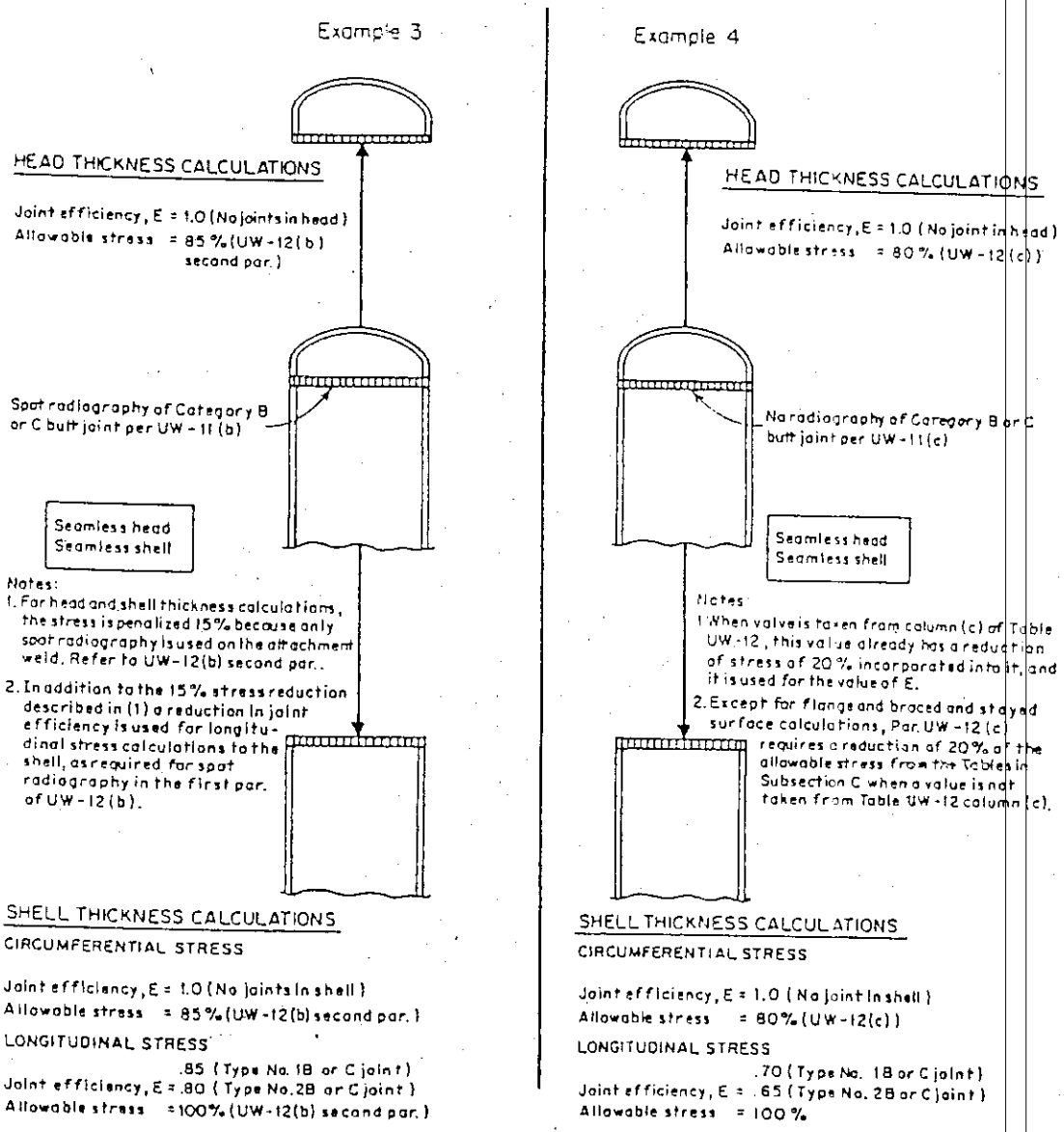
۶- این مثالها فقط بر مبنای فشار داخلی هستند.

۷- تمام عدسی‌ها غیر *HEMISPHRICAL* هستند

۸- تمام اتصالات از نوع ۱ یا ۲ جدول *UW-12* هستند

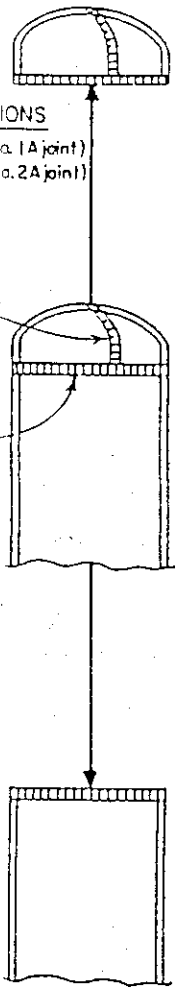


Examples 1 and 2. Elements of joint design for heads.



Examples 3 and 4. Elements of joint design for heads.

Example 5



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1A joint)
.90 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100%

Full radiography of Category A butt joint in head per UW-11 (a)

Full radiography of Category B or C butt joint per UW-11 (a)

Welded head
Seamless shell

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

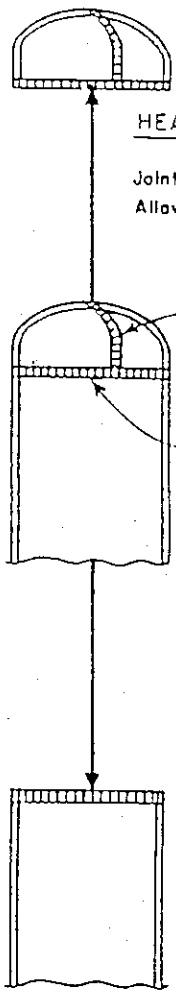
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joints in shell)
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1B or C joint)
.90 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100%

Example 6



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1A joint)
.90 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100%

Full radiography of Category A butt joint in head per UW-11 (a)

Partial radiography of Category B or C butt joint per UW-11 (a) (5)

Welded head
Seamless shell

Notes:

1. The head is considered fully radiographed per UW-11 (a) (5) (b)
2. For longitudinal stress shell calculations column (b) of Table UW-12 is used as required by UW-12 (b), first paragraph.

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

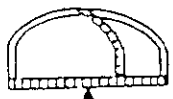
Joint efficiency, E = 1.0 (No joints in shell)
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1B or C joint)
.85 (Type No. 1B or C joint)
.80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100%

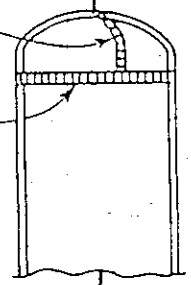
Examples 5 and 6. Elements of joint design for heads.

Example 7



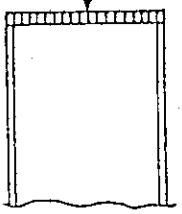
HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint)
.80 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100%



Notes:

1. Because the Category B or C joint is not partially or fully radiographed, the E of the head cannot exceed the E of Category B or C joint. Refer to UW-11(a)(5)(b).



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

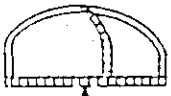
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in shell)
Allowable stress = 85% (UW-12(b) second par.)

LONGITUDINAL STRESS

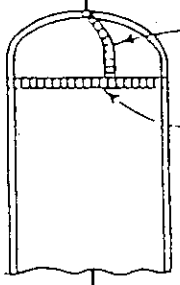
Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or G joint)
.80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100% (UW-12(b) second par.)

Example 8



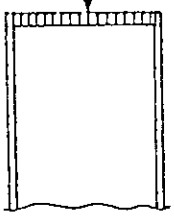
HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint)
.80 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100%



Notes:

1. It is assumed that the fully radiographed joint in the head satisfies the requirements of UW-52 for the vessel to be spot radiographed.



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

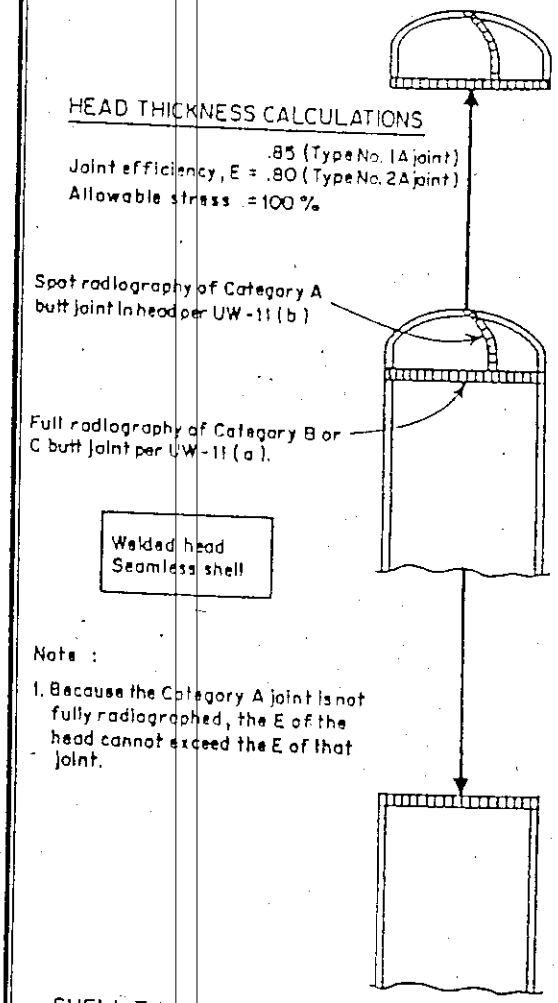
Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in shell)
Allowable stress = 85% (UW-12(b) second par.)

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint)
.90 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100% (UW-12(b) second par.)

Examples 7 and 8. Elements of joint design for heads.

Example 9



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

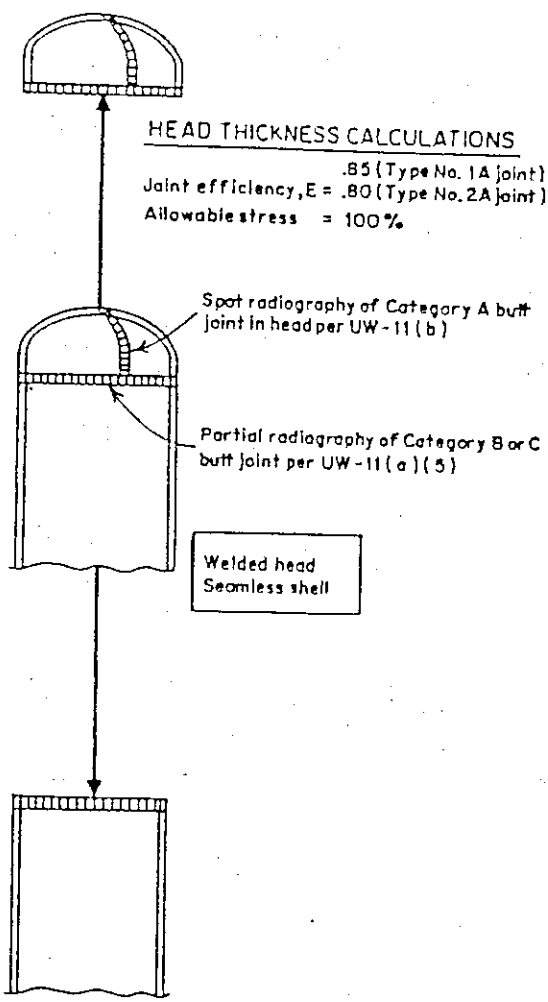
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in shell)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

1.0 (Type No. 1B or C joint)
Joint efficiency, E = .90 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100 %

Example 10



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

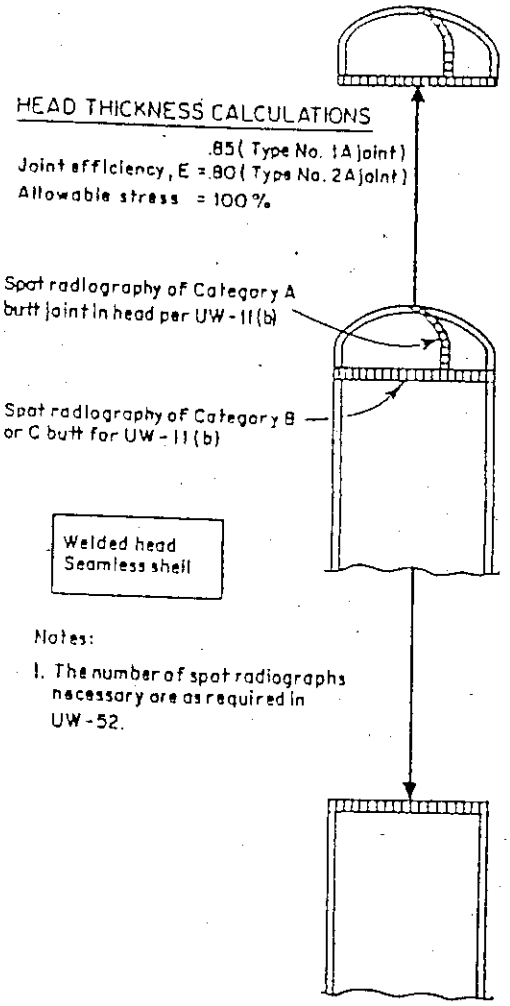
Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in shell)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

.85 (Type No. 1B or C joint) (UW-12)
Joint efficiency, E = .80 (Type No. 2B or C joint) (b) first par.)
Allowable stress = 100 %

Examples 9 and 10. Elements of joint design for heads.

Example 11



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

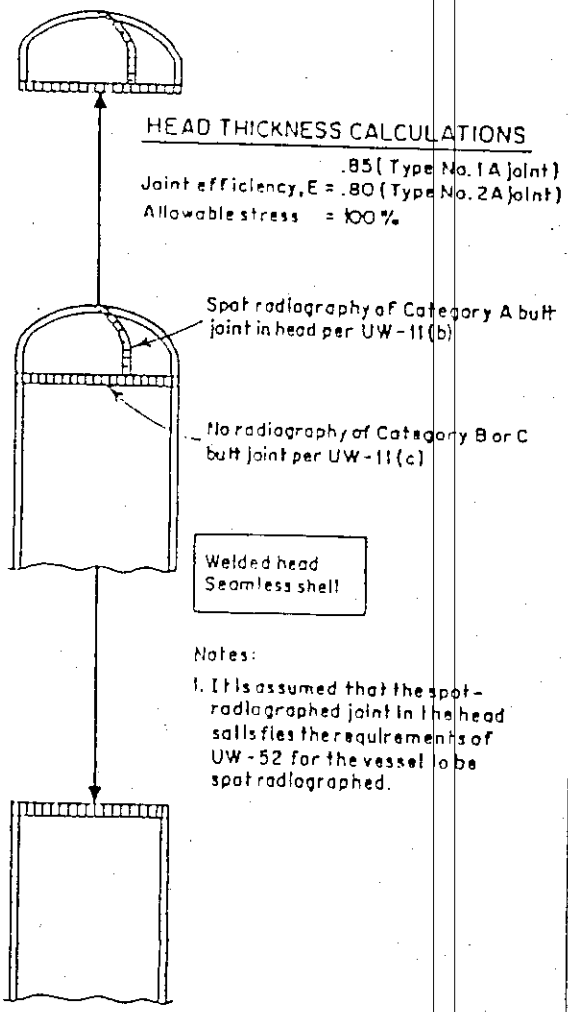
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joints in shell)
Allowable stress = 85 % (UW-12(b) second par.)

LONGITUDINAL STRESS

.85 (Type No. 1B or C joint)
Joint efficiency, E = .80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100% (UW-12(b) second par.)

Example 12



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

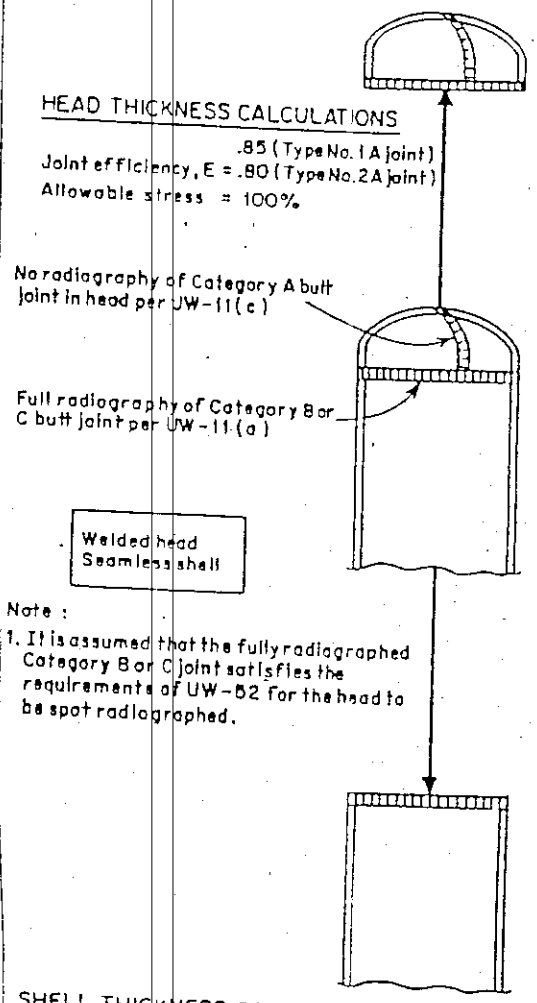
Joint efficiency, E = 1.0 (No welded joint in shell)
Allowable stress = 85 % (UW-12(b) second par.)

LONGITUDINAL STRESS

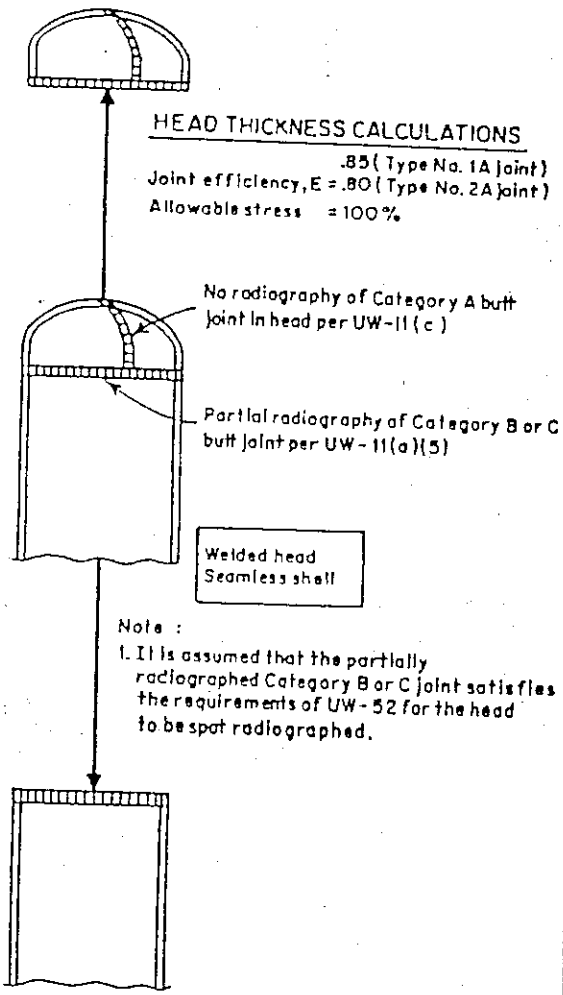
.85 (Type No. 1B or C joint)
Joint efficiency, E = .80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100% (UW-12(b) second par.)

Examples 11 and 12. Elements of joint design for heads.

Example 13

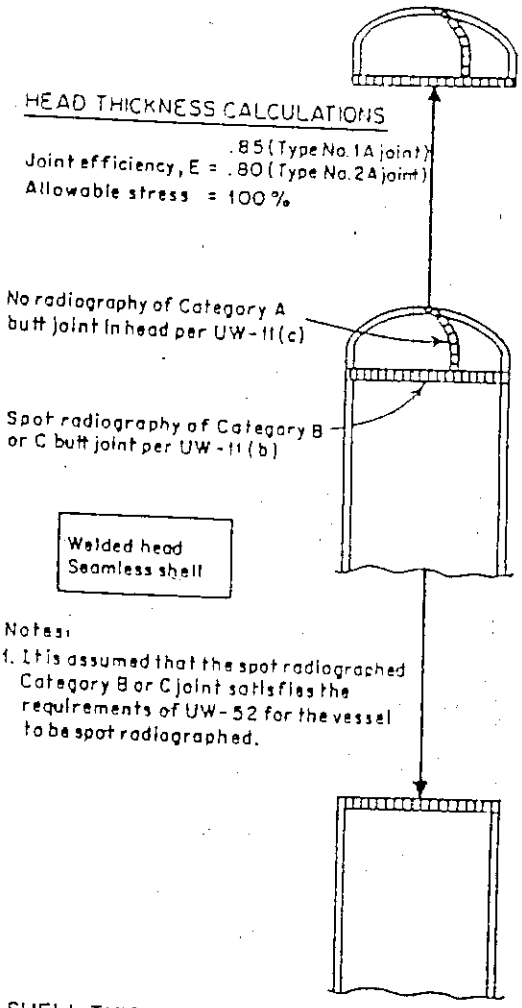


Example 14

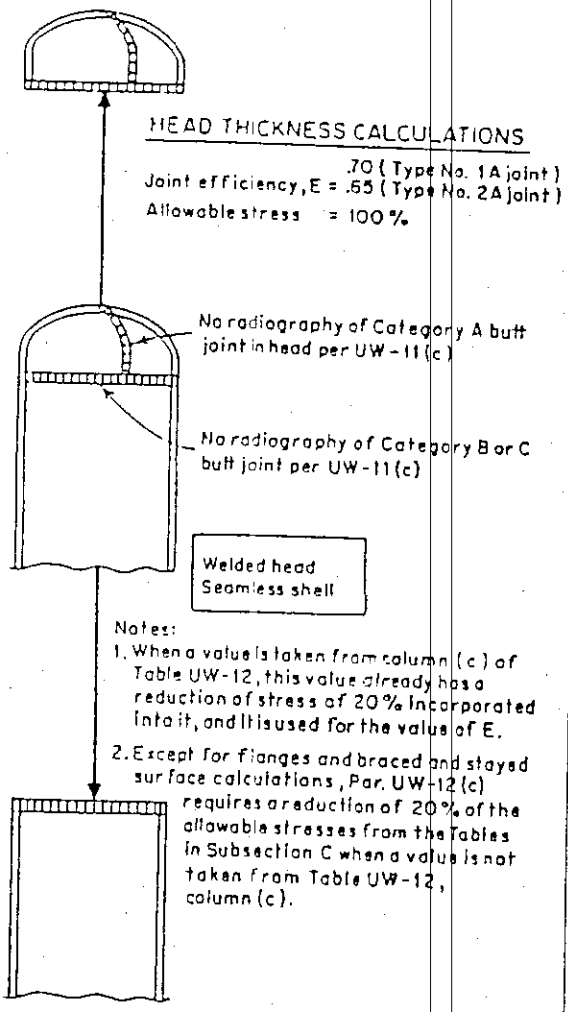


Examples 13 and 14. Elements of joint design for heads.

Example 15

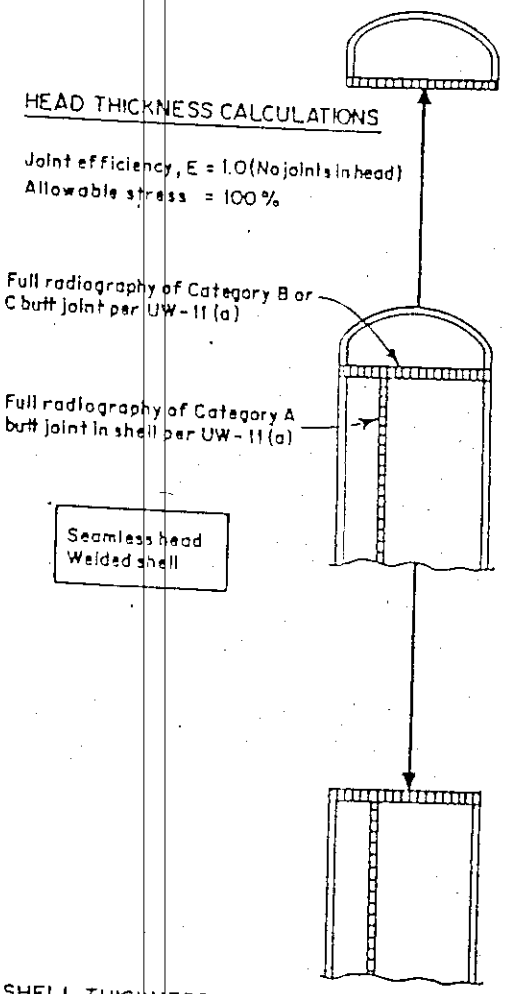


Example 16



Examples 15 and 16. Elements of joint design for heads.

Example 17



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

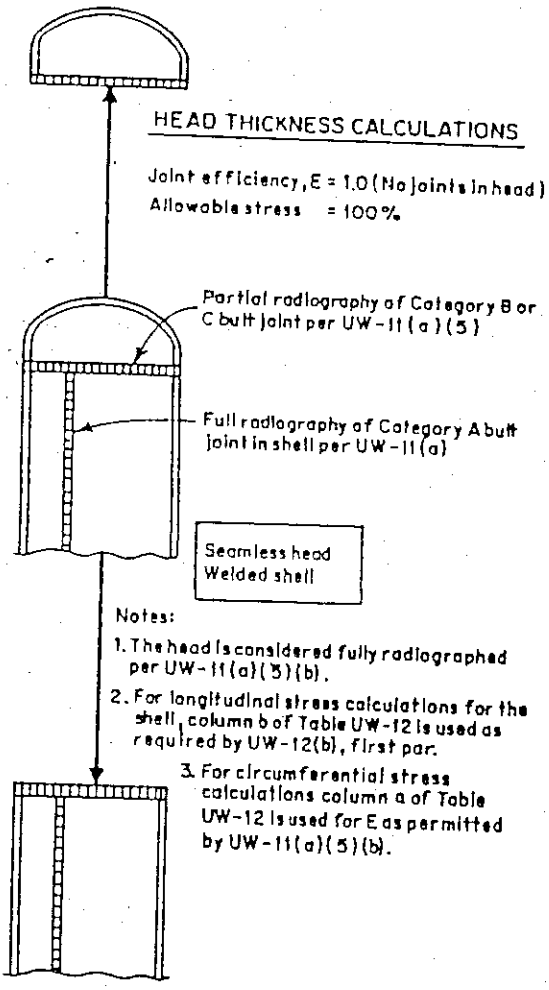
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1A joint) / .90 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1B or C joint) / .90 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100 %

Example 18



Notes:

1. The head is considered fully radiographed per UW-11 (a) (5) (b).
2. For longitudinal stress calculations for the shell, column b of Table UW-12 is used as required by UW-12 (b), first par.
3. For circumferential stress calculations column a of Table UW-12 is used for E as permitted by UW-11 (a) (5) (b).

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

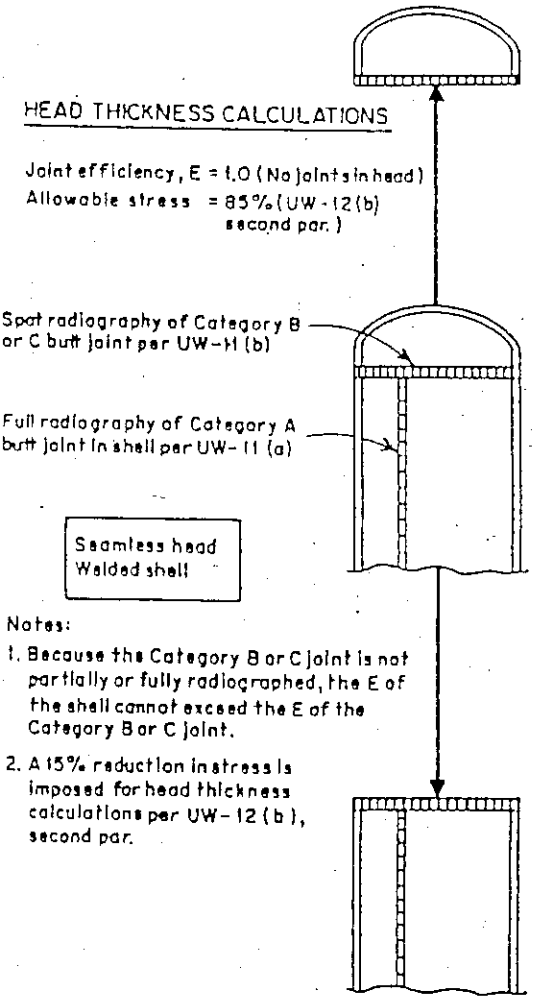
Joint efficiency, E = 1.0 (Type No. 1A joint) / .90 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) / .80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100 %

Examples 17 and 18. Elements of joint design for heads.

Example 19



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) / .80 (Type No. 2A joint)

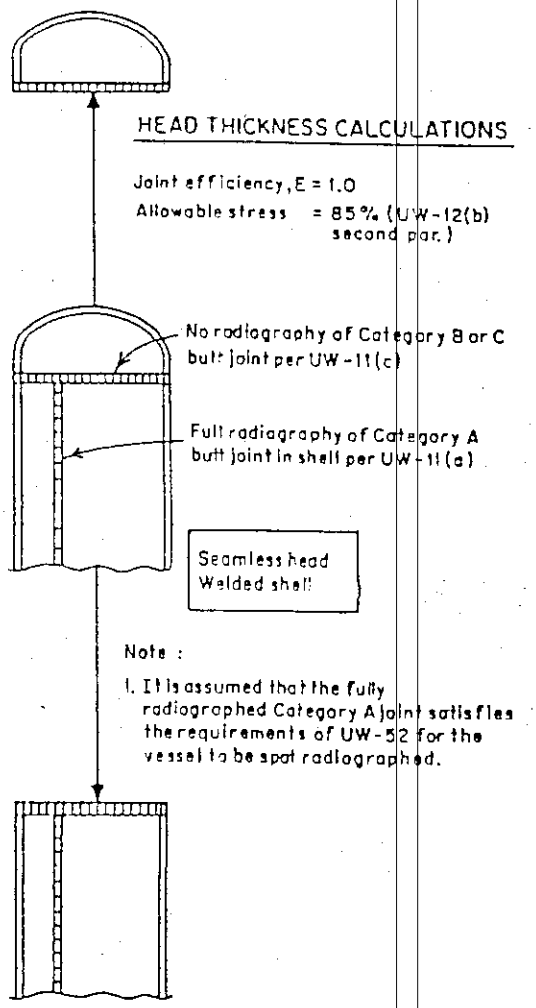
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) / .80 (Type No. 2B or C joint)

Allowable stress = 100%

Example 20



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) / .80 (Type No. 2A joint)

Allowable stress = 100%

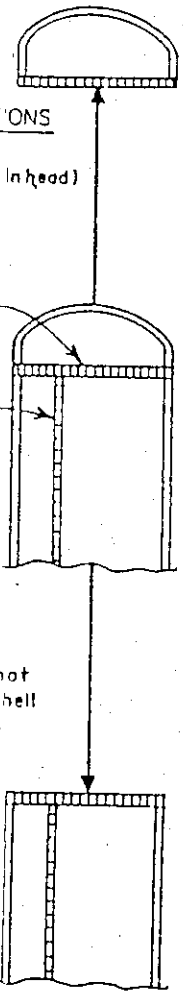
LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) / .80 (Type No. 2B or C joint)

Allowable stress = 100%

Examples 19 and 20. Elements of joint design for heads.

Example 21



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joints in head)
Allowable stress = 100 %

Full radiography of Category B or C butt joint per UW-11(a)

Spot radiography of Category A butt joint in shell per UW-11(b)

Seamless head
Welded shell

Note :

1. Because the Category A joint is not fully radiographed, the E of the shell cannot exceed the E of that joint.

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

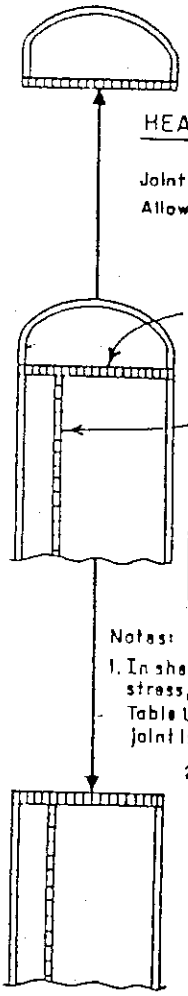
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint)
.80 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint)
.80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100 %

Example 22



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joints in head)
Allowable stress = 100 %

Partial radiography of Category B or C butt joint per UW-11(a)(5)

Spot radiography of Category A butt joint in shell per UW-11(b)

Seamless head
Welded shell

Notes:

1. In shell calculation for circumferential stress, E is taken from column b of Table UW-12 because the Category A joint is not fully radiographed.
2. The head is considered fully radiographed per UW-11(a)(5).

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

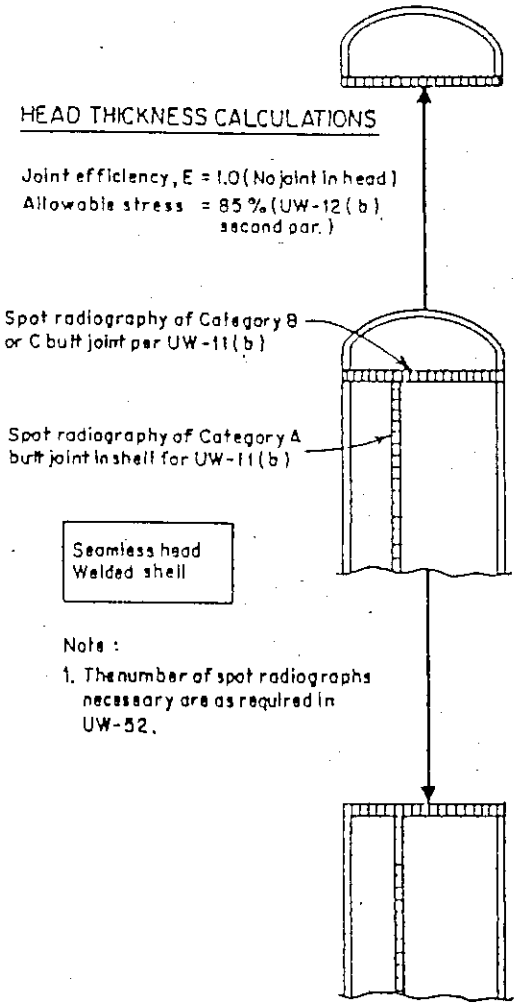
Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint)
.80 (Type No. 2A joint)
Allowable stress = 100 %

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint)
.80 (Type No. 2B or C joint)
Allowable stress = 100 %

Examples 21 and 22. Elements of joint design for heads.

Example 23



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) / .80 (Type No. 2A joint)

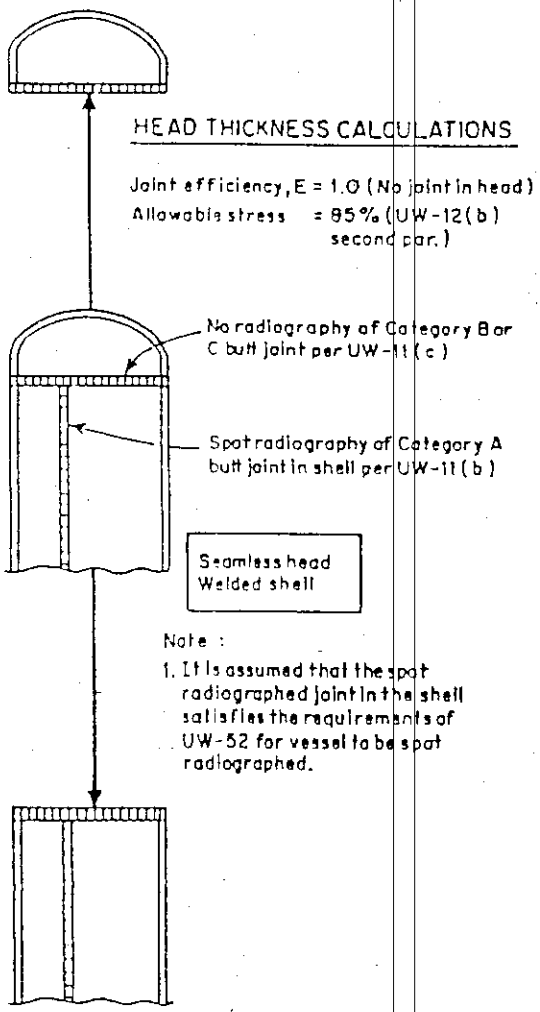
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) / .80 (Type No. 2B or C joint)

Allowable stress = 100%

Example 24



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) / .80 (Type No. 2A joint)

Allowable stress = 100%

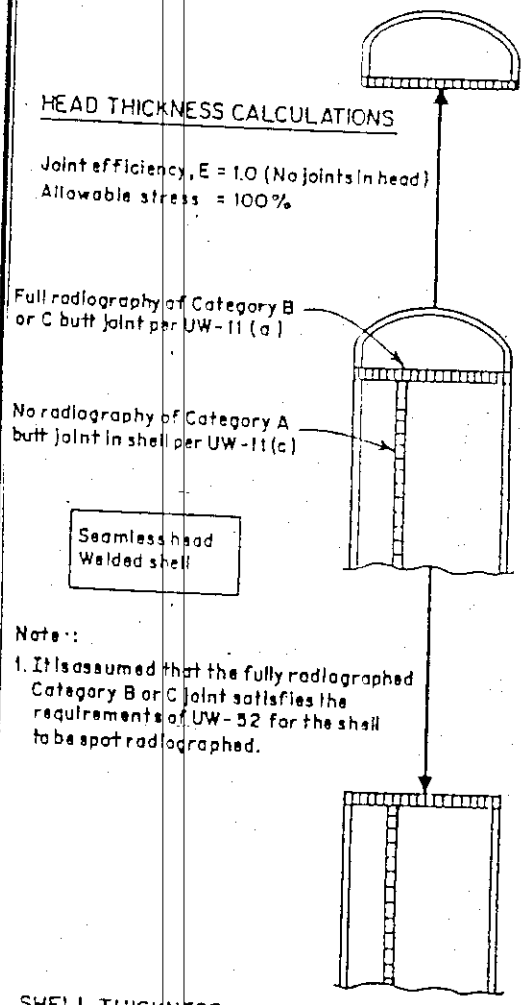
LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) / .80 (Type No. 2B or C joint)

Allowable stress = 100%

Examples 23 and 24. Elements of joint design for heads.

Example 25



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) .80 (Type No. 2A joint)

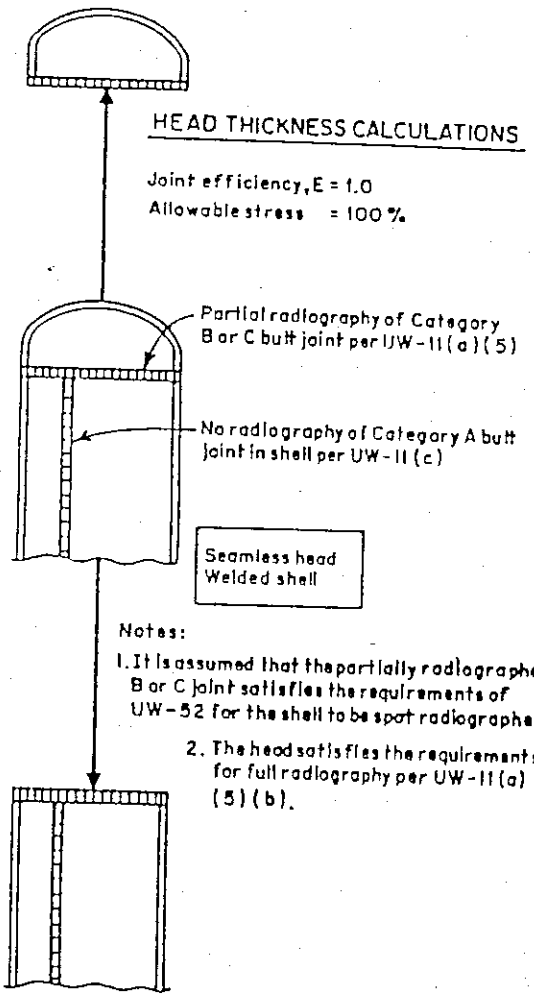
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) .80 (Type No. 2B or C joint)

Allowable stress = 100%

Example 26



SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1A joint) .80 (Type No. 2A joint)

Allowable stress = 100%

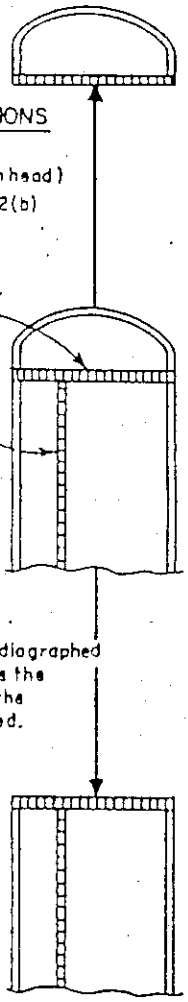
LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1B or C joint) (UW-12) .80 (Type No. 2B or C joint (b) first par.)

Allowable stress = 100%

Examples 25 and 26. Elements of joint design for heads.

Example 27



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in head)
Allowable stress = 85% (UW-12(b) second par.)

Spot radiography of Category B or C butt joint per UW-11(b)

No radiography of Category A butt joint per UW-11(c)

Seamless head
Welded shell

Note :
1. It is assumed that the spot radiographed Category B or C joint satisfies the requirements of UW-52 for the vessel to be spot radiographed.

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

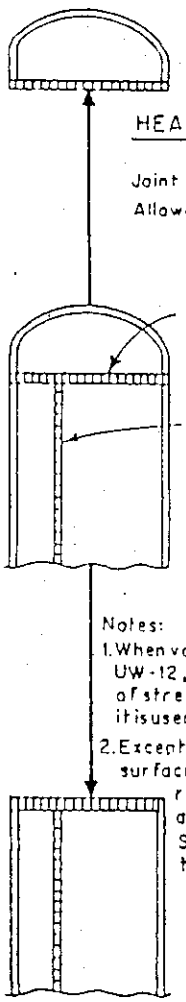
CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1 A joint)
.80 (Type No. 2 A joint)
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .85 (Type No. 1 B or C joint)
.80 (Type No. 2 B or C joint)
Allowable stress = 100%

Example 28



HEAD THICKNESS CALCULATIONS

Joint efficiency, E = 1.0 (No joint in head)
Allowable stress = 80% (UW-12(c))

No radiography of Category B or C butt joint per UW-11(c)

No radiography of Category A butt joint in shell per UW-11(c)

Seamless head
Welded shell

Notes:
1. When value is taken from column (c) of Table UW-12, this value already has a reduction of stress of 20% incorporated into it, and it is used for the value of E.
2. Except for flange and braced and stayed surface calculations, Par. UW-12(c) requires a reduction of 20% of the allowable stresses from the Tables in Subsection C when a value is not taken from Table UW-12 column (c).

SHELL THICKNESS CALCULATIONS

CIRCUMFERENTIAL STRESS

Joint efficiency, E = .70 (Type No. 1 A joint)
.65 (Type No. 2 A joint)
Allowable stress = 100%

LONGITUDINAL STRESS

Joint efficiency, E = .70 (Type No. 1 B or C joint)
.65 (Type No. 2 B or C joint)
Allowable stress = 100%

Examples 27 and 28. Elements of joint design for heads.

تایید صلاحیت جوشکار

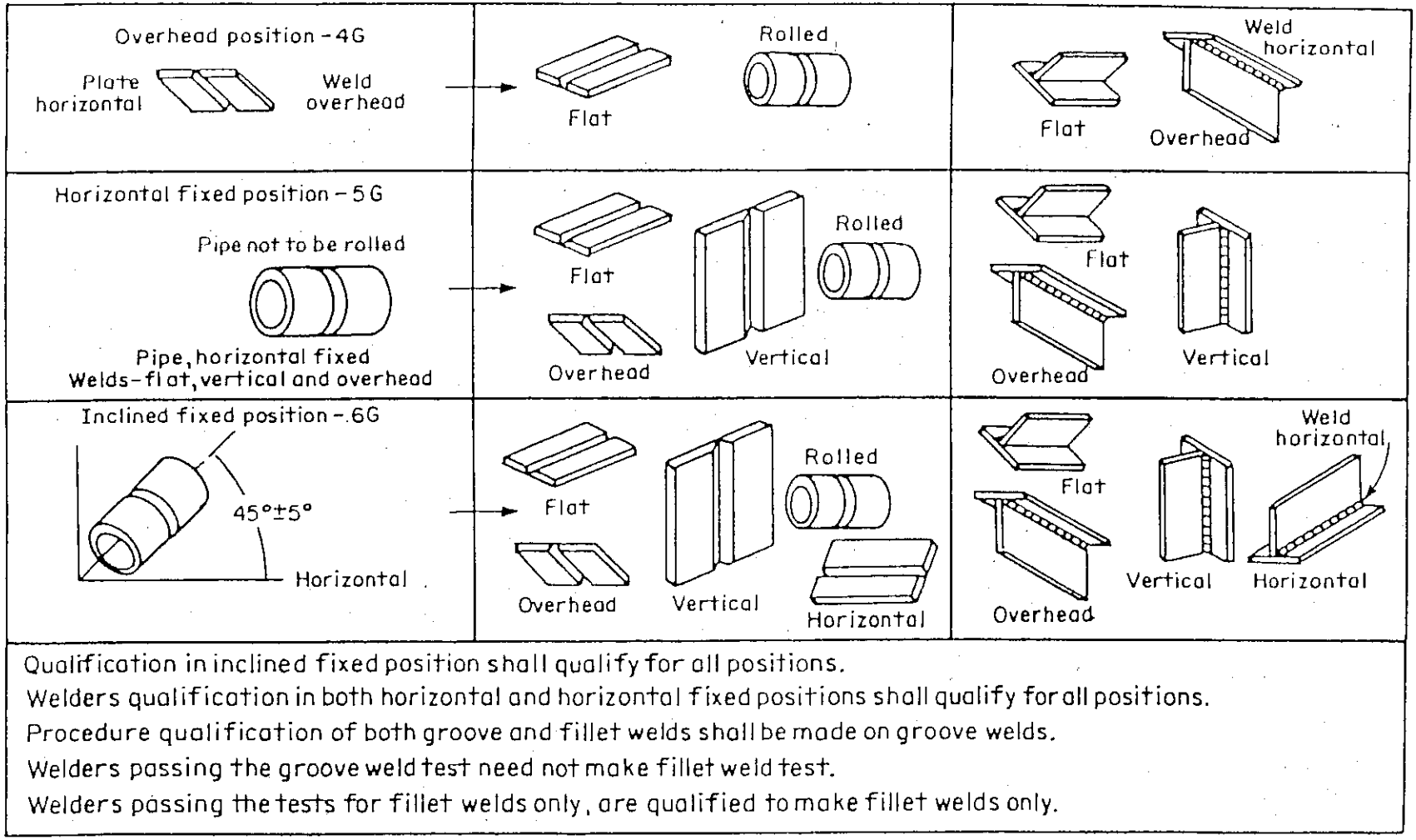
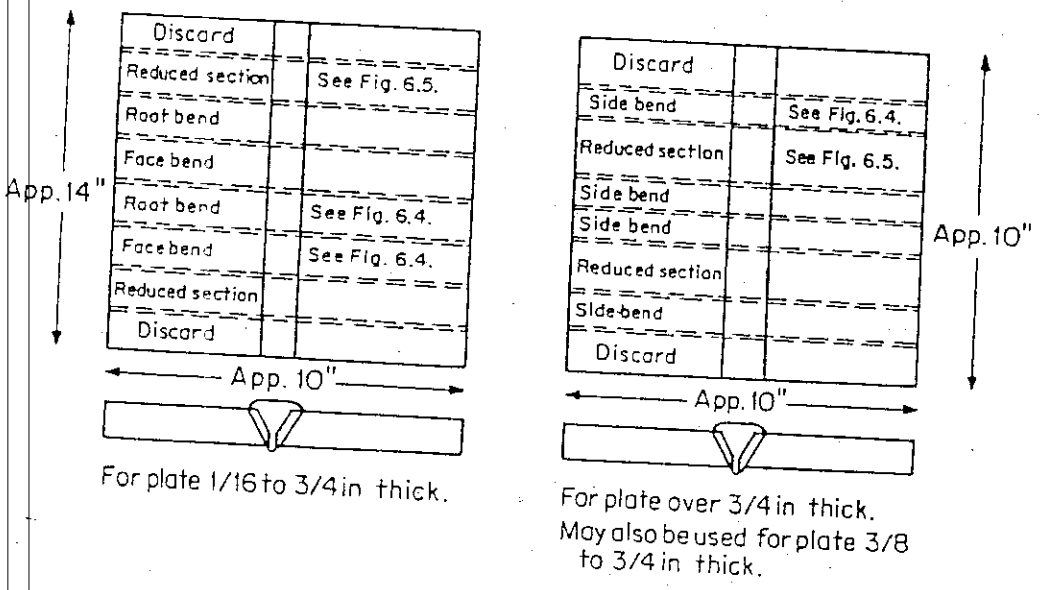


Fig. 6.1 **Chart of welding qualification positions.**

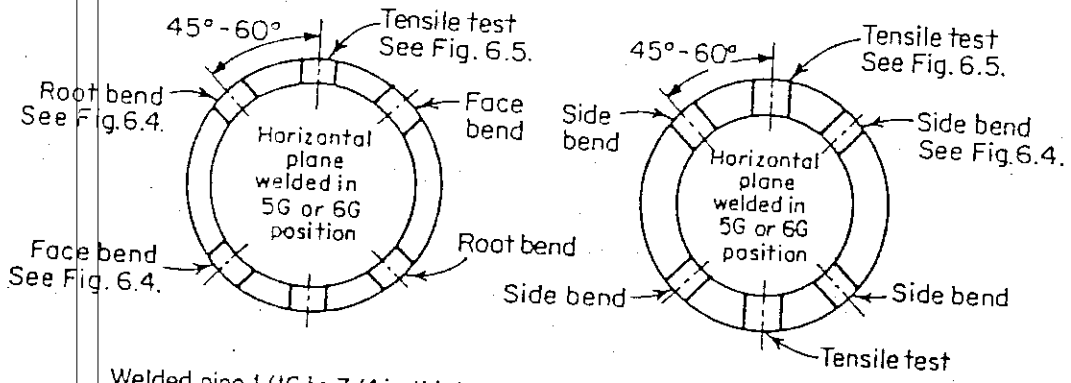
ترتیب درآوردن نمونه های PQR



For plate 1/16 to 3/4 in thick.

For plate over 3/4 in thick.
May also be used for plate 3/8 to 3/4 in thick.

Welded Pipe

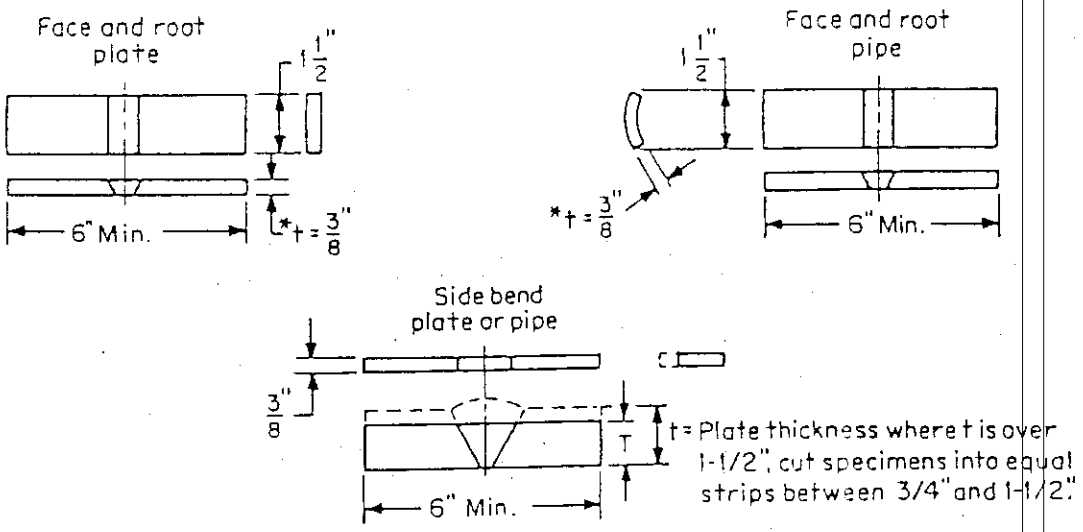


Welded pipe 1/16 to 3/4 in thick.

Welded pipe over 3/4 in thick.
May also be used for pipe 3/8 to 3/4 in thick.

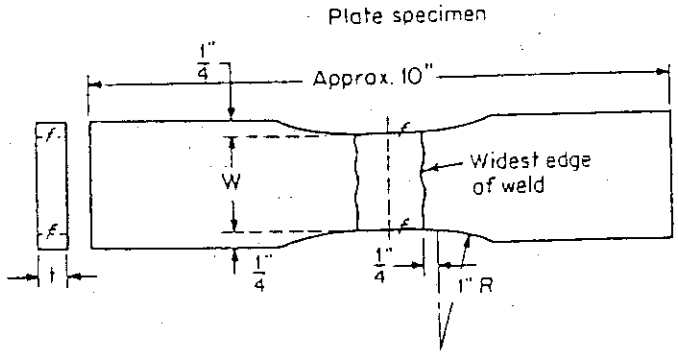
Order of removal of welded transverse test specimens.

نمونه های کشش و خمش



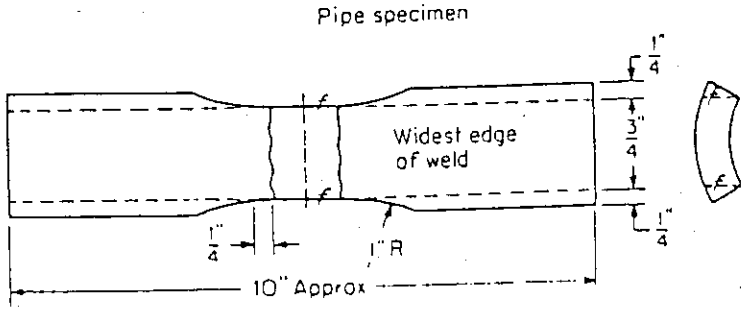
*For material less than 3/8", see Code Fig. QW 462.3a.

Preparation of face, root, and side bend specimens.



W = Approx. 1 1/2" where t is 1" or less

W = Approx. 1" where t is more than 1"



(Note that the pipe specimen and the plate specimen differ in size.)

Preparation of reduced section tension test specimens.

تجزیه و تحلیل فنون آزمایش غیرمخرب برای مخازن تحت فشار

بازرسی پرتونگاری (اشعه ایکس)

کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای آزمون سلامت داخلی جوشها، ریخته‌ای‌ها، آهنگری‌ها و قطعات نورد شده بکار می‌رود (شکل ۱).	۱- وضوح تیزتر و تباین بیشتر برای ضخامت تا ۷۵ میلیمتر می‌دهد. ۲- ثبت گرافیکی و دائم بیانگر اندازه و طبیعت عیوب می‌دهد. ۳- راهنمای تفسیر استاندارد شده در دسترس است. ۴- منبع تشعشع موقعی که استفاده نمی‌شود، خاموش می‌گردد.	۱- برای محافظت افراد ناحیهٔ اطراف تدابیر حفاظتی لازم است. ۲- برای پرتونگاری و تفسیر فیلم افراد آموزش دیده نیاز دارد.

بازرسی پرتونگاری (اشعه گاما)

کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای آزمون سلامت داخلی جوشها، ریخته‌ای‌ها، آهنگری‌ها و قطعات نورد شده بکار می‌رود (شکل ۲).	۱- برای ضخامت بیشتر مناسب‌تر است. ۲- تجهیزات سیار دارد. ۳- نگهدار چشمه، اجازه پرتونگاری از طریق سوراخهای کوچک را می‌دهد. ۴- هزینه اولیه کمتر است. ۵- مکانیزم خنک کردن لازم ندارد. ۶- ثبت گرافیکی و ثبت دائمی می‌دهد. ۷- تعویض لوله خلاء لازم نیست.	۱- برای مالکیت و استفاده از ایزوتوپهای پرتوساز مجوز سازمان انرژی اتمی لازم دارد. ۲- تدابیر حفاظتی لازم است. ۳- حساسیت به تیزی پرتونگاری با اشعه ایکس نیست و افراد آموزش ندیده ممکن است جدی بودن عیب را درست برآورد نکنند. ۴- تنظیم انرژی مقدور نیست، بنابراین بایستی متناسب با حساسیت و ضخامت قطعه ایزوتوپ انتخاب شود.

بازرسی ذره مغناطیسی

کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای تعیین موقعیت عیوب سطحی و نزدیک به سطح به کار میرود (شکل‌های ۳ و ۴). در این روش برای ایجاد میدان مغناطیسی از سیم پیچ الکتریکی پیچیده شده دور قطعه یا میله‌ها استفاده میشود. پودر مغناطیسی پاشیده شده بصورت میدانهای مغناطیسی موضعی، عیوب را نشان میدهد. نحوهٔ استقرار پودر جذب شده، نشانه وضعیت عیوب می‌باشد.	۱- برای بازرسی جوش نازل و دریچهٔ آدم رو که برای کنترل آنها، انجام پرتونگاری به بهترین وجه مشکل یا غیرممکن است، مفید خواهد بود. ۲- عیوب سطحی کوچک را که با پرتونگاری کشف نمی‌شوند، آشکار می‌سازد. ۳- در تعمیر جوش قبل از جوشکاری مجدد برای اطمینان از برطرف شدن عیوب مفید است. ۴- برای پیدا کردن تورق در لبه‌های ورق مفید است.	۱- فقط برای مواد مغناطیسی کاربرد دارد. ۲- برای عیوب موازی با میدان مغناطیسی مناسب نیست. ۳- برای ارزیابی نشانه‌های عیوب، آموزش لازم دارد. ۴- روش آزمایش میله‌ای ممکن است سطح ماشینکاری شده یا صیقلی را خراب نماید. ۵- روش آزمایش ذره مغناطیسی در ضمیمه VI از ASME - Section VIII ارائه شده است.

بازرسی با مایع نافذ (رنگی)

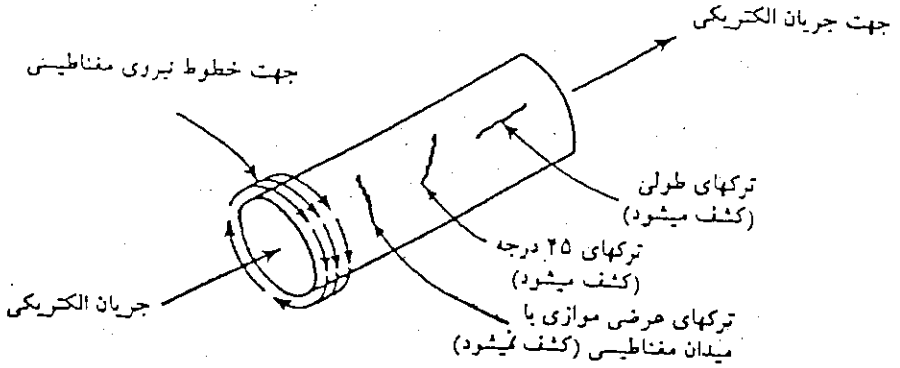
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب سطحی روی سطح تمیز و خشک، مایع نافذ پاشیده میشود. مدتی به مایع نافذ فرصت داده میشود تا در عیوب سطحی نفوذ کند. پس از طی زمان کافی، نافذ اضافی با کهنه آغشته به پاک کننده پاک میشود و روی سطح پوشش نازکی از ماده ظاهر کننده پاشیده میشود. ماده نافذ حبس شده در عیب بوسیله ظاهر کننده به سطح کشیده میشود و با اختلاف تباین بین رنگ نافذ و رنگ ظاهر کننده، عیب نمایان میگردد.	۱- مخصوصاً برای مواد غیرمغناطیسی کاربرد دارد. ۲- برای بازرسی جوشهای نازل و دریچه آدم رو وقتی پرتونگاری برای آنها مقدور نیست، مفید است. ۳- روش آسان، دقیق، سریع و ارزان است.	۱- نقط عیوب منتهی به سطح را کشف میکند. ۲- برای کشف عیوب زیر سطحی عملی نیست. ۳- روش آزمایش با مایع نافذ در ضمیمه VIII کُد ASME بخش VIII درج شده است. ۴- هنگام کار با مایع نافذ، از استنشاق زیاد بخارات پرهیز شود.

بازرسی با مایع نافذ (فلورئوسنت)

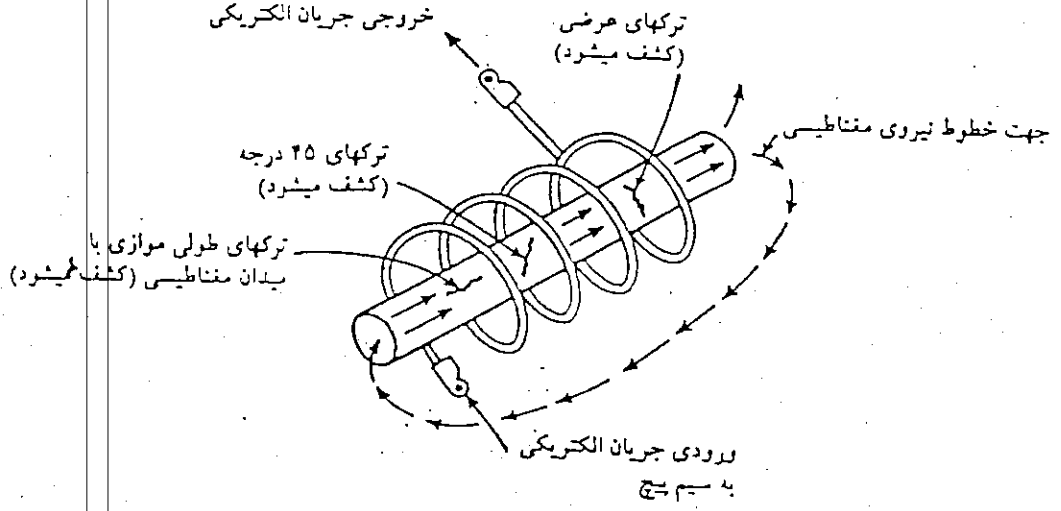
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب منتهی به سطح بوسیله پاشیدن، نرو بردن یا برس کشیدن، مایع نافذ اعمال میشود. نافذ اضافی با آب پاک میشود و سطح خشک میگردد. ظاهر کننده بصورت پودر خشک یا معلق در آب برای کشیدن مایع نافذ به سطح اعمال میشود. مایع نافذ با تابش نور سیاه (نور ماوراء بنفش) می‌درخشد. برای آزمون نشتی، به یک طرف قطعه نافذ اعمال میشود و نور ماوراء بنفش به طرف دیگر تابانیده میشود تا نشانه‌های نشتی نمایان گردد.	۱- اجرای آسان ۲- با تابش نور ماوراء بنفش، عیوب به وضوح نمایان میشوند. ۳- خصوصاً برای مواد غیرمغناطیسی کاربرد دارد. ۴- روی سطوح زبر میتواند استفاده شود. ۵- تخلخل و عیوب صعب الکشف را آشکار می‌سازد.	۱- نقط عیوبی که به سطح راه دارند را کشف میکند. ۲- برای نور ماوراء بنفش به برق احتیاج است. ۳- برای آزمون نشتی درقطعای با ضخامت بیشتر از ۶ میلیمتر خیلی موثر نیست.

بازرسی فراصوتی (التراسونیک)

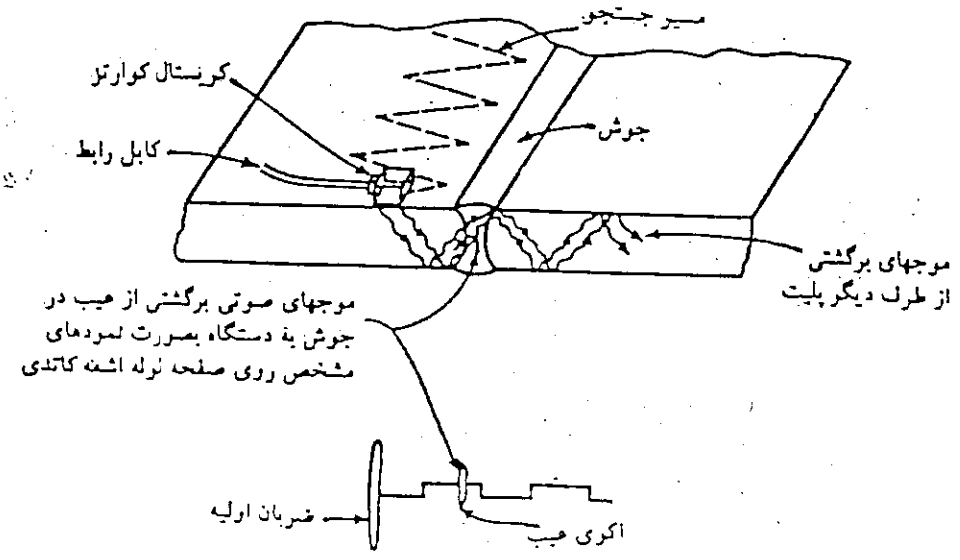
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب در جوشها و قطعات و اندازه‌گیری ضخامت قطعات بکار میرود (شکل ۵). ضربانهای صوتی با فرکانس بالا از طریق پروب (معمولاً کوارتزی) انتقال داده میشود. پروب با استفاده از کوپلانت (نظیر روغن یا گلیسیرین برای خارج کردن هوا) در تماس با قطعه قرار داده میشود. امواج صوتی از قطعه مورد آزمون عبور می‌کند و پس از برخورد به جداره مقابل یا جداره، عیب منعکس میشود. زمان رفت و برگشت، نشانه عیب را روی صفحه یا لوله اشعه کاتدی نشان می‌دهد. این صفحه عمق ترک یا عیب را نیز میتواند اندازه بگیرد. این دستگاه ضربانی برای اندازه‌گیری ضخامت نیز بکار میرود. ضخامت سنج التراسونیکی همانند میکرومتر الکترونیکی است که برای اندازه‌گیری ضخامت با رواداریهای ۰/۰۵ ± میلیمتر طراحی شده است.	۱- تجهیزات سیار ۲- دسترسی از یک طرف قطعه کفایت می‌کند. ۳- ترکهای ریز ریشه جوش و عیوبی که بوسیله فیلم پرتونگاری مخصوصاً در مخازن تحت فشار جدار ضخیم نشان داده نمی‌شود، آشکار می‌سازد. ۴- اندازه‌گیری ضخامت سریع انجام میشود. ۵- تورق در ورق به آسانی کشف میشود.	۱- برای تفسیر نشانه‌های عیوب آموزش لازم است. ۲- برای تماس پروب با قطعه، صاف کردن سطوح ضروری است. ۳- برای ضبط در سابقه بایستی عکس گرفته شود. ۴- روشهای آزمون فراصوتی در ضمیمه U از کُد ASME بخش VIII ارائه شده است. ۵- برای بررسی جوشهای دارای پشت بند خیلی موثر نیست.



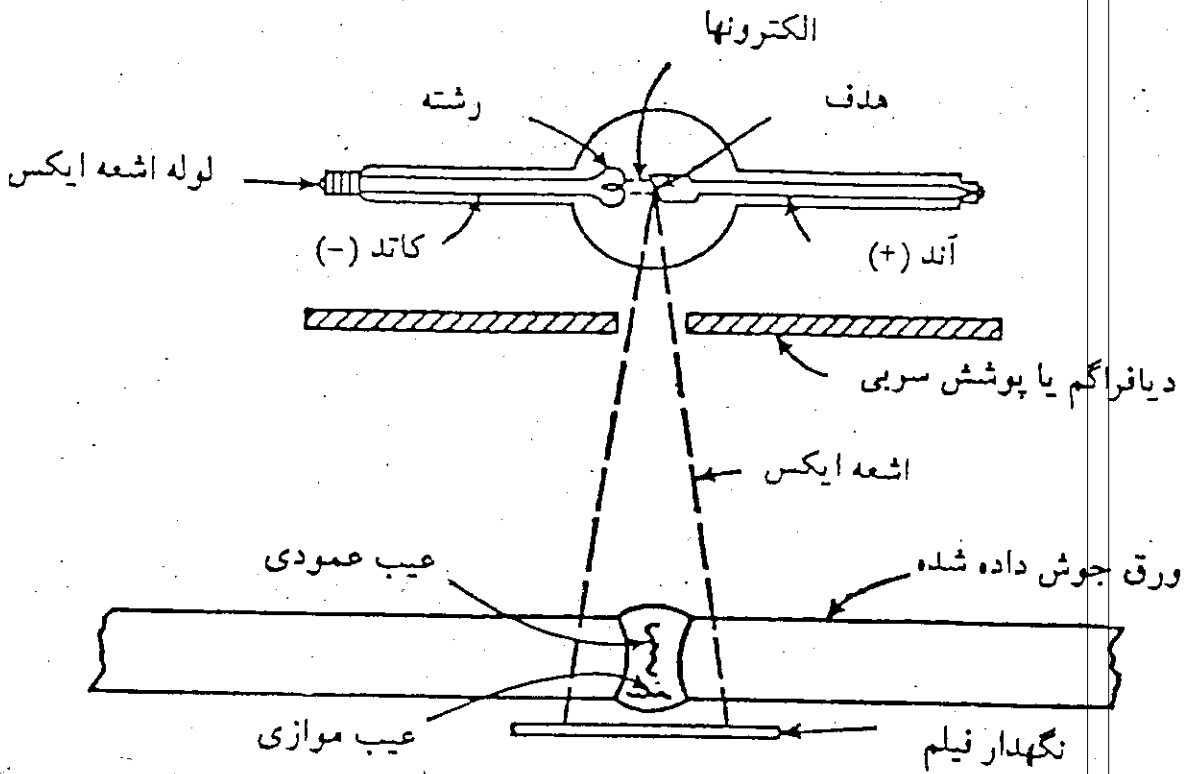
شکل - بازرسی ذره مغناطیسی (میدان مغناطیسی حلقوی)



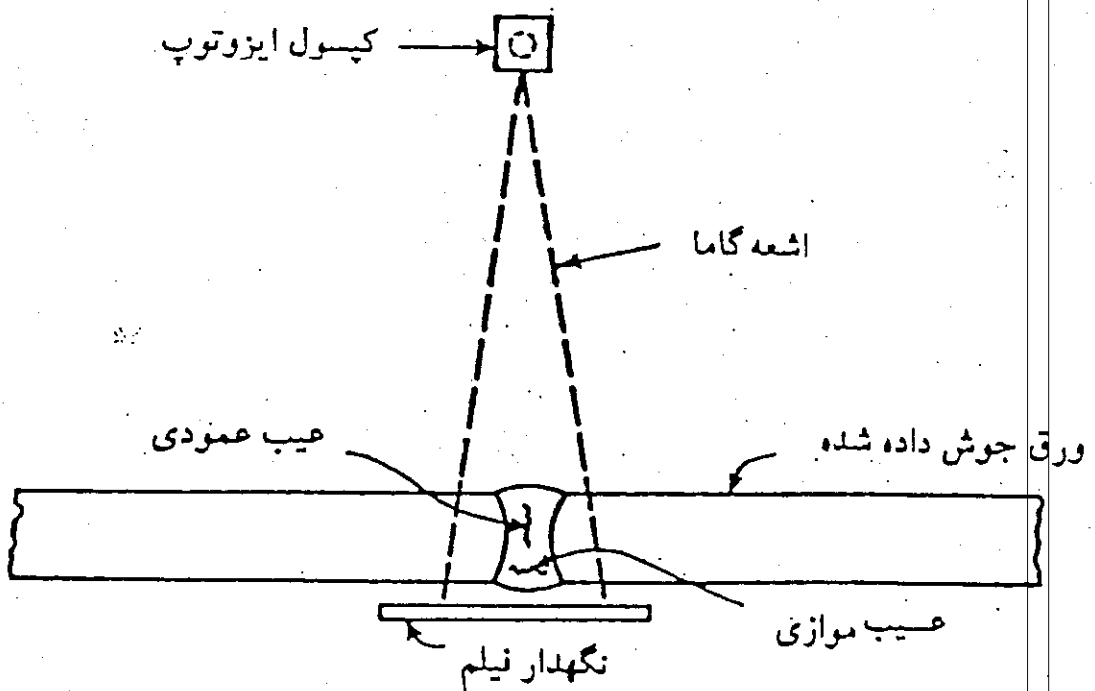
شکل - بازرسی ذره مغناطیسی (میدان مغناطیسی طولی)



شکل - بازرسی جوش با التراسونیک



شکل - بازرسی اشعه ایکس



شکل - بازرسی اشعه گاما

الزامات ضخامت برای پرتونگاری صددرصد

شماره طبقه بندی و شماره گروه، فلزات		وقتی ضخامت تجاوزمی کند از:
فولادهای کربنی		۳۲ میلیمتر
P = 1	Group 1	
1	2	
1	3	
فولادهای آلیاژی باکرم حداکثر ۰/۷۵ و فولادهای آلیاژی با حداکثر آلیاژ ۲ درصد		۱۹ میلیمتر
P = 3	Group 1	
3	2	
3	3	
فولادهای آلیاژی با ۰/۷۵ تا ۲ درصدکرم و فولادهای آلیاژی با ۲/۷۵ درصدکل آلیاژ		۱۶ میلیمتر
P = 4	Group 1	
4	2	
فولادهای آلیاژی باکل آلیاژ ۱۰ درصد		صفر میلیمتر
P = 5	Group 1	
5	2	
فولادهای آلیاژی نیکلی		۱۶ میلیمتر
P = 9A	Group 1	
9B	1	
سایر فولادهای آلیاژی		۱۹ میلیمتر
P = 10A	Group 1	
10F	6	
P = 10B	Group 2	۱۶ میلیمتر
10C	3	

* این الزامات علاوه بر آنهائی هستند که پرتونگاری کامل و درصدی برای افزایش بازدهی جوش احتیاج است (بندهای کُد UW-11, UW-12 و جدول UW-12)

** شماره طبقه بندی (P) و شماره گروه در جدول UCS-23 کُد دیگ بخار و مخزن تحت فشار - بخش VIII، تقسیم ۱ و جدول QW-422 از کُد ASME بخش IX «تایید صلاحیت جوشکاری و لحیمکاری سخت» درج شده است.

مخزن تحت فشاری که پرتونگاری نیاز دارد بایستی تماماً پرتونگاری شود (بند UW-11 و شکل Q.2 ، Q.1 و UW-16.1).

چارت علائم مدور

APPENDIX 4
ROUNDED INDICATIONS CHARTS ACCEPTANCE STANDARD FOR RADIOGRAPHICALLY DETERMINED ROUNDED INDICATIONS IN WELDS

4-1 APPLICABILITY OF THESE STANDARDS

These standards are applicable to ferritic, austenitic, and nonferrous materials.

4-2 TERMINOLOGY

(a) Rounded Indications. Indications with a maximum length of three times the width or less on the radiograph are defined as rounded indications. These indications may be circular, elliptical, conical, or irregular in shape and may have tails. When evaluating the size of an indication, the tail shall be included. The indication may be from any imperfection in the weld, such as porosity, slag, or tungsten.

(b) Aligned Indications. A sequence of four or more rounded indications shall be considered to be aligned when they touch a line parallel to the length of the weld drawn through the center of the two outer rounded indications.

(c) Thickness t. t is the thickness of the weld, excluding any allowable reinforcement. For a butt weld joining two members having different thicknesses at the weld, t is the thinner of these two thicknesses. If a full penetration weld includes a fillet weld, the thickness of the throat of the fillet shall be included in t.

4-3 ACCEPTANCE CRITERIA

(a) Image Density. Density within the image of the indication may vary and is not a criterion for acceptance or rejection.

(b) Relevant Indications. (See Table 4-1 for examples.) Only those rounded indications which exceed the following dimensions shall be considered relevant.

$\frac{1}{10}t$ for t less than $\frac{1}{8}$ in.
$\frac{1}{64}$ in. for t from $\frac{1}{8}$ in. to $\frac{1}{4}$ in., incl.
$\frac{1}{32}$ in. for t greater than $\frac{1}{4}$ in. to 2 in., incl.
$\frac{1}{16}$ in. for t greater than 2 in.

(c) Maximum Size of Rounded Indication. (See Table 4-1 for examples.) The maximum permissible size of any indication shall be $\frac{1}{4}t$, or $\frac{5}{32}$ in., whichever is smaller; except that an isolated indication separated from an adjacent indication by 1 in. or more may be $\frac{1}{3}t$, or $\frac{1}{4}$ in., whichever is less. For t greater than 2 in. the maximum permissible size of an isolated indication shall be increased to $\frac{3}{8}$ in.

(d) Aligned Rounded Indications. Aligned rounded indications are acceptable when the summation of the diameters of the indications is less than t in a length of $12t$. See Fig. 4-1. The length of groups of aligned rounded indications and the spacing between the groups shall meet the requirements of Fig. 4-2.

(e) Spacing. The distance between adjacent rounded indications is not a factor in determining acceptance or rejection, except as required for isolated indications or groups of aligned indications.

(f) Rounded Indication Charts. The rounded indications characterized as imperfections shall not exceed that shown in the charts. The charts in Figs. 4-3 through 4-8 illustrate various types of assorted, randomly dispersed and clustered rounded indications for different weld thicknesses greater than $\frac{1}{8}$ in. These charts represent the maximum acceptable concentration limits for rounded indications. The charts for each thickness range represent full-scale 6 in. radiographs, and shall not be enlarged or reduced. The distributions

TABLE 4-1[1]

Thickness t, In.	Maximum Size of Acceptable Rounded Indication, In.		Maximum Size of Nonrelevant Indication, In.
	Random	Isolated	
Less than 1/8	1/4 t	1/3 t	1/10 t
1/8	0.031	0.042	0.015
3/16	0.047	0.063	0.015
1/4	0.063	0.083	0.015
5/16	0.078	0.104	0.031
3/8	0.091	0.125	0.031
7/16	0.109	0.146	0.031
1/2	0.125	0.168	0.031
9/16	0.142	0.188	0.031
5/8	0.156	0.210	0.031
11/16	0.156	0.230	0.031
3/4 to 2, Incl.	0.156	0.250	0.031
Over 2	0.156	0.375	0.063

NOTE:
(1) This Table contains examples only.

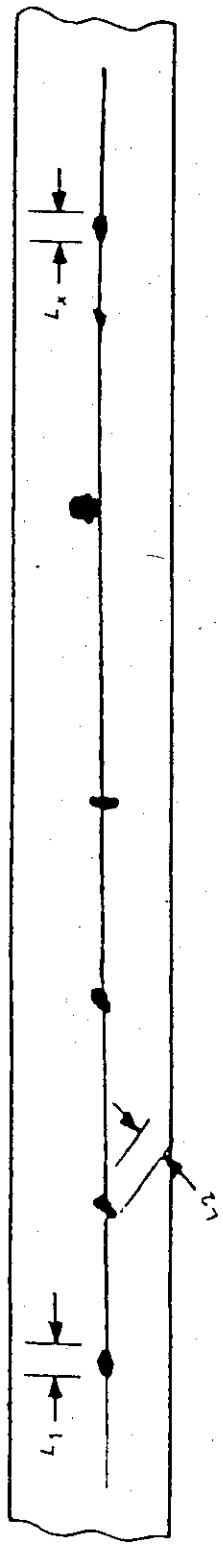
shown are not necessarily the patterns that may appear on the radiograph, but are typical of the concentration and size of indications permitted.

(g) Weld Thickness t less than 1/8 in. For *t* less than 1/8 in. the maximum number of rounded indications shall not exceed 12 in a 6 in. length of weld. A proportionally fewer number of indications shall be permitted in welds less than 6 in. in length.

(h) Clustered Indications. The illustrations for clustered indications show up to four times as many indications in a local area, as that shown in the illustrations for random indications. The length of an acceptable cluster shall not exceed the lesser of 1 in. or 2*t*. Where more than one cluster is present, the sum of the lengths of the clusters shall not exceed 1 in. in a 6 in. length weld.

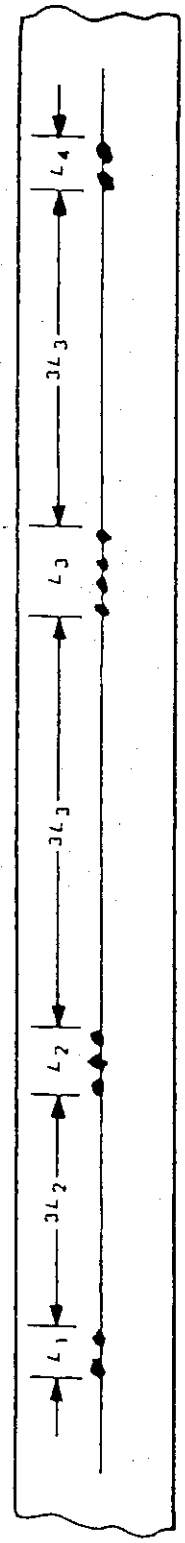
APPENDIX 4 — MANDATORY

Figs. 4-1, 4-2



Sum of L_1 to L_x shall be less than t in a length of 12 t.

FIG. 4-1 ALIGNED ROUNDED INDICATIONS

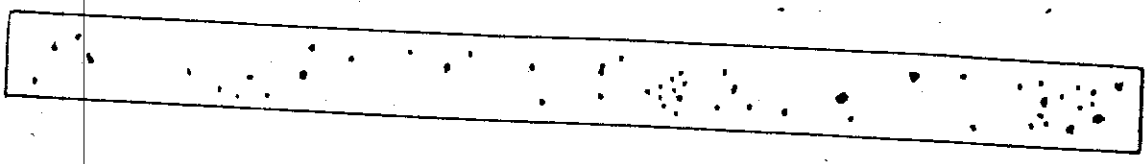


The sum of the group lengths shall be less than t in a length of 12 t.

Maximum Group Length	Minimum Group Spacing
L = 1/4 in. for t less than 3/4 in.	3L where L is the length of the longest adjacent group being evaluated.
L = 1/3 t for t 3/4 in. to 2-1/4 in.	
L = 3/4 in. for t greater than 2-1/4 in.	

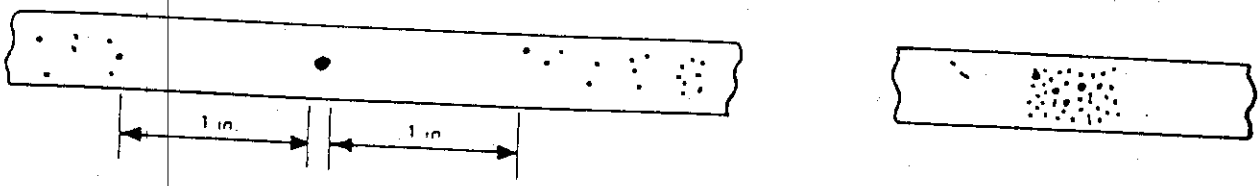
FIG. 4-2 GROUPS OF ALIGNED ROUNDED INDICATIONS

1989 SECTION VIII — DIVISION 1



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

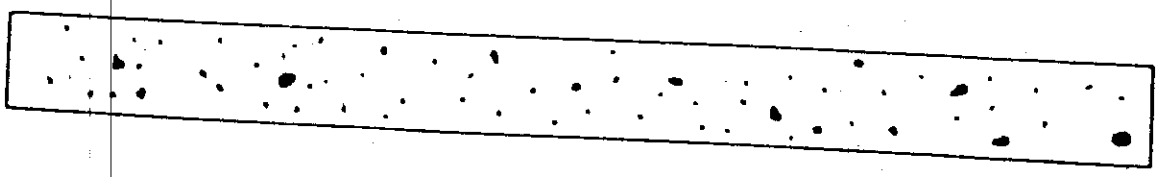
Typical concentration and size permitted in any 6 in. length of weld



ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

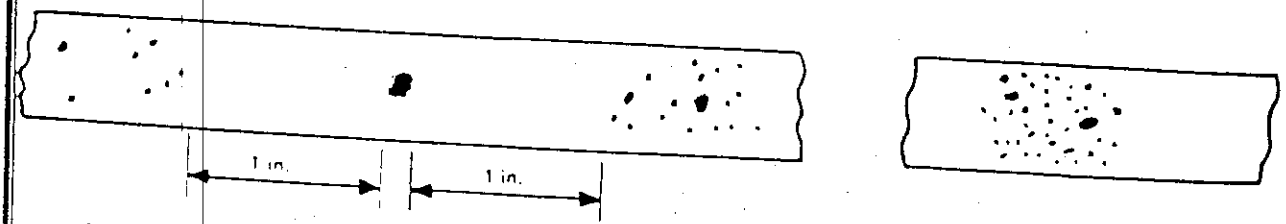
CLUSTER

FIG. 4-3 CHARTS FOR t EQUAL TO ⅜ in. to ¼ in., INCLUSIVE



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

Typical concentration and size permitted in any 6 in. length of weld



ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

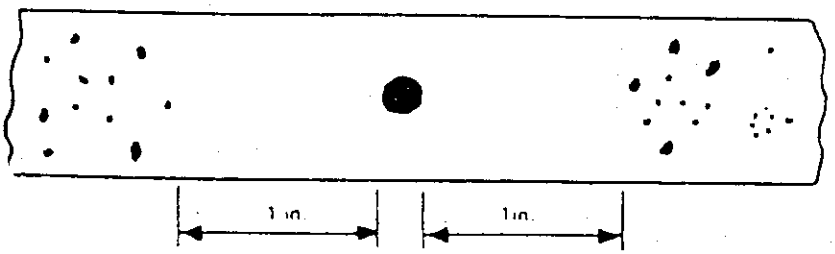
CLUSTER

FIG. 4-4 CHARTS FOR t OVER ¼ in. to ⅜ in., INCLUSIVE

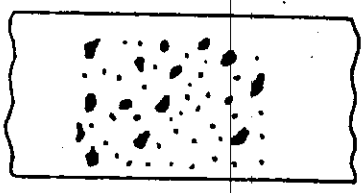
APPENDIX 4 — MANDATORY

RANDOM ROUNDED INDICATIONS

Typical concentration and size permitted
in any 6 in. length of weld

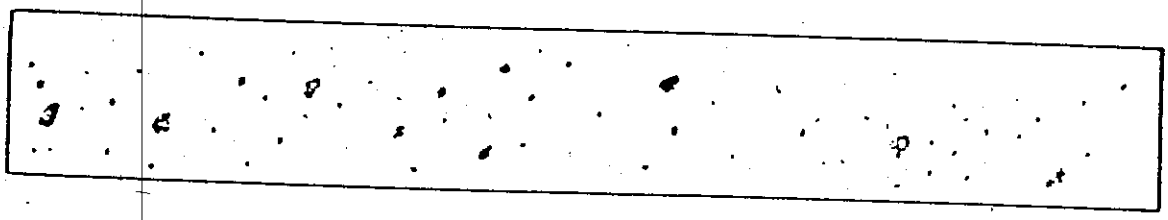


ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1



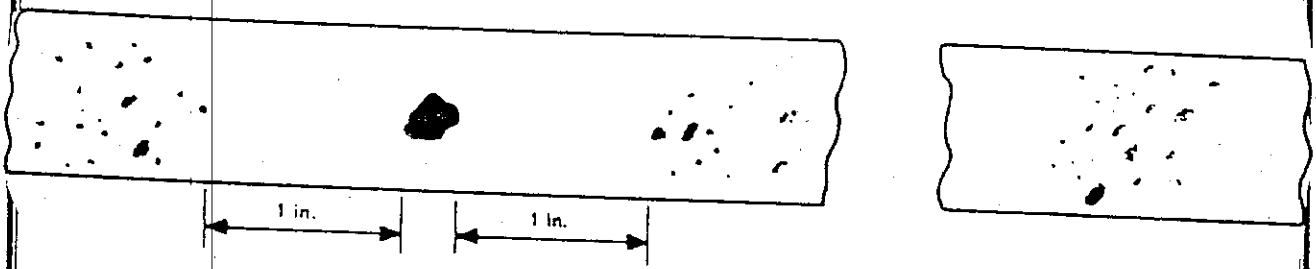
CLUSTER

FIG. CHARTS FOR t OVER ⅜ in. to ¾ in., INCLUSIVE



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

Typical concentration and size permitted in any 6 in. length of weld.



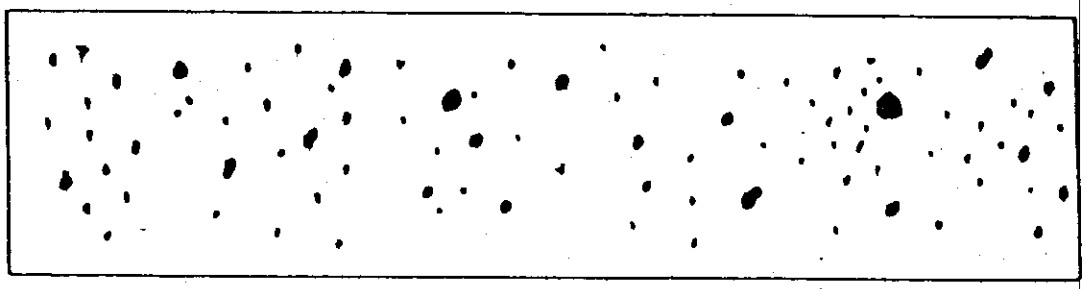
ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

CLUSTER

FIG. CHARTS FOR t OVER ¾ in. to 2 in., INCLUSIVE

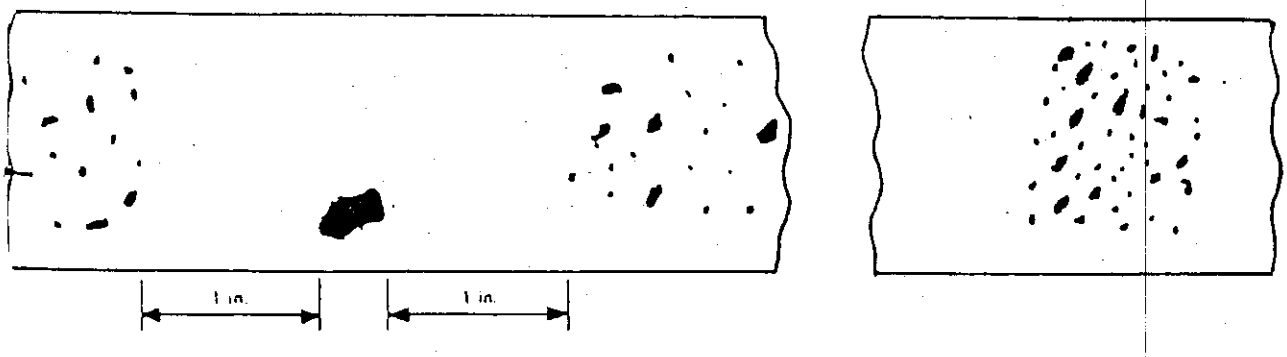
APPENDIX 4 — MANDATORY

1989 ASME Sec. VIII Div.1



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

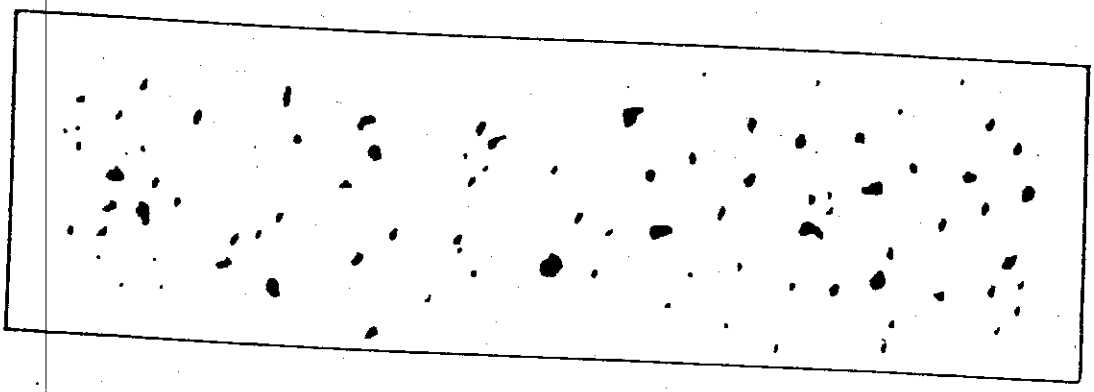
Typical concentration of size permitted in any 6 in. length of weld.



ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

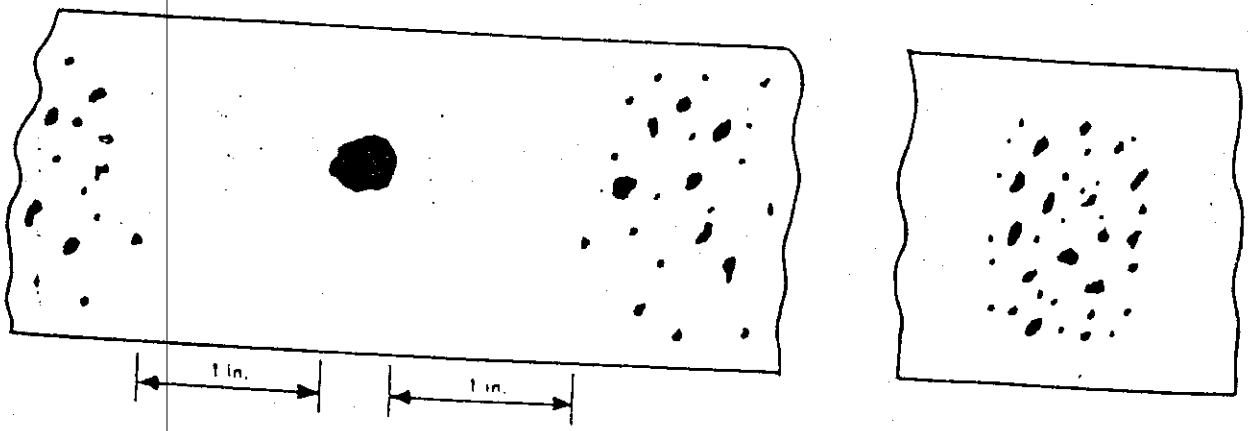
CLUSTER

FIG. 4-7 CHARTS FOR t OVER 2 in. to 4 in., INCLUSIVE



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

Typical concentration and size permitted in any 6 in. length of weld.

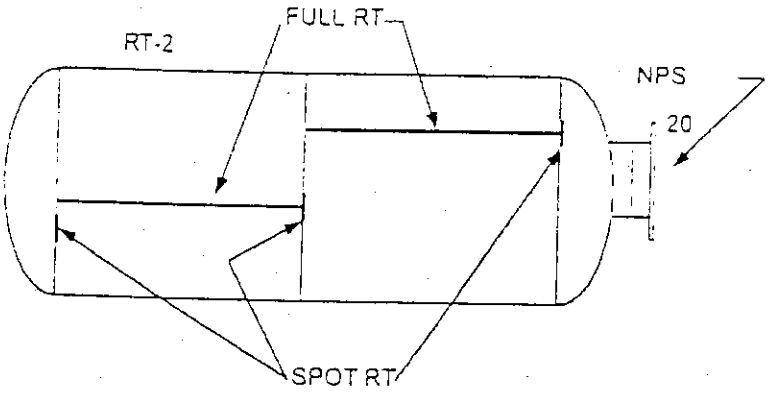


ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

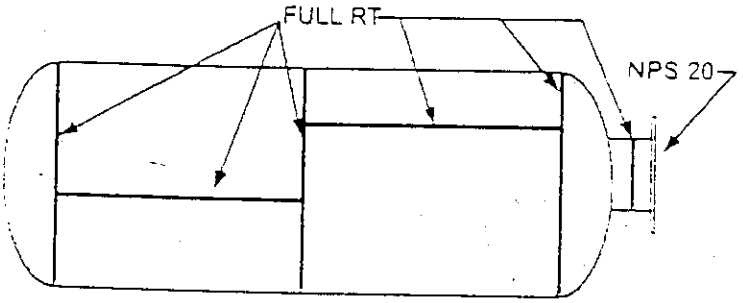
CLUSTER

FIG. 4-8 CHARTS FOR t OVER 4 in.

قواعد بازده اتصال و علامتگذاری رادیوگرافی



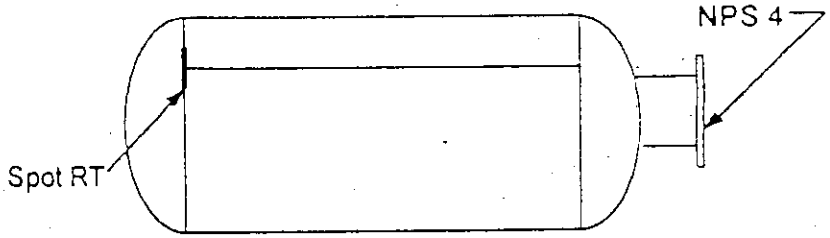
Both vessels calculate to identical thickness when designed for internal pressure only.



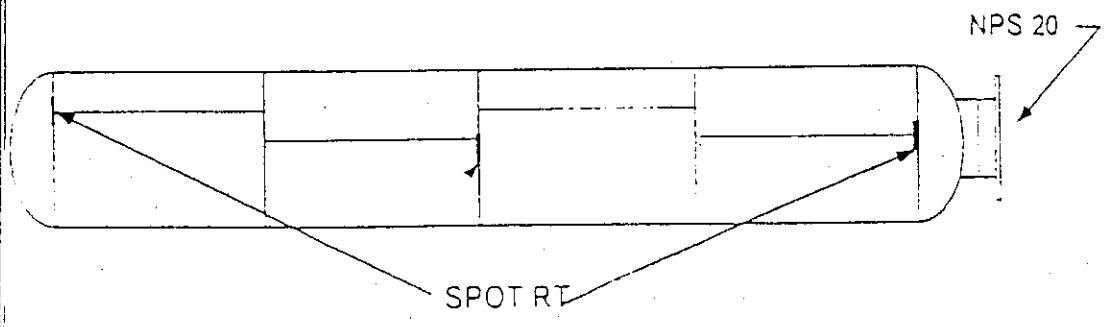
RT-1

Corrected Sketch from Previous Issue

RT-3 Examples

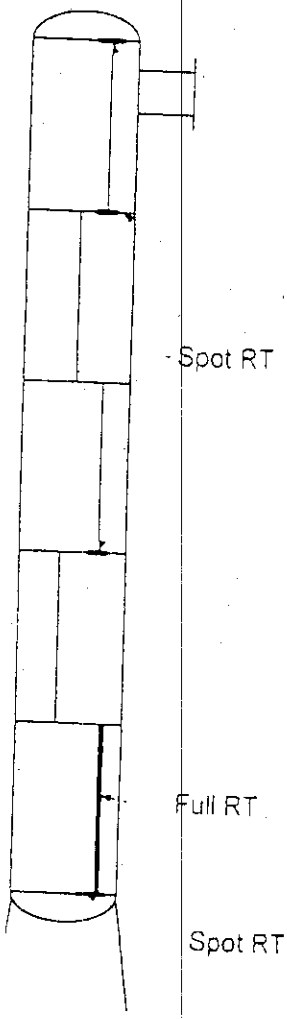


Ex. (1) All welds made by same welder and total less than 50 ft. - 1 Spot RT Required

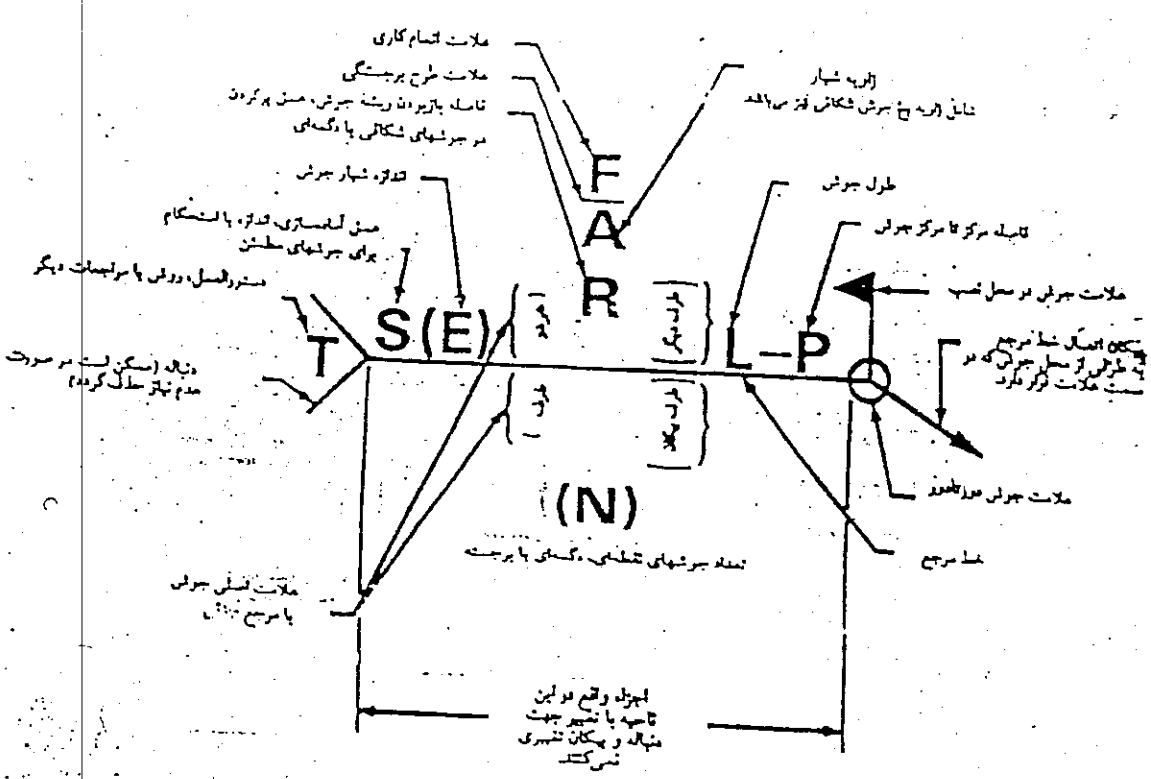


Ex. (2) Assume 3 weld increments requiring 3 Spot RT's

RT-4 Example



علائم قراردادی جوش

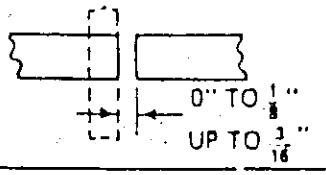
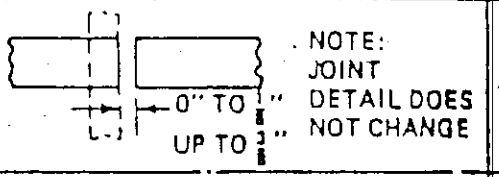
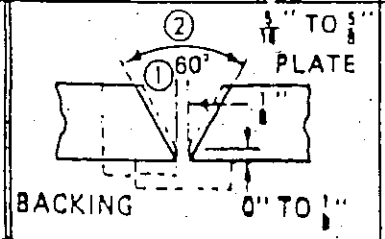
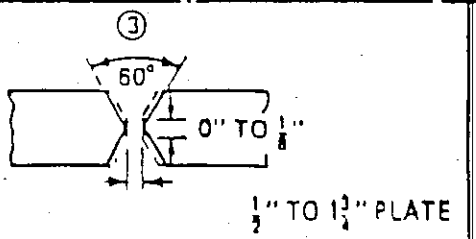
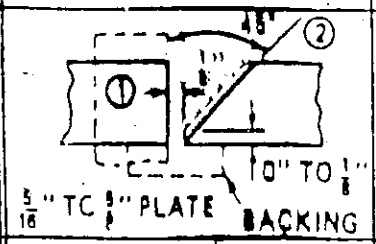
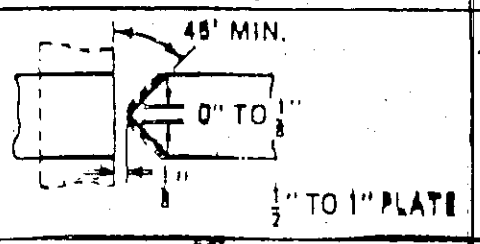
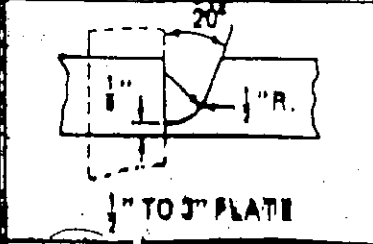
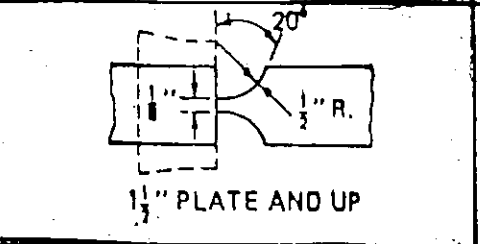
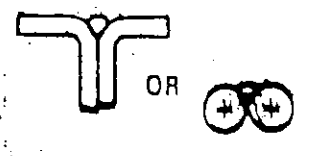
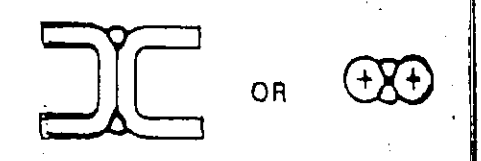
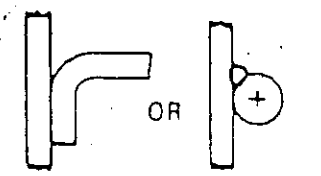
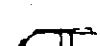
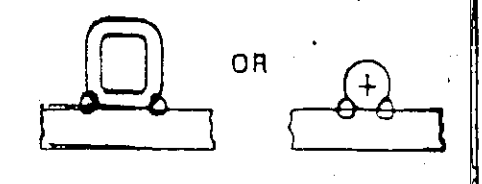


مولفیت استاندارد اجزای یک علامت جوشکاری

Groove							
ساده	ارب	جناغی	نیم جناغی	لاله‌ای	نیم لاله‌ای	جناغی گرد	نیم جناغی گرد

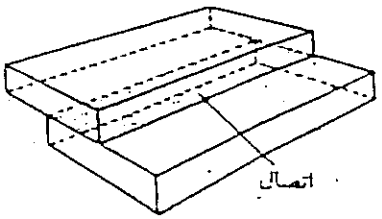
فلانجی		روکشی	پشت یا پشت جوش	درزی	نقطه جوش یا برجسته	میله‌ای	کام یا انگشتانه	گوشه‌ای
گوشه‌ای	لبه‌ای							

شکل - نشانه‌های اصلی جوش. اینها قسمتی از نشانه جوشکاری کامل هستند. (From ANSI/AWS A2.4-86)

WELD GROOVE TYPES	GROOVE WELDS			
	SINGLE	SYMBOL	DOUBLE	SYMBOL
SQUARE				
V				
BEVEL				
U				
J				
FLARE V				
FLARE BEVEL				

انواع اتصال

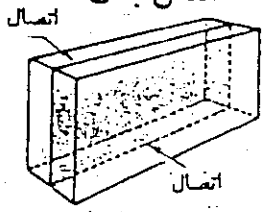
اتصال رویهم



جوشهای قابل کاربرد

گوشه‌ای
کام
انگشتانه
شیاری نیم جناغی
شیاری نیم لاله‌ای
شیاری نیم جناغی گرد
نقطه جوش
برجسته
درزی

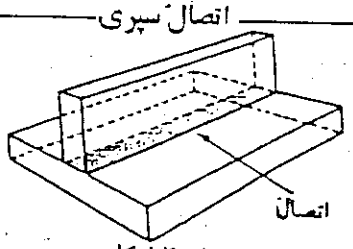
اتصال لبه‌ای



جوشهای قابل کاربرد

کام
انگشتانه
شیاری ساده
شیاری نیم جناغی
شیاری جناغی
شیاری لاله‌ای
شیاری نیم لاله‌ای
لبه فلانجی
فلانج گوشه ای
نقطه جوش
برجسته
درزی
لبه‌ای

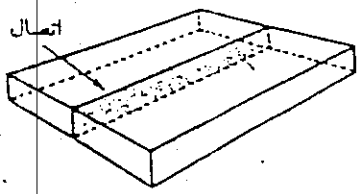
اتصال سپری



جوشهای قابل کاربرد

گوشه‌ای
کام
انگشتانه
شیاری ساده
شیاری نیم جناغی
شیاری نیم لاله‌ای
شیاری نیم جناغی گرد
نقطه جوش
برجسته
درزی

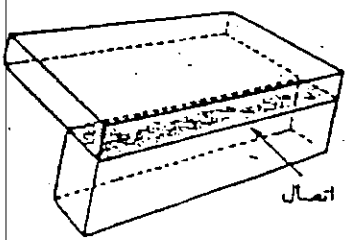
اتصال لب به لب



جوشهای قابل کاربرد

شیاری ساده
شیاری جناغی
شیاری نیم جناغی
شیاری لاله‌ای
شیاری نیم لاله‌ای
شیاری جناغی گرد
شیاری نیم جناغی گرد
لبه فلانجی

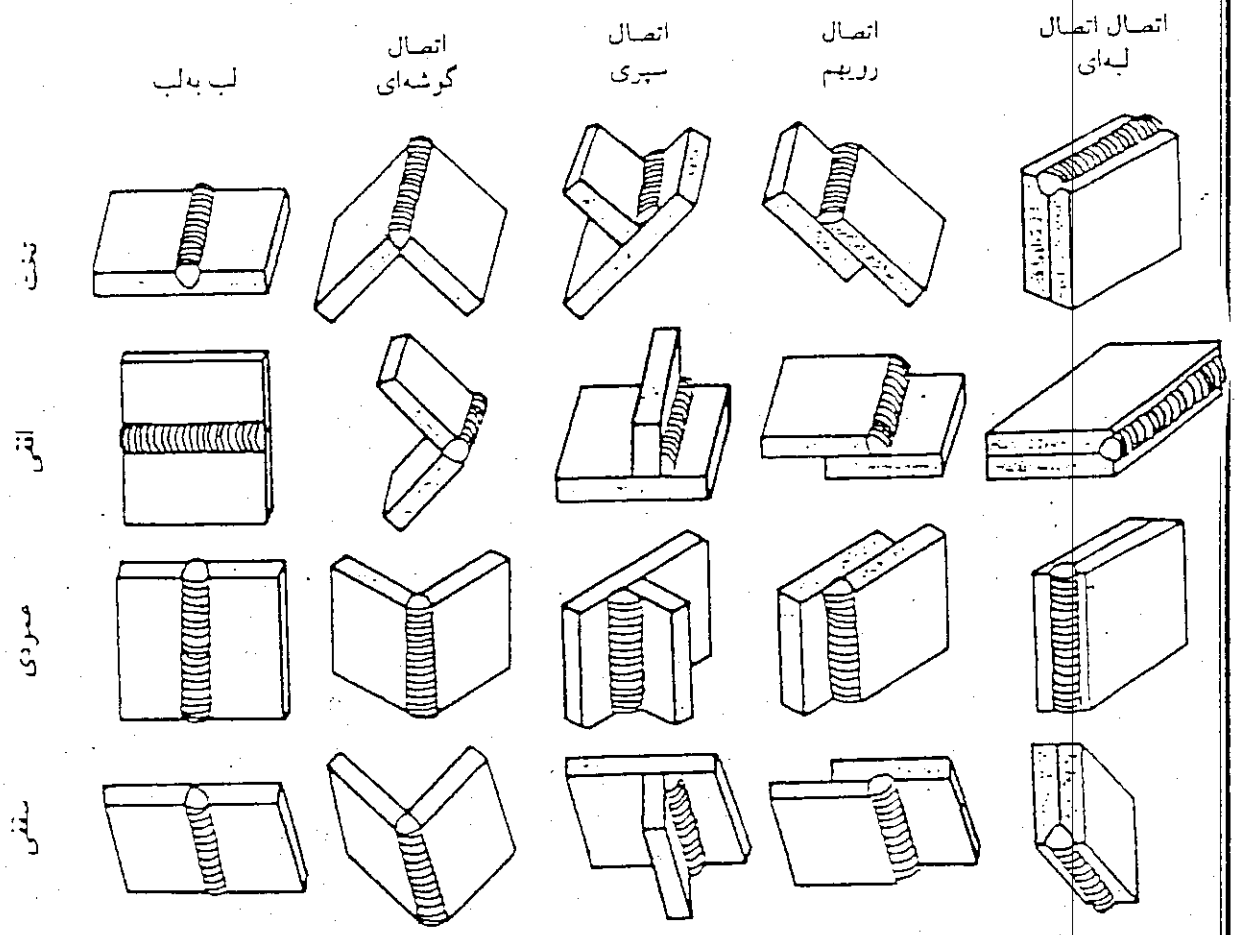
اتصال گوشه‌ای



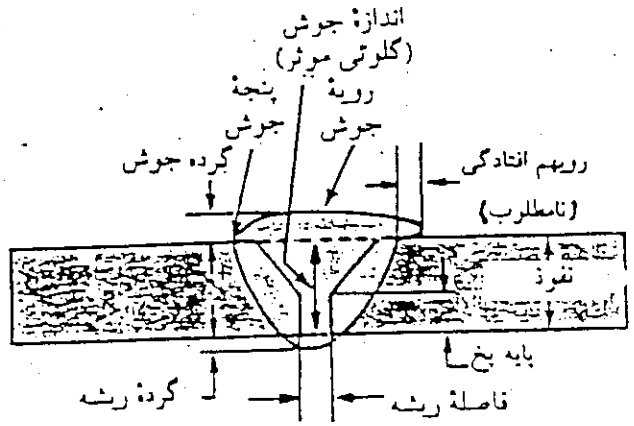
جوشهای قابل کاربرد

گوشه ای
شیاری ساده
شیاری جناغی
شیاری نیم جناغی
شیاری لاله‌ای
شیاری نیم لاله‌ای
شیاری جناغی گرد
شیاری نیم جناغی گرد
لبه فلانجی
فلانج گوشه‌ای
نقطه جوش
برجسته
درزی

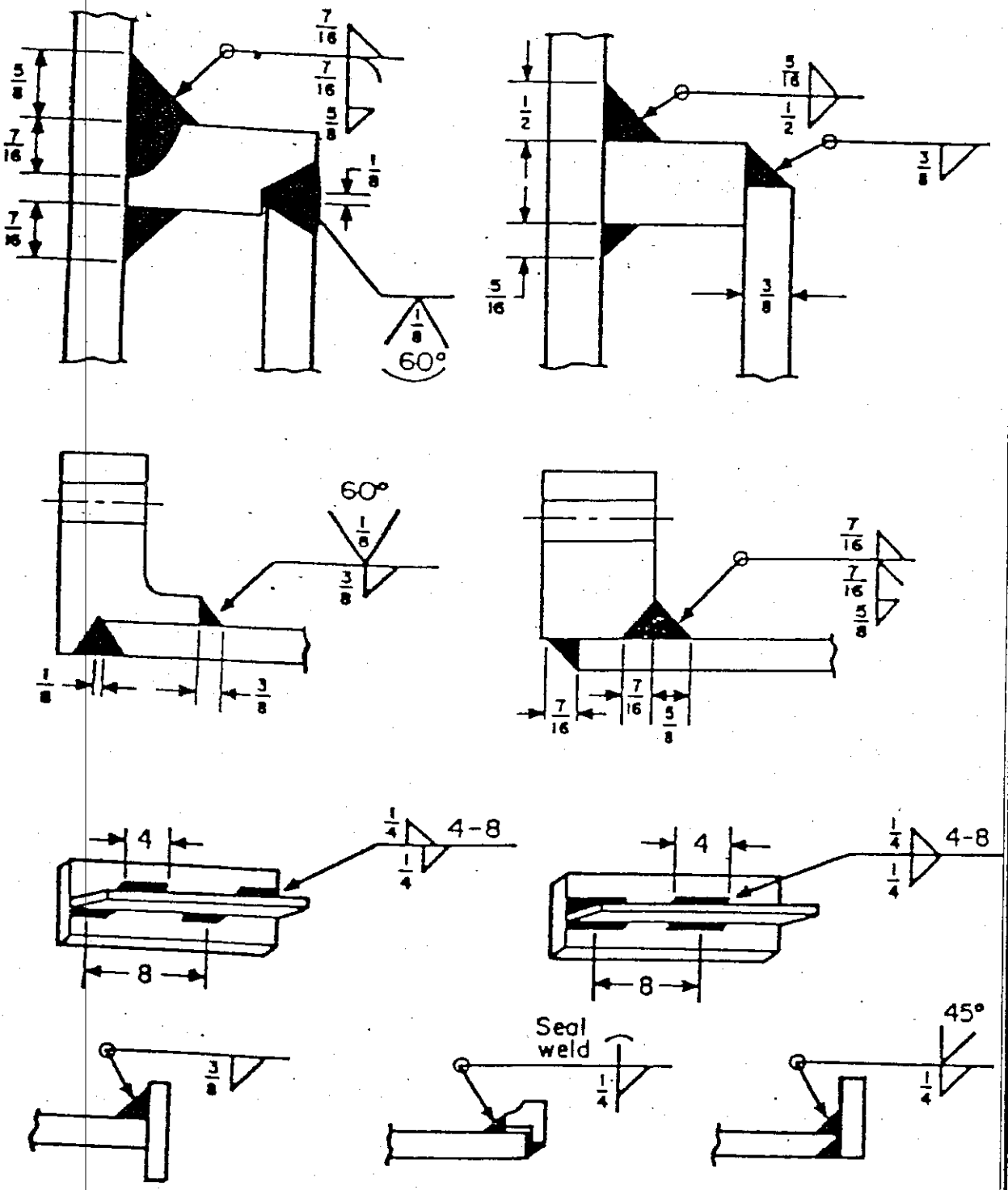
شکل طرحهای اتصال جوش اصلی. تنها پنج اتصال اصلی وجود دارد، ولی برای هر اتصال چند نوع جوش وجود دارد.



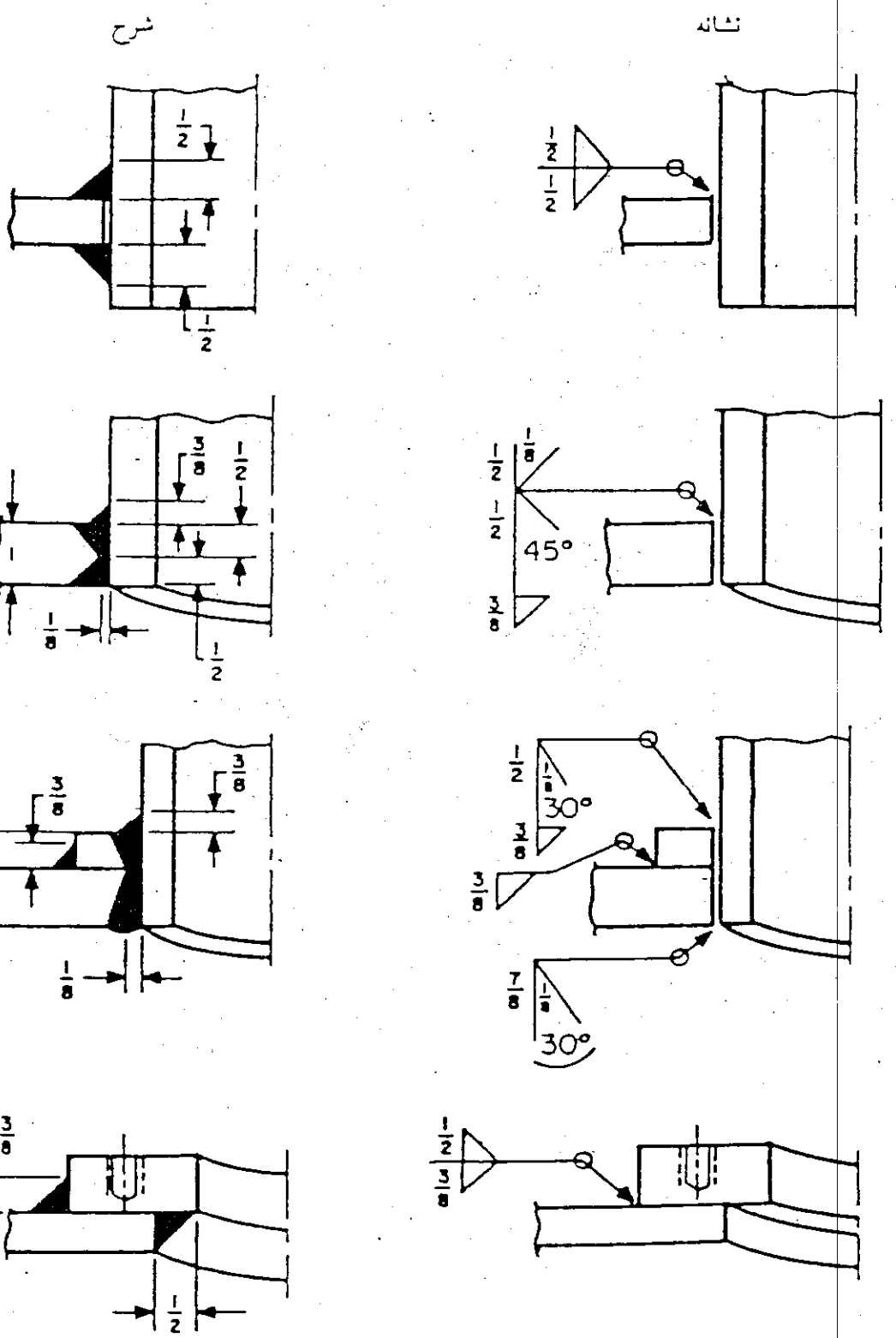
شکل - پنج نوع اتصال جوش اصلی می‌تواند درچهار حالت جوشکاری انجام شود.



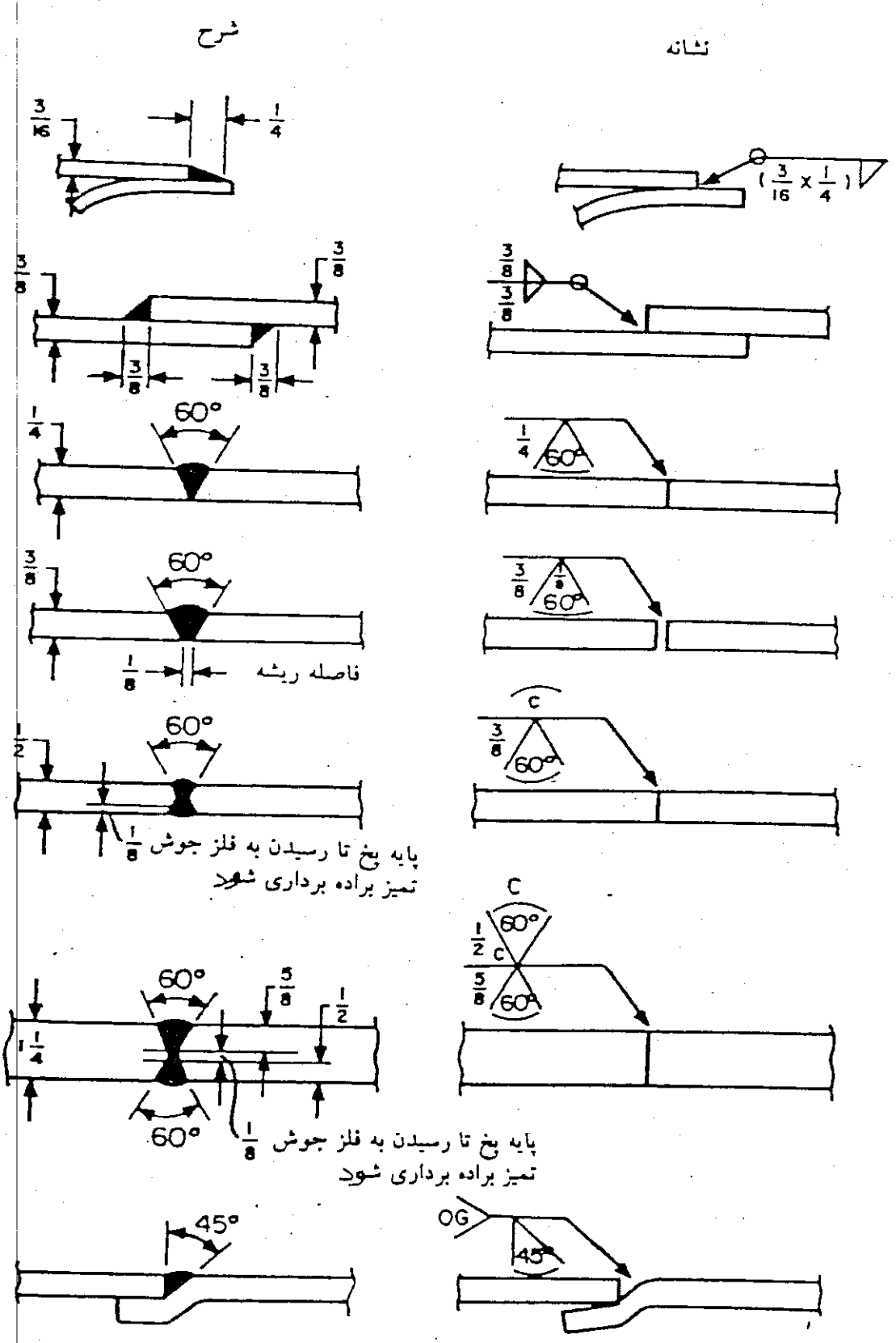
شکل نامگذاری قسمتهای جوش کامل شده



شرح ها و نشانه های جوشکاری متفرقه



شرح ها و نشانه های جوشکاری برای نازل ها و قطعات الحاقی مخزن تحت فشار



شرح ها و نشانه های جوشکاری برای ورق های بدنه و عدسی های مخزن تحت فشار