اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت مهندسین مشاور نظران یکتا

Nazeran Yekta Co.

دوره آموزشی

بازرسی مخازن تحت فشار

ASME SECTION VIII

مهندس عبدالوهاب ادب آوازه

زمستان ۱۳۸۶

Central Office:4th floor - Shams Building - Shams Abadi Ave. - Isfahan
Tel: (+98311) 2231744 - 2231750 Fax:+98311) 2231765
Training Center : Imam Reza Building - Shams Abadi Ave. - Isfahan
Telefax: (+98311) 2349463 - 2349469
Email : info@nazeranyekta.com

دفتر مرکزی : اصفهان، خیابان شمس آبادی، ساختمان شمس ، طبقه چهارم، کدپستی ۸۱۳۴۶۵۳۳۸۱
تلفن، : ۲۲۳۱۷۴۴ و ۲۲۳۱۷۵۰ فاکس : ۰۳۱۱-۲۲۳۱۷۶۵
مرکز آموزش : اصفهان ، خیابان شمس آبادی، ساختمان امام رضا (ع)،
تلفن و فاکس : ۲۳۴۹۴۶۳ و ۲۳۴۹۴۶۹ و ۲۳۶۳۱۰۱ – ۰۳۱۱ Email : info@Nazeranyekta.com

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification
ANAB ACCREDITED
UKAS QUALITY MANAGEMENT 008
IAS
PSAI
ASME
IWNT

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

ظرفی که بوسیله سیال تحت فشار (داخلی یا خارجی) قرار گیرد، مخزن تحت فشار نامیده می شود. مخزن تحت فشار می تواند به هر شکل باشد.

مخزن تحت فشار اهمیت زیادی دارد و ساخت آن طبق اصول فنی توانائیهای خاصی را می طلبد. رعایت مقررات مربوطه برای حصول اطمینان از عملکرد صحیح و ایمن مخزن در دوران بهره برداری، کنترل کیفیت و بازرسی دقیق را ایجاب می نماید.

بعضی از استانداردها و مقررات حاکم بر ساخت مخازن تحت فشار که کاربرد بیشتری دارند عبارتند از:

- *ASME Section VIII Div. (1)* – مقررات ساخت مخازن تحت فشار غیرآتشخانه دار،
- *ASME Section VIII Div. (2)* – مقرراتی دیگر برای ساخت مخازن تحت فشار غیرآتشخانه دار،
- *ASME Section VIII Div. (3)* – مقرراتی دیگر برای ساخت مخازن تحت فشار زیاد
- *IS 2825* – استاندارد هندی برای مخازن تحت فشار با جوش ذوبی غیر آتشخانه دار.
- *BS 5500* – مشخصات مخازن تحت فشار با جوش ذوبی غیر آتشخانه دار.
- فصل *J* مقررات و قواعد ساخت و طبقه بندی کشتی های فولادی دفتر ثبت کشتیرانی لویدز.
- مقررات فنی *AD Merkblater* برای مخازن تحت فشار.

کنترل کیفیت و بازرسی فنی مخازن تحت فشار از اهمیت ویژه ای برخوردار است. آنچه که در این دوره آموزشی ارائه می شود، تلاشی است برای آشنایی با مخازن تحت فشار، یادآوری نکته های مهم و ارائه تلرانس های مجاز و راهنمایی های کاربردی برای فعالیت در کنترل کیفیت و بازرسی مخازن تحت فشار.

امید است با یاری خداوند متعال و رهنمود استاتید فن و جمع آوری نظرات سازنده کلیه مشتاقان به فعالیت در این رشته در برنامه ریزی برای دوره های آتی توفیق بیشتری حاصل شود.

عبدالوهاب ادب آوازه

پاییز ۱۳۸٤

شرح صفحه

تاریخچه کد *ASME*	۲
هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار	۷
وظایف دیگر هیئت ملی بازرسان دیگ بخار و مخزن تحت فشار	۸
تفسیر موردی کد *ASME*	۹
بخش *VIII* از کد *ASME* تقسیم بندی *1*	۱۰
بازده اتصال جوش	۱۵
عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۲۱
الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۲۳
دستور العمل عملیات حرارتی پس از جوشکاری	٤۰
استاندارد پذیرش نشانه های مدور در رادیوگرافی	۵۹
بازرسی ابعادی مخزن تحت فشار	۷۵
دستورالعمل بازرسی مخازن تحت فشار	۸۷
شرح وظایف بازرس مخازن تحت فشار	۸۹
عملیات حرارتی کوره ای	۱۳۰
بازرسی تنش زدایی	۱۳۱
آزمایش هیدرواستاتیک مخازن تحت فشار	۱۳۲

بخش اول:

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. امااین حادثه‌فجیع مردم ماساچوست رامتوجه ضرورت قواعد و مقررات قانونی‌برای 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 مکانیک‌آمریکابرای 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» Section 1

بخش II - «مشخصات مواد»

«مواد آهنی، قسمت *A*»

«مواد غیرآهنی، قسمت *B*»

«سیم جوشها، الکترودها و فلزات پرکننده، قسمت *C*» = مواد مصرفی جوشکاری

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»

Section 2 Subs

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»

بخش XII - «مقررات ساخت و بهره برداری مداوم مخازن حمل و نقل»

افـزایش کمـی و کیفـی کد، نشانه پیشرفت صنعتی کشور است. برای همگامی با رشد خودبخود صنعت، بازنگری منظم در کد لازم بوده است.

بـرای 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 فشـار تـا ۵۰۰۰ پونـد بر اینچ مربع و در جه حرارتهای تا ۵۹۳درجه سانتیگراد و مخـازن تحـت فشـار بـرای فشـارهای ۳۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و بیشتر و برای درجـه حـرارتهای از محدوده منهای ۱۷۶ درجه سانتیگراد تا بیش از ۵۳۸ درجه سانتیگراد طراحی می شوند.

هـر گونه تازگـی مـواد، طراحی، روش ساخت و دستگاه محافظ، مسایل جدیدی بـرای کمیـته دیـگ بخـار پـیش مـی آورند که برای تسریع در افزودن اضافات درسـت و بازنگـریهای کد به نظرات فنی تخصصی بسیاری از کمیته های فرعی نیاز دارد.

در نتـیجه کـار شـایان تقدیـر ایـن کمیته ها، کد دیگ بخار و مخزن تحت فشار *ASME* توسـعه فراوانی پیدا کرده و یک سری استانداردی ارائه داده که پیروی از آنهـا در طراحـی و سـاخت، ایمنـی را بـرای همه دیگهای بخار و مخازن تحت فشار به ارمغان می آورد.

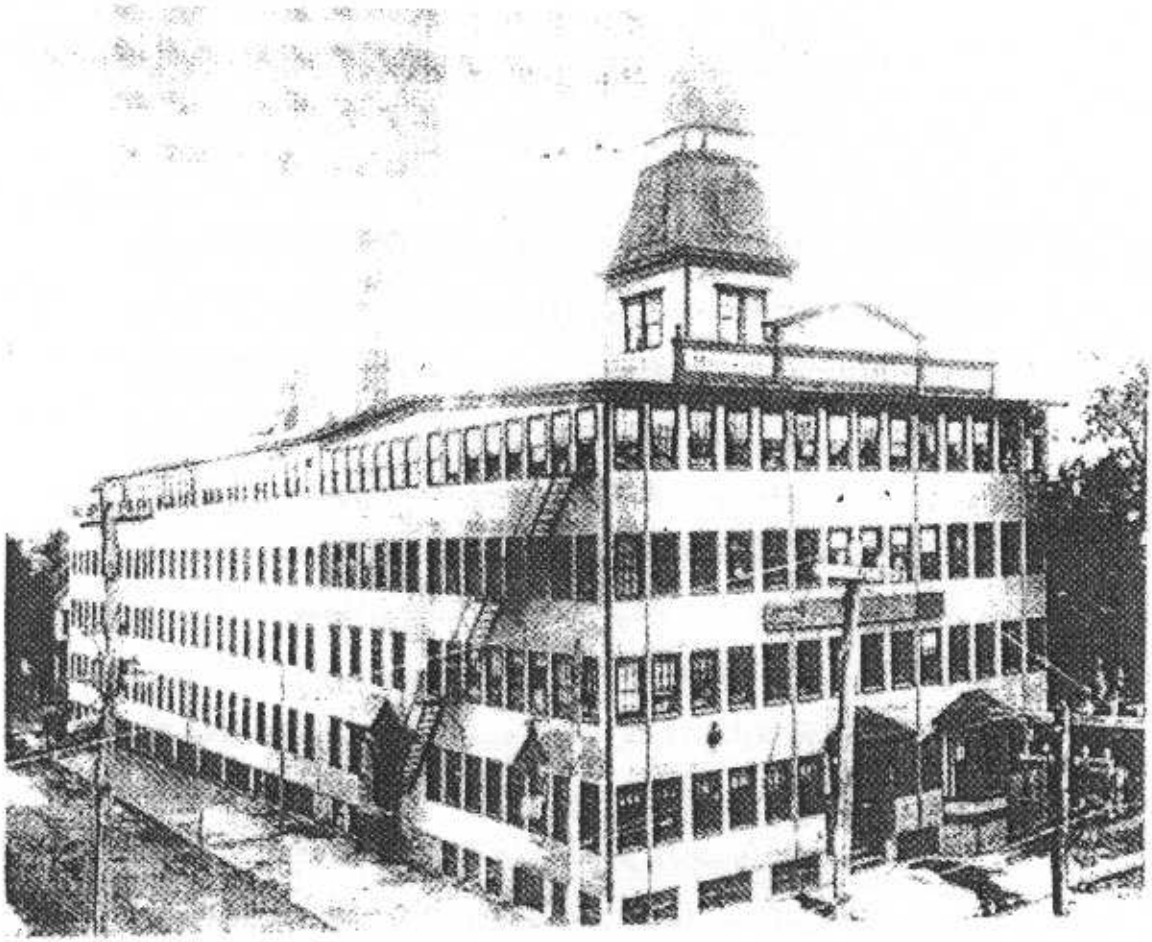


Fig. 1.1 The Brockton, Massachusetts, shoe factory.

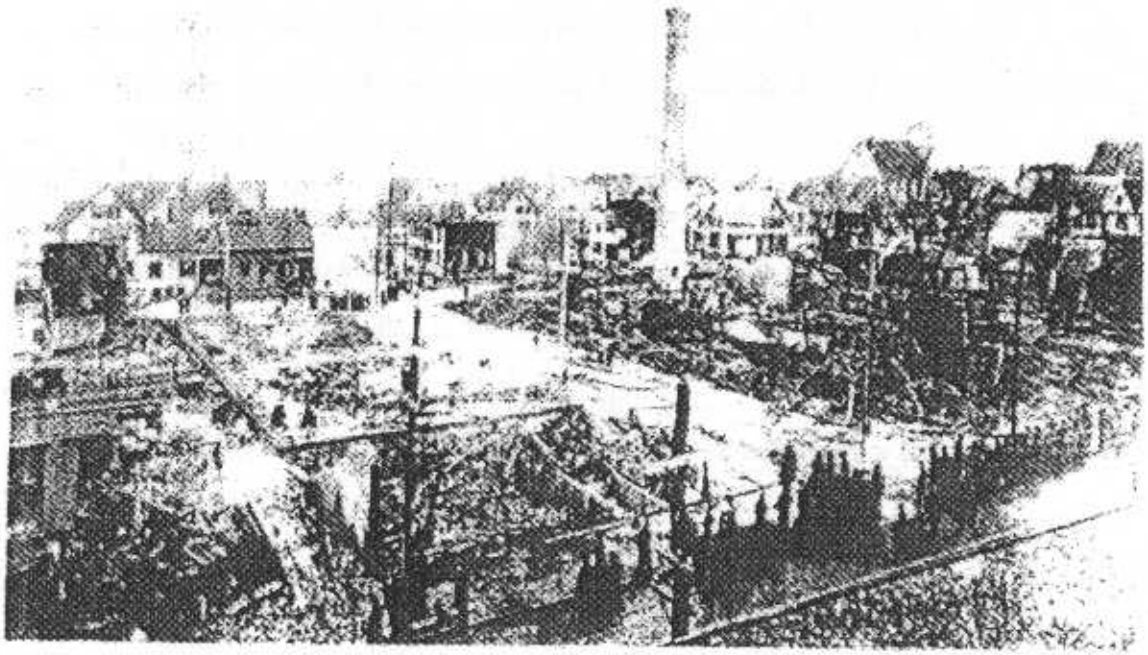
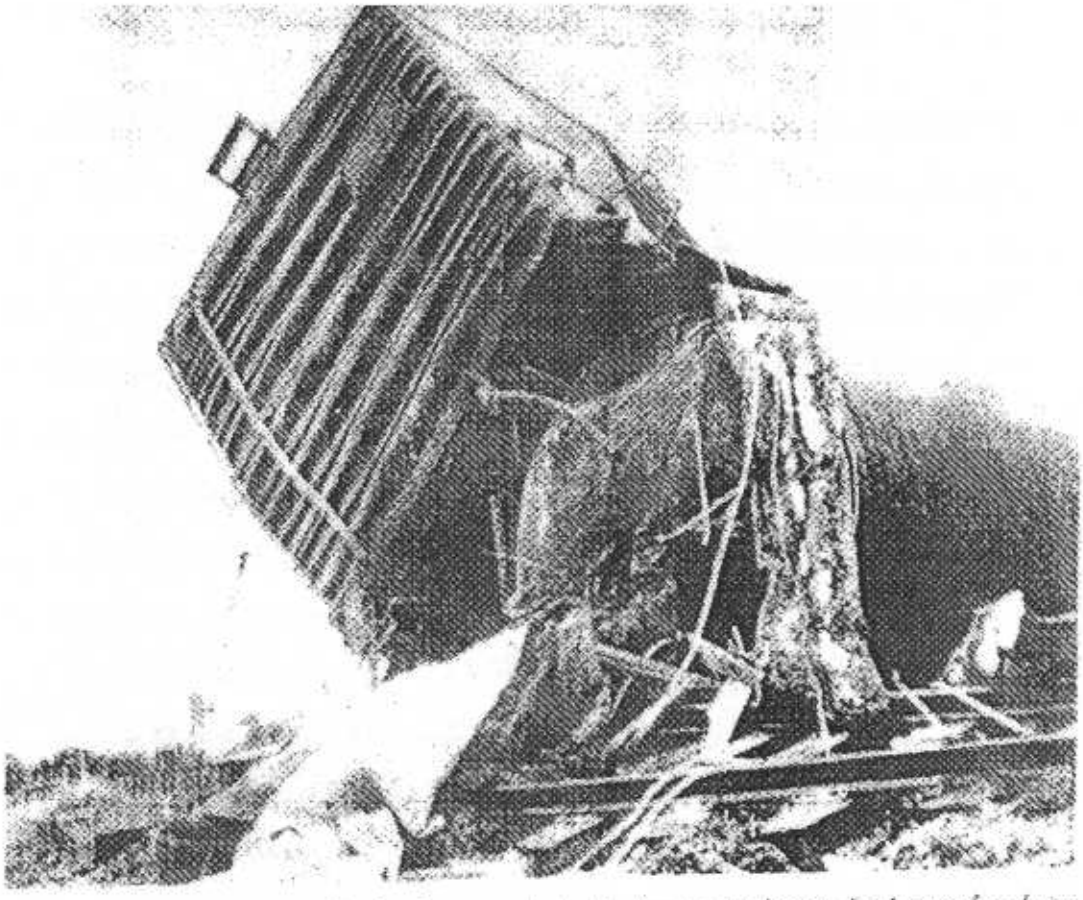
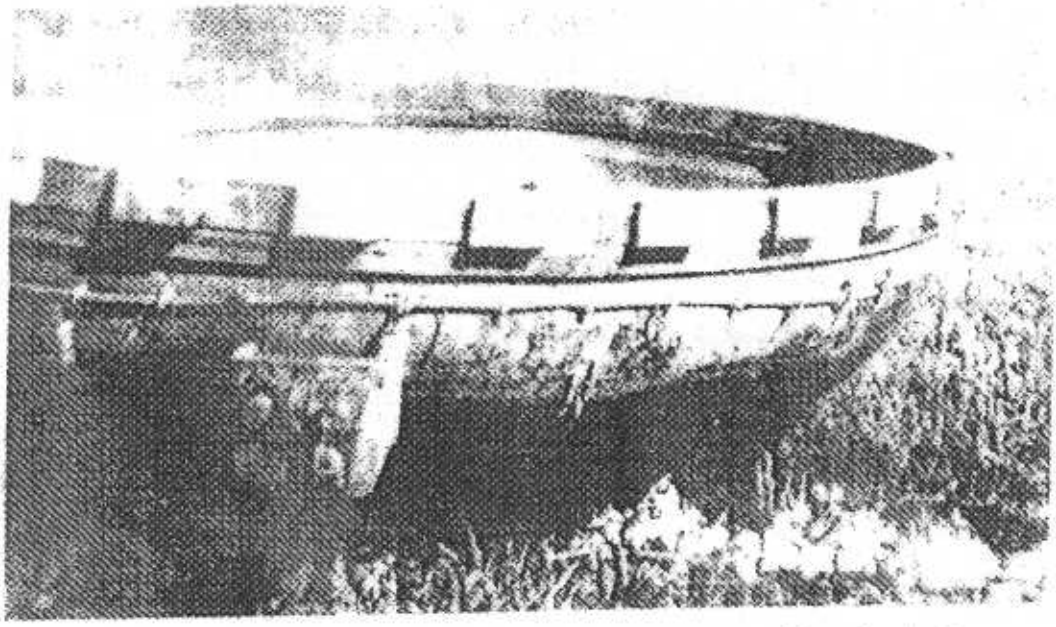


Fig. 1.2 Shoe factory after the boiler explosion of March 20, 1905, which led to the adoption of many state boiler codes and the *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*. (*Hartford Steam Boiler Inspection & Insurance Company.*)



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 بار 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 نماینده 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 *ULW* , *UHT* , *UCD* , *UCL* , *UCI* , *UHA* , *UNF* , *UCS* 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.

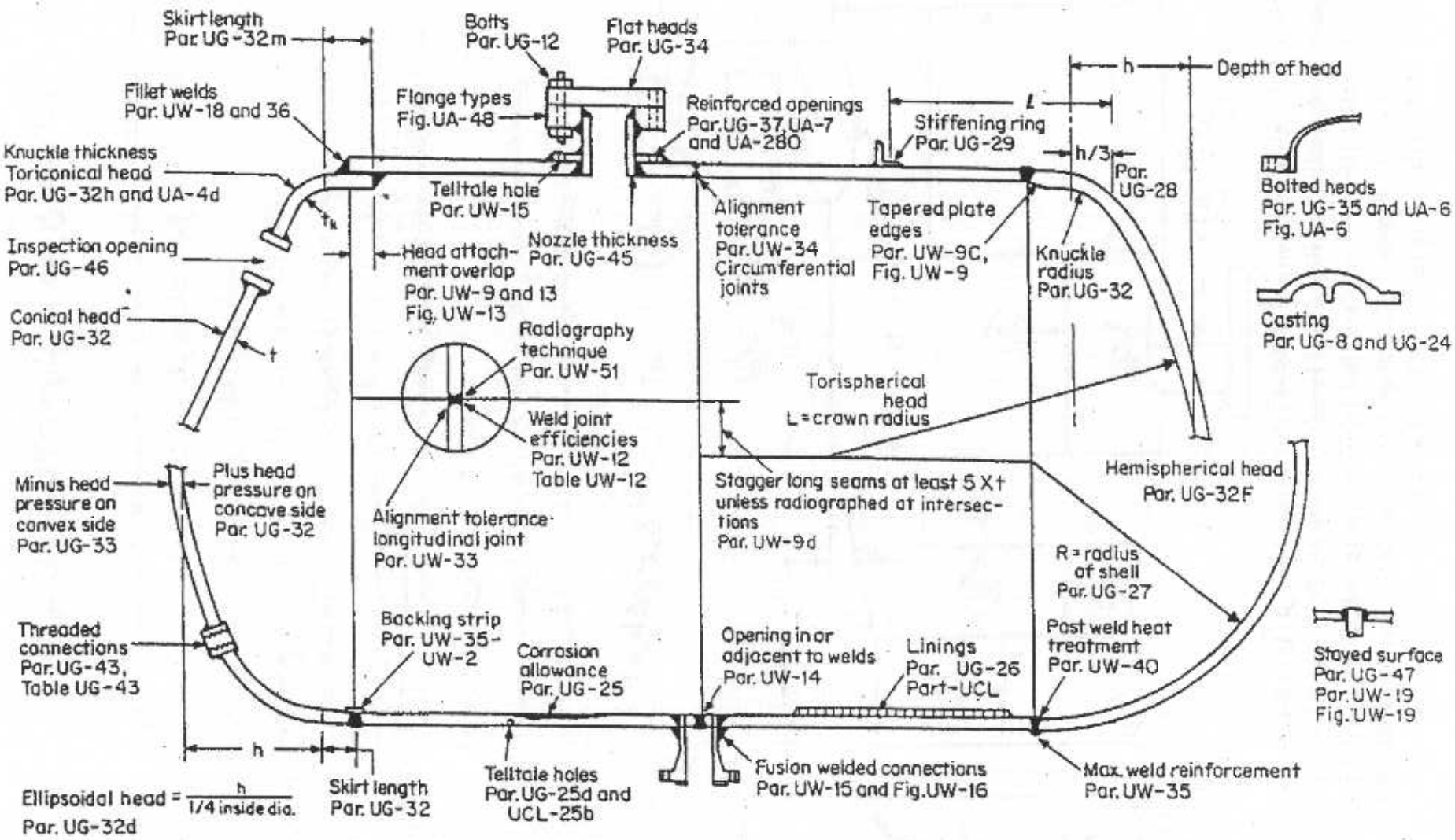
برگ اطلاعات فنی طراحی

این برگ شامل اطلاعات پایه برای طراحی مخازن تحت فشار است که توسط گروه مهندسی فرایند، درنظر گرفته می شود.

1 Customer/Client					
2 Customer Order No.					
3 Shop Order No.					
4 Design Drawing					
5 Specifications					
6 Vessel Name					
7 Equipment No.					
8 Design Code & Addenda					
9 Design Pressure	Internal		External		
10 Design Temperature					
11 Operating Pressure	Internal		External		
12 Operating Temperature					
13 Vessel Diameter					
14 Volume					
15 Contents & Specific Gravity					
16 Service					
17 Design Liquid Level					
18 Maximum Allowable Working Pressure					
19 Test Pressure	Shop		Field		
20 Heat Treatment					
21 Joint Efficiency					
22 Corrosion Allowance Shell					
Heads					
Nozzles					
Boot					
23 Materials Shell					
Heads					
Nozzles					
Flanges					
Bolting					
Supports					
24 Flange Ratings					
25 Weights	Fabricated		Operating		
	Empty		Test		
26 Notes / Remarks					

Figure Design data sheet.

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.

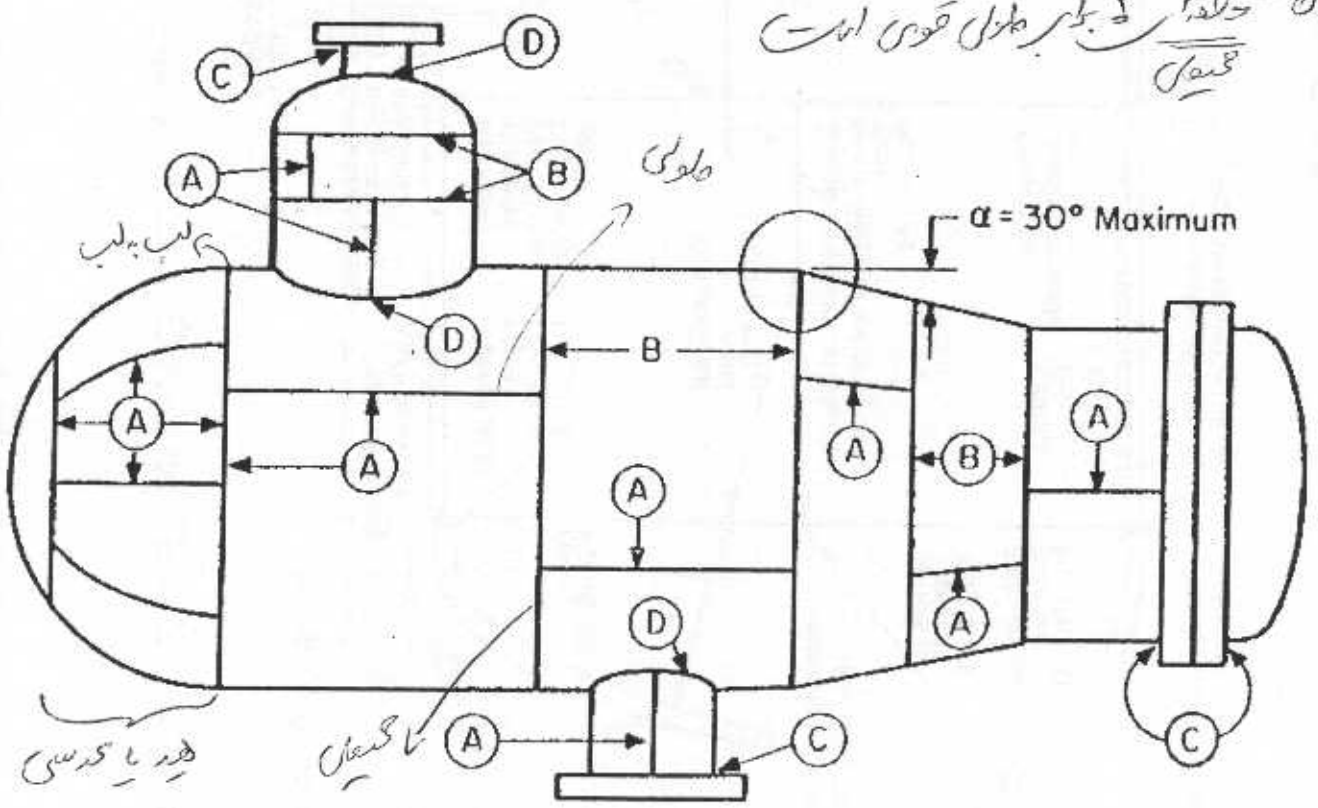


Illustration defining locations of welded joint categories. A. Longitudinal joints; circumferential joints connecting hemispherical heads to main shell; any welded joint in a sphere. B. Circumferential joints; circumferential joints of torispherical ellipsoidal heads; angle joints not greater than 30 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.

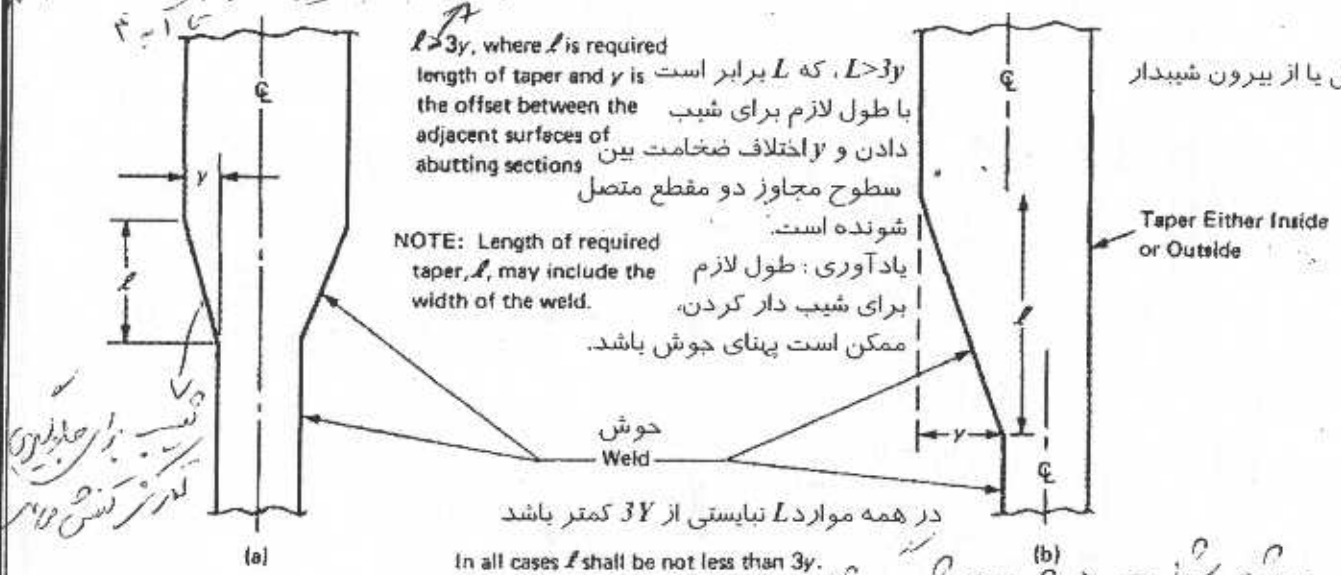
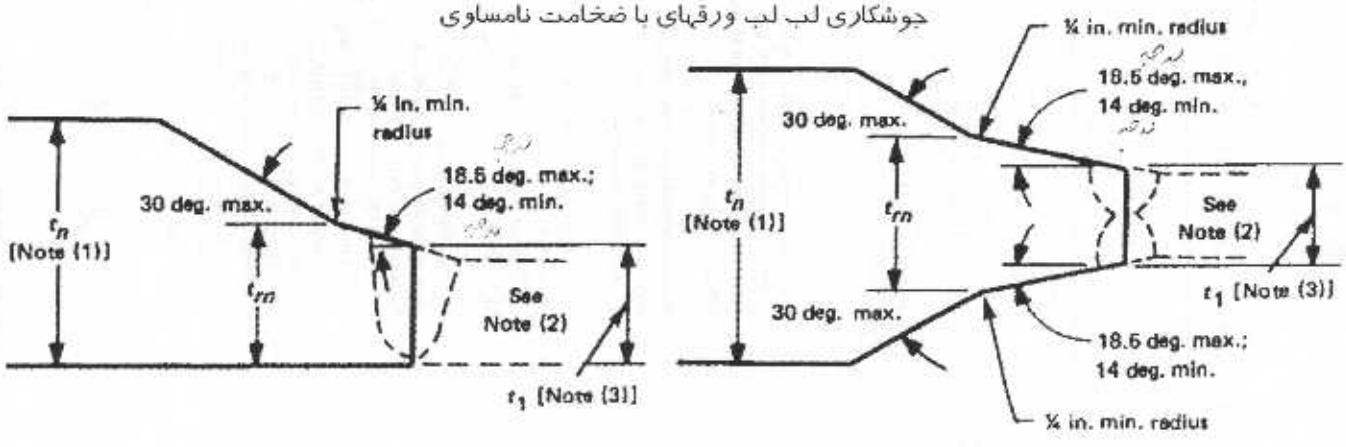


FIG. UW-9 BUTT WELDING OF PLATES OF UNEQUAL THICKNESS

جوشکاری لب لب ورقهای با ضخامت نامساوی



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

گردن نازل متصل شده به لوله با ضخامت دیواره ی کمتر

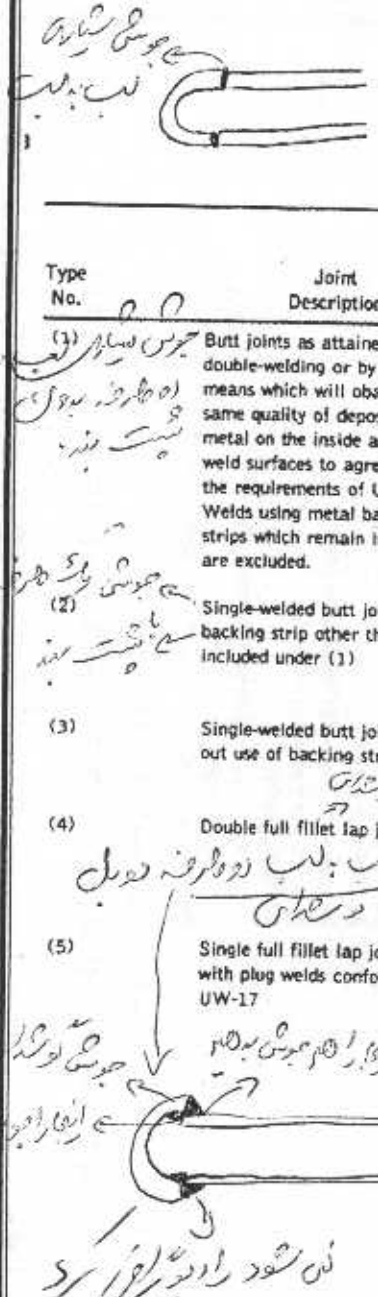
FIG. UW-13.4 NOZZLE NECKS ATTACHED TO PIPING OF LESSER WALL THICKNESS

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 رادیو گرافی انجام شده باشد یا نباشد، بازده اتصال جوش تعیین میگردد.

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
(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	A, B, C, & D	0.90	0.80	0.65
		(b) Circumferential butt joints with one plate offset; see UW-13(b)(4) and Fig. UW-13.1, sketch (k)	A, B, & C	0.90	0.80	0.65
(3)	Single-welded butt joint without use of backing strip	Circumferential butt joints only, not over 5/8 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 3/8 in. thick	A	NA	NA	0.55
		(b) Circumferential joints not over 3/8 in. thick	B & C[6]	NA	NA	0.55
(5)	Single full fillet lap joints with plug welds conforming to UW-17	*(a)* Circumferential joints[4] for attachment of heads not over 24 in. outside diameter to shells not over 1/2 in. thick	B	NA	NA	0.50
		(b) Circumferential joints for the attachment to shells of jackets not over 5/8 in. in nominal thickness where the distance from the center of the plug weld to the edge of the plate is not less than 1 1/2 times the diameter of the hole for the plug.	C	NA	NA	0.50



(6)	Single full fillet lap joints without plug welds	*(a)* For the attachment of heads convex to pressure to shells not over $\frac{5}{8}$ in. required thickness, only with use of fillet weld on inside of shell; or	A & B	NA	NA	0.45
		(b) for attachment of heads having pressure on either side, to shells not over 24 in. inside diameter and not over $\frac{1}{4}$ in. required thickness with fillet weld on outside of head flange only	A & B	NA	NA	0.45

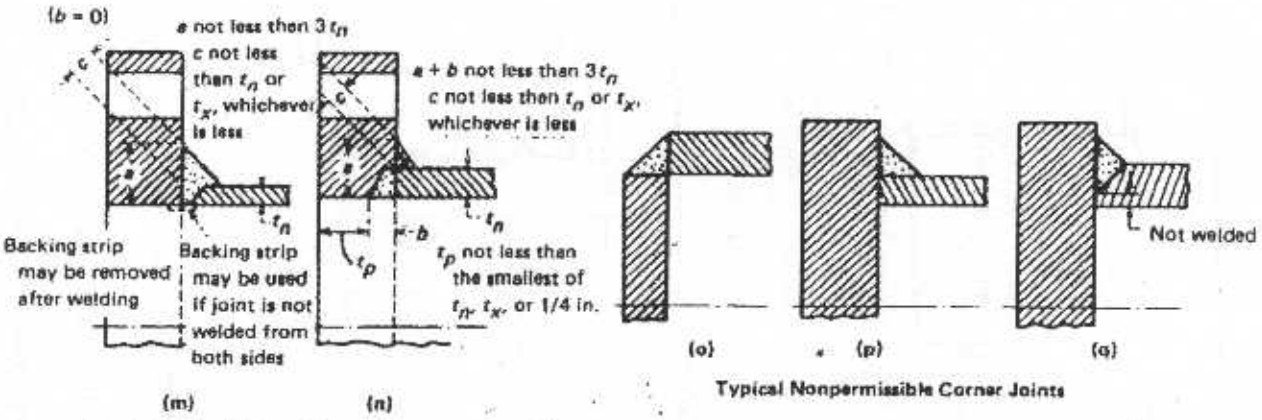
NOTES:
(1) The single factor shown for each combination of joint category and degree of radiographic examination replaces both the stress reduction factor and the joint efficiency factor considerations previously used in this Division.
(2) See UW-12(a) and UW-51.
(3) See UW-12(b) and UW-52.
(4) Joints attaching hemispherical heads to shells are excluded.
(5) $E = 1.0$ for butt joints in compression.
(6) For Type No. 4 Category C joint, limitation not applicable for bolted flange connections.

Welded joint efficiency values

مقادیر بازده اتصال جوش داده شده

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

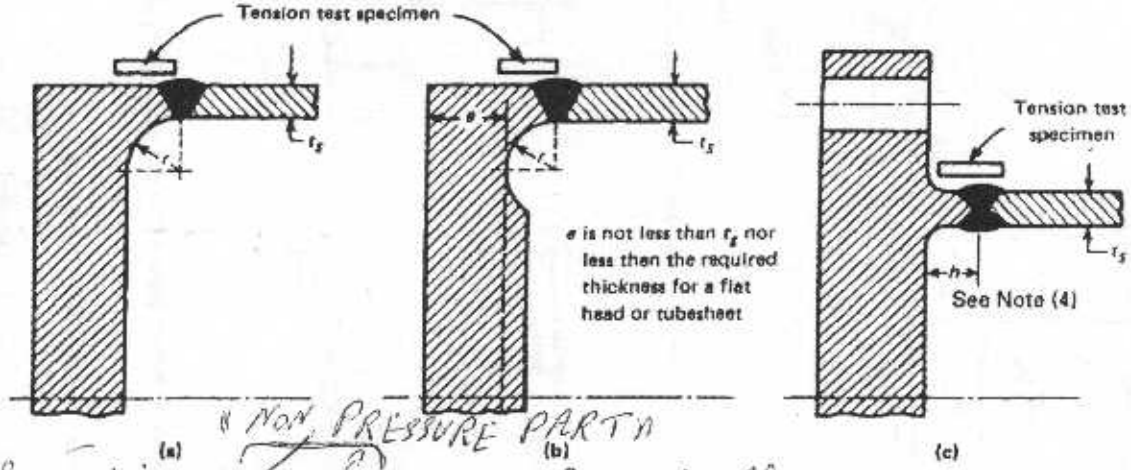


Typical Bolted Flange Connections

c, t_n and t_x are as defined in 2-3

Typical Nonpermissible Corner Joints

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.
(4) h is the greater of 3/4 in. or 1.5t_s, but need not exceed 2 in.

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

قطعات فشاری نوعی نافی های جوش لب بلب داده شده

بعضی انواع قابل قبول نازلهای جوشداده شده و اتصالات دیگر بدنه، کلگی و غیره

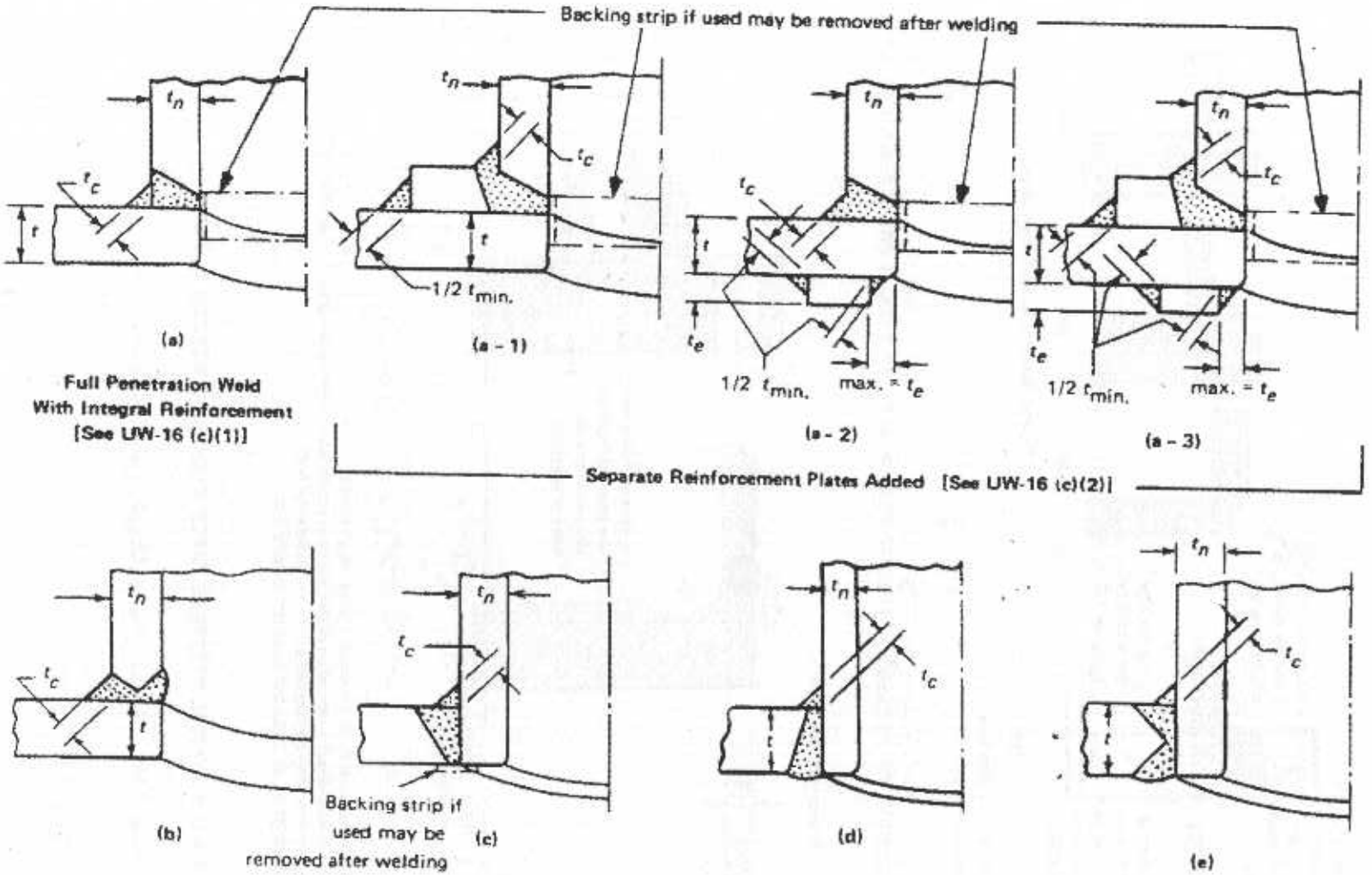


FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, HEADS, ETC.

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.

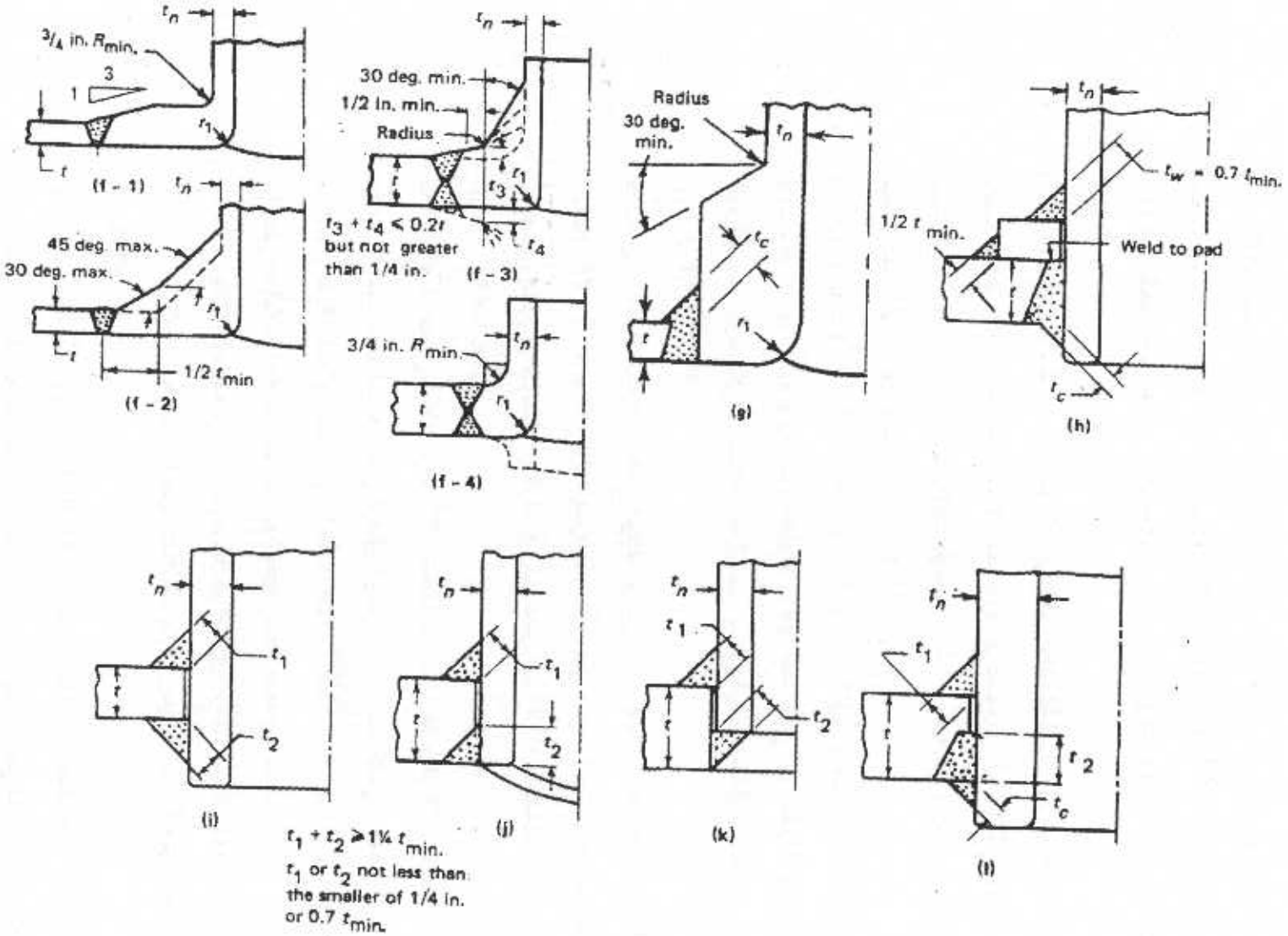


FIG. UW-16.1 SOME ACCEPTABLE TYPES OF WELDED NOZZLES AND OTHER CONNECTIONS TO SHELLS, HEADS, ETC. (CONT'D)

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.

PWHT

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 مقطع 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 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 , GMAW , GTAW , 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 (ضخامت و محدوده آن)		×	
		٤	حدهای ضخامت	×		
GMAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری	×		
		۲	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری (ضخامت و محدوده آن)		×	
		٤	حدهای ضخامت	×		
GTAW	407–QW عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری	×		
		۲	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری (حداکثر ضخامت محدوده آن)		×	
		٤	محدوده های حداکثر ضخامت	×		
SAW	QW - 407 عملیات حرارتی پس از جوشکاری	۱	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری	×		
		۲	تغییر عملیات حرارتی پس از جوشکاری (حداکثر ضخامت محدوده آن)		×	
		٤	محدوده های حداکثر ضخامت	×		

تمام مخازن تحت فشارجوش داده شده یا قطعات مخزن تحت فشار بایستی طبق خواسته‌های 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 شرایط بهره برداری طوری است که احتیاج به عملیات حرارتی دارد، بایستی عملیات حرارتی انجام شود و معافیت ندارد.

HEATING RATE ≤ 222 °F/Hr

COOLING RATE ≤ 278 °F/Hr

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 = 593°C	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) Postweld heat treatment is mandatory under the following conditions:
  (a) for welded joints over 1½ in. nominal thickness
  (b) for welded joints over 1¼ in. nominal thickness through 1½ in. nominal thickness unless preheat is applied at a minimum temperature of 200°F during welding
  (c) for welded joints of all thicknesses if required by UW-2, except postweld heat treatment is not mandatory under the conditions specified below:
    (1) 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;
    (2) for groove welds not over ½ in. in size or fillet welds with a throat thickness of ½ in. or less used for attaching nonpressure parts to pressure parts provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied when the thickness of the pressure part exceeds 1¼ in.;
    (3) 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.;
    (4) for corrosion resistant weld metal overly 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.

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 $\frac{5}{8}$ in. nominal thickness. For these materials, postweld heat treatment is mandatory on material up to and including $\frac{5}{8}$ 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 $\frac{1}{2}$ in. in size or fillet welds that have a throat thickness of $\frac{1}{2}$ in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied

(b) for circumferential butt welds in pipe or tube where the pipe or tube have both a nominal wall thickness of $\frac{1}{2}$ 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 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 5/8 in. nominal thickness. For these materials, postweld heat treatment is mandatory up to and including 5/8 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 conditions 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 5/8 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 1/2 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 studies 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-Nos. 5A, 5B Gr. No. 1, and 5C Gr. No. 1	1250	1 hr/in., 15 min minimum	1 hr/in.	5 hr plus 15 min for each additional inch over 5 in.
P-No. 5B Gr. No. 2	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 5/8 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 1/2 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-Nos. 5A, 5B Gr. No. 1, and 5C Gr. No. 1 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 $\frac{5}{8}$ in. nominal thickness. For material up to and including $\frac{5}{8}$ 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.

(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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{2}$ in. in size or fillet welds that have a throat thickness of $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{5}{8}$ in. nominal thickness. For material up to and including $\frac{5}{8}$ 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 $\frac{1}{2}$ in. in size or fillet welds that have a throat thickness of $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{5}{8}$ in. nominal thickness. For these materials up to and including $\frac{5}{8}$ 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 $\frac{1}{2}$ in. in size or fillet welds having a throat thickness of $\frac{1}{2}$ in. or less, provided preheat to a minimum temperature of 200°F is applied
(b) for circumferential butt welds in pipes or tube where the pipe or tube has both a nominal wall thickness of $\frac{1}{2}$ 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	1000	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 ⅜ 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 ¼ 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	1025–1085	1	2
SA-517	Grade A	11B/1	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade B	11B/4	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade D	11B/5	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade E	11B/2	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade F	11B/1	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade J	11B/6	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-517	Grade P	11B/8	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-533	Types A, B, C, D, Cl.2	3/3	Over 0.5	1000–1050	½	½
SA-533	Types B, D, Cl.3	11A/4	Over 0.5	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	¼	½
Castings						
SA-487	Class 4Q	11A/3	Over 0.5	1000–1050	1	¼
SA-487	Class 4QA	11A/3	Over 0.5	1000–1050	1	¼
SA-487	Class CA 6NM	6/4	Over 0.5	1025–1110	1	¼
Pipe and Tubes						
SA-333	Grade 8	11A/3	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 0.5	1000–1100	1	¼
SA-592	Grade E	11B/2	Over 0.5	1000–1100	1	¼
SA-592	Grade F	11B/3	Over 0.5	1000–1100	1	¼

NA = not applicable

مواد جدول *UCS – 56* مطابق *P-No.* *(ASME – Section – 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 ۴۲۷ 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 ٤/٥ 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 ٤۲۷ 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 ٤۲۷ 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 ۱،۲ 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 از 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.

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

درصد رطوبت الکترودهای کم هیدروژن

حداکثر درصد رطوبت مجاز توصیه شده (درصد وزنی)

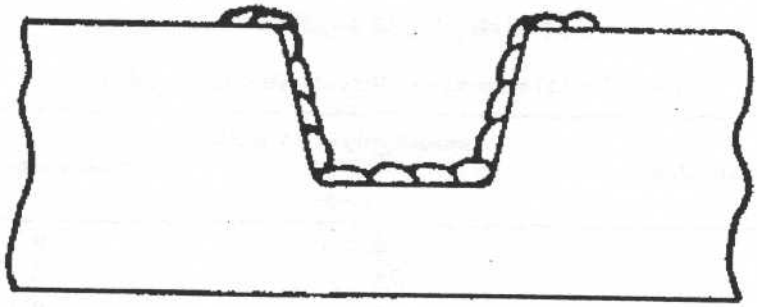
طبقه بندی AWS	بعد از در معرض اتمسفر بودن	بعد از ساخت یا پخت شده
E7015-X	0.6	0.4
E7016-X	0.6	0.4
E7018-X	0.6	0.4
E8015-X	0.4	0.2
E8016-X	0.4	0.2
E8018-X	0.4	0.2
E9015-X	0.4	0.15
E9016-X	0.4	0.15
E9018-X	0.2	0.15
E10015-X	0.2	0.15
E10016-X	0.2	0.15
E10018-X	0.2	0.15
E11015-X	0.2	0.15
E11016-X	0.2	0.15
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 کوساعت پخت داده شده و برای مصرف ۱۲۰- ۱۰۰ درجه سانتیگراد گرم نگهداشته شود.

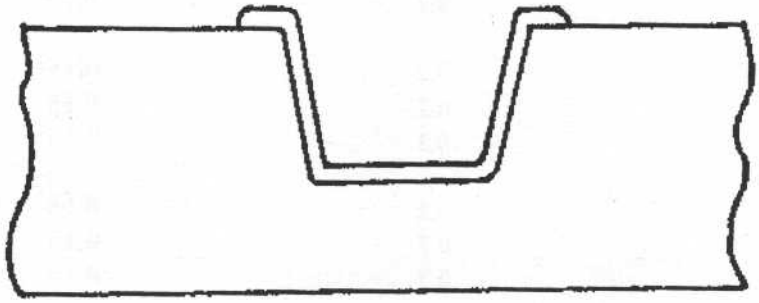
۵- پس از رسیدن درجه حرات جوش تعمیری به درجه حرارت محیط، با استفاده از *MT* یا *PT* ناحیه تعمیر شده بازرسی می شود. برای مخزن از جنس *P-No.3* دارای شماره گروه ۳، بازرسی ناحیه تعمیر شده پس از ٤٨ ساعت انجام می شود تا چنانچه ترک تاخیری ناشی از نفوذ هیدروژن به داخل فولاد وجود داشته باشد، کشف گردد. اگر آزمایش به روش ذره مغناطیسی است، فقط دستگاه مغناطیسی نوع یوک جریان متناوب قابل قبول است.

اگر عمق تعمیر از ۹/۵ میلیمتر بیشتر باشد و طبق خواسته های *UW-51* می‌بایست خود جوش اصلی رادیوگرافی می‌شد، جوش تعمیری هم باید رادیوگرافی گردد.

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



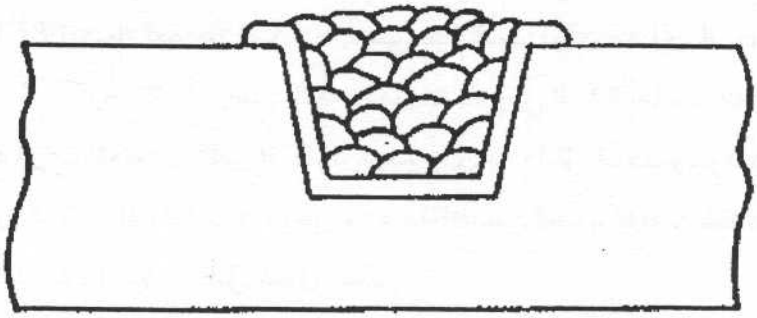
مرحله ۱ : لایه اول با الکترود قطر *3.2mm* جوش داده میشود.



مرحله ۲ : برداشتن نصف ضخامت لایه اول بوسیله سنگ زنی

((HALF WELDING BEAD ⇐ TECH = NBIC))

((API 510 = TEMPER BEAD TECH))



مـرحله ۳ : لایه های بعدی با الکترود بقطر *4mm* بطریقه نشان داده شده جوش داده میشود. یـک لایـه اضـافی نـیز روی جـوش تمام شده، داده شده و در پایان عملیات، این لایه اضافی با سنگ زنی برداشته می شود.

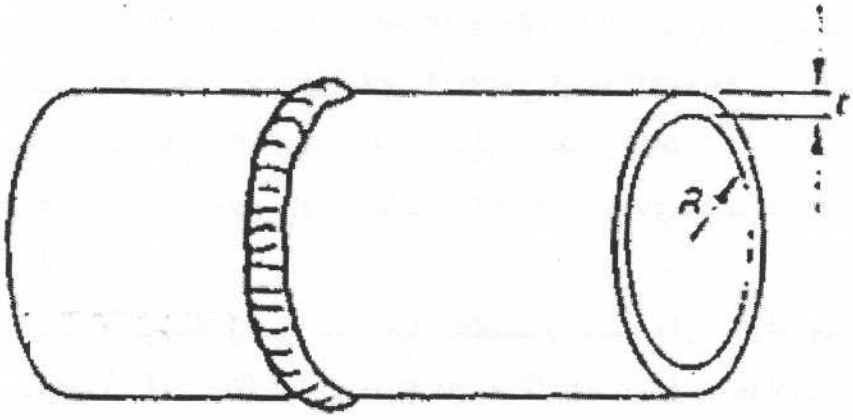
تکنیک مهره جوش نصفه

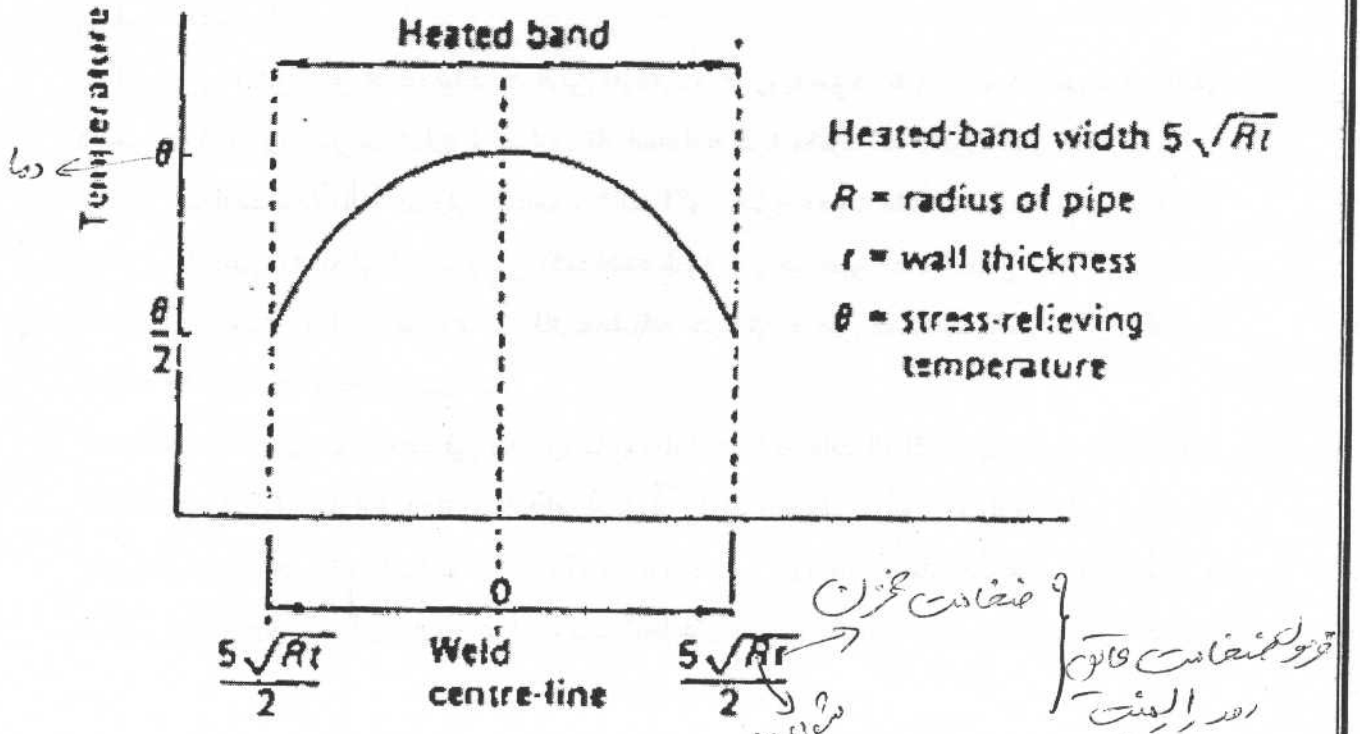
دستور العمل عملیات حرارتی پس از جوشکاری *(UW-40)*

الف – عملیات حرارتی پس از جوشکاری مخزن مطابق الزامات بخش فرعی *C* بایستی به یکی از روشهای زیر انجام شود:

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 قبلیِ 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 مخزن بمنظور 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 اتصال محیطی را که قبلاً عملیات حرارتی نشده اند، بطور موضعی عملیات حرارتی کرد. عملیات حرارتی اتصال محیطی (بصورت استوانه‌ای و دور تا دوری) را می توان با هر وسیله مناسبی که یکنواختی عملیات حرارتی را تضمین کند، انجام داد.

پهنای نوار عملیات حرارتی در هر طرف پهنای بزرگ‌تر جوش نبایستی 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 عایق با فلز بیرون عایق خیلی زیاد نباشد که برای فلز مضر باشد . معمولاً پهنای عایق را زیاد می‌گیرند که درجه حرارت زیر عایق در لبه کناری عایق از نصف 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 نمایش و ثبت درجه حرارت برای کمک به کنترل و حفظ توزیع یکنواخت درجه حرارت در دیواره مخزن می‌تواند انجام شود.

برای این منظور قبل از عملیات حرارتی بایستی مخزن با مواد عایق پوشیده شود. از عایق دائمی خود مخزن نیز می‌توان برای این کار استفاده کرد بشرطیکه عایق دائمی مخزن برای درجه حرارت عملیات حرارتی مناسب باشد. اگر مخزن تحت فشار است، لازم است فشار مخزن تا جائی که عملی است، پایین نگهداشته شود. در هر صورت نبایستی فشار مخزن در بالاترین درجه حرارت مورد انتظار عملیات حرارتی و طی مدت 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.

- ترموکوپل باید بر مخزن جوشکاری شود

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 (جمعاً 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 *UCS-56* , *UHT-56* , *UNF-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 شارژ کوره بزرگترین ضخامت مخزن یا قطعه مخزن تحت فشار است که عملیات حرارتی می شود.

۱- وقتی دوقطعه هم‌ضخامت به یکدیگر با جوش بصورت لب بلب جوش داده میشوند، 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.

۴- 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 گردن نازل به فلنج ، ضخامت اسمی همان ضخامت گردن نازل است.

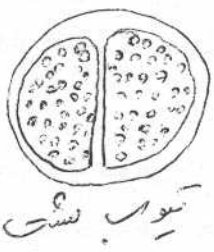
و – وقتی یک قطعه غیرفشاری به قطعه فشاری جوش داده می شود، ضخامت اسمی همان ضخامت جوش در نقطه اتصال است.

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

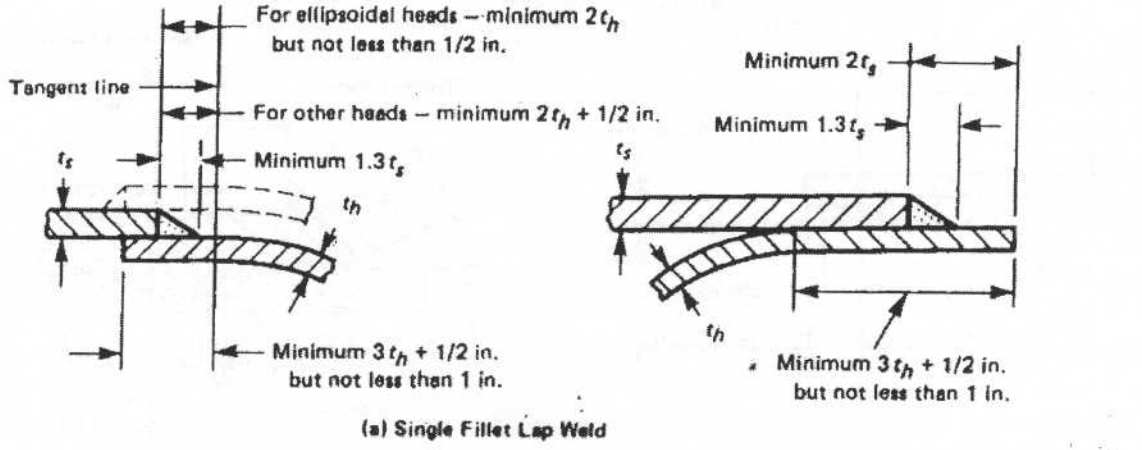
۶- ضخامت اسمی برای تعمیر، همان عمق جوش تعمیری است.

– در تیوب شیت هم اختلاف فشار هم فشار Max و هم فشار افتلاف را نظر می گیریم.

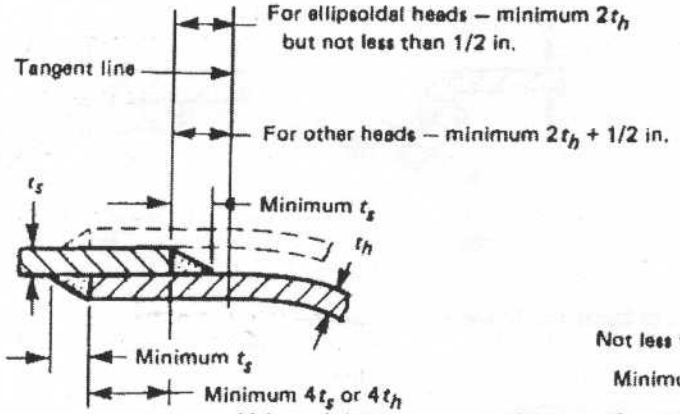
– Leak Test ← هم فشار را افتلاف بین دو طرف را بررسی می کنیم.



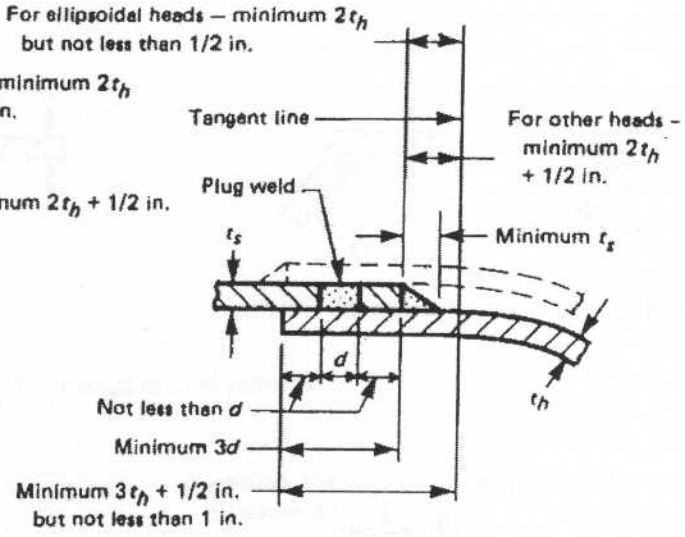
اتصال عدسی به بدنه



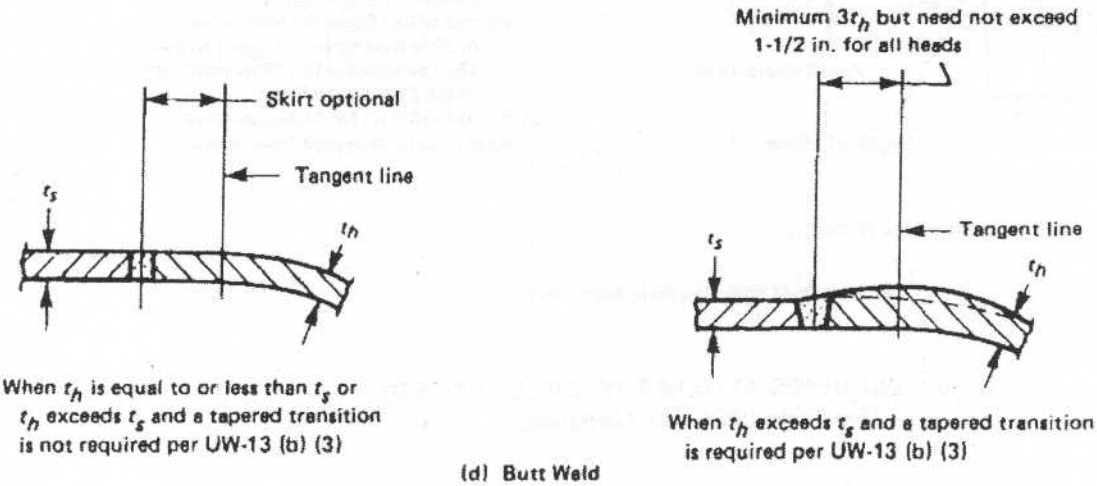
(a) Single Fillet Lap Weld



(b) Double Fillet Lap Weld

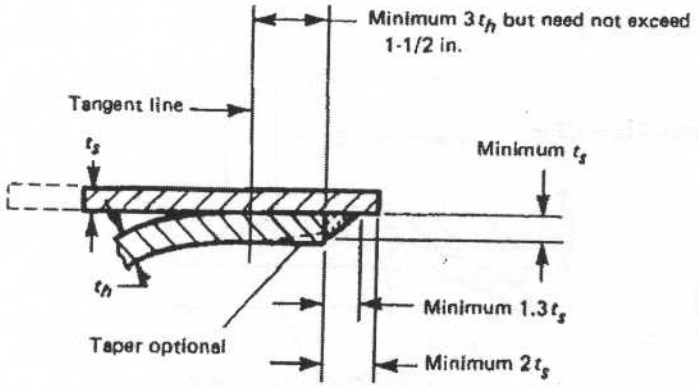


(c) Single Fillet Lap Weld with Plug Welds



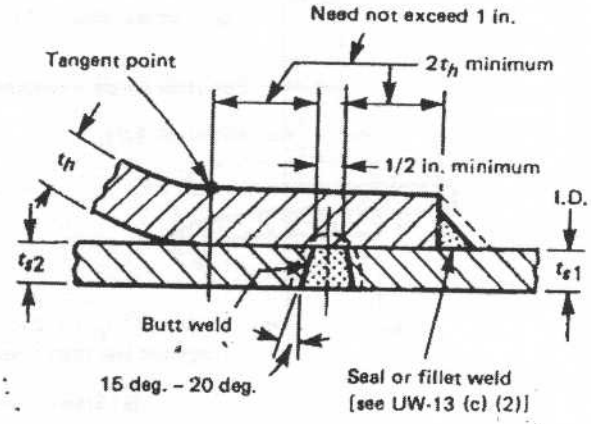
(d) Butt Weld

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



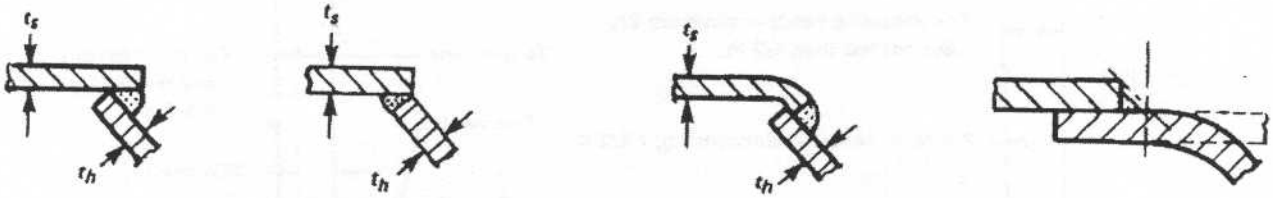
(e) Single Fillet Lap Weld

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



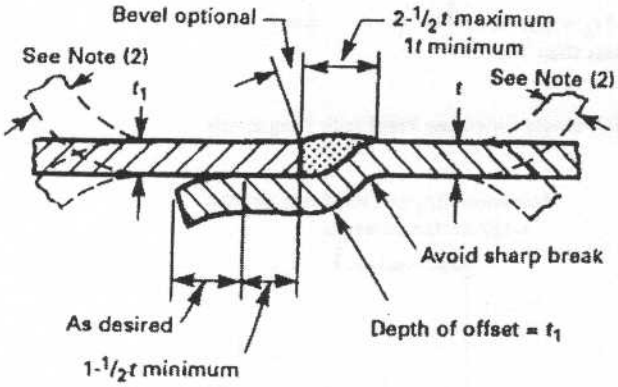
(f) Intermediate Head

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



(g-1) (g-2) (h) (j)

Sketches (g-1), (g-2), (h), and (j) are not permissible

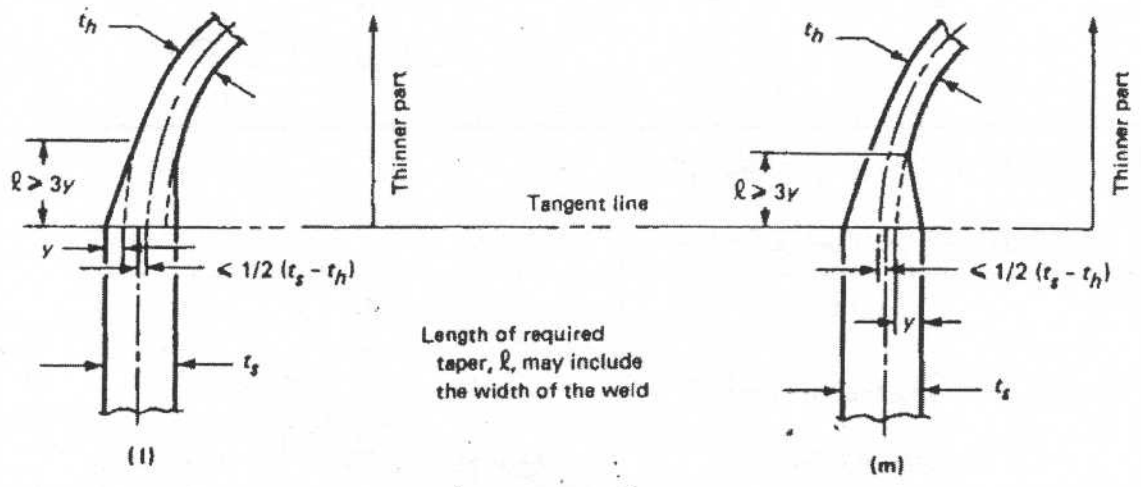


t or t_1 = 5/8 maximum [see Note (1)]

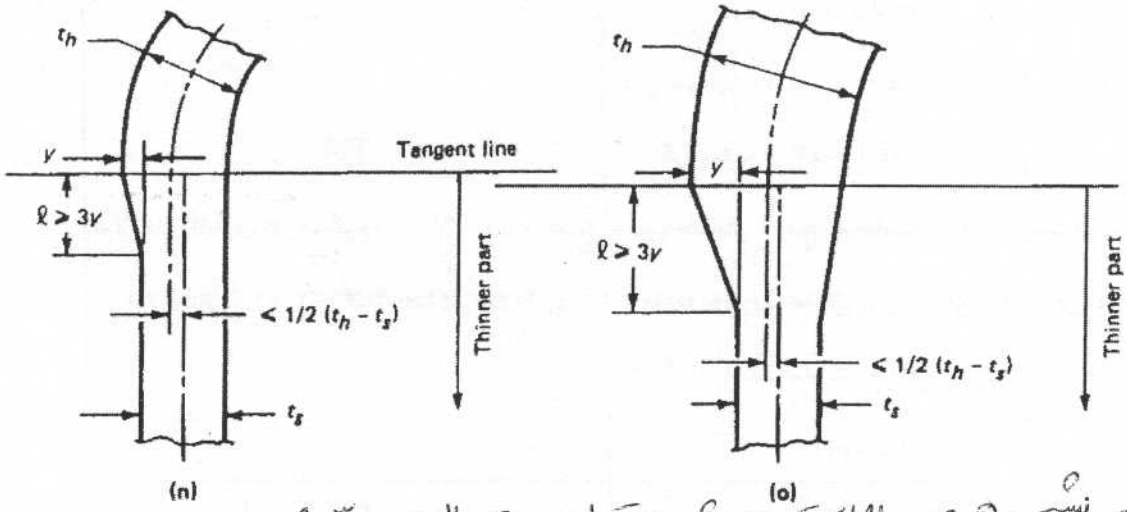
(k) Butt Weld With One Plate Edge Offset

NOTES:
(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 or 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.
(2) See UW-13(b)(4) for limitation when weld bead is deposited from inside.

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.



نسبت هرچه ضلع تخت بیشتر باشد (۱ یا ۲)

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)

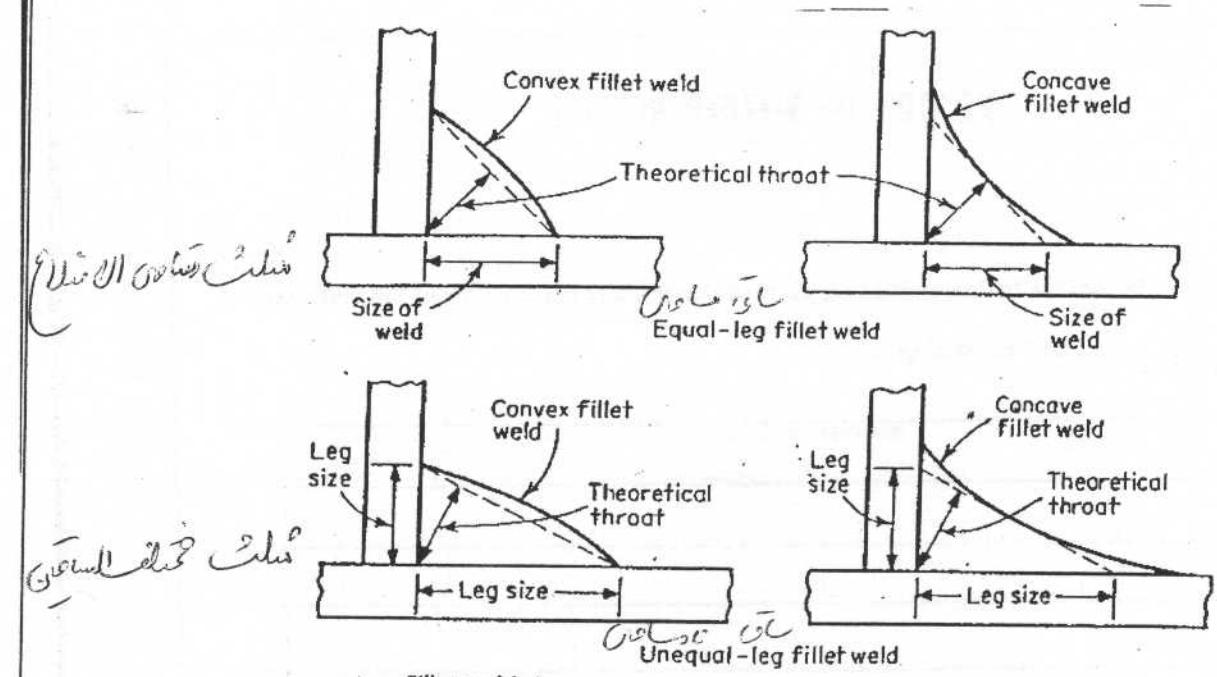
جدول عملیات حرارتی پس از جوشکاری

حتی را با P-No نشان دهید

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 سانیتگراد 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 سانیتگراد 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

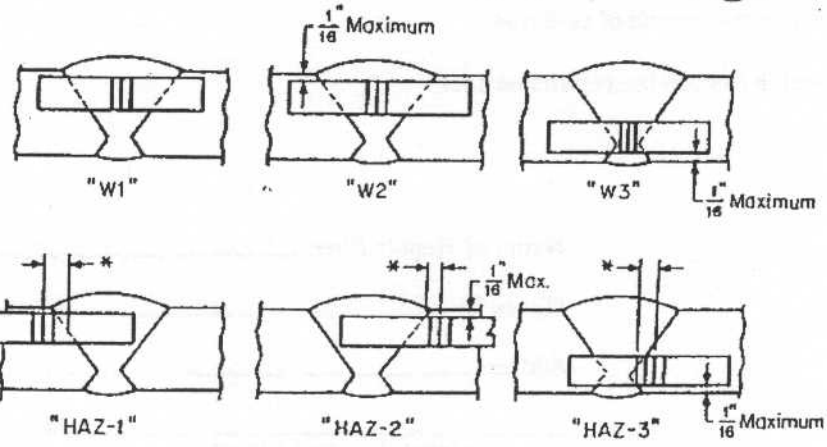


Fillet weld size.

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,

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

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

WPS برای تعمیر

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 _____

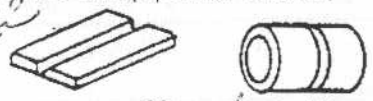
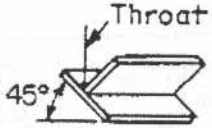
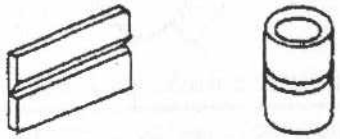
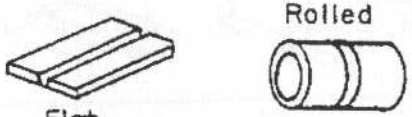
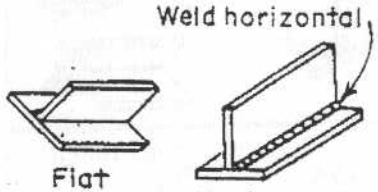
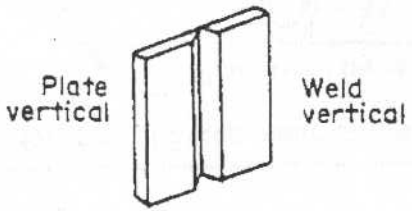
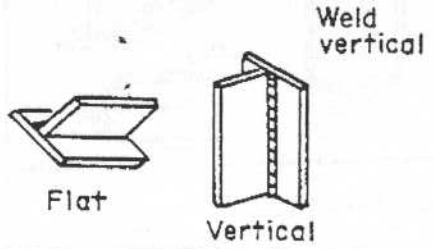
Address _____

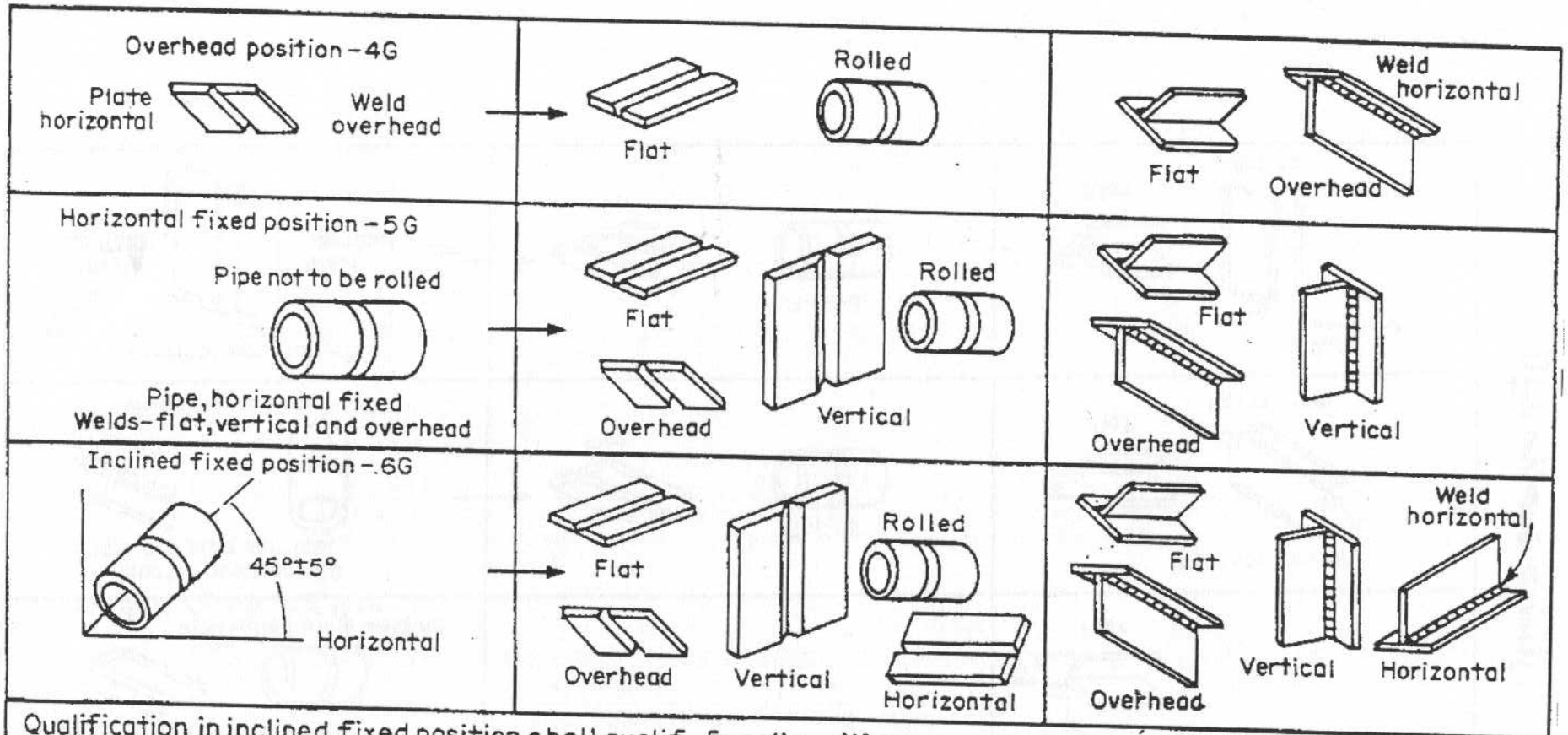
_____ Date _____
(Authorized Inspector's Signature)

_____
(Name of Inspection Agency Employed By)

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

تایید صلاحیت جوشکار

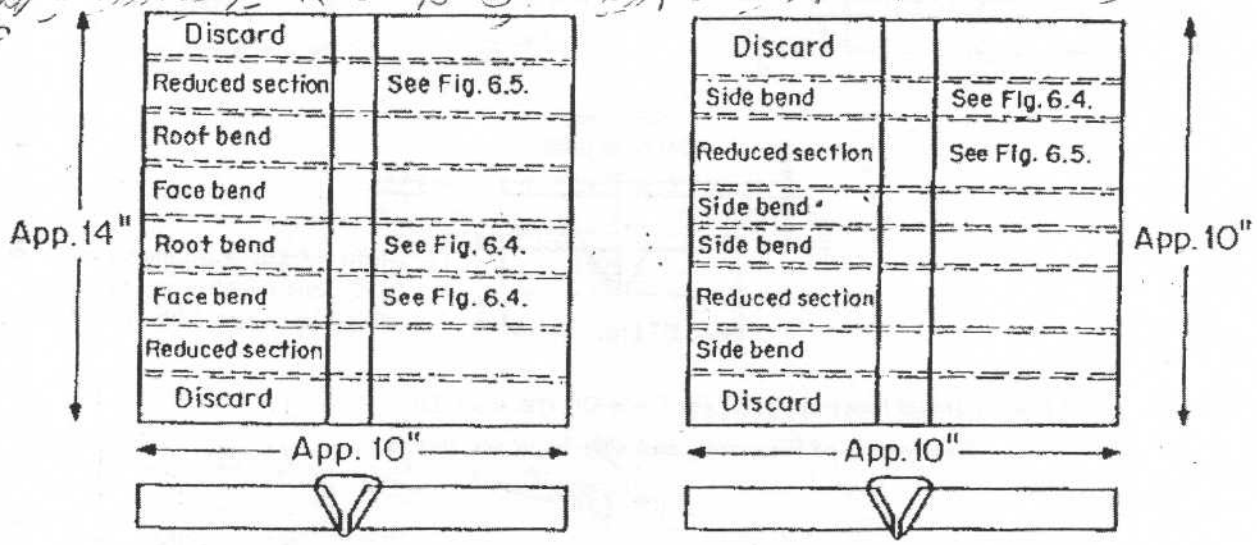
WELDING QUALIFICATION POSITIONS		
Qualification test Basic position	Also qualifies	
	Groove welds in	Fillet welds in
Flat position – 1G Plate and pipe horizontal  Pipe rolled while welding		
Horizontal position – 2G Plate and pipe vertical  Welds horizontal	 	
Vertical position – 3G  	 	



Qualification in inclined fixed position shall qualify for all positions.
Welders qualification in both horizontal and horizontal fixed positions shall qualify for all positions.
Procedure qualification of both groove and fillet welds shall be made on groove welds.
Welders passing the groove weld test need not make fillet weld test.
Welders passing the tests for fillet welds only, are qualified to make fillet welds only.

Fig. 6.1 Chart of welding qualification positions.

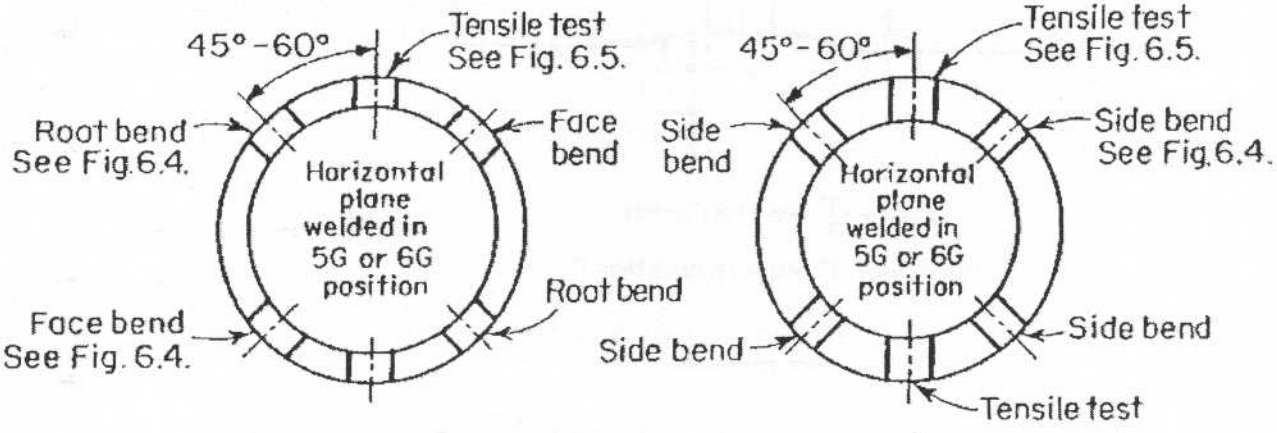
ترتیب در آوردن نمونه های PQR



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

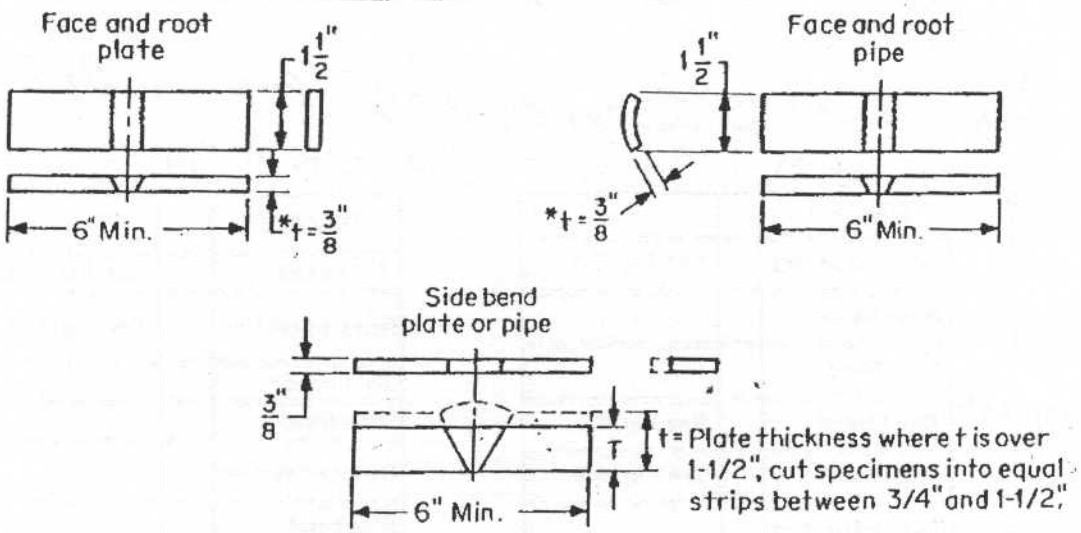


Welded pipe 1/16 to 3/4 in thick.

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.

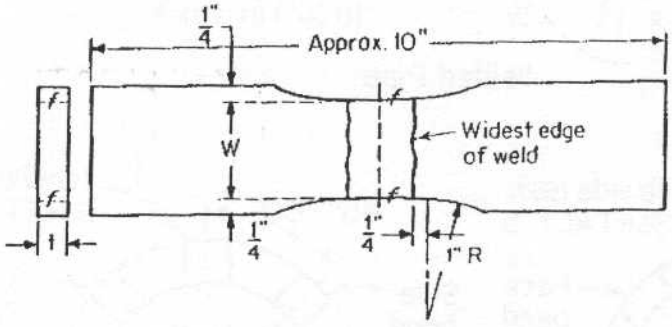
نمونه های کشش و خمش



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

Preparation of face, root, and side bend specimens.

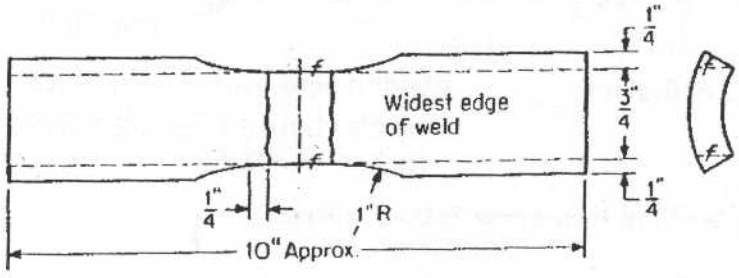
Plate specimen



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

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

Pipe specimen



(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 متناسب‌باحساسیت و ضخامت قطعه ایزوتوپ انتخاب شود.

بازرسی ذره مغناطیسی (MT)

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 برای‌کنترل 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) PT

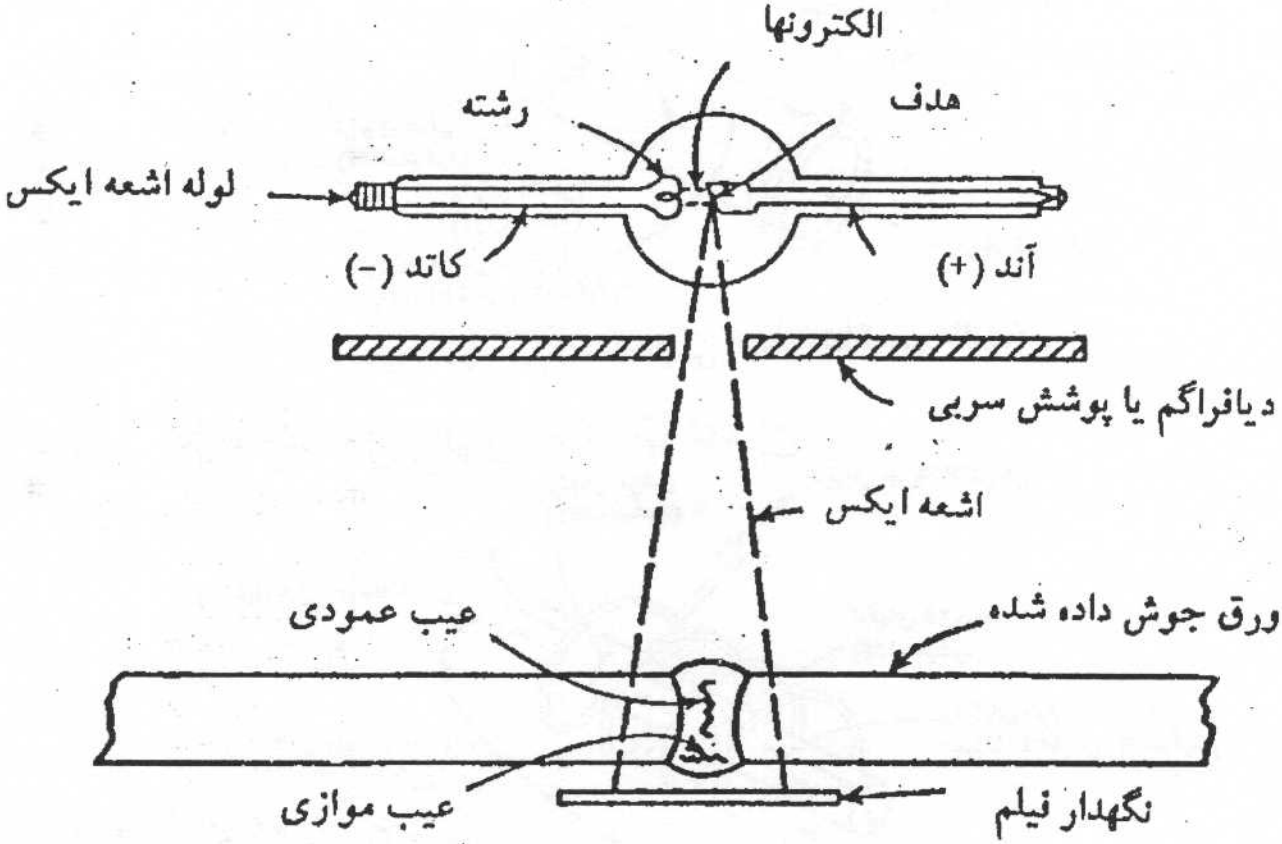
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب سطحی روی سطح تمیز و خشک، مایع نافذ پاشیده میشود. مدتی به مایع نافذ فرصت داده میشود تا در عیوب سطحی نفوذ کند. پس از طی زمان کافی، نافذ اضافی با کهنه آغشته به پاک کننده پاک میشود و روی سطح پوشش نازکی از ماده ظاهر کننده پاشیده میشود. ماده نافذ حبس شده در عیب بوسیله ظاهر 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- فقط 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 (فلورنوسنت)

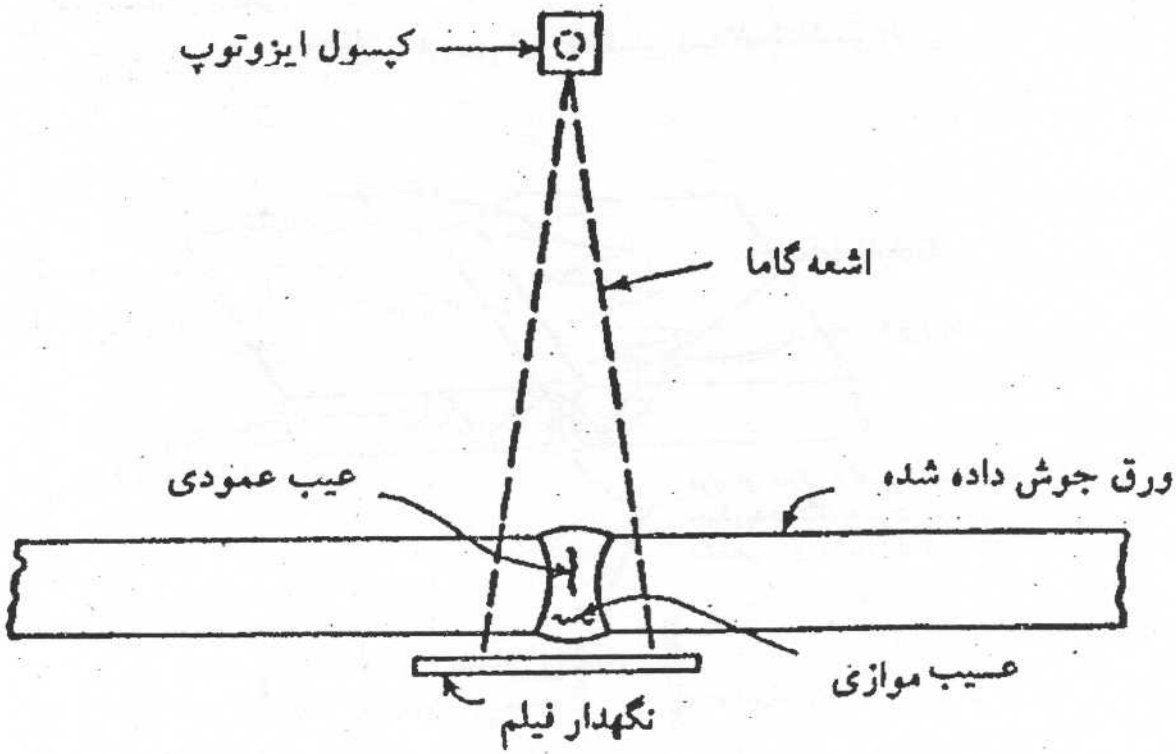
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب منتهی به سطح بوسیله پاشیدن، فرو بردن یا برس کشیدن، مایع نافذ اعمال میشود. نافذ اضافی با آب پاک میشود و سطح خشک میگردد. ظاهر کننده بصورت پودر خشک یا معلق در آب برای کشیدن مایع نافذ به سطح اعمال میشود. مایع نافذ با تابش نور سیاه (نور ماوراء بنفش) می‌درخشد. برای آزمون 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- فقط عیوبی که به سطح راه دارند را کشف می‌کند. ۲- برای نور ماوراء بنفش به برق احتیاج است. ۳- برای آزمون نشتی ورقهای با ضخامت بیشتر از ۶ میلیمتر خیلی موثر نیست.

بازرسی فراصوتی (التراسونیک)

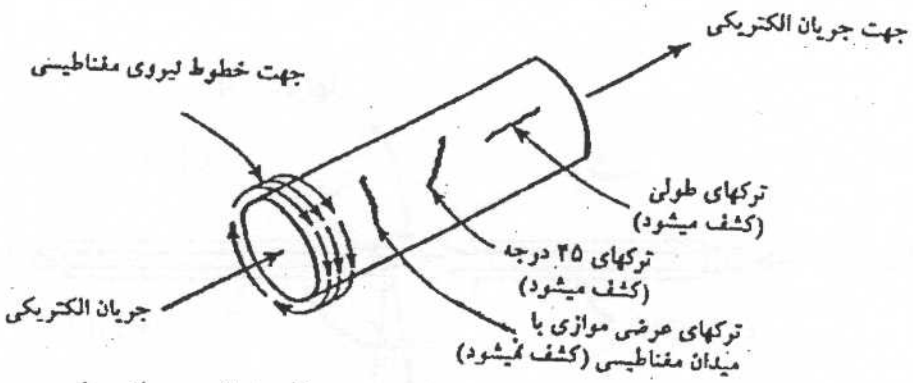
کاربردها	مزایا	ملاحظات
برای کشف عیوب در جوشها و قطعات و اندازه‌گیری ضخامت قطعات بکار میرود (شکل ۵). ضربانهای صوتی با فرکانس بالا از طریق پروب (معمولاً کوارتزی) انتقال داده میشود. پروب با استفاده از کوپلانت (نظیر روغن یا گلیسیرین برای خارج کردن هوا) در تماس با قطعه قرار داده میشود. امواج صوتی از قطعه 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 نشار 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.



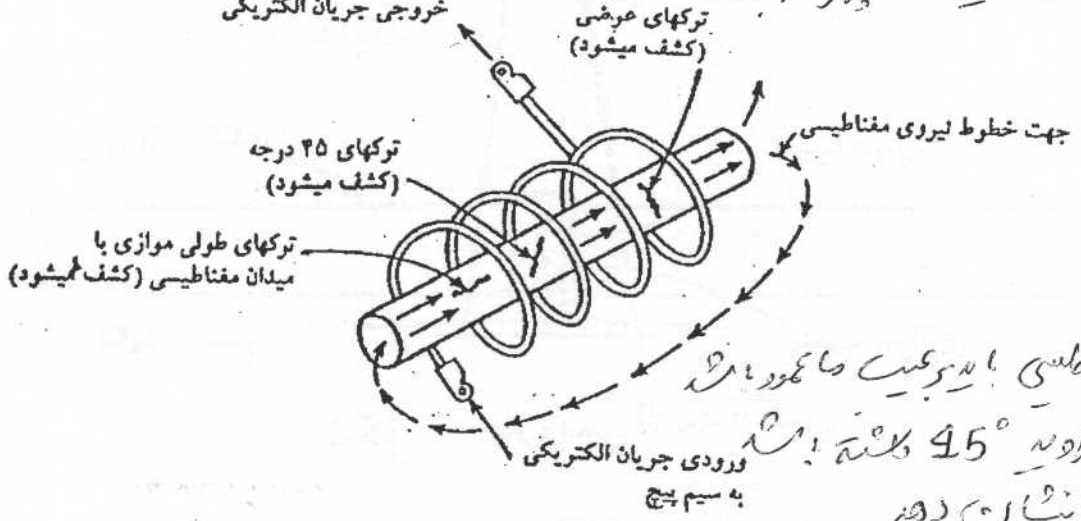
شکل - بازرسی اشعه ایکس



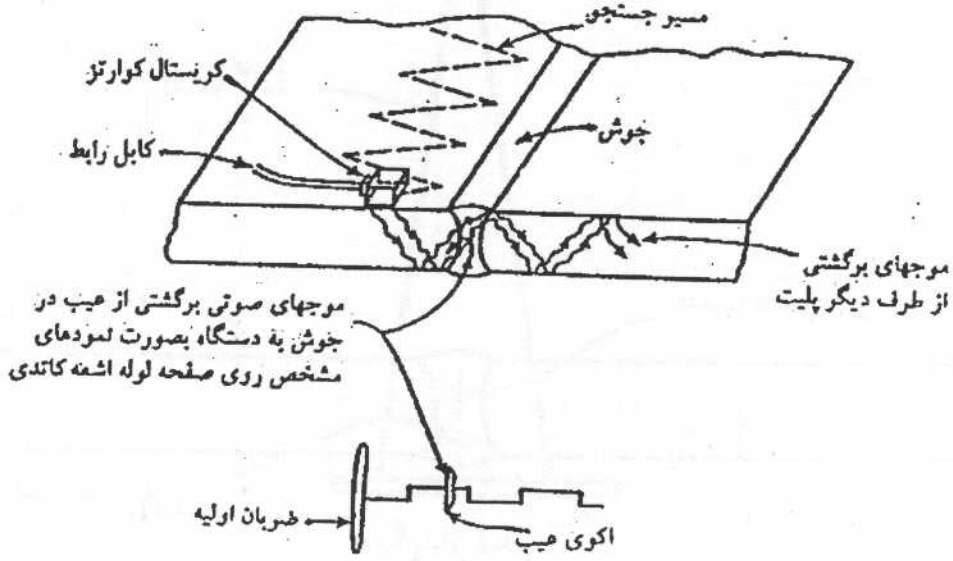
شکل - بازرسی اشعه گاما



شکل - بازرسی ذره مغناطیسی (میدان مغناطیسی حلقوی)



شکل - بازرسی ذره مغناطیسی (میدان مغناطیسی طولی)



شکل - بازرسی جوش با التراسونیک

ASME - Section 8

الزامات ضخامت برای پرتونگاری صددرصد

شماره طبقه بندی و شماره گروه، فلزات		وقتی ضخامت تجاوز می‌کند از:
فولادهای کربنی		۳۲ میلیمتر
P = 1	Group 1	
1	2	
1	3	
فولادهای آلیاژی با کرم 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 درصد کرم و فولادهای آلیاژی با ۲/۷۵ درصد کل آلیاژ		۱۶ میلیمتر
P = 4	Group 1	
4	2	
فولادهای آلیاژی با کل 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).

استاندارد پذیرش نشانه های مدور در رادیوگرافی
طبق ضمیمه ۴ از *ASME-SECTION VIII , DIVISION 1*

۴-۱- پذیرش این استاندارد

این استاندارد برای مواد فریتی، آستنیتی و غیرآهنی کاربرد دارد.

٤-۲- عبارت شناسی

الف - نشانه مدور

اگر نشانه ای دارای طول حداکثر سه برابر عرض یا کمتر روی فیلم دیده شود، به آن نشانه ی مدور می گویند.

نشانه مدور ممکن است دایره ای ، بیضی شکل، مخروطی یا نامنظم باشد و می‌تواند دم داشته باشد. موقع ارزیابی اندازه ی یک نشانه، دم هم بحساب می آید.

نشانه ی مدور ممکن است از هر عیبی در جوش نظیر تخلخل، سرباره یا تنگستن باشد. - آخال تنگستن مدوراست -

ب - نشانه های ردیف شده

تعداد ٤ نشانه ی مدور یا بیشتر وقتی ردیف شده بحساب می آیند که اگر از مرکز دو نشانه ی بیرونی در جهت طول جوش خطی رسم شود با آن تماس داشته باشند.

ج - ضخامت t ← برای جوش آسیاب شده منظور از t همان طول جوش است.

t ضخامت جوش بدون درنظر گرفتن گرده ی مجاز است. جوش لب بلب متصل کننده ی دو عضو با ضخامت نامساوی در محل جوش، *t* ضخامت عضو نازکتر است. برای جوش گوشه ای نفوذ کامل، ضخامت گلوئی جوش گوشه ای شامل *t* می شود.

۴-۳- معیار پذیرش

← برای رادیوگرافی ما فقط محتوی را کار داریم طول و عرض را کار نداریم

الف - دانسیته ی تصویر

دانسیته ی تصویر نشانه، ممکن است تغییر کند و این تغییر معیاری برای پذیرش یا مردودی نیست.

ب – نشانه های مربوط

فقط نشانه های مدوری که از اندازه های زیر بزرگتر باشند، مربوط به حساب می‌آید.

۰/۱ t برای t کمتر از ۳/۲ میلیمتر،

۰/٤ میلیمتر برای t از ۳/۲ تا خود ۶ میلیمتر،

۰/۸ میلیمتر برای t بیشتر از ۶ تا خود ۵۱ میلیمتر،

۱/۶ میلیمتر برای t بزرگتر از ۵۱ میلیمتر.

ج – حداکثر اندازه ی نشانه ی مدور

حداکثرمجازاندازه‌ی هرنشانه نبایستی ازیک چهارم t یا٤ میلیمتر،هرکدام کوچکتر است، تجاوزکند، مگرآنکه فاصله نشانه‌ی منفرد از نشانه مجاور ۲۵ میلیمتر یا بیشتر باشد که درآنصورت یک سوم t یا ۶ میلیمتر، هر کدام کوچکتر است، مجاز است. برای t بیشتر از ۵۱ میلیمترحداکثر اندازه‌ی مجازیک نشانه‌ی منفردبایستی تا۱۰ میلیمتر افزایش داده شود.

د– نشانه های مدور ردیف شده

نشانه های مدور ردیف شده وقتی قابل قبول هستند که مجموع قطرهای نشانه ها کمتر از t در طول ۱۲t باشد (شکل).

طول گروه های نشانه های مدور ردیف شده و فاصله بین گروه ها بایستی الزامات شکل را برآورده سازد.

ه – فاصله

فاصله ی بین نشانه های مدور مجاور عاملی در تعیین قبولی یا مردودی نیست، مگر آنکه برای نشانه های منفرد یا گروه های نشانه های ردیف شده لازم باشد.

و – چارت نشانه ی مدور

نشانه های مدور مشخص شده بعنوان عیب نبایستی از چارت نشان داده شده بیشتر باشند. چارتهای ارائه شده در شکل ۳ لغایت ۸ انواع متعدد نشانه های مدور جور واجور، پراکنده ی تصادفی و خوشه ای برای ضخامتهای جوش مختلف بزرگتر از ۳/۲ میلیمتر را نشان می دهند. این چارت ها حداکثر تمرکز قابل قبول نشانه های مدور را ارائه می کنند.

توزیع نشان داده شده در چارتها، ضرورتاً همانند نشانه های ظاهر شده روی فیلم نیستند ولی نمونه ای از تمرکز و اندازه ی نشانه های مجاز هستند.

ز- ضخامت جوش t کمتر از ۳/۲ میلیمتر

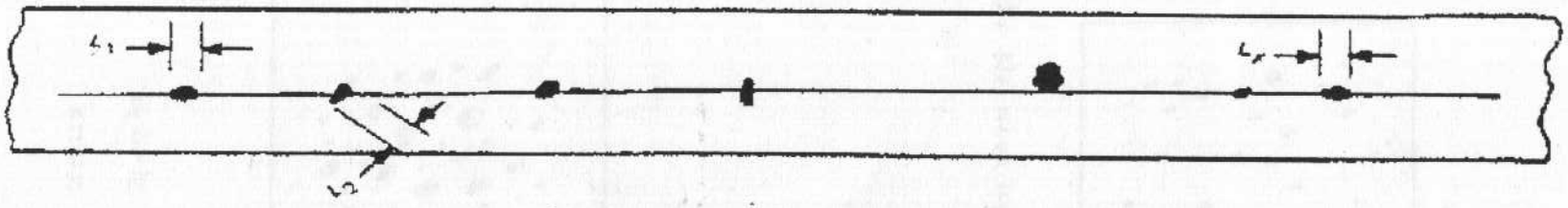
برای t کمتر از ۳/۲ میلیمتر حداکثر تعداد نشانه های مدور نبایستی از ۱۲ تا در طول ۱۵۰ میلیمتر جوش، بیشتر باشد. برای طول کمتر از ۱۵۰ میلیمتر، بهمان نسبت تعداد نشانه های مجاز کمتر است.

ح - نشانه های خوشه ای

تمرکز نشانه‌ی خوشه‌ای در هرناحیه تا چهاربرابرتمرکز نشانه های پراکنده میباشد.

طول خوشه قابل قبول نبایستی از ۲۵ میلیمتر یا ۲t (هرکدام کمتر است)، بیشتر باشد. اگر تعداد خوشه ها بیشتر از یکی باشد، مجموع طول خوشه ها نبایستی از ۲۵ میلیمتر در هر ۱۵۰ میلیمتر طول جوش، بیشتر باشد.

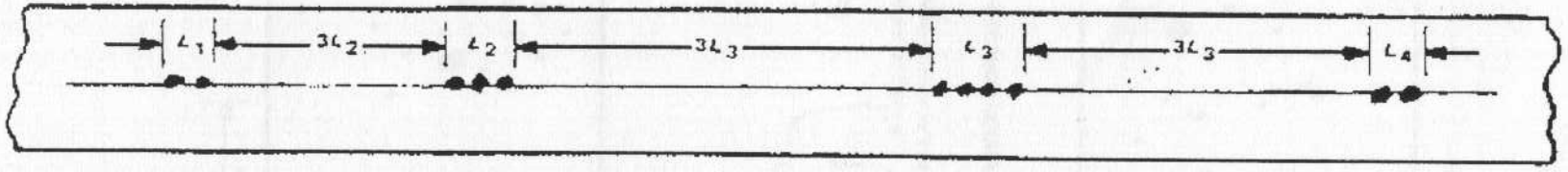
ضخامت	حداکثر اندازه قابل قبول نشانه های مدور				حداکثر اندازه نشانه های غیرمربوط	
	تصادفی		منفرد			
ضخامت کمتر از ۳/۲ میلیمتر	یک چهارم ضخامت		یک سوم ضخامت		یک دهم ضخامت	
۳/۲ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر	۰/۰۴۲	۱/۰۶ میلیمتر	۰/۰۱۵	۰/۴ میلیمتر
۴/۸ میلیمتر	۰/۰۴۷	۱/۲ میلیمتر	۰/۰۶۳	۱/۶ میلیمتر	۰/۰۱۵	۰/۴ میلیمتر
۶/۳۵ میلیمتر	۰/۰۶۳	۱/۶ میلیمتر	۰/۰۸۳	۲/۱ میلیمتر	۰/۰۱۵	۰/۴ میلیمتر
۸ میلیمتر	۰/۰۷۸	۲ میلیمتر	۰/۱۰۴	۲/۶ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۹/۵ میلیمتر	۰/۰۹۱	۲/۳ میلیمتر	۰/۱۲۵	۳/۲ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۱۱/۱ میلیمتر	۰/۱۰۹	۲/۸ میلیمتر	۰/۱۴۶	۳/۷ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۱۲/۷ میلیمتر	۰/۱۲۵	۳/۲ میلیمتر	۰/۱۶۸	۴/۳ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۱۴/۲ میلیمتر	۰/۱۴۲	۳/۶ میلیمتر	۰/۱۸۸	۴/۸ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۱۵/۹ میلیمتر	۰/۱۵۶	۴ میلیمتر	۰/۲۱۰	۵/۳ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۱۷/۴ میلیمتر	۰/۱۵۶	۴ میلیمتر	۰/۲۳۰	۶ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
۵۱ تا ۱۹ میلیمتر	۰/۱۵۶	۴ میلیمتر	۰/۲۵۰	۶ میلیمتر	۰/۰۳۱	۰/۸ میلیمتر
بیشتر از ۵۱ میلیمتر	۰/۱۵۶	۴ میلیمتر	۰/۳۷۵	۹/۵ میلیمتر	۰/۰۶۳	۱/۶ میلیمتر



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

FIG. 4-1 ALIGNED ROUNDED INDICATIONS

نشانه های مدور ردیف شده



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

Maximum Group Length
L = 1/4 in. for t less than 3/4 in.
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.

Minimum Group Spacing
3L where L is the length of the longest adjacent group being evaluated.

FIG. 4-2 GROUPS OF ALIGNED ROUNDED INDICATIONS

گروه نشانه های مدور ردیف شده

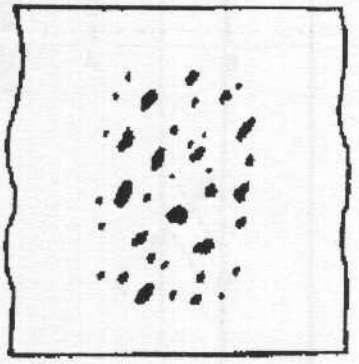
نشانه های مدور تصادفی

RANDOM ROUNDED INDICATIONS

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

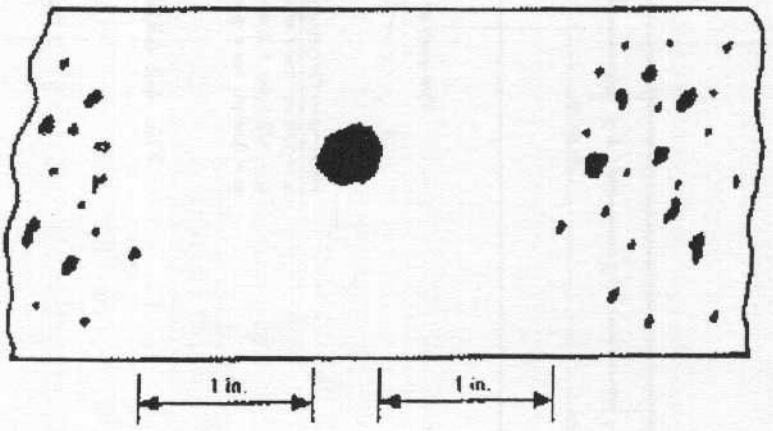
۶ اینچ طول ضلع ← ۱۵ mm در طول ۱۵۰ mm از جوش

۱۵ اینچ ← ۳۰ mm در طول ۳۰۰ mm از جوش



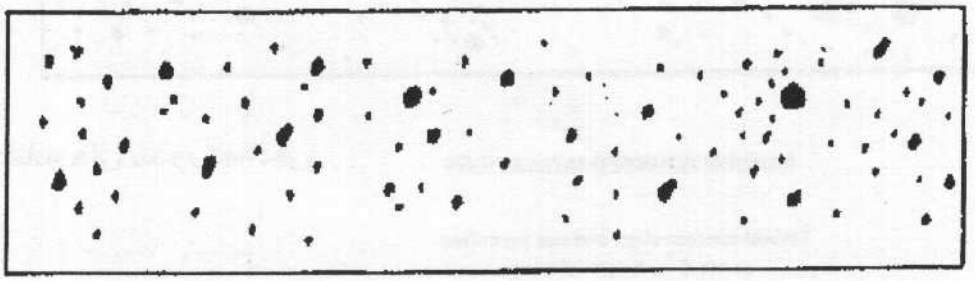
خوشه ای

CLUSTER



نشانه ی منفرد

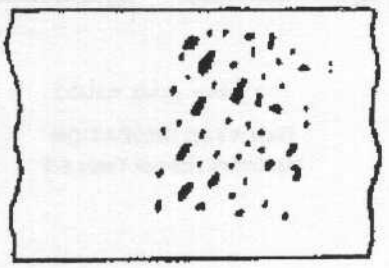
ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1



نشانه های مدور تصادفی

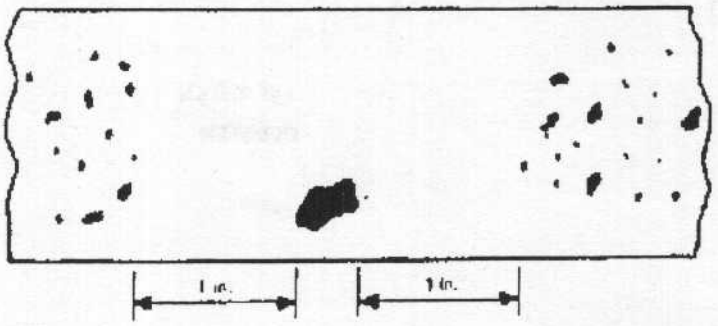
RANDOM ROUNDED INDICATIONS

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



خوشه ای

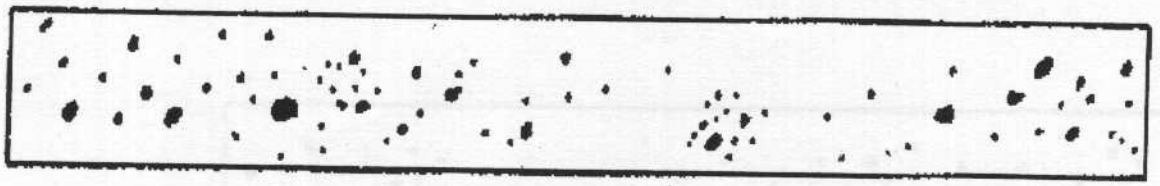
CLUSTER



نشانه ی منفرد

ISOLATED INDICATION

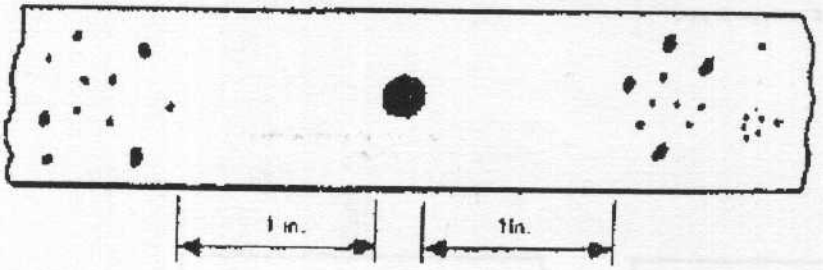
Maximum size per Table 4-1



RANDOM ROUNDED INDICATIONS

نشانه های مدور تصادفی

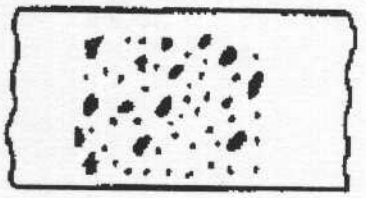
Typical concentration and size permitted in any 6 in. length of weld



نشانه های منفرد

ISOLATED INDICATION

Maximum size per Table 4-1



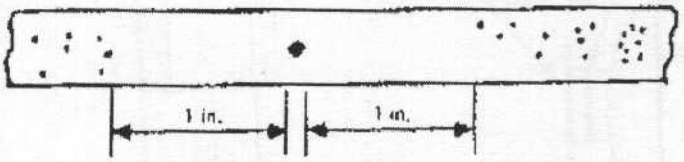
خوشه ای

CLUSTER

نشانه های مدور تصادفی

RANDOM ROUNDED INDICATIONS

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



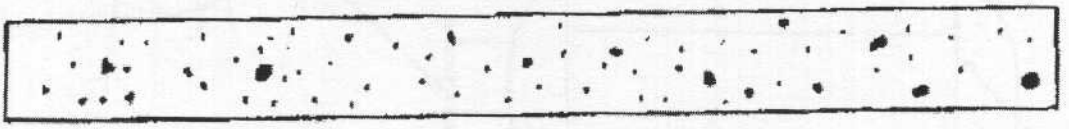
نشانه های منفرد

ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

خوشه ای

CLUSTER

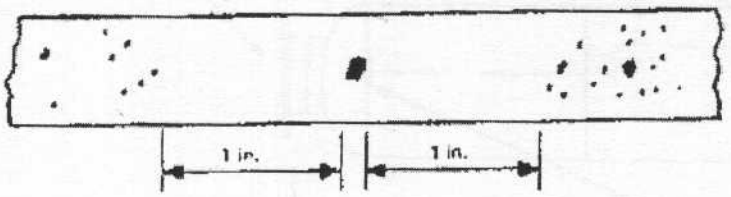
FIG. 4-3 CHARTS FOR t EQUAL TO ⅛ in. to ¼ in., INCLUSIVE

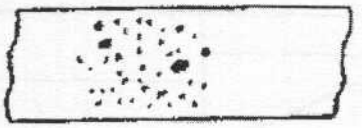


نشانه های مدور تصادفی

RANDOM ROUNDED INDICATIONS

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





نشانه های منفرد

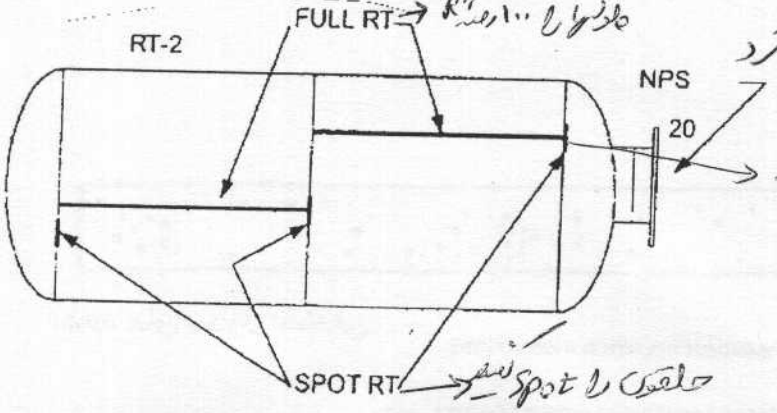
ISOLATED INDICATION
Maximum size per Table 4-1

خوشه ای

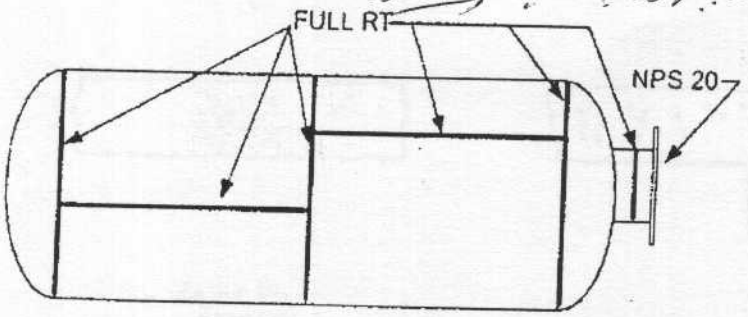
CLUSTE

قواعد بازده اتصال و علامتگذاری رادیوگرافی

RT-2

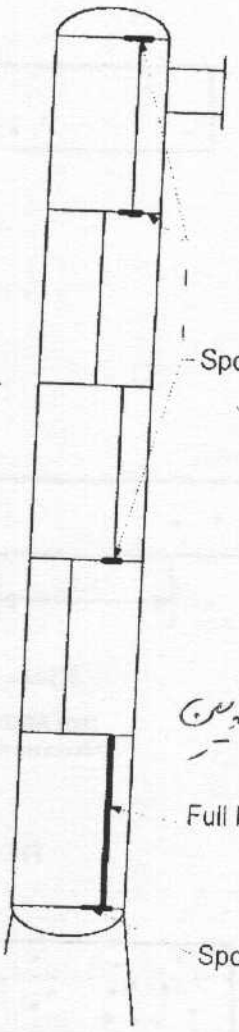


Both vessels calculate to identical thickness when designed for internal pressure only.



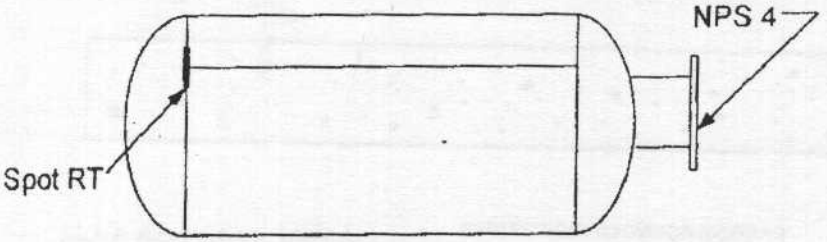
RT-1

RT-4 Example

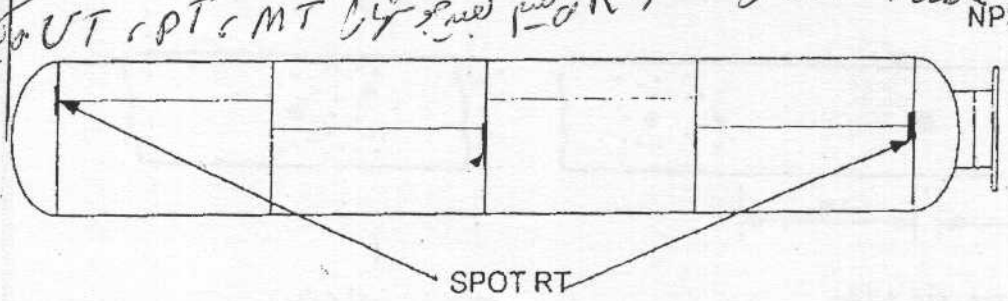


Corrected Sketch from Previous Issue

RT-3 Examples

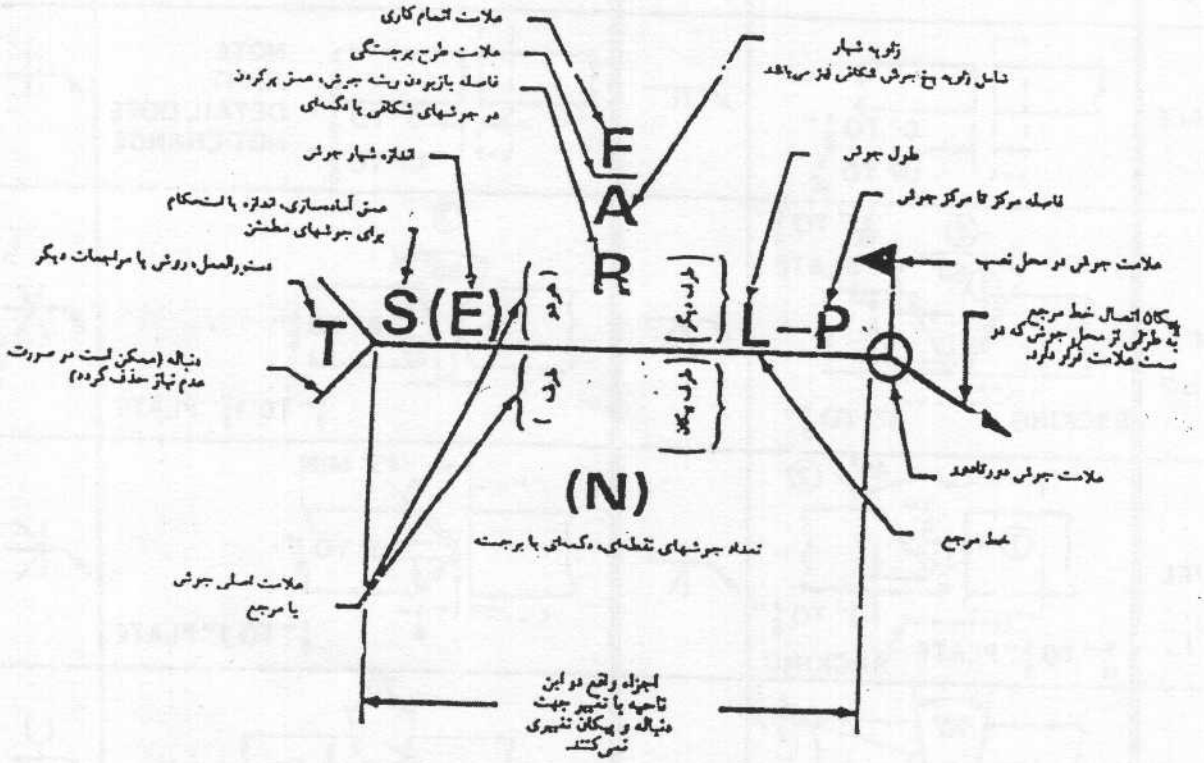


Ex. (1) All welds made by same welder and total less than 50 ft. - 1 Spot RT Required

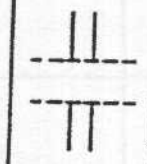
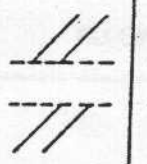
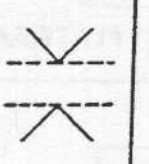
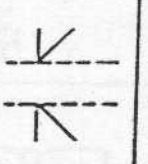
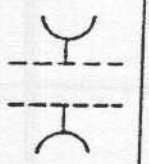
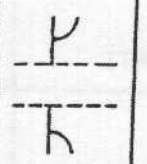
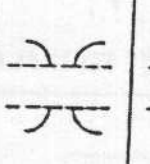
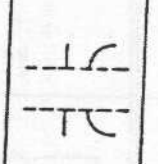


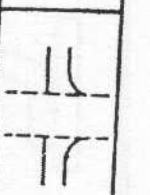
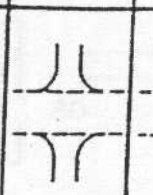
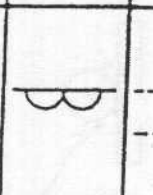
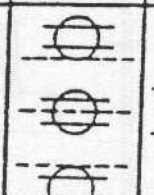
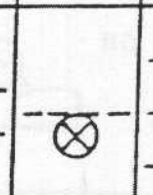
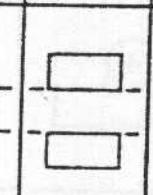
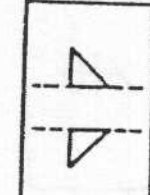
Ex. (2) Assume 3 weld increments requiring 3 Spot RT's

علائم قراردادی جوش



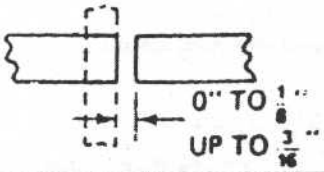
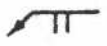
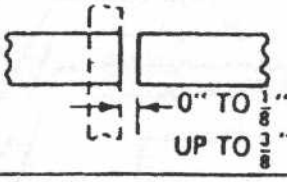
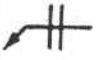
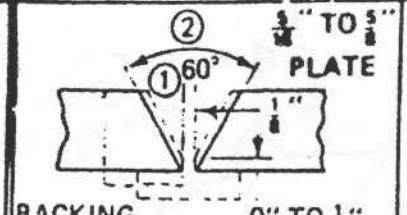
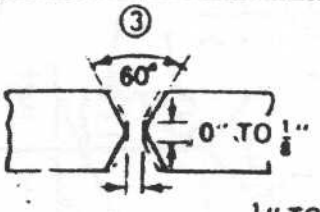
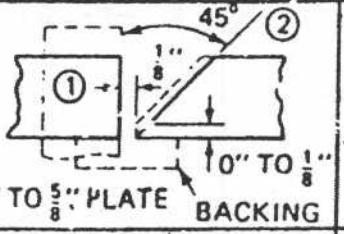
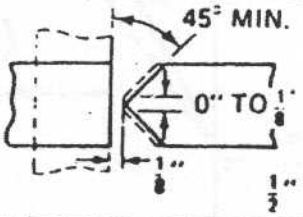
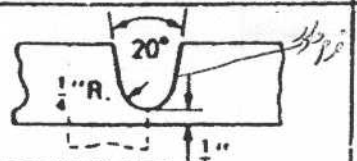
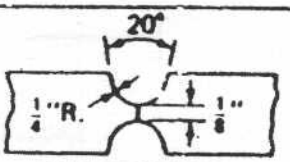
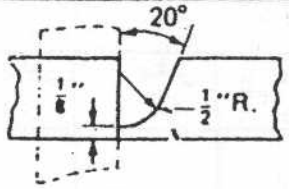
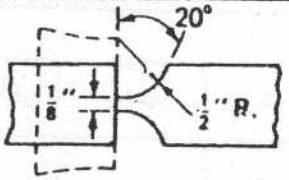
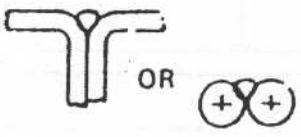
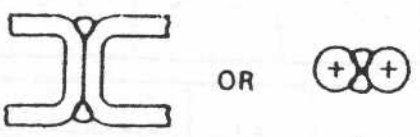
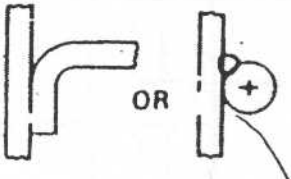
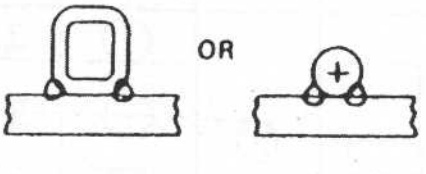
موقعیت استاندارد اجزای یک علامت جوشکاری

Groove							
ساده	اریب	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							
								

(From ANSI/AWS A2.4-

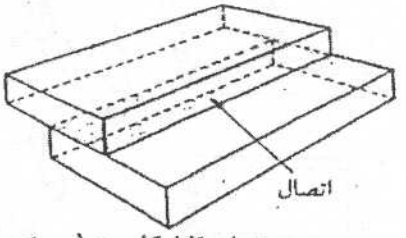
شکل ۹- نشانه‌های اصلی جوش. اینها قسمتی از نشانه جوشکاری کامل هستند.

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

* شیاری که خود به خاطر عملکرد صدد نظر بوجود می آید FLARE

انواع اتصال

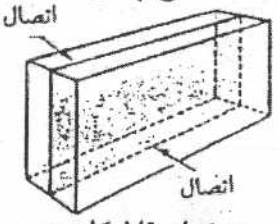
اتصال رویهم



جوشهای قابل کاربرد

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

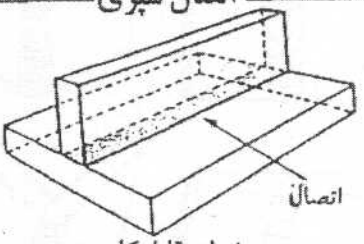
اتصال لبه‌ای



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

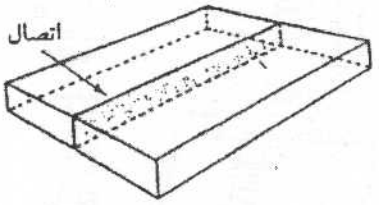
اتصال سپری



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

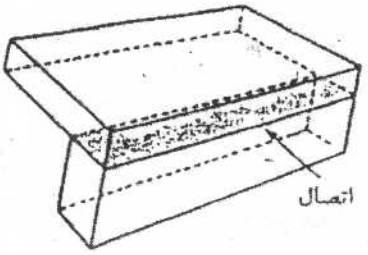


جوشهای قابل کاربرد

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

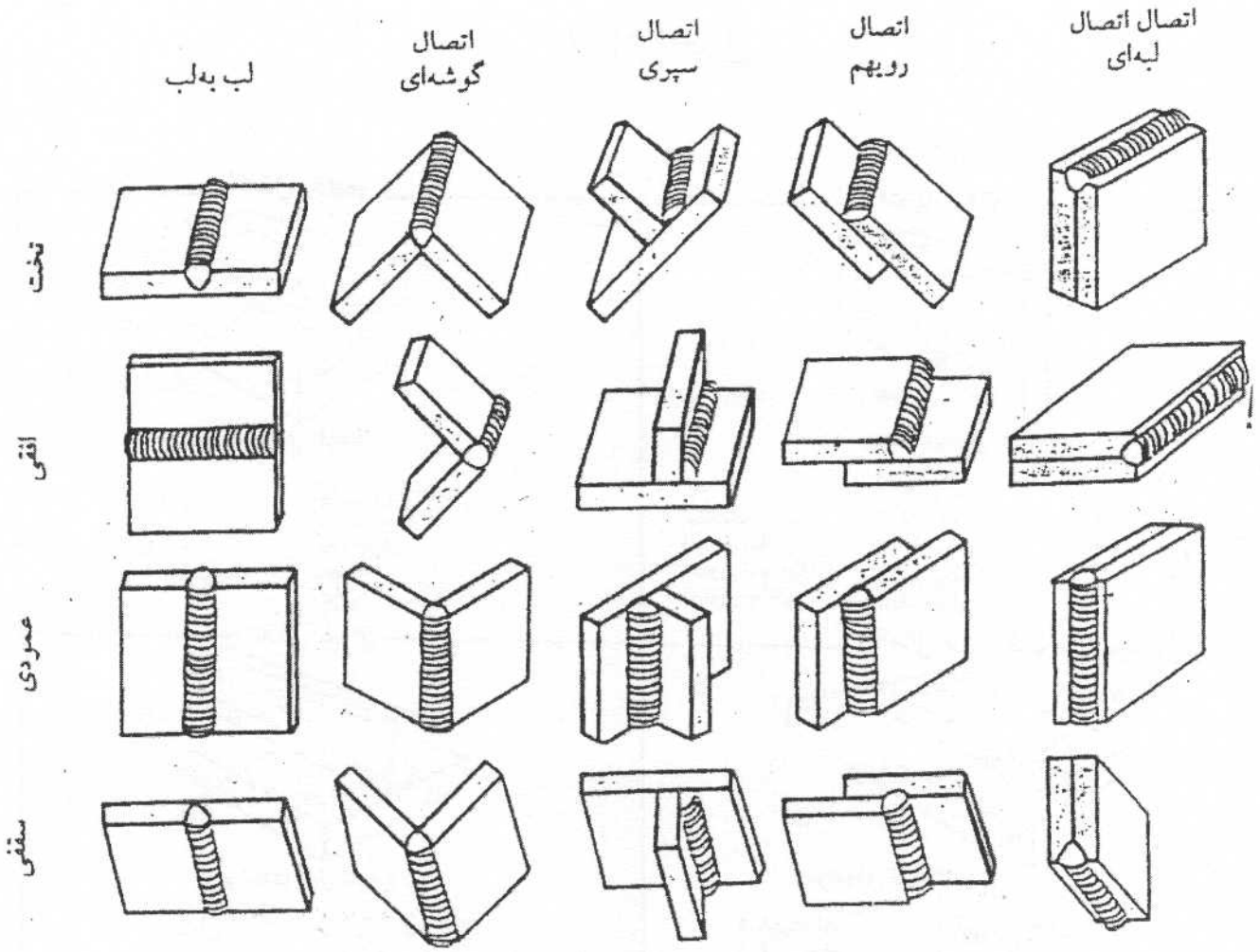
اتصال گوشه‌ای

جوشهای قابل کاربرد

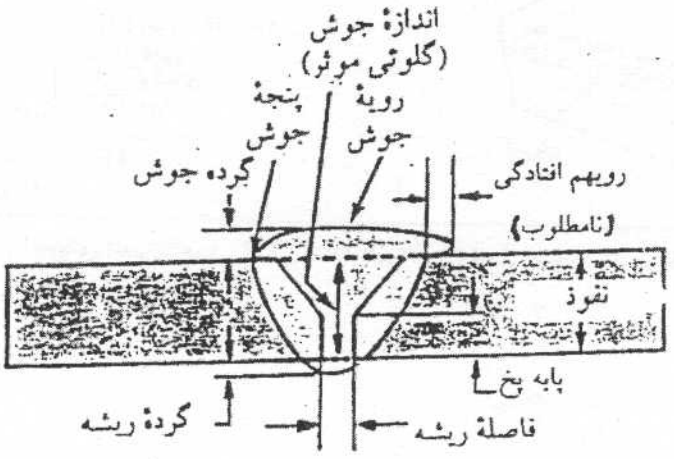


گوشه ای
شیاری ساده
شیاری جناغی
شیاری نیم جناغی
شیاری لاله‌ای
شیاری نیم لاله‌ای
شیاری جناغی گرد
شیاری نیم جناغی گرد
لبه فلانجی
فلاج گوشه‌ای
نقطه جوش
برجسته
درزی

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

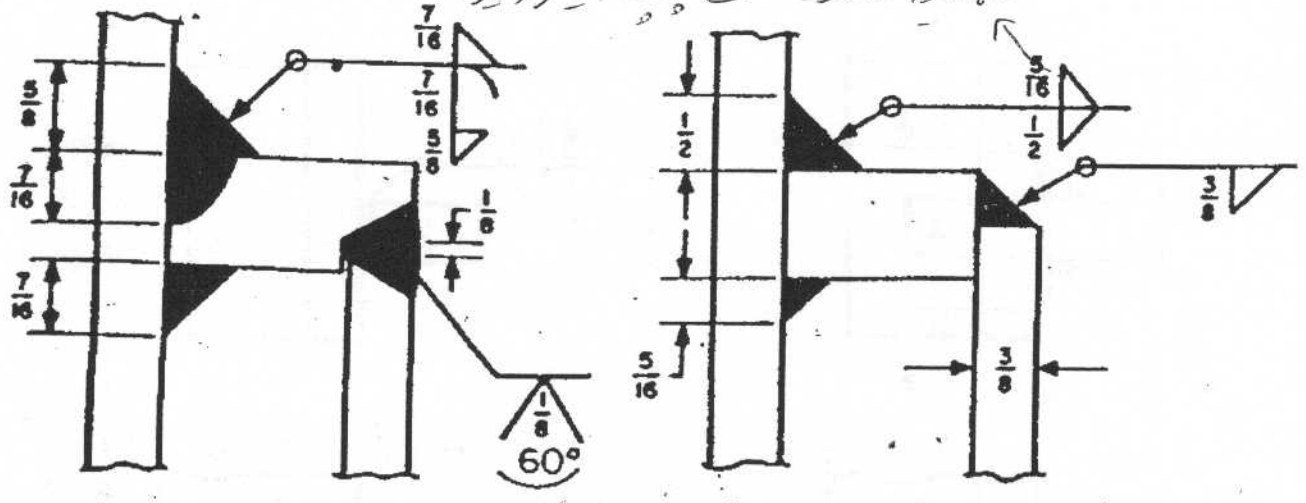


شکل - پنج نوع اتصال جوش اصلی می‌تواند درچهار حالت جوشکاری انجام شود.

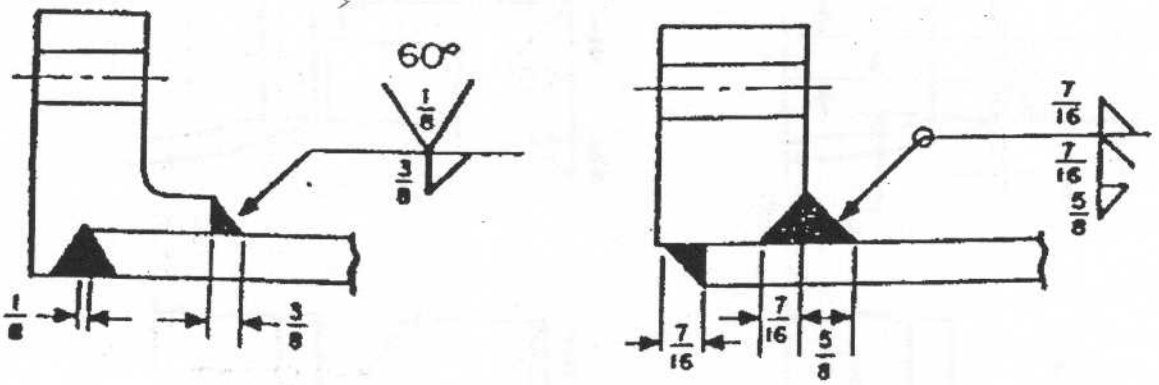


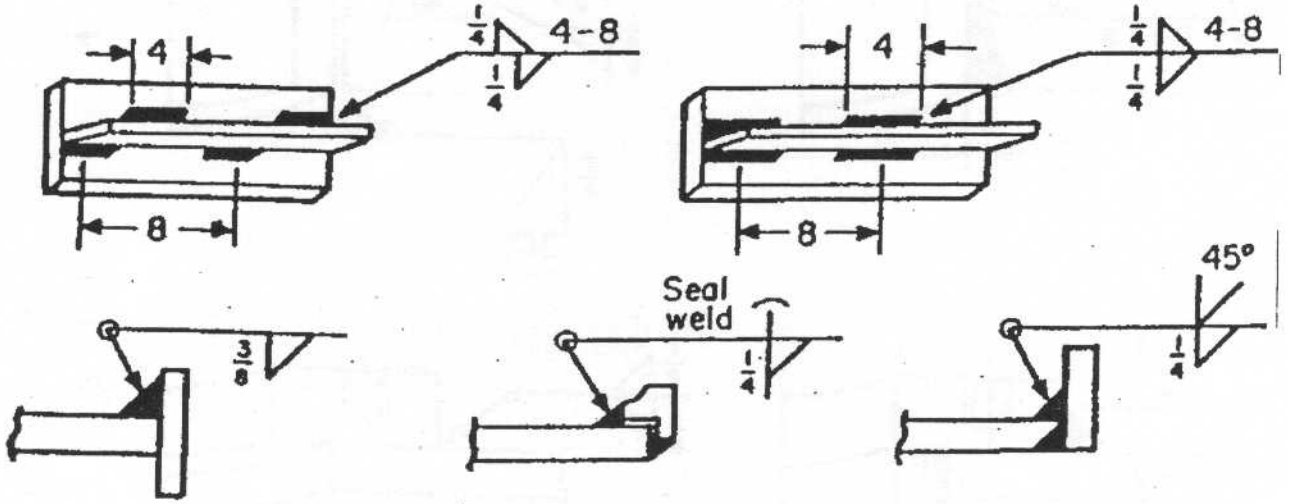
شکل نامگذاری قسمتهای جوش کامل شده

همیشه خط کمود سمت چپ باید قرار گیرد

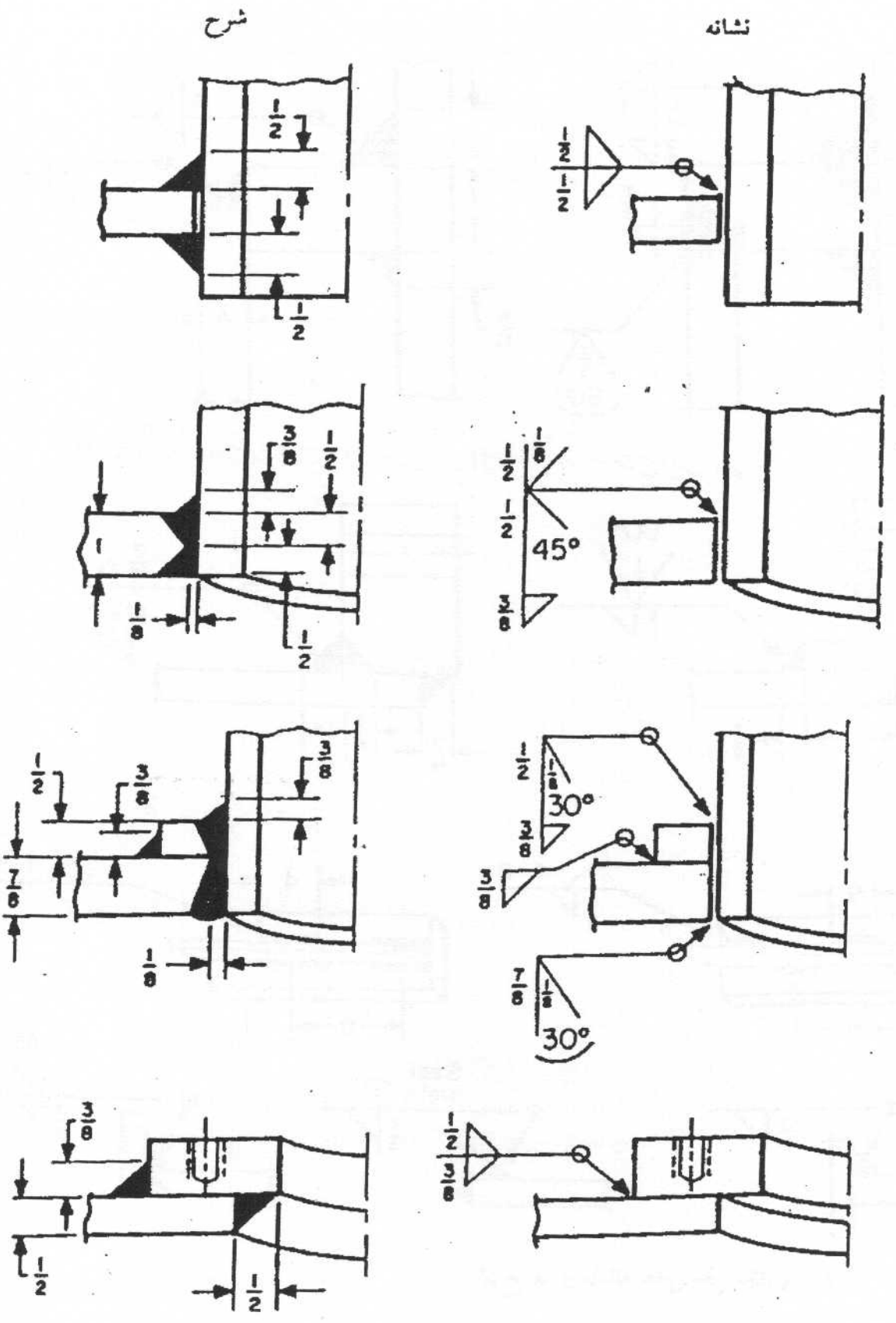


- طول جوش سمت راست علامت - اندازه جوش سمت چپ علامت





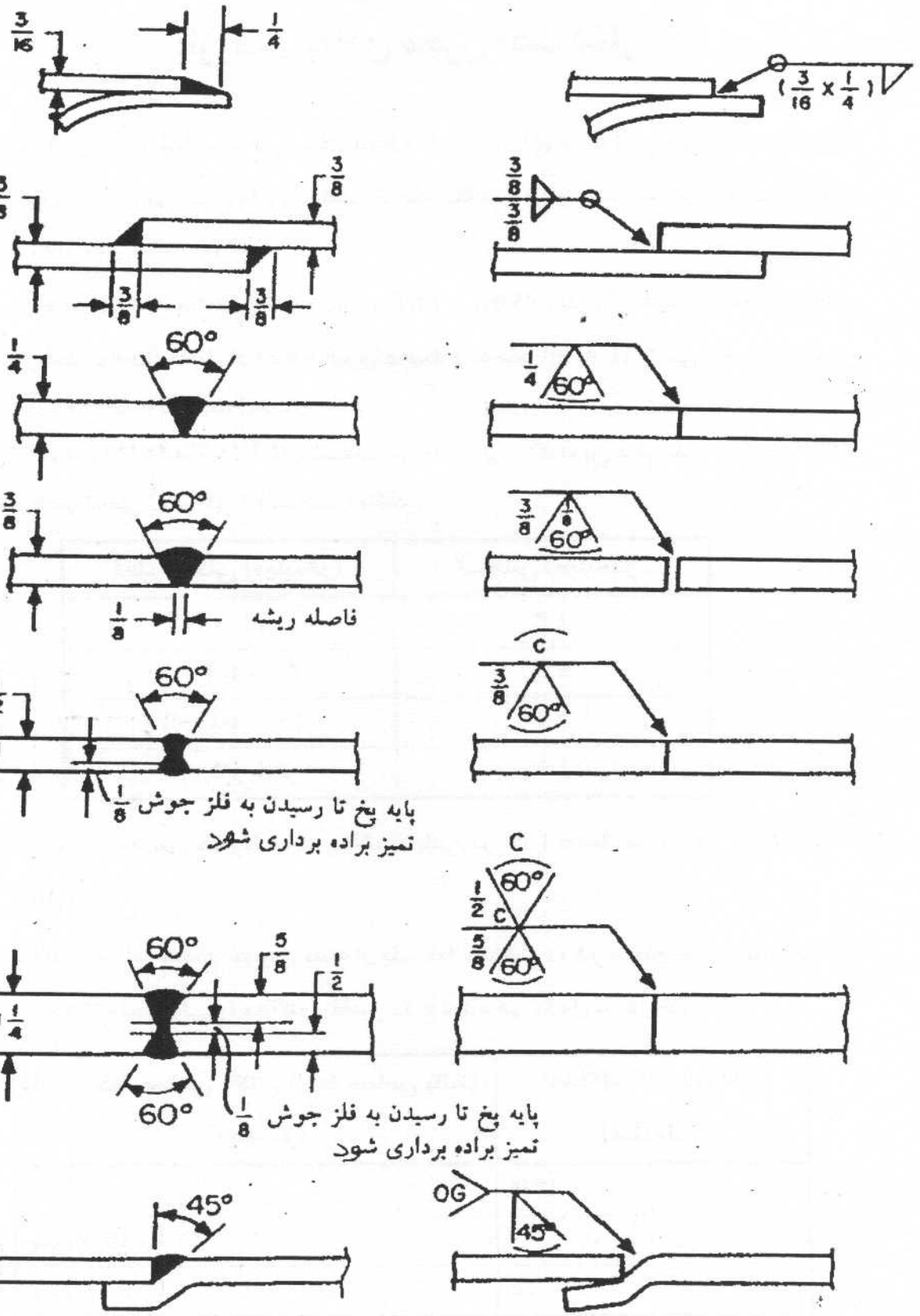
شرح ها و نشانه های جوشکاری متفرقه



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

نشانه

شرح



جوش صنعتی

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

بخش دوم :

بازرسی ابعادی مخزن تحت فشار

۱- خط مرجع، خط اطلاعات فنی برای اندازه گیری ابعادی و تلرانس مربوطه است. خط مرجع ممکن است بر خط مماس برکلگی منطبق باشد یا روی بدنه بعد از خط جوش بدنه به کلگی در نظر گرفته شود.

۲- علاوه بر تلرانس مشخص شده در کد *ASME - VIII* ، تلرانس قطر، اختلاف بین قطر اسمی و قطر واقعی حاصل از اندازه گیری محیط و تقسیم آن به ۳/۱٤ می باشد که بایستی از میزان درج شده در جدول تجاوز نکند.

دو پهن بودن *(OVALIZATION)* یا اختلاف بین بیشترین و کمترین قطر بایستی کمتر از یک درصد قطر اسمی (حداکثر ۲۰ میلیمتر) باشد.

قطر داخلی (میلیمتر)	تلرانس (میلیمتر)
تا ۱۲۰۰	± ۳
۱۲۰۱ تا ۲۰۰۰	± ۵
۲۰۰۱ تا ۵۰۰۰	± ۷
۵۰۰۱ و بالاتر	± ۸

۳-تلرانس فاصله بین خطوط مماس بالاتر و پایین تر : ۱/۵ ± میلیمتر در هر متر و حداکثر ۲۵ ± میلیمتر.

٤-حداکثر انحراف سطح بیرونی بدنه از یک خط مستقیم درهر مقطع تجهیز، نبایستی از ۳ میلیمتر در ۳ متر طولی، یا حداکثر مقادیر درج شده در جدول بیشتر شود.

فاصله خط مماس بالائی تاخط مماس پائینی (میلیمتر)	حداکثر کل انحراف (میلیمتر)
تا ۱۵	۱۲/۵
بیش از ۱۵ ، تا ۳۰	۲۰
بیش از ۳۰	۲۵

۵- ارتفاع از خط پایه - خطای مجاز ۳ ± میلیمتر در هر ۸ متر ارتفاع، در کل ارتفاع ۱۵ ± میلیمتر.

۶- طول از خط مرجع - خطای مجاز ۳± میلیمتر هر ۸ متر طول، حداکثر ۱۵± میلیمتر در کل.

۷- تلرانس فاصله بین سطح آب بندی فلنج و محور تجهیز: ۵± میلیمتر.

۸-سطح آب بندی فلنج - چرخش نسبت به سطح مشخص شده، در هرجهت : صفردرجه، ۳۰ دقیقه ، حداکثر انحراف در قسمت خارجی فلنج ۵ میلیمتر (جزئیات A ملاحظه شود).

۹-حداکثر چرخش سوراخهای فلنج نسبت به محور اصلی ۱/۵ میلیمتر (جزئیات A ملاحظه شود).

۱۰-تلرانس فاصله محور نازل های فلنج روی بدنه از خط مرجع : ۶ ± میلیمتر برای نازلهای مربوط به سینی ها یا دهانه خروجی، تلرانس فاصله از رینگ های تکیه گاه سینی ها : ۳± میلیمتر.

۱۱-تلرانس فاصله محور نازل های روی کلگی از خط مرکزی تجهیز : ۶ ± میلیمتر.

۱۲-تلرانس فاصله بین سطح آب بندی فلنج نازل ها روی کلگی و خط مرجع یا مماس : ۵ ± میلیمتر.

۱۳-تلرانس فاصله بین سطح آب‌بندی فلنج منهول (دریچه بازدید) وتجهیز: ۱۰ ± میلیمتر.

۱٤-صفحه سطح آب بندی فلنج های دریچه بازدید - حداکثر چرخش نسبت به صفحه داده شده در هر جهت : ۱ ± درجه.

۱۵-تلرانس فاصله محور منهول ها از خط مرجع : ۱۲± میلیمتر.

۱۶-تلرانس تراز مرکز نازل ها تا فاصله مرکزی : ۱/۵± میلیمتر.

۱۷-تلرانس فاصله بین محور نازل تخلیه زیرین و خط مرکزی ۶± میلیمتر.

۱۸-طرز قرار گرفتن نازل ها و ملحقات بطور کلی - تلرانس فاصلهٔ بین یک نازل یا قطعه الحاقی و دیگری یا محور مرجع : ۳± میلیمتر برای فاصله کمتر از ۳ متر، ۱± میلیمتر برای هر متر، برای فاصله بیشتر از ۳ متر، حداکثر ۶± میلیمتر.

۱۹–تلرانس قطر محیط سوراخ کردن جای پیچ مهارها : ۳± میلیمتر برای قطر تا ۲۰۰۰ میلیمتر و ۶± میلیمتر برای قطر بیشتر از ۲۰۰۰ میلیمتر.

۲۰–حداکثر انحراف از صفحه افقی سطح تکیه گاه رینگ پایه: جدول ملاحظه شود.

قطر داخلی (میلیمتر)	تلرانس (میلیمتر)
تا ۲۰۰۰	۳ ±
۲۰۰۱ و بیشتر	۵ ±

۲۱–تلرانس ارتفاع جعبه های مهار: ۶± میلیمتر

۲۲–تلرانس قرار گرفتن پیچ مهارها نسبت به محور اصلی : ۶± میلیمتر (با تلرانس بین یک پیچ و پیچ دیگر ۵± میلیمتر).

۲۳–تلرانس فاصله بین خط مرجع و سطح پایه: ۰ +، ۱۰- میلیمتر.

۲٤–حداکثر انحراف از صفحه افقی سطح تکیه گاه ورق پایه : ۱/۵± میلیمتر.

۲۵–تلرانس فاصله بین خط مرجع و گوشواره ها یا سطح تحمل رینگ های تکیه گاه: ۱۰+، ۰ – میلیمتر.

۲۶–تلرانس فاصله بین محور تجهیز و سطح پایه : ۰ +، ۱۰- میلیمتر.

۲۷–جای زینی ها – فاصله از خط مرکزی زینی یا خط مرکزی سوراخهای زینی تا خط مماس فاصله بین زینی ها: جدول ملاحظه شود.

فاصله (متر)	تلرانس (میلیمتر)
تا ٤	۳ ±
بیش از ٤ تا ۷	۶ ±
بیش از ۷ تا ۱۰	۹±
بیش از ۱۰	۱۳±

۲۸–تلرانس بین مرکز سوراخهای پیچ های فونداسیون روی ورق پایه زینی: ۱۵ ±میلیمتر

۲۹–حداکثر انحراف از صفحه افقی سطح حمال ورق پایه زینی، در طول : ۳± میلیمتر

۳۰-حداکثر انحراف از صفحه افقی سطح حمال ورق پایه زینی، در عرض : ۱/۵± میلیمتر.

۳۱-تلرانس فاصله بین رینگ های تکیه گاه سینی و خط مرجع : ۵ ± میلیمتر.

۳۲-تلرانس فاصله بین لبه پائینی تکیه گاه ناودانی *(DOWNCOMER)* و سطح بالائی رینگ تکیه گاه سینی : ۳ ± میلیمتر.

۳۳-تلرانس فاصله بین رینگ های تکیه گاه سینی و سینی های مجاور : ۳ ± میلیمتر.

۳٤-تلرانس ارتفاع تکیه گاه *DOWNCOMER* : ۳ ± میلیمتر.

۳۵-تلرانس فاصله بین محور عمودی تجهیز و سطح داخلی تکیه گاه *DOWNCOMER* : ٤ ± میلیمتر.

۳۶-تکیه گاه سینی بایستی دارای سطح تخت باشد تا تماس فلزی بین سینی و تکیه‌گاه را تامین کند.

تکیه گاه بایستی تخت باشد، با حداکثر انحراف مساوی با ۰/۸ میلیمتر برای هر وترقوس ۳۰۰ میلیمتر.

حداکثر انحراف سطح تکیه گاه از سطح افقی، اندازه گیری در طول ضخامت تجهیزات در دو نقطه مقابل قطری سینی، بایستی ۱/۵ میلیمتر برای تجهیزات با قطر داخلی کمتر از ۱۲۰۰ میلیمتر و ۳ میلیمتر برای تجهیزات با قطر بیشتر از ۱۲۰۰ میلیمتر باشد.

۳۷-تلرانس فاصله بین گیره های تکیه گاه یا رینگهای جوش داده شده خارجی و خط مرجع یا محور تجهیز: ۶ ± میلیمتر.

۳۸-تلرانس فاصلهٔ بین تکیه گاه های خارجی جوش داده شده بصورت جفت : ۳ ± میلیمتر.

۳۹-سطح آب بندی فلنج نازل هم زن بایستی نسبت به عمودی تجهیز بصورت ۹۰ درجه باشد، با حداکثر تلرانس مجاز *10* و *0* ± ، حداکثر مجاز انحراف ۳ میلیمتر بر ۱۰۰۰ میلیمتر طول است.

٤۰-شافت همزن با تجهیزات دریک راستا باشد، با حداکثر انحراف مجاز ۳ میلیمتر بر ۱۰۰۰ میلیمتر طول.

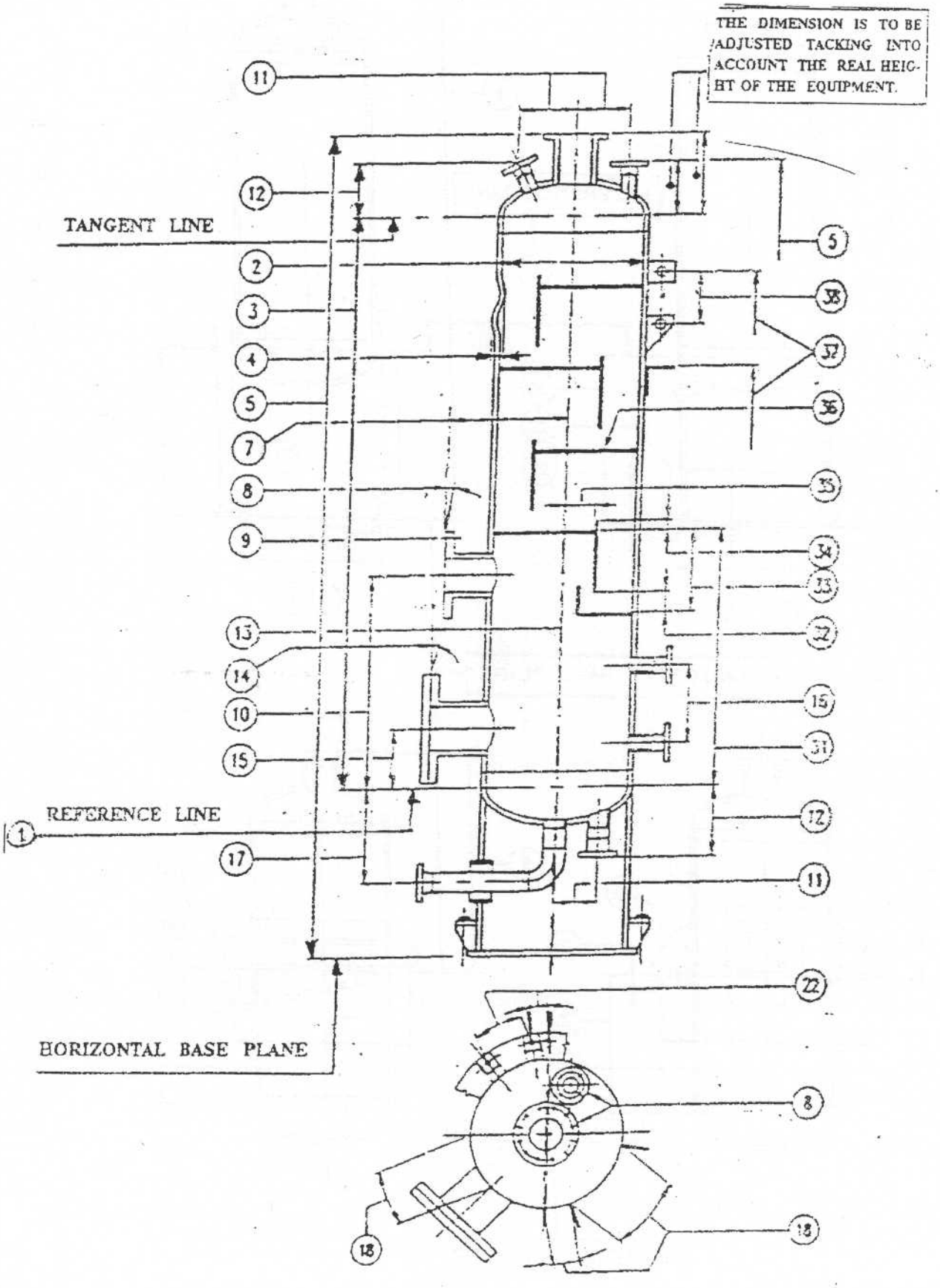
۴۱–تکیه گاه های محرک هم زن نصب شده روی بالای کلگی بایستی هم مرکز و کاملاً موازی با سطح آب بندی فلنج نازل همزن بالائی با فقط یک بار تنظیم ماشین، ماشنیکاری شود.

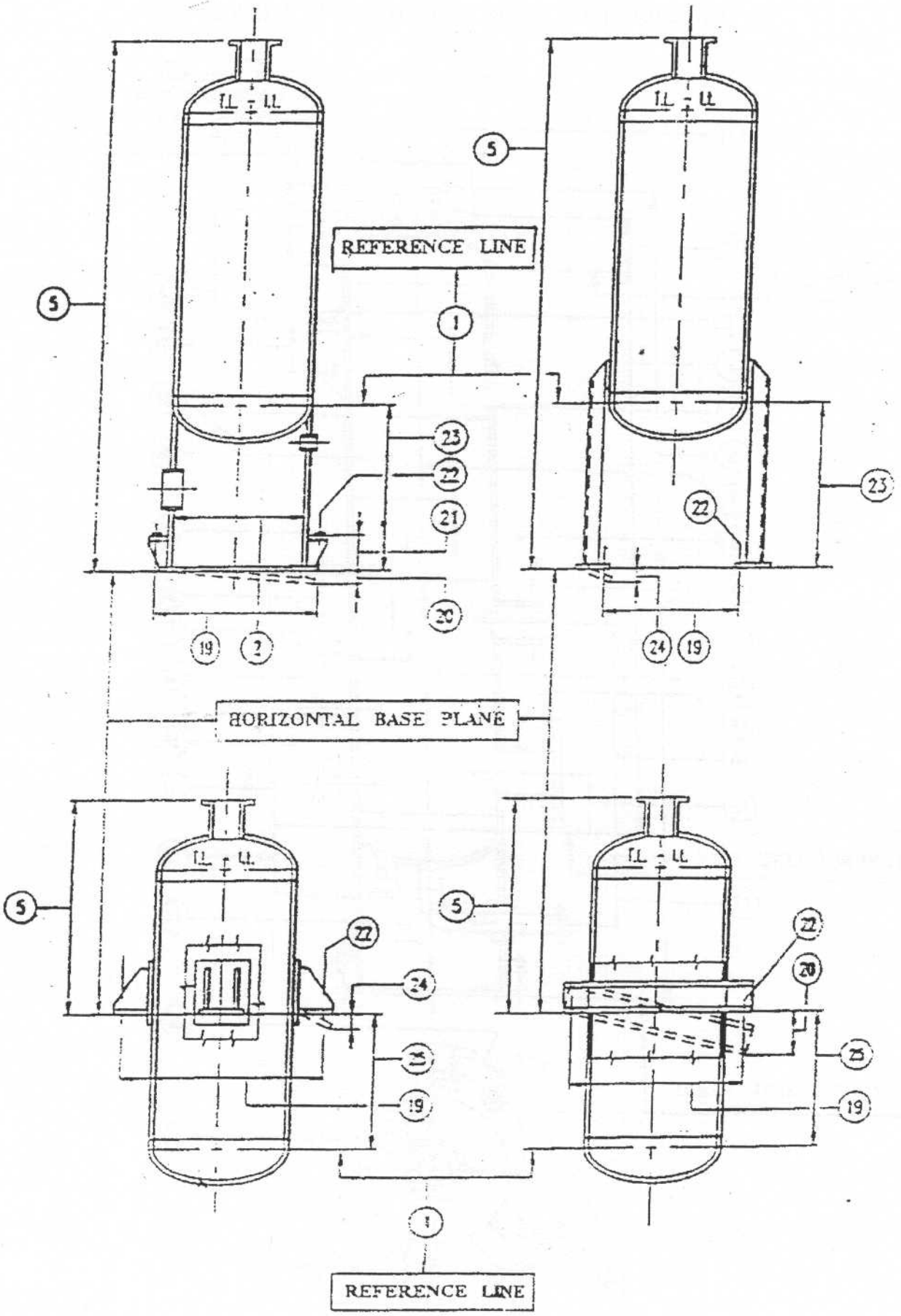
۴۲–تکیه گاه های محرک همزن نصب شده روی کلگی فوقانی بایستی با قطر تجهیز هم مرکز گردد، با حداکثر انحراف ۵ ± میلیمتر برای هر ۱۰۰۰ میلیمتر قطر تجهیز.

۴۳–تجهیز با همزن بایستی در محل نصب طوری نصب شود که بدرستی محور شافت عمودی باشد، با حداکثر تلرانس $0' 10''$ ± ترجیحاً نسبت به خط شاقولی.

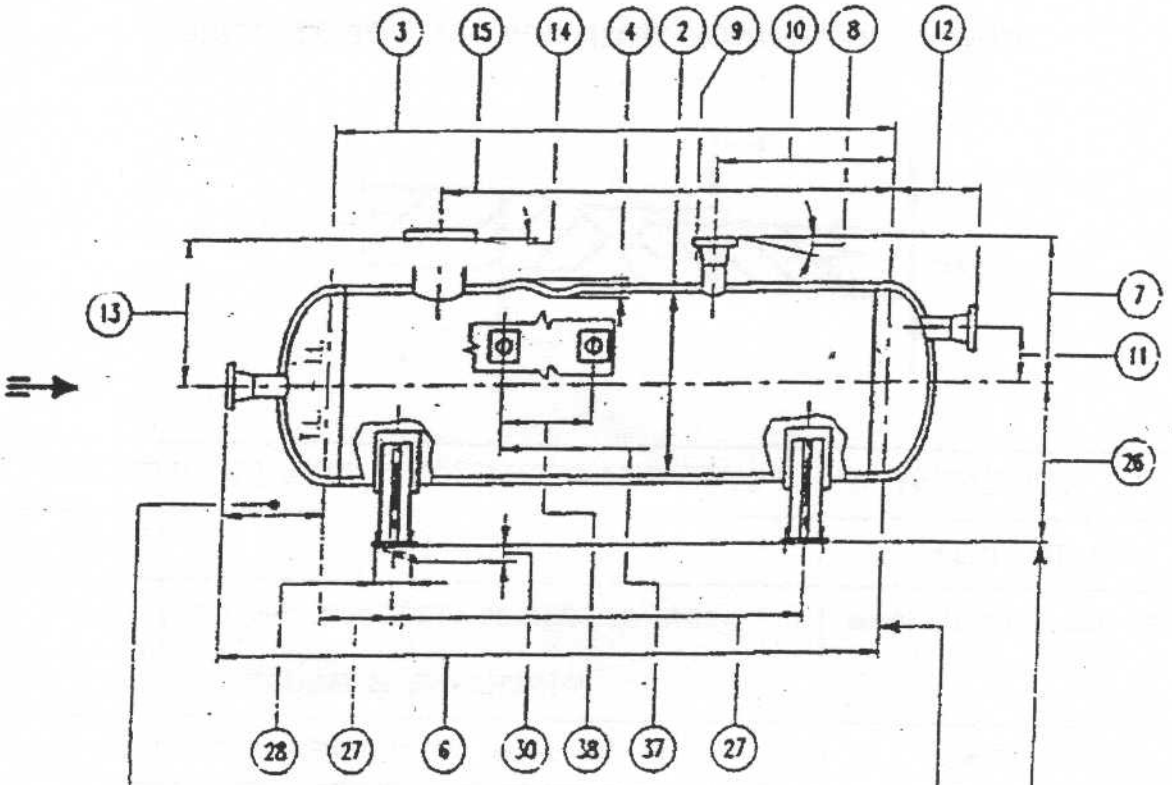
۴۴–برای تیغه نوع پره ای ، لقی بین دیواره و تیغه حداقل ۱۳ میلیمتر باشد، مگر چیز دیگری در نقشه طراحی درج شده باشد.

TOLERANCES FOR VERTICAL EQUIPMENT




REFERENCE LINE
HORIZONTAL BASE PLANE
REFERENCE LINE
5
1
23
22
21
20
19
2
24
25

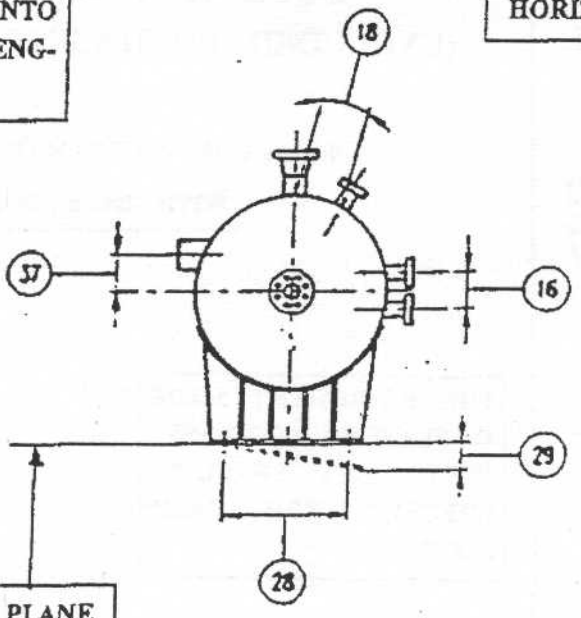
TOLERANCES FOR HORIZONTAL EQUIPMENT



THIS DIMENSION IS TO BE ADJUSTED TACKING INTO ACCOUNT THE REAL LENGTH OF THE EQUIPMENT.

1 REFERENCE LINE

HORIZONTAL BASE PLANE



HORIZONTAL BASE PLANE

WELDED JOINTS MISALIGNMENT ON VERTICAL AND HORIZONTAL EQUIPMENT

(WHEN COMPLIANCE WITH CODE IS NOT REQUIRED)

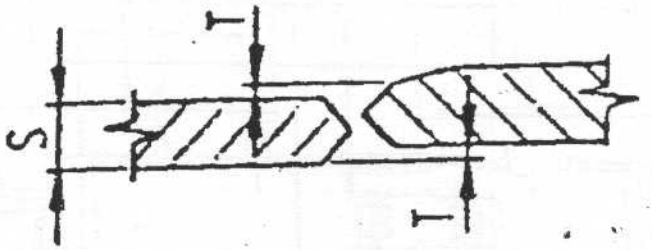
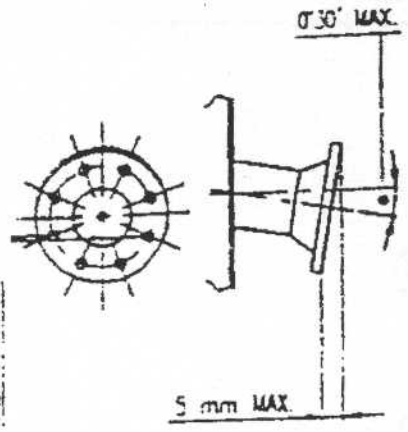


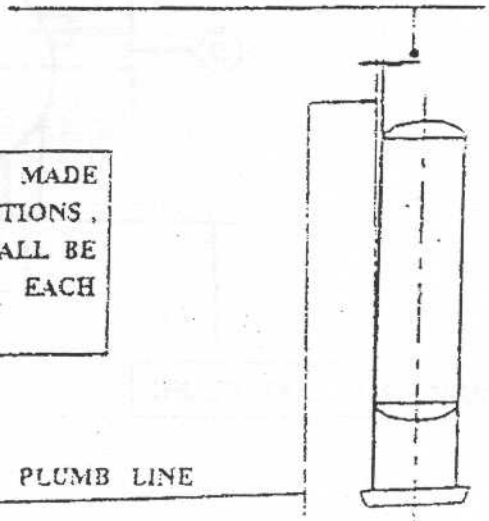
PLATE THICKNESS "S"	MAXIMUM PERMITTED MISALIGNMENT "T"
UP TO 10 mm	1 mm
OVER 10mm , UP TO 50mm	10% OF THE PLATE THICKNESS OR 3 mm, WHICHEVER IS SMALLER
OVER 50 mm	S / 16 OR 6 mm, WHICHEVER IS SMALLER

DETAIL "A"



VERTICALITY TOLERANCE OF VERTICAL EQUIPMENT UPON ASSEMBLY (EXCLUDED EQUIPMENT WITH AGITATOR)

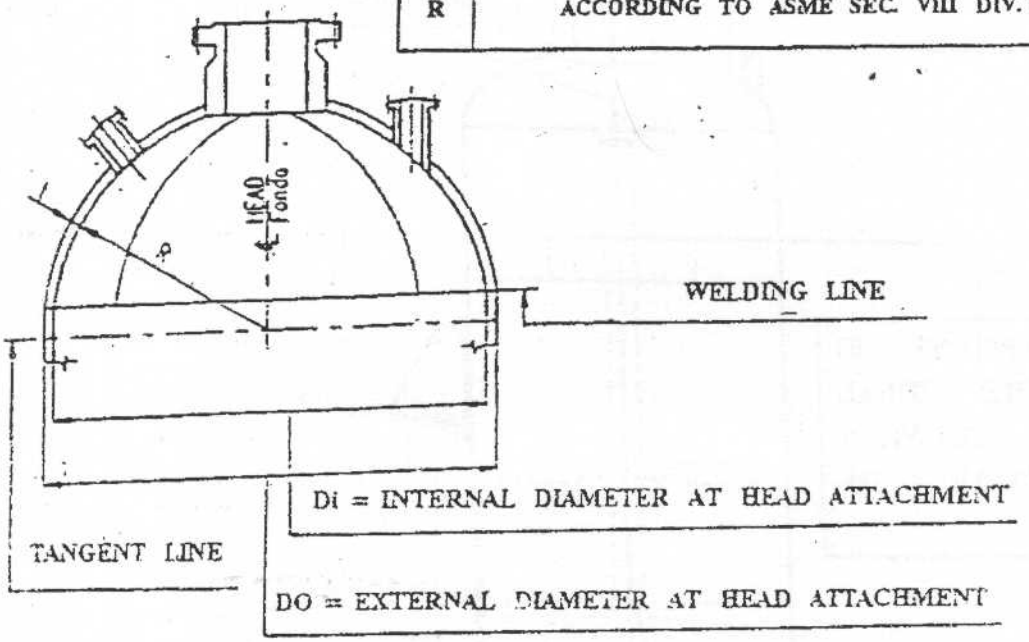
0.8mm FOR EVERY METER IN HEIGHT, WITH **20mm** MAXIMUM



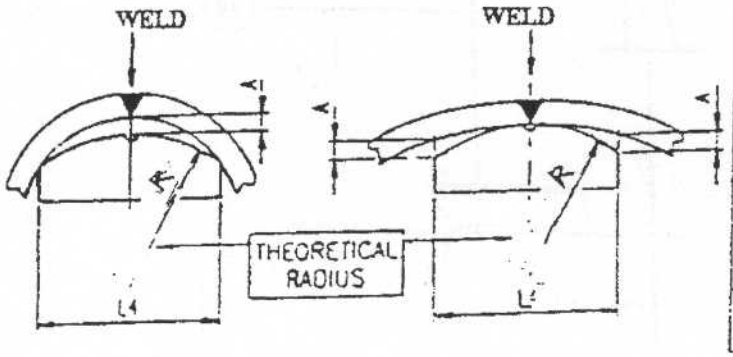
FOR EQUIPMENT MADE OF FLANGED SECTIONS , VERTICALITY SHALL BE CHECKED FOR EACH SECTION.

ADDITIONAL TOLERANCES FOR HEMISPHERICAL HEADS MADE IN MORE THAN ONE PIECE

MAX. ALIOWABLE DEVIATION FROM THEORETICAL DIMENSIONS	
Di	+ 0 - 3
DO	+ 3 - 0
R	ACCORDING TO ASME SEC. VIII DIV. I



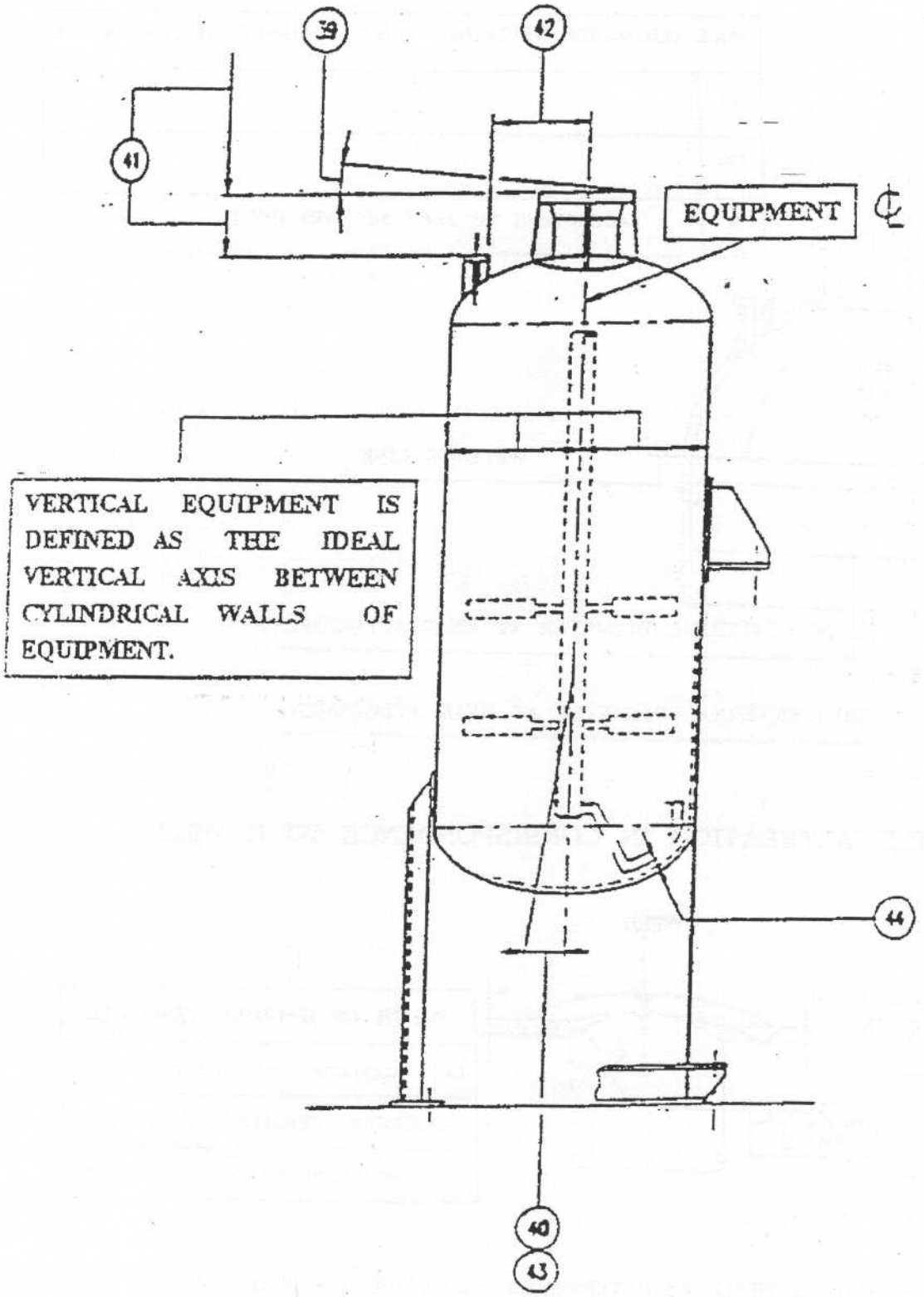
PROFILE ALTERATION IN CORRISPONDENCE WITH WELDS



WIDTH OF GAUGING TEMPLATE	
L4	ACCORDING TO ASME SEC.VIII DIV.1
MAXIMUM PERMITTED DEVIATION	
A	ACCORDING TO ASME SEC.VIII DIV.1

DIMENSIONS "L4" AND "A" SHALL BE DETERMINED ACCORDING TO ASME SEC. VIII DIV. 1 UG 80 (b)(2). WHETHER THE PRESSURE IS ACTING ON THE CONVEX SIDE OR ON THE CONCAVE SIDE OF THE HEAD.

ADDITIONAL TOLERANCES FOR EQUIPMENT WITH AGITATOR



ITP = INSPECTION AND TEST PLAN

طرح آزمایش و بازرسی مخازن تحت فشار

مراحل بازرسی	مدارک قابل کاربرد	وضعیت بازرسی	درصد بازرسی
قبل از ساخت			
دستورالعملهای جوشکاری (*PQR* و *WPS*)	*ASME IX*	*R*	٪۱۰۰
دستورالعمل های آزمایش غیرمخرب	*ASME V*	*R*	٪۱۰۰
دستورالعمل عملیات حرارتی	مدارک سازنده	*R*	٪۱۰۰
گواهینامه های آزمایش مواد	درخواست‌خرید	*R*	٪۱۰۰
گواهی تایید صلاحیت جوشکاران	*ASME IX*	*R*	٪۱۰۰
گواهینامه‌های تایید صلاحیت کارکنان آزمایشهای غیرمخرب	*ASNT Level II*	*R*	٪۱۰۰
حین ساخت			
بازرسی چشمی مواد	گواهینامه‌های مواد	*W*	٪۱۰۰
فرم دادن، نورد، خالجوش زنی، جفت و جوری	مدارک سازنده	*W*	٪۱۰۰
کنترل جوشکاری مطابق با *WPS* قابل کاربرد	*WPS*	*W*	٪۱۰۰
تفسیر امتحان رادیوگرافی (تفسیر فیلم)	*ASME VIII DIV.1 ,V*	*R*	٪۱۰۰
آزمایش التراسونیک	*ASME VIII DIV.1 ,V*	*W*	٪۱۰۰
بررسی سوار کردن قطعات داخلی	*DWG* (نقشه)	*W*	٪۱۰۰
بررسی نحوه استقرار نازل	*DWG* (نقشه)	*W*	٪۱۰۰
آزمایش *PT* یا *MT*	*ASME VIII DIV.1 ,V*	*R*	٪۱۰۰
آزمایش نیوماتیک وصله های تقویتی	*DWG* (نقشه)	*W*	٪۱۰۰
نمودار (چارت) عملیات حرارتی	مدارک سازنده	*R*	٪۱۰۰
آزمایش سختی برینل	درخواست‌خرید	*R*	٪۱۰۰
آزمایش نهایی			
کنترل چشمی و ابعادی	*DWG+ ASME VIII*	*W*	٪۱۰۰
آزمایش هیدرواستاتیک	*DWG+ ASME VIII*	*H*	٪۱۰۰
سندبلاست و رنگ آمیزی	درخواست‌خرید	*W*	٪۱۰۰
مستندسازی			
بررسی کتابچه اطلاعات فنی سازنده	درخواست‌خرید	*H*	٪۱۰۰
بسته بندی و حمل			
کنترل حفظ علامتگذاری	درخواست‌خرید	*W*	٪۱۰۰
کنترل مدارک حمل	درخواست‌خرید	*W*	٪۱۰۰
بررسی اتمام تحویل	درخواست‌خرید	*W*	٪۱۰۰

I : بازرسی از کارگاه — *S* : تضمین کیفیت — *R* : مرور

IA : بازرس مجاز شخص ثالث — *H* : نقطه توقف — *V* : تصدیق

RD : مدرک لازم — *W* : حضور

اگر جایی H بود بازرس باید حضور داشته باشد!

دستورالعمل بازرسی مخازن تحت فشار

الف ـ برج ها، رآکتورها، بازیابهای حرارتی و استوانه ای

۱- قبل از شروع قطعه سازی در کارگاه سازنده بایستی گواهینامه ماتریال مورد استفاده، مرور شود.

۲- قبل از شروع قطعه سازی بایستی بررسی شود که دستورالعمل های جوشکاری تائید شده باشد، جوشکاران در آزمون قبول گردیده باشند و الکترود جوشکاری تایید شده باشد.

۳- جفت و جوری اتصالات بررسی شود و به براده برداری پشت جوش توجه گردد.

٤- در صورت لزوم، بعضی از نقاط برای رادیوگرافی ، ***PT*** یا ***MT*** مشخص شود.

۵- حضور در موقع ترک یابی، سختی سنجی، آزمایش التراسونیک و غیره.

۶- مرور فیلم های پرتونگاری شده و در صورت رضایتبخش نبودن، رادیوگرافی مجدد.

۷- حضور موقع آزمایش فشار هیدرواستاتیک.

۸- بررسی ابعادی و انجام بازرسی از داخل و ازخارج بمنظور اطلاع از کیفیت ساخت.

۹- بررسی مرتب بودن گواهینامه های آزمایش مواد و چارت عملیات حرارتی.

۱۰- اطمینان از آشنا بودن سازنده با الزامات کتابچه اطلاعات فنی و انجام شدن موارد مستندسازی بموقع و بدون تاخیر.

۱۱- بررسی آستری داخلی رآکتورها و مخازن تحت فشار طبق مشخصات فنی (در صورت لزوم).

۱۲- حضور در موقع انجام آزمایشهای دیگر که مورد نیاز باشد.

ب - اجزاء داخلی برج

۱- فقط بازرسی نهائی لازم است.

۲- بررسی یک سینی از هر قطر و هر نوع که در کارگاه سوار شده است.

۳- بررسی موردی تعویض پذیری قطعات. ← ناودان برای عبور سایر لوله‌گذاری

٤- اطمینان از نصب «دان کامر» بهمراه سینی های مربوطه.

۵- بررسی انجام آزمایشهای نشتی که مربوط به طراح جدید یا سازنده جدید باشد.

۶- بررسی مواد و الکترودهای مصرفی طبق الزامات سفارش و مشخصات فنی.

شرح وظایف بازرس مخازن تحت فشار

۱- بررسی و مرور مدارک تاییدیه های مواد و مصالح (، و ...)
شامل ورق ها، فلنج ها، لوله ها، گسکت ها، پیچ ها و مهره ها و ... و تایید آنها.

۲- نظارت دوره ای بر کیفیت عملیات ساخت و ارائه گزارش کار به خریدار

۳- نظارت بر برش ورق های مصرفی و انتقال شماره تولید *(Heat No.)* از ورق اصلی به ورق بریده شده به ویژه برای ورق هایی که دارای استاندارد *NACE-MR-۰۱-۷۵* می باشند.

٤- نظارت بر آزمایش های جوشکاران و تایید گواهی های آنها

۵- بررسی مدارک و گواهینامه مفسران تست غیرمخرب و تایید آنها.

۶- بررسی مدارک و گواهینامه اپراتورهای تست‌های غیرمخرب و تایید آنها.

۷- مطابقت تجهیزات ساخته شده با نقشه ها و مدارک تایید شده و گزارش تایید کار انجام شده

۸- نظارت بر انجام عملیات تنش زدایی و تایید آن

۹- نظارت بر انجام آزمایش های لازم پس از تکمیل عملیات ساخت شامل هیدروتست، تست هوا و... و تایید آنها

۱۰- نظارت بر انجام عملیات جوشکاری و مطابقت آن با ***W.P.S & P.Q.R***

۱۱- مرور مدارک تست های مخرب و غیرمخرب و تایید آنها

۱۲- نظارت بر کیفیت آماده سازی سطوح قبل از رنگ آمیزی و تایید آن

۱۳- نظارت بر انجام عملیات رنگ آمیزی و تایید آن

۱٤- کنترل مدارک نهایی سازنده و ***Final Q.C. Dossier*** و تایید آن

۱۵- کنترل تعداد و کیفیت قطعات یدکی ***(Spare parts)*** و تایید آنها جهت ارسال

۱۶- مرور مدارک ***W.P.S & P.Q.R*** و ارائه نظر برروی آنها

۱۷- اجازه‌حمل‌قطعات پیش‌ساخته شده‌وتجهیزات تکمیل شده به‌سایت ***(Release Note)***

۱۸- تهیه گزارش نهایی پروژه شامل تاریخچه ، محدوده کار، خلاصه کارهای انجام شده و کلیه گواهی های بازرسی

نمودار خم کردن ورق

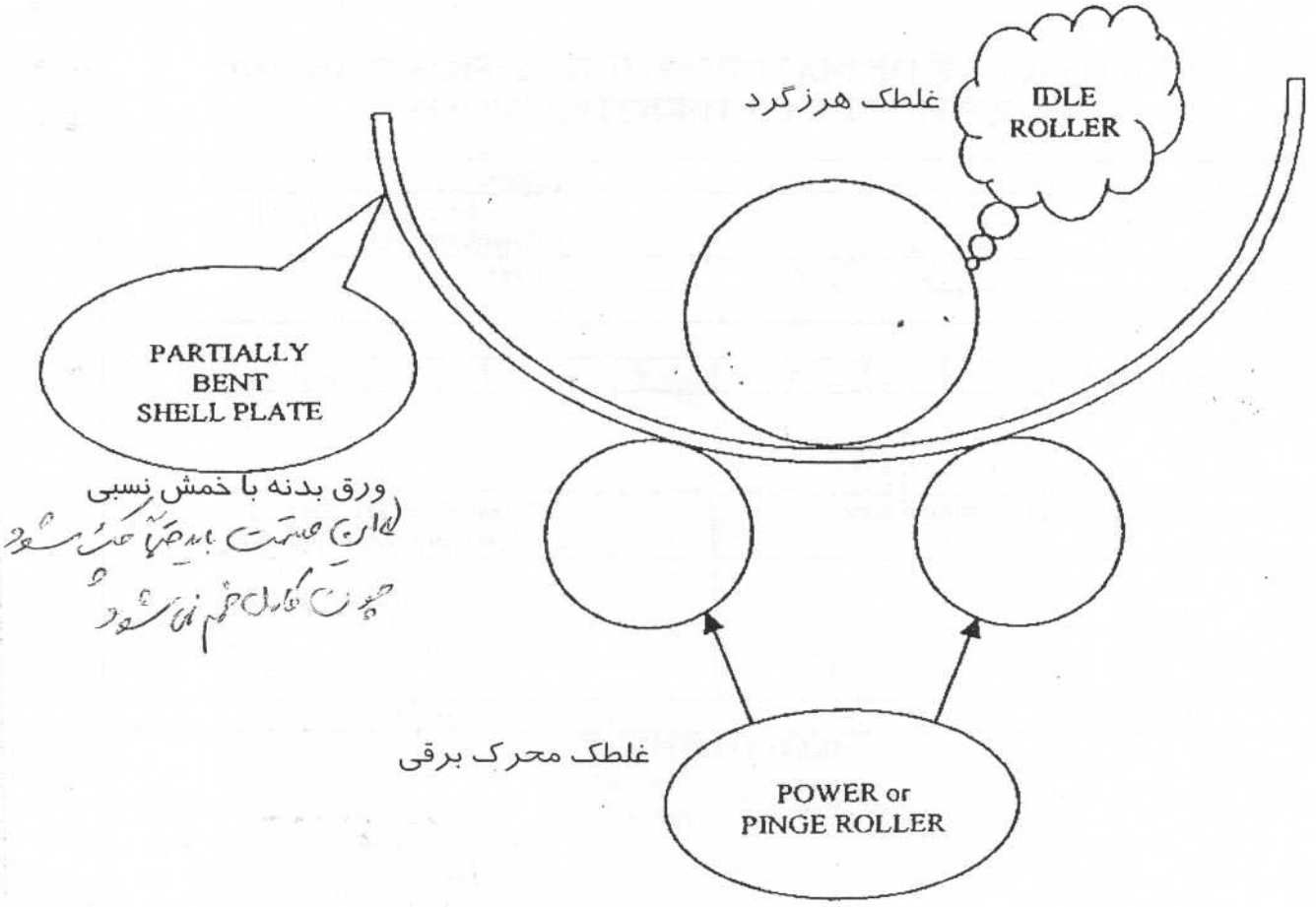


Figure Schematic diagram of plate bending.

گواهی شناسائی مواد و انتقال شناسه

EMBLEM

CERTIFICATE OF MATERIAL IDENTIFICATION AND TRANSFER OF IDENTIFICATION

شماره تحویل

Order No.		Sheet برگ	of
Purchaser		Attachment to Certificate No ضمیمه	
Description	توصیف - شرح دادن	Date تاریخ	
Drawing No			

Part No(s). Marked													

شماره قطعه

علایم اصلی منتقل شده

Original Identification Found	Identification Transferred with Drawing No & Part No
	علایم اصلی

SKETCH OF PLATE

شکل یا نقشه قطعه

Number of scrap pieces identified (with approx. size & shape) :

Material Marked by :

Material Identified by :

Figure . Certificate of material identification and transfer of identification.

علامتگذاری ورق و انتقال شناسه

Figure Plate marking and transfer of identification.

بررسی ابعادی کلگی تخت

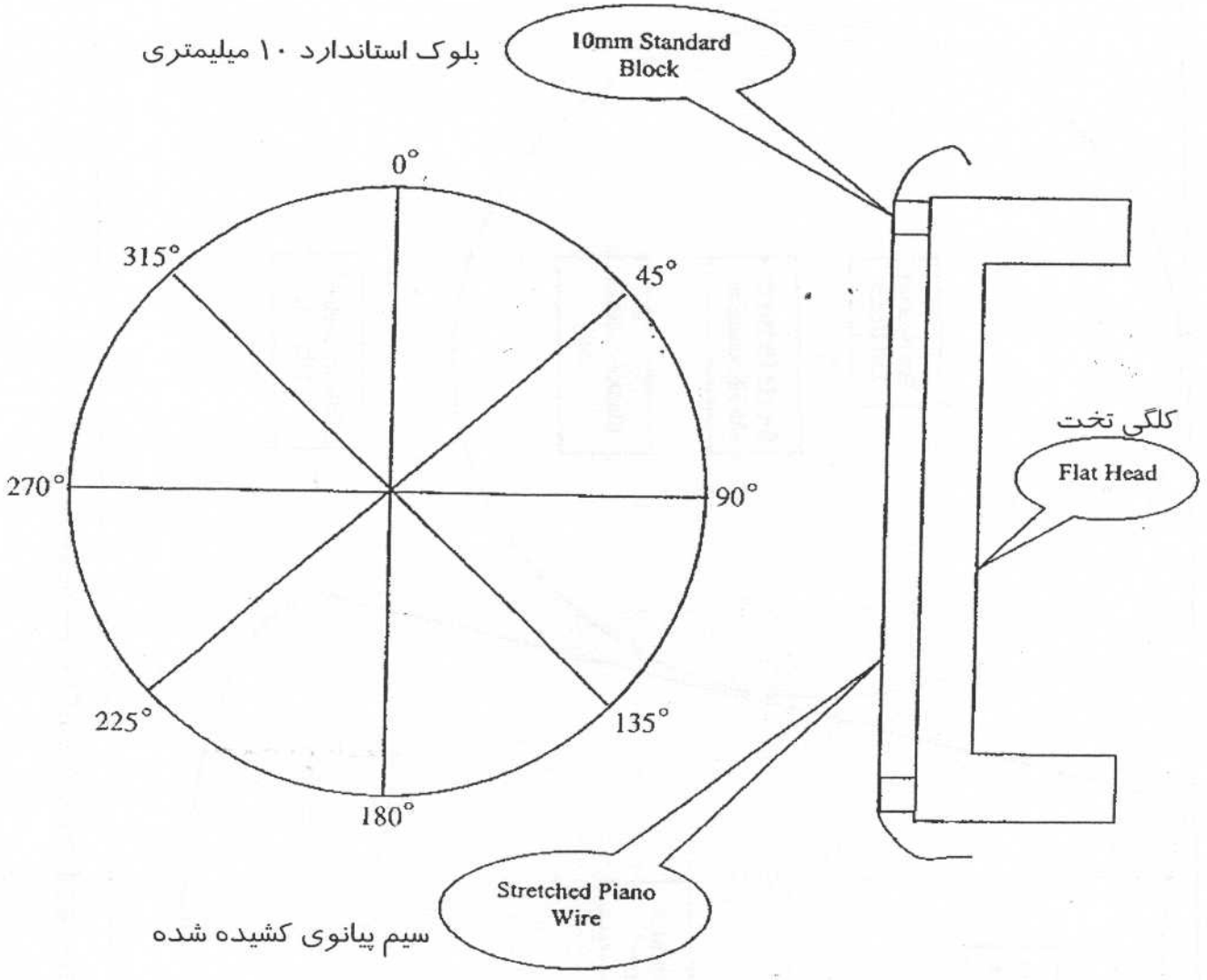


Figure Dimensional check of flat heads.

- چهارتا ۴۵° درجه اندازه می‌گیریم که چهارتا عدد در دایره می‌شود بوسیله سیم پیانو این کار انجام می‌شود

بررسی ابعادی ته بشقابی (عدسی)

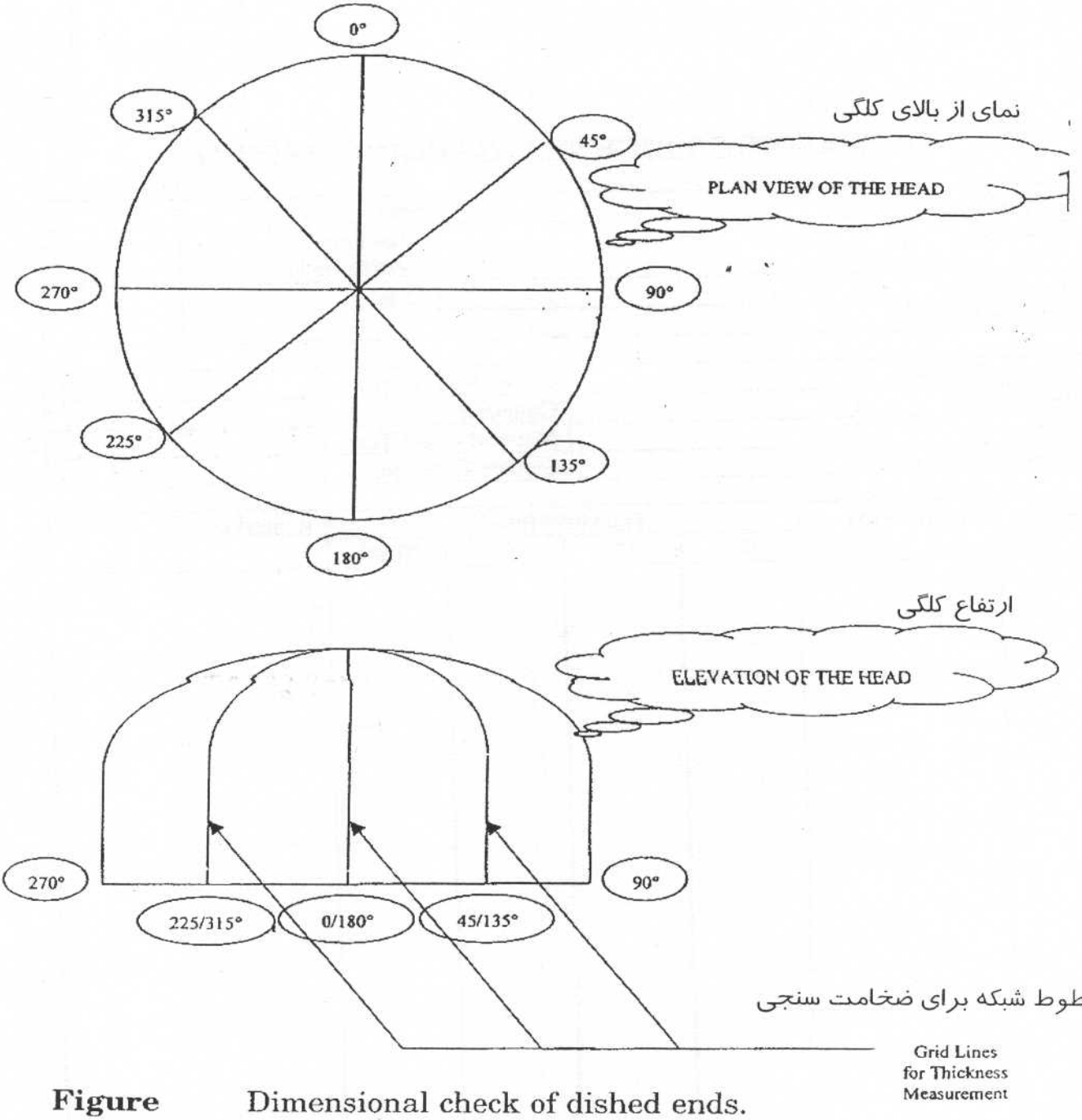


Figure Dimensional check of dished ends.

گزارش ضخامت سنجی التراسونیک

EMBLEM

ULTRASONIC THICKNESS GAUGING REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Test Equipment		Calibration Blocks	
Test Method		Couplant	
Probe		Material under Test	
Measuring accuracy		Surface Condition	

Sl.No.	Identification	Thickness (mm)				Remarks
		T1	T2	T3	T(av)	

Figure Ultrasonic thickness gauging report.

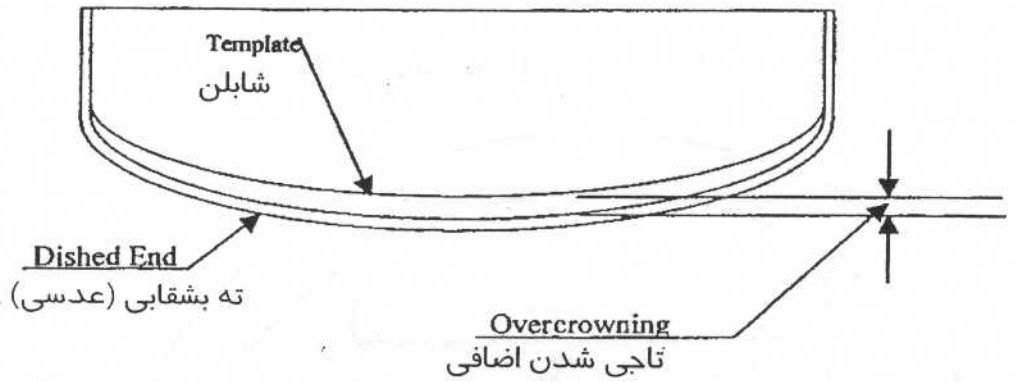


Figure Overcrowning of dished ends. (*Note*: The overcrowning should be checked in at least four directions and the maximum value recorded.)

تاجی شدن اضافی ته بشقابی (تاجی شدن اضافی بایستی حداقل در چهار جهت بررسی شود و مقدار حداکثر ثبت گردد)

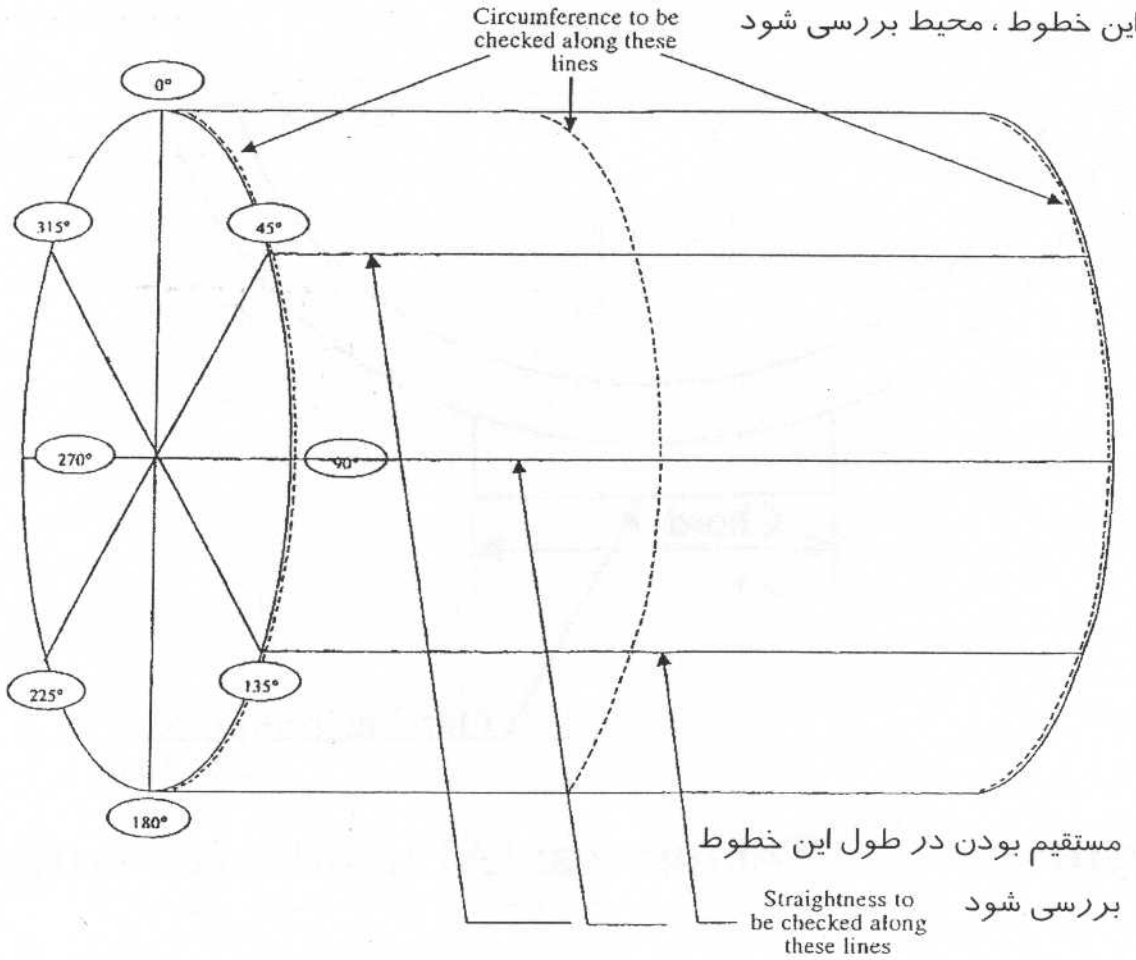


Figure Dimensional check of shells.

بررسی ابعاد بدنه

شابلون های داخلی *(A)* و خارجی *(B)*

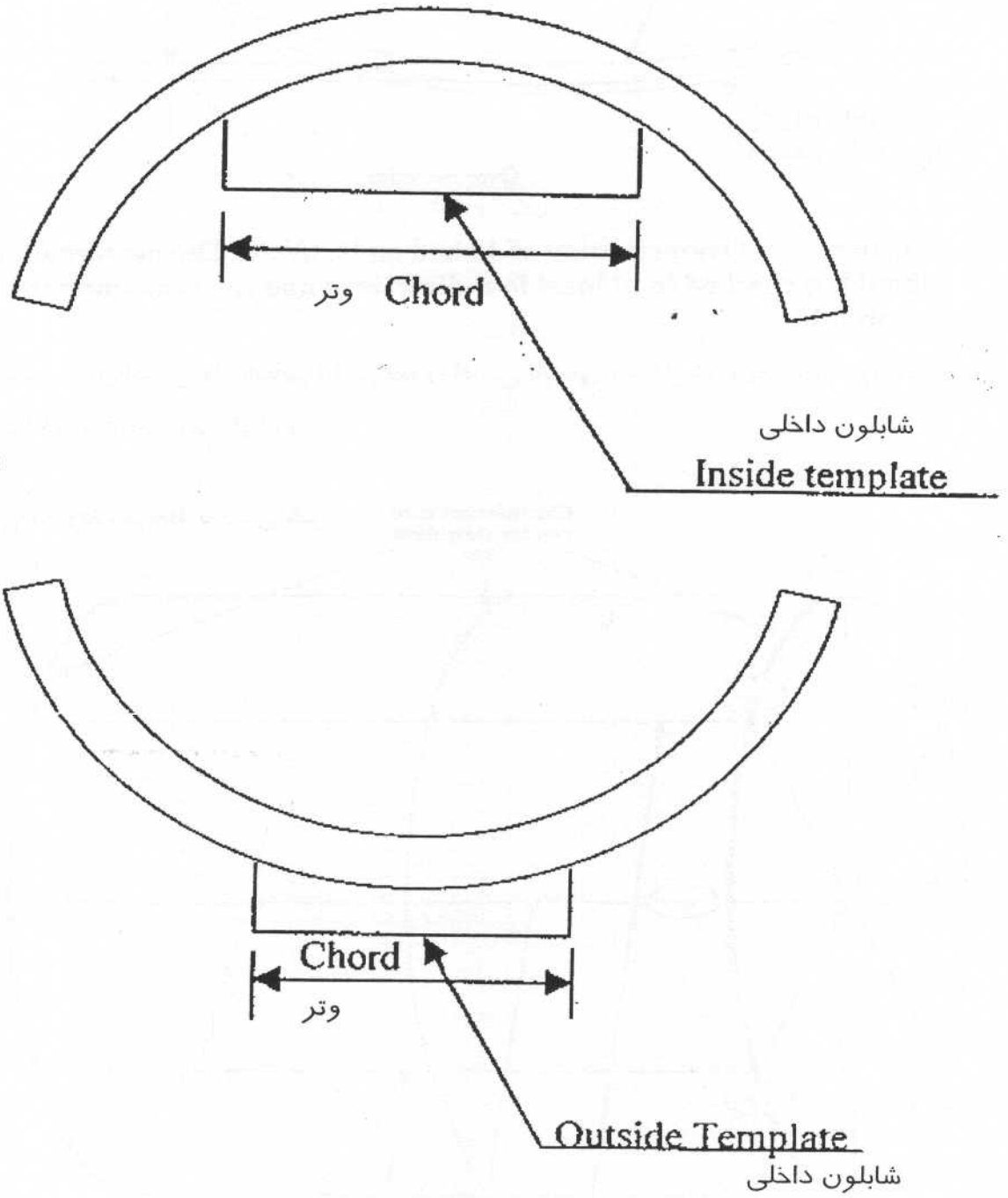


Figure Templates: (A) inside; (B) outside.

بررسی ابعادی مخروطی ها

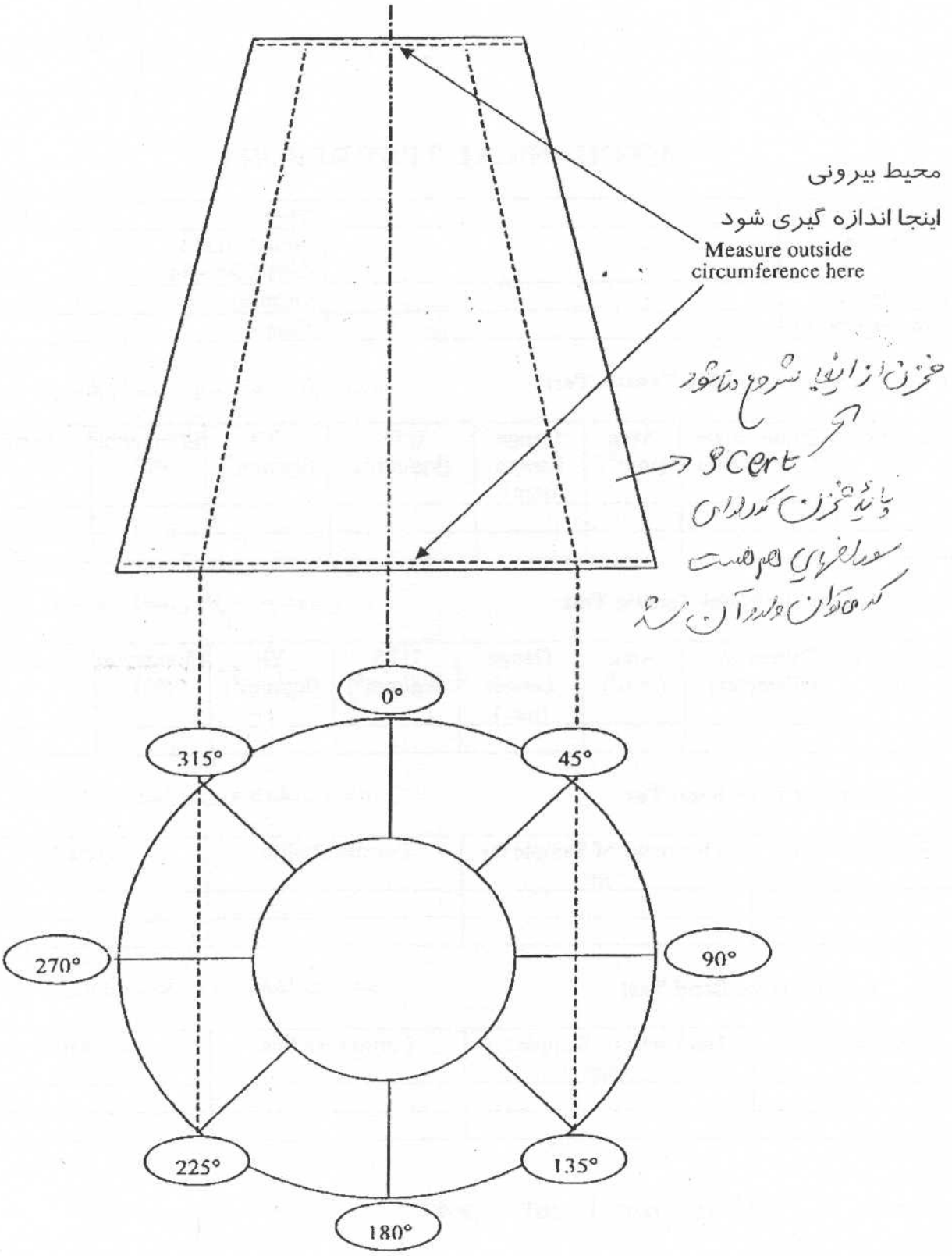


Figure Dimensional check of cones.

گزارش آزمایش مکانیکی

EMBLEM

MECHANICAL TEST REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Quantity	
Drawing No(s)		Date	

1 Reduced Section Tensile Test ۱- آزمایش کشش با مقطع باریک شده

Specimen No.	Dimensions (L x B) mm	Area (mm^2)	Gauge Length (mm)	UTS (kg/mm^2)	YP (kg/mm^2)	Elongation (%)	Remarks

2 All Weld Metal Tensile Test ۲- آزمایش کشش فلز تمام جوش

Specimen No.	Dimension (diameter) mm	Area (mm^2)	Gauge Length (mm)	UTS (kg/mm^2)	YP (kg/mm^2)	Elongation (%)	Remarks

3 Guided Face Bend Test ۳- آزمایش خمش رویه هدایت شده

Specimen No.	Thickness of Sample (t) mm	Former Radius	Remarks

4 Guided Root Bend Test ٤- آزمایش خمش ریشه هدایت شده

Specimen No.	Thickness of Sample (t) mm	Former Radius	Remarks

Figure Mechanical test report.

5 Guided Side Bend Test ۵- آزمایش خمش پهلو – هدایت شده

Specimen No.	Thickness of Sample (t) mm	Former Radius	Remarks

6 Nick Break Test (بان) → API 5500 ۶- آزمایش شکست شکافی .

Specimen No.	Type of Nick	Specimen Thickness (mm)	Remarks

7 Impact Test ۷- آزمایش ضربه

Specimen No.	Type of Notch	Size (mm)	Test Temperature (° C)	Impact value (kg_f-m)	Remarks

8 Hardness Test ۸- آزمایش سختی

Specimen No.	Hardness Value (Brinnel)	Hardness Value (Rockwell)	Hardness Value (Vickers)

9 Macro Test ۹- آزمایش مقطع بینی (خوردگی ناحیه جوش یا نفوذ کرده است یا نه / ترک دارد یا نه)

Specimen No.	Type of Etchant	Observation

Figure Continued

گزارش آزمایش رادیوگرافی

EMBLEM

RADIOGRAPHIC EXAMINATION REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Material		Type of Joint	
Welding Process		Surface condition	
Stage of Test		Extent of Test	

X- Ray		Gamma Ray			
kV		Isotope		Material Thickness	
mA		Strength		Film	
Exposure Time		Exposure Time		IQI	
SFD		SFD		IQI Placement	
Focal Spot		Source Size		Lead Screen: Front	
				: Back	
				Density	
				Sensitivity	

SKETCH

گردن منطقه ای که باید رادیوگرافی شود انجام گیرد

Figure Radiographic examination report.

ضمیمه گزارش آزمایش رادیوگرافی

EMBLEM

RADIOGRAPHIC EXAMINATION REPORT- ANNEXURE

Attachment to Certificate No.		Sheet of

Sl.No.	Identification	Date	Film Size	Observation	Remarks

Figure Annexure to radiographic examination report.

گزارش آزمایش اولتراسونیک

EMBLEM

ULTRASONIC EXAMINATION REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Material		Probe (1)				
Thickness		Probe (2)				
Surface Condition		Couplant				
Direction of Test		Basic Calibration Block				
Extent of Test		Reference Hole		T		Dia
Test method		Reference Level 80 % FSH			dB	+6dB
Test Equipment		Test range				

SKETCH

Figure Ultrasonic examination report.

ضمیمه گزارش آزمایش التراسونیک

EMBLEM

ULTRASONIC EXAMINATION REPORT- ANNEXURE

Attachment to Certificate No.		Sheet of

Scanning surface	Indications		Direction of Measure-ment	Reading Interval (mm)	Stand Off (mm)	Beam Path (mm)	Type of defect	Remarks
	Sl.No	% Amp						

Figure 3.17 Annexure to ultrasonic examination report.

گزارش آزمایش ذره مغناطیسی

EMBLEM

MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Equipment		Surface under Examination	
Magnetizing Process		Surface Preparation	
Magnetizing Current		Magnetic Particle	
Technique		De-magnetization	مغناطیس زدائی
Direction of Field		Post-Cleaning	—
Field Strength			

Sl.No.	Location	Length of Defect	Remarks	SKETCH

Figure 3.18 Magnetic particle examination report.

گزارش آزمایش مایع نافذ

EMBLEM

LIQUID PENETRANT EXAMINATION REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Code	
Description of Surface	
Temperature of Surface	
Surface Condition	
Pre-Cleaning	
Penetrant Penetrant Application	
Dwell Time Cleaner Removal of Penetrant	
Developer Developer Application	
Developing Time	
Results Post-cleaning	
Remarks	

Figure 3.19 Liquid penetrant examination report.

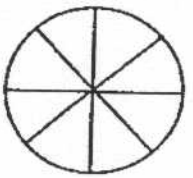
نمونه گواهی کلگی

MANUFACTURER'S ADDRESS

EMBLEM

CLIENT		INSPECTION AUTHORITY	LLOYDS REGISTER
PURCHASE ORDER		CERTIFICATE NUMBER	

ARTICLE — 2:1 ELLIPSOIDAL HEADS
MATERIAL OF HEAD — SA 515-GR 70
ACCORDING TO — ASME Section VIII Div (1)1989 + Add90
STATE OF DELIVERY — COLD PRESSED AND SPUN HEADS NORMALIZED AFTER FORMING
MARKING ON THE HEADS — SPECIFICATION, GRADE, HEAT NO., PLATE NO, HEAD NO & INSPECTOR'S STAMP
INSPECTORS STAMP — PNS



Sl. No.	Description	Dimension Required (mm)	Dimension Measured D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	Remarks
1	I/S Diameter	1600	1594	1600	1597	1602	
2	Crown radius	1300					
3	Inside Depth	466	478	479	478	480	
4	S F Thickness	20.0	21.3	21.5	21.6	21.4	
5	Knuckle Thickness	15.75	16.5	16.8	16.7	16.8	
6	SF	60	63	65	64	65	
7	KR	250					
8	Overcrowning	20.0	8	10	11	9	
9	O/S Circumference	5154	5145				
10	Inside Surface	Satisfactory					
11	Outside Surface	Satisfactory					
12	D P Test	Satisfactory					
13	Profile	Satisfactory					
14	Heat Treatment	Normalizing after formation					
15	Radiography	N/A					
16	Coupon Plate Testing	N/A					

QA/QC Manager

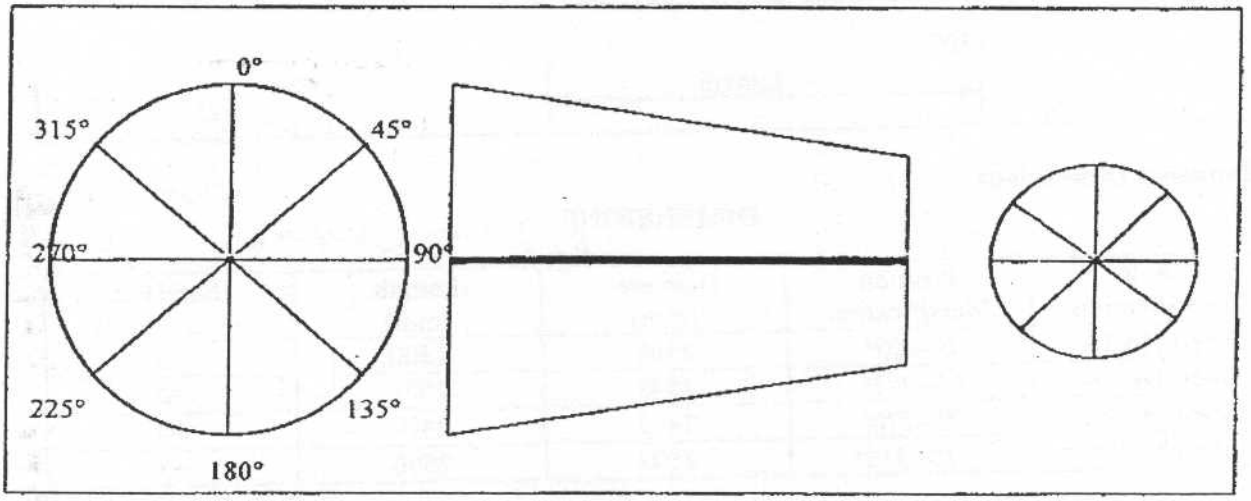
Figure 4.4 Sample certificate of heads.

نمونه گواهی مخروطی

MANUFACTURER'S ADDRESS		EMBLEM	
CLIENT		INSPECTION AUTHORITY	LLOYDS REGISTER
PURCHSE ORDER		CERTIFICATE NUMBER	

ARTICLE	ROLLED STEEL CONES
MATERIAL OF SHELL ACCORDING TO	SA 312 TP316L ASME Section VIII Div(1)1989 + Add90
STATE OF DELIVERY	CONE WITH LONGITUDINAL SEAM WELDED & NDT SATISFACTORILY COMPLETED
MARKING ON THE SHELL	SPECIFICATION, GRADE, HEAT NO., PLATE NO & INSPECTOR'S STAMP + WELD SEAM IDENTIFICATION NEAR EACH SEAM
INSPECTORS STAMP	PNS

SKETCH OF CONE



Required Dimensions

DIMENSIONS

Cone Identification	Position Identification	Diameter (mm)av	Slant Height (mm)	Sag/Hog (+ or - mm)
Cone No.1A	0--180°	2505/1802	2500	+3
Cone No.1A	45--225°	2503/1803	2501	+2

Figure 4.12 Sample certificate of cones.

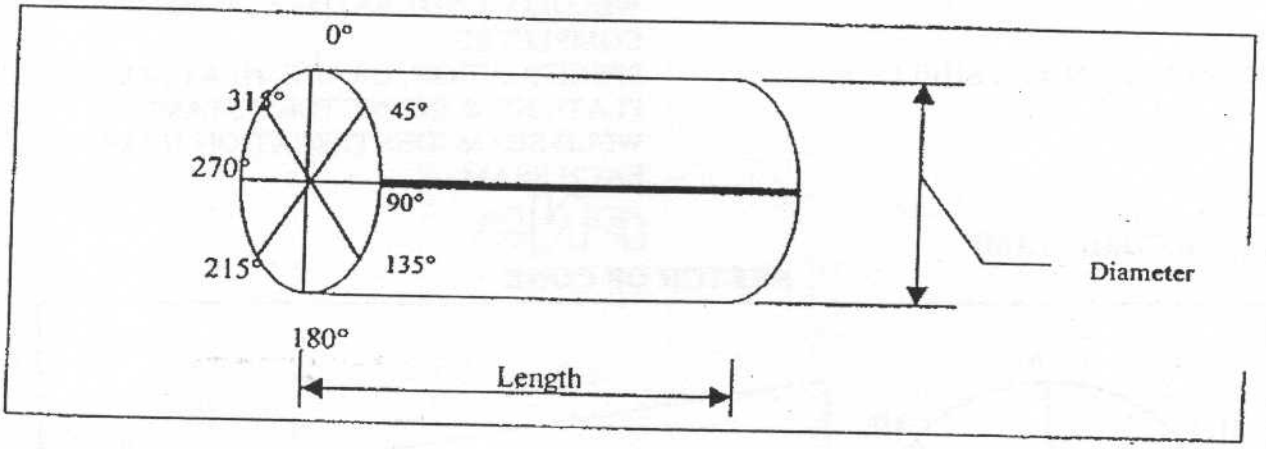
گزارش ابعادی بدنه

EMBLEM

SHELL DIMENSION REPORT

Order No.		Drawing No.	
Purchaser		Date	
Description		Status of Shell	

SKETCH OF SHELL



Required Dimensions

DIMENSIONS

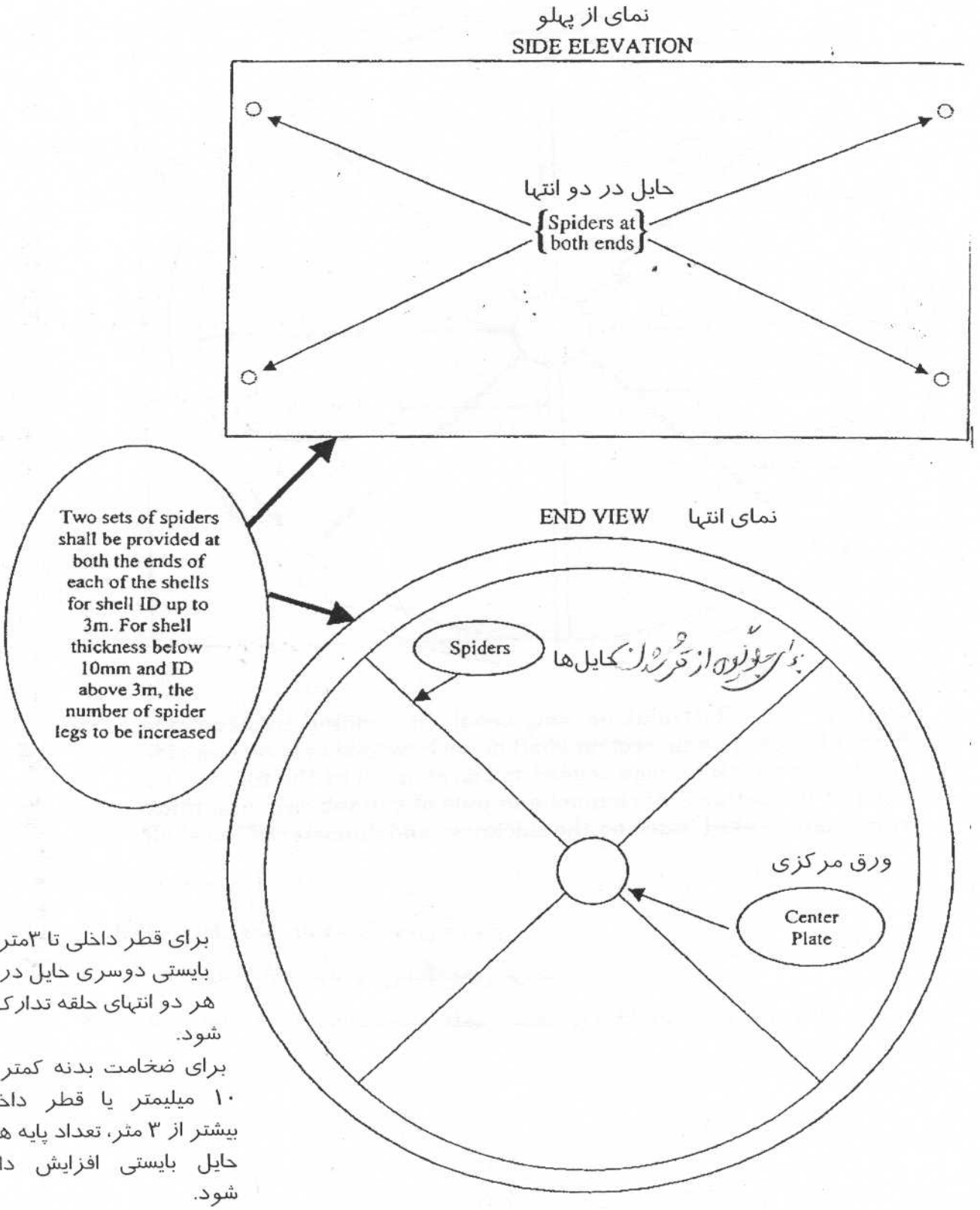
برآمدن بدنه سمت بالا / شکم دادن بدنه سمت پایین

Shell Identification	Position Identification	Diameter (mm)	Length (mm)	Sag/Hog (+ or - mm)
Shell No.1A	0--180°	2505	2500	+3
Shell No.1A	45--225°	2503	2501	+2
Shell No.1A	90--270°	2495	2499	+4
Shell No.1A	135--315°	2502	2500	+3

QA/QC Manager

Figure Shell dimension report.

چفت و بست نگهداری گردگونگی



برای قطر داخلی تا ۳متر بایستی دوسری حایل در هر دو انتهای حلقه تدارک شود.
برای ضخامت بدنه کمتر از ۱۰ میلیمتر یا قطر داخلی بیشتر از ۳ متر، تعداد پایه های حایل بایستی افزایش داده شود.

Figure Fixtures to maintain circularity.

قید درز بلند برای جوشکاری از بیرون

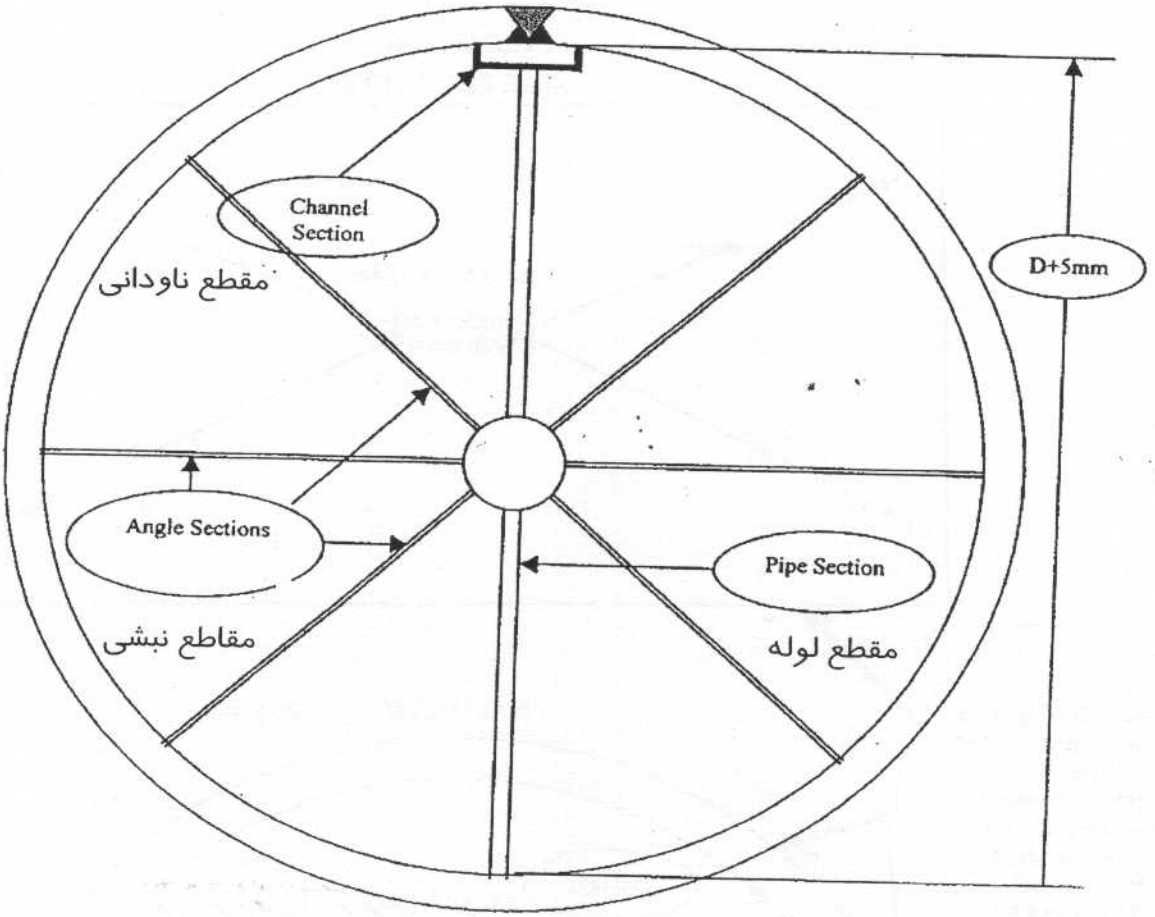


Figure . Restraint on long seam for welding from outside.
Note: (1) The channel section shall be tack welded only on one side; (2) the pipe shall be tack welded to the channel at the top and the shell at the bottom; (3) channel and pipe of suitable size and thickness shall be used based on the thickness and diameter of the shell.

۱- ناودانی فقط به یک طرف خالجوش شود.

۲- لوله به ناودانی بالا و بدنه پایین خالجوش گردد.

۳- ناودانی و لوله با اندازه و ضخامت مناسب نسبت به ضخامت و قطر بدنه بکار برده شود.

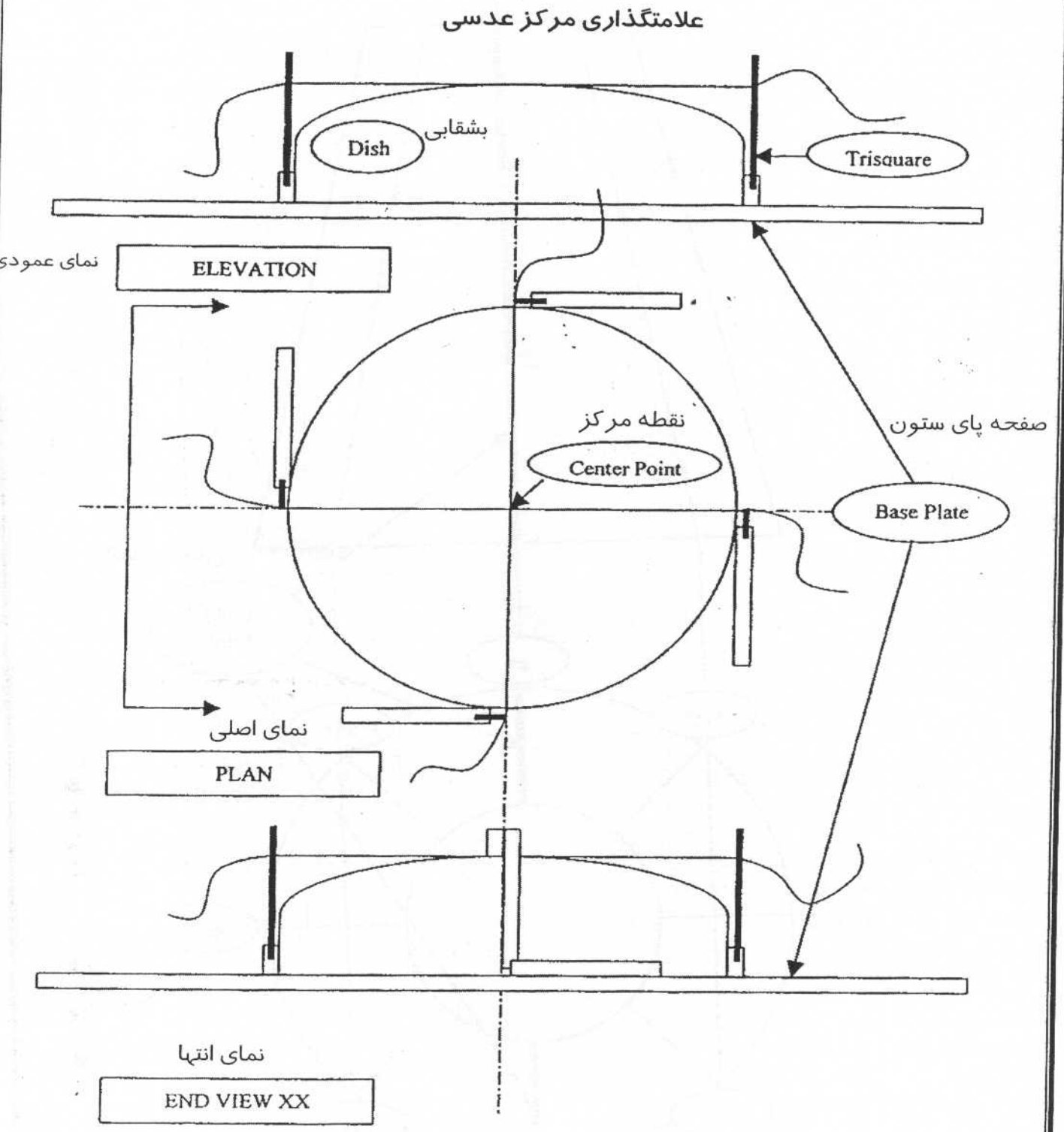


Figure Marking of center of dish.

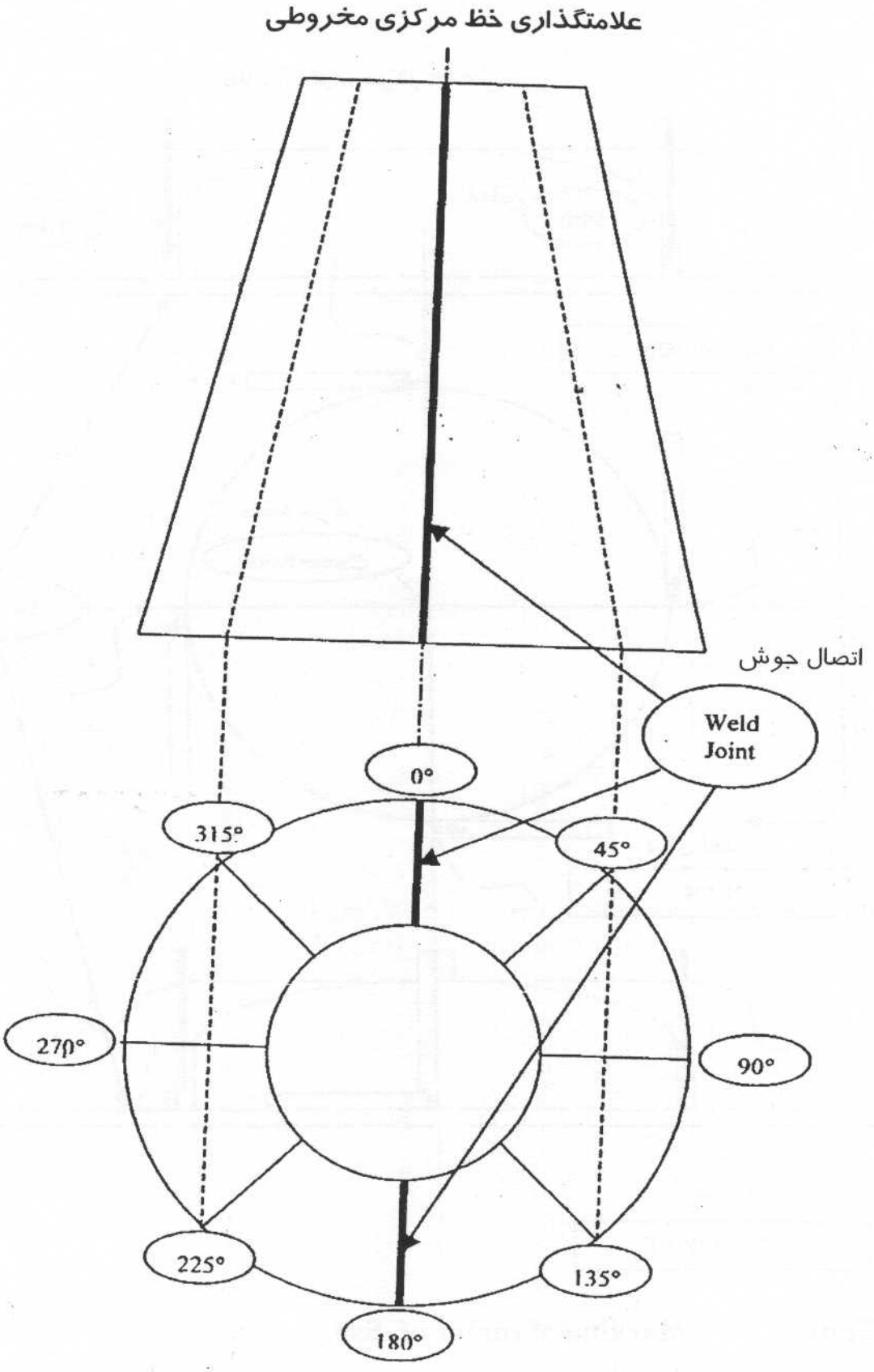
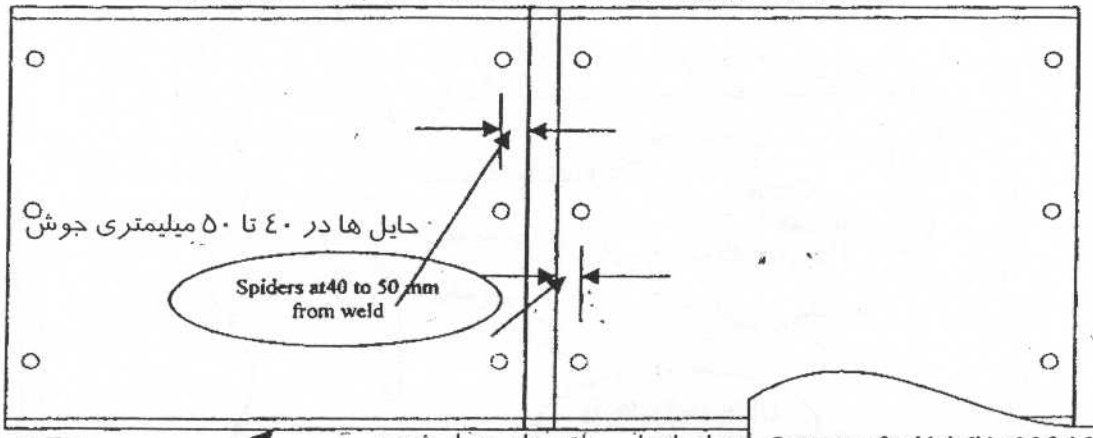


Figure Marking of center line of cones.

قیدهای کنترل پیچیدگی و ترتیب جوشکاری درزجوش محیطی

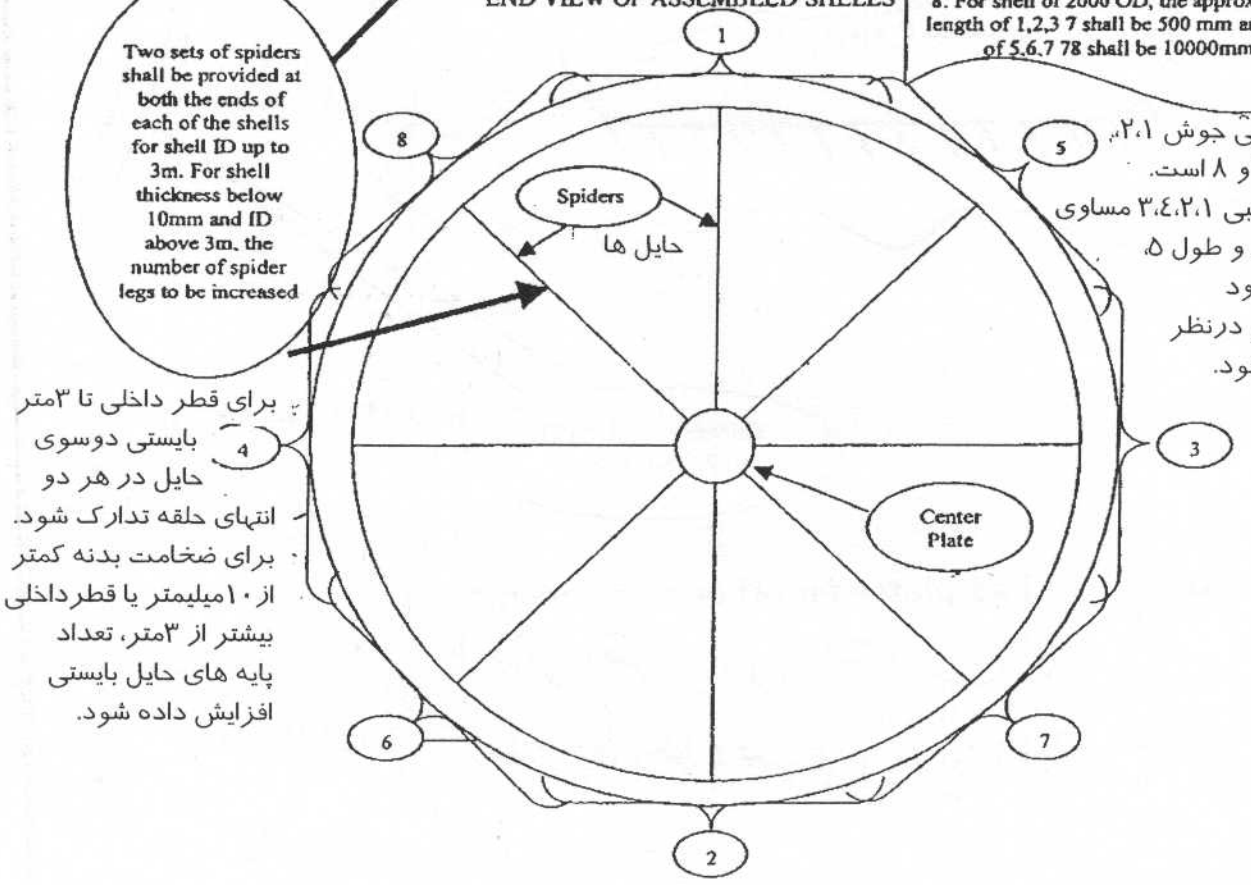
نمای از پهلوی دو حلقه در شرایط سوار شده

SIDE ELEVATION OF TWO SHELLS IN ASSEMBLED CONDITION



نمای انتهایی حلقه های سوار شده

END VIEW OF ASSEMBLED SHELLS



ترتیب و توالی جوش ۱،۲، ۳، ٤، ۵، ۶، ۷ و ۸ است.
طولهای تقریبی ۱،۲،٤،۳ مساوی ۵۰۰ میلیمتر و طول ۵، ۶، ۷ و ۸ حدود ۱۰۰ میلیمتر درنظر گرفته می شود.

برای قطر داخلی تا ۳متر بایستی دوسوی حایل در هر دو انتهای حلقه تدارک شود. برای ضخامت بدنه کمتر از ۱۰میلیمتر یا قطرداخلی بیشتر از ۳متر، تعداد پایه های حایل بایستی افزایش داده شود.

Figure Welding sequence for circumferential seam welding.

ورقهای تقویتی برای ملحقات

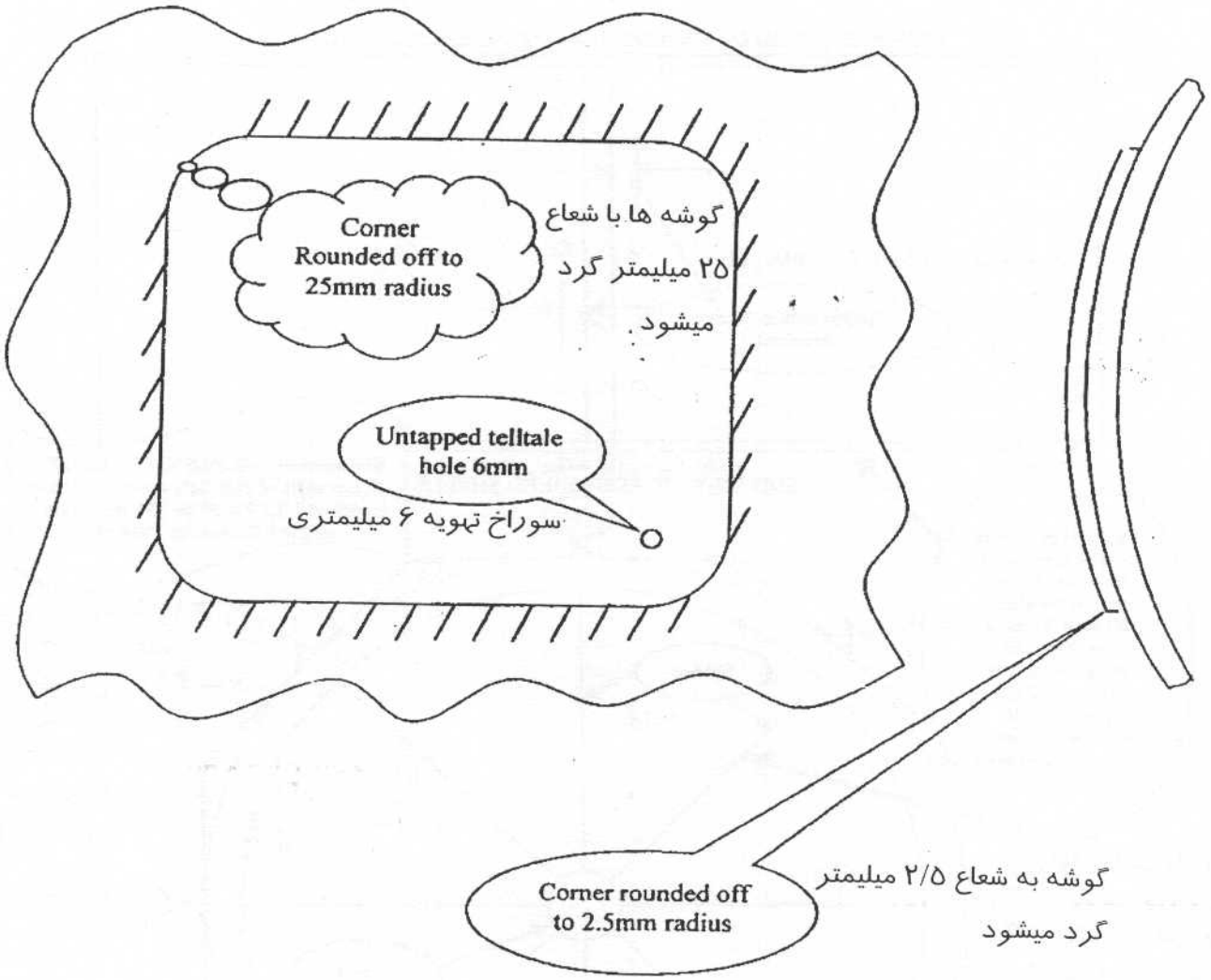


Figure Pad plates for other attachments.

ورقهای تقویتی برای ملحقات

اگر مجبور شدیم کنار دور جوش طول بجسبانیم بعد اول جوش را سنگ زده و سپس PAD را دور آن جسبانیم

نقشه جوش

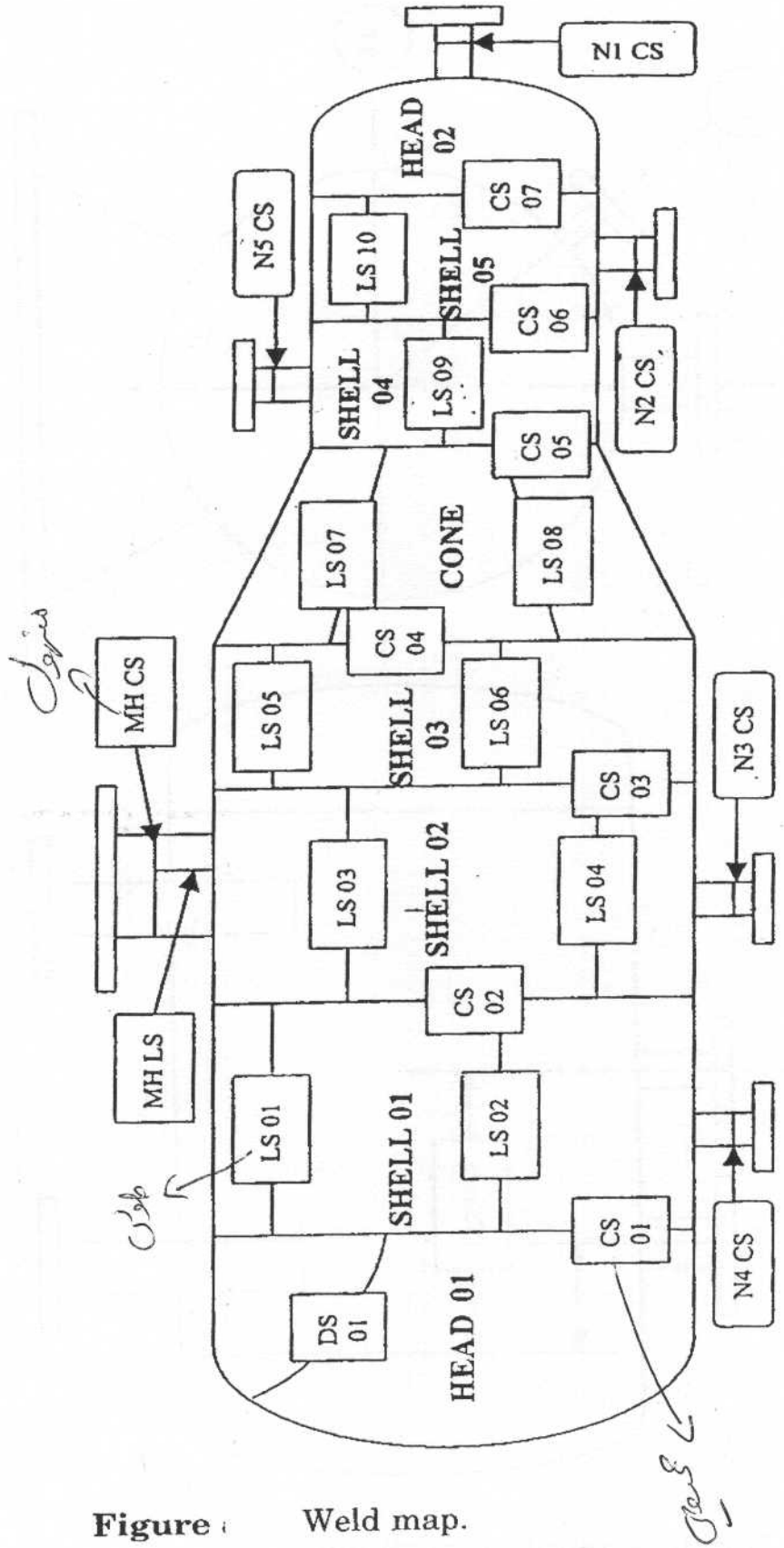


Figure Weld map.

علامتگذاری تعیین موقعیت نازل

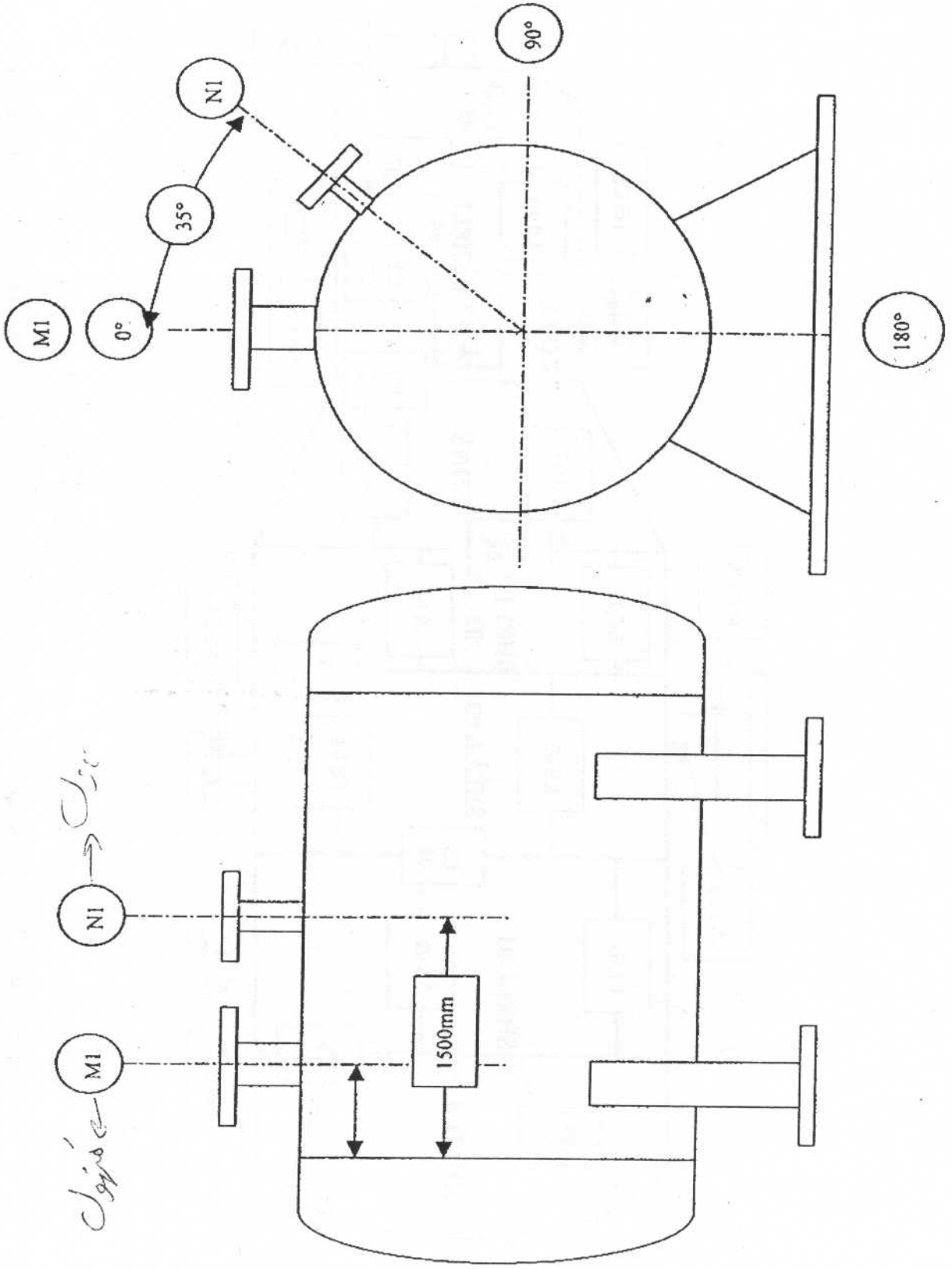


Figure · Nozzle orientation marking.

گزارش اختصاری آزمایش غیرمخرب

EMBLEM

NDT SUMMARY REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Quantity	
Drawing No(s)		Date	

Sl. No.	Seam Identification	Requirement of NDT	Details of NDT with Report Reference			
			RT	UT	MPT	LPT
1	DS1	100% RT	R.No.1,5	--	--	--
2	LS1	100				
3	LS2					
4	LS3					
5	LS4					
6	CS1					
7	CS2					
8						
9						

Note:- Certificates for Back Chip DP are not reported in this Summary. This will be covered in the general reference made on the compliance to the code of in the certificate of manufacture.

Figure Nondestructive testing summary report.

AIR TEST = SOAP TEST

ترتیب آزمون ورق تقویتی با هوا

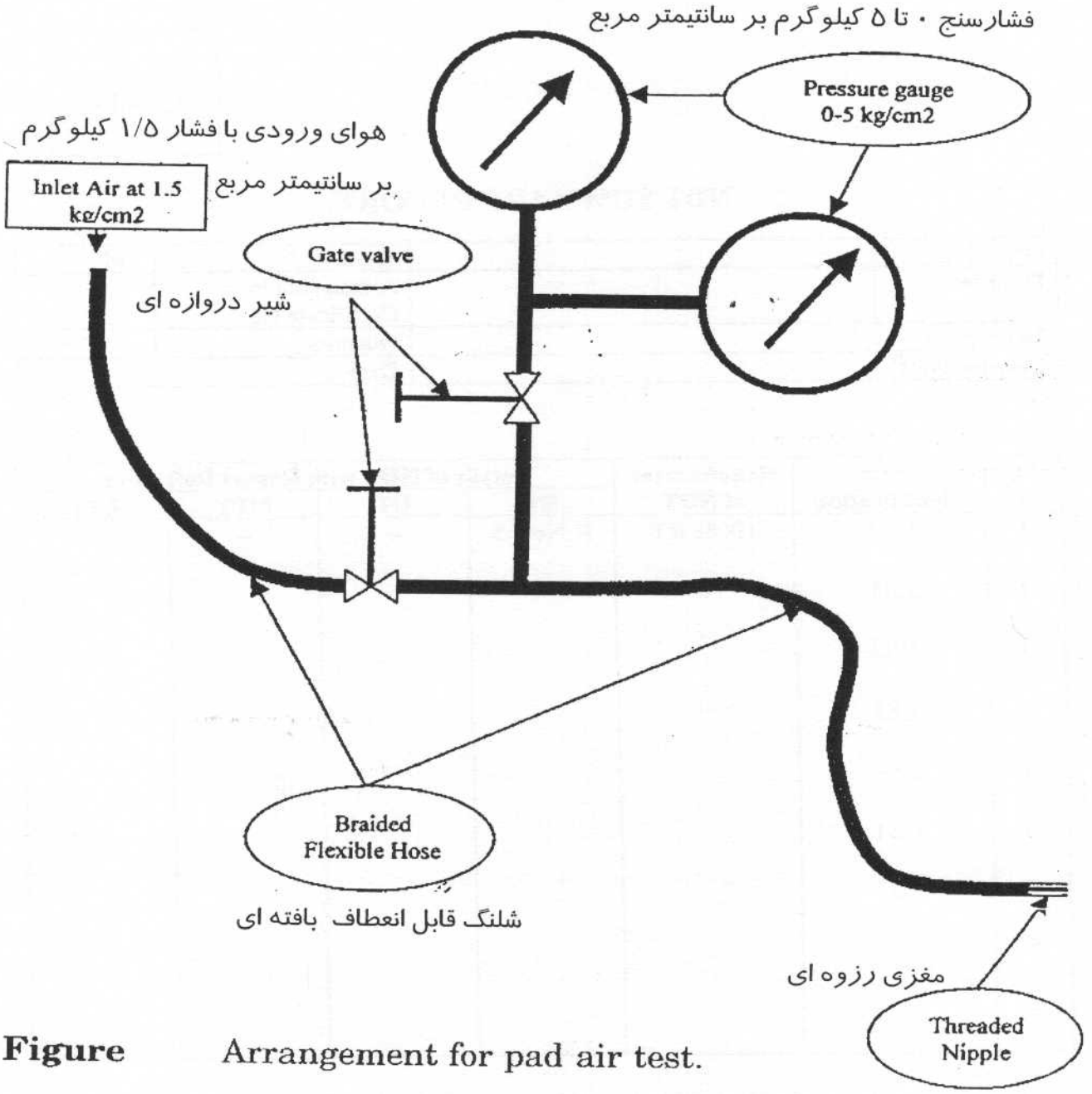


Figure Arrangement for pad air test.

گزارش آزمایش نشتی هوا

EMBLEM

AIR LEAK TEST REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Test Pressure		Holding time	
Pressure Gauge Range		Solution Used	
Pressure Gauge Calibration		Post-Cleaning	

DETAILS OF ITEMS TESTED

Remarks

Figure Air leak test report.

بازرسی روشن سازی قبل از هیدروتست

الا این جزئیات به زبان نوشته که آیا قبل از هیدروتست تمام کارها انجام شده است یا نه

PRE-HYDRO INSPECTION CLEARANCE

Report No.		Job No.		Date	

Equipment No.		Description	

Drawing Nos.

1)		2)		3)	
4)		5)		6)	

A BOM Check

A.1 Drawings Checked	1		2		3		4		5		6	

A.2 Remarks:

1	
2	
3	
4	
5	
6	

B Visual Examination

B.1 Butt Welds

Reinforcement	Satisfactory	Re-work
Contour	Satisfactory	Re-work
Under cuts	Satisfactory	Re-work

B.2 Corner/Fillet/Socket Welds

Size	Satisfactory	Re-work
Contour	Satisfactory	Re-work
Under cuts	Satisfactory	Re-work

B.3 Surface

Free from Arc strikes/Tack Metals/Handling Damages/Other Surface Defects	Satisfactory	Re-work

In case of re-works in any of the above three, please specify the nature of work briefly.----------

---

MPT/LPT: Required/Not required Results: Satisfactory/Re-work

C NDT Completion

C.1 Ultrasonic Testing: Complete/Incomplete Results: Satisfactory/Re-work

C.2 Radiographic Testing: Complete/Incomplete Results: Satisfactory/Re-work

C.3 Magnetic Particle Testing: Complete/Incomplete Results: Satisfactory/Re-work

C.4 Liquid Penetrant Testing: Complete/Incomplete Results: Satisfactory/Re-work

D Reinforcement Pad Air Test

Total number of pads to be air tested		Total number of pads air tested	

Authorized Representative

Figure Pre-hydro inspection clearance.

گزارش اختصاری آزمایش غیرمخرب

NDT SUMMARY REPORT

EMBLEM

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Sl.No.	Seam Identification	Requirement of NDT	NDT Report Reference			
			RT	UT	MPT	LPT
1	DS1	100%	R. No. 1,4	--	--	--
2	LS1	100%	2	--	--	--
3	LS2	100%	3	--	--	--
4	LS3	100%	5	--	--	--
5	CS1	100%	21,28	--	--	--
6	CS2	100%	22	--	--	--
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

QA/QC Manager

Figure Nondestructive testing summary report.

گزارش هیدروتست

EMBLEM

HYDROSTATIC TEST REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Test Pressure

Test Temperature — برای مخزن اینجا نیاز نداریم

Test Medium — سیال تست

Duration — برای لوله کشی اینجا فشار و زمان را حفظ نیستم

Pressure Gauge Range

Pressure Gauge/ Recorder Identification → شماره شناسایی

Pressure Gauge Calibration Details

Result

Date of Test

Attachments

Remarks

Figure Hydrostatic test report.

گزارش اطلاعات فنی سازنده (فهرست)

Emblem	

QUALITY ASSURANCE AND CONTROL DEPARTMENT

MANUFACTURER'S DATA REPORT (INDEX)

JOB ORDER NUMBER	
NAME & NUMBER OF EQUIPMENT	
CUSTOMER	
PURCHASE ORDER NUMBER. & DATE	

INDEX

SL.No.	Description	Page
1	Third Party Inspection Certificate	
2	Certificate of Manufacture or general certificate	
3	ASME Formats U1, U1A, U2, U2A, U3 and U4 as required	
4	Inspection Release Certificate	
5	Guarantee Certificate	
6	Material Summary Report	
7	Material Test Certificates	
8	Welding Procedure Specification Summary with Weld Map	
9	Welding procedure Specifications	
10	NDT Summary with Weld Map	
11	NDT Reports	
12	Air Leak Test Reports	
13	Dimensional Report	
14	Non Conformity Reports عدم تطابق یا تخریب پوشش داده	لغو
15	Pre Hydro Inspection Clearance Report	
16	PWHT Confirmation Report	
17	PWHT Charts	
18	Calibration Reports of Recorders & Thermocouples	
19	Hydrostatic Test Report	
20	Calibration Reports of Pressure Gauges and Recorders	
21	Rub Off / Name Plate Details	

Figure MDR index.

گواهی سازنده

Emblem	

QUALITY ASSURANCE AND CONTROL DEPARTMENT

CERTIFICATE OF MANUFACTURE

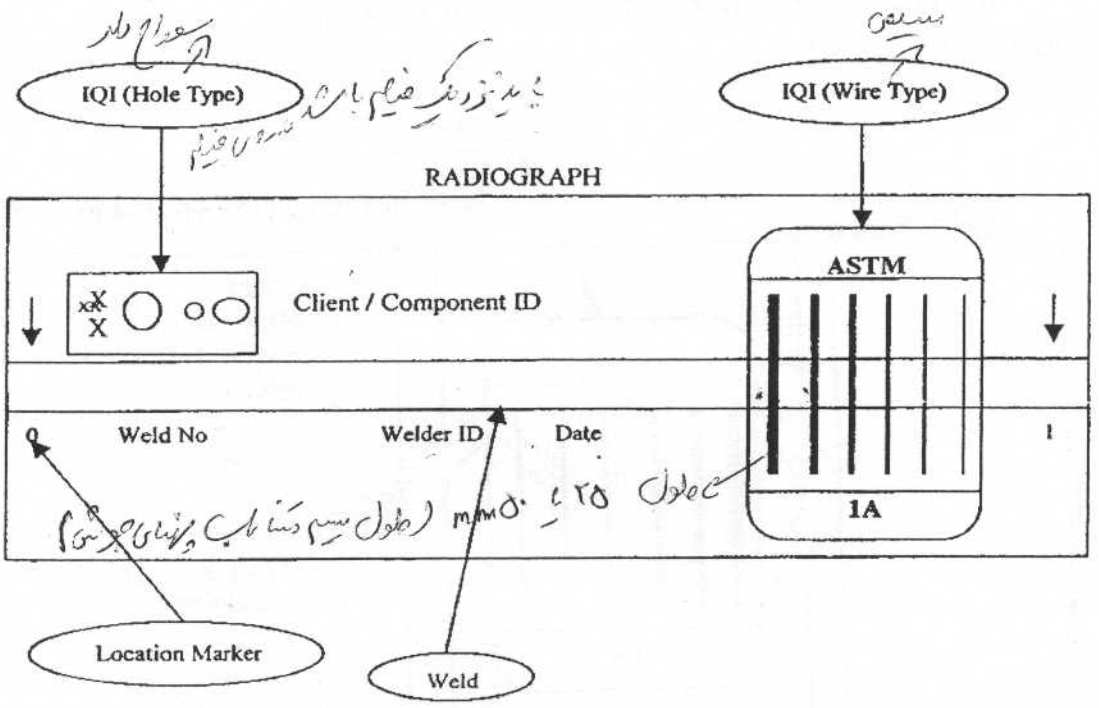
Purchaser		Certificate Number	
		Date	
Order Number		Order Status	
Inspection Date (First)		Inspection Date (Final)	

WELDED PRESSURE VESSEL	Item No. & Description

Design Code or Standard	
Size	
Job Order No.	
Drawing No(s).	
Design Pressure & Temperature	
Type of Construction	
Method of Support	
Internal Equipment	
Non-Destructive Tests	
Compensating Pad(s) Air Test	
Postweld Heat Treatment	
Pressure Test, Medium and Duration	
Design & Drawing Approval	
Remarks	
Stamping Details	
Attachments	
Authorized Representative	

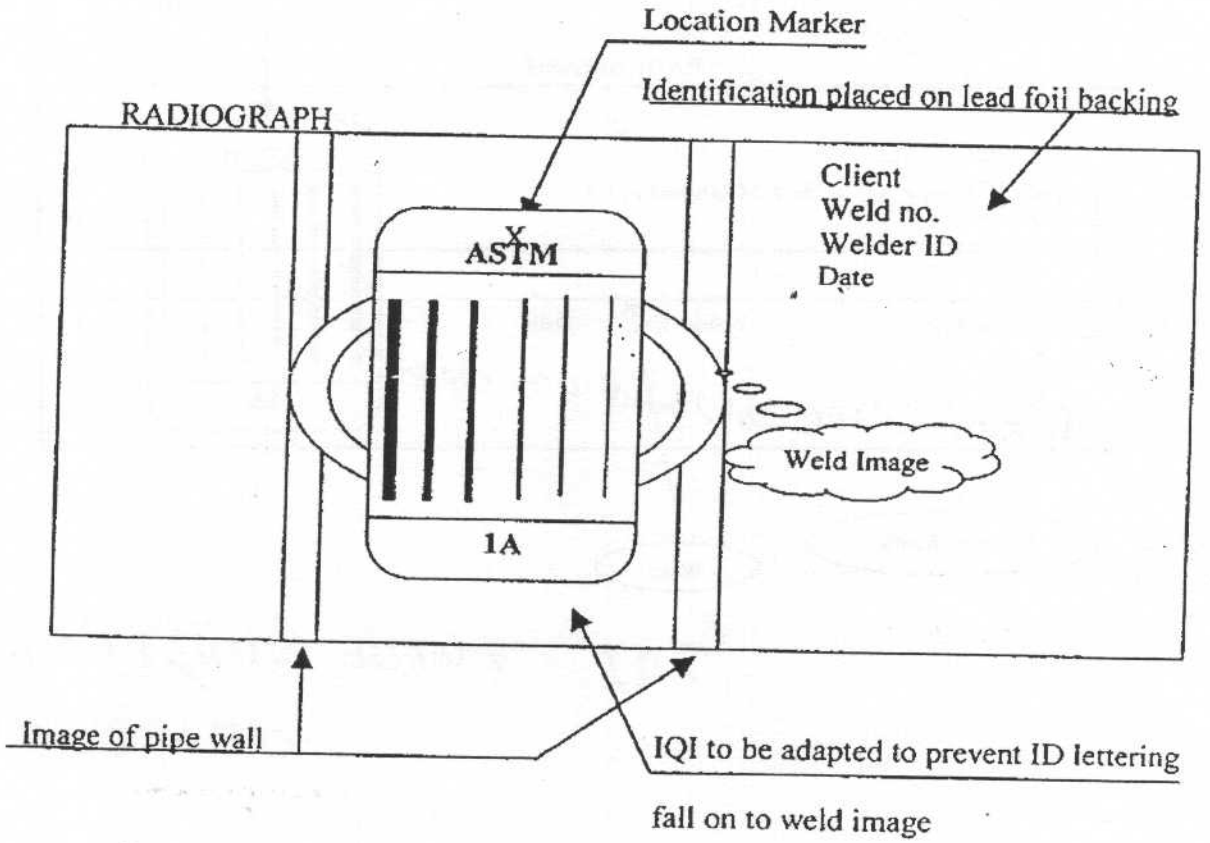
Figure Certificate of manufacture.

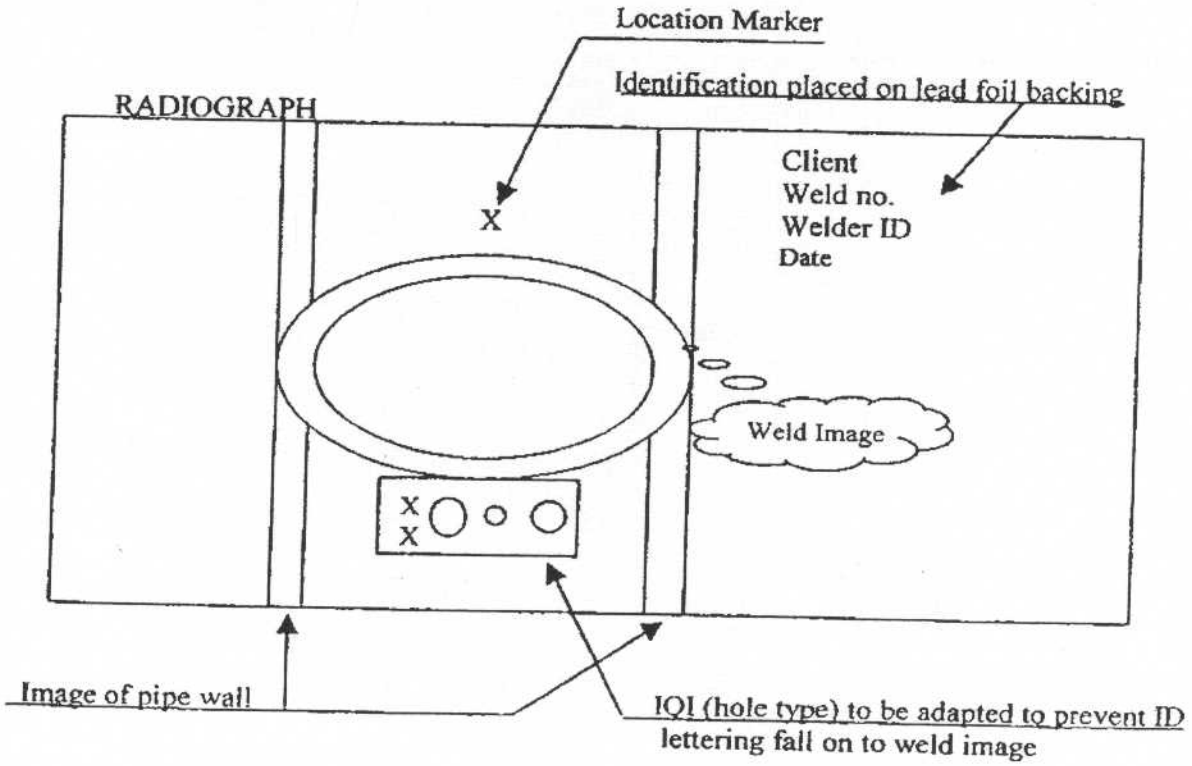
شناسایی فیلم برای پرتونگاری تک دیواره تک تصویره یا دو دیواره تک تصویره



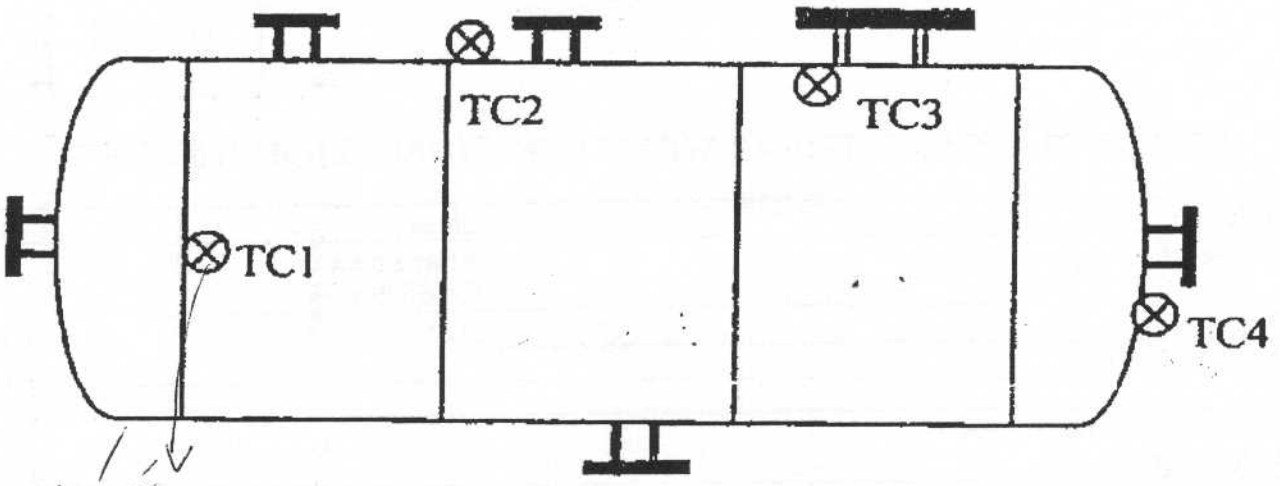
شناسایی فیلم برای پرتونگاری دو دیواره دوتصویره (بیضوی)

Identification for Double-Wall Double-Image (Elliptical)





اندازه گیری درجه حرارت تنش زدائی



جاهائی که احتمال نشان دادن تغییرات درجه حرارت (نسبت به درجه حرارت میانگین) دارند عبارتند از : نزدیک در، قلب کوره، سقف، دیرک های شعله، ضخیم ترین و نازکترین مقطع مخزن و غیره

گزارش تایید عملیات حرارتی پس از جوشکاری

EMBLEM

POSTWELD HEAT TREATMENT CONFIRMATION REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Description of items Post-Weld Heat Treated	
Material Specification	

DETAILS OF POSTWELD HEAT TREATMENT

PWHT Chart Number	
PWHT Method	
Type of Heating	
Heating Rate	
Required	
Actual	
Soaking Temperature &Time	
Required	
Actual	
Cooling Rate	
Required	
Actual	
Thermocouple Type	
Recorder Identification	
Recorder Chart Speed	
Colour of Recorder Points	
Recorder Calibration Details	
Hardness test Results	
Type	
Required	
Actual	
Remarks	

عملیات حرارتی کوره ای

۱- حداکثر نرخ مجاز گرم کردن بالای ٤٢٧ درجه سانتیگراد، ۲۰٤ درجه در ساعت است. اختلاف درجه حرارت در فواصل ٤/٥٧ متری نبایستی از ۱۲۱ درجه سانتیگراد بیشتر باشد.

۲- حداقل درجه حرارت یکسان سازی دما بایستی ٥۹۳ درجه سانتیگراد باشد. حداکثر اختلاف نشان داده شده بین ترموکوپلهای مختلف روی مخزن نبایستی از ۶۵/۶درجه سانتیگراد بیشتر باشد.

ضخامت مخزن (میلیمتر)	*P-No.1* و ۳ *Gr.Nos.1,2,3*	*P-No.4, Gr.No 5.1 , 2*
تا ٥۰	یک ساعت بازاء هر ۲٥ میلیمتر با حداقل ۱٥ دقیقه	یک ساعت بازاء هر ۲٥ میلیمتر با حداقل ۱٥ دقیقه
٥۰ تا ۱۲٥	۲ ساعت باضافه ۱٥ دقیقه برای هراینچ بیشتر از دو اینچ	یک ساعت به ازاء هر ۲٥ میلیمتر
بیشتر از ۱۲٥	۲ ساعت باضافه ۱٥ دقیقه برای هراینچ بیشتر از دو اینچ	٥ ساعت + پانزده دقیقه برای هر ساعت اضافی مازاد بر پنج اینچ

۳- حداکثر نرخ سرد کردن تا رسیدن به ٤۲۷ درجه سانتیگراد عبارتست از ۲٦۰ درجه سانتیگراد بر ساعت به ازاء هر ۲٥ میلیمتر ضخامت مقطع مربوطه، سرد کردن زیر ٤۲۷ درجه سانتیگراد می تواند درهوای آرام انجام شود.

٤- تغییر درجه حرارت مخزن حین گرم کردن بایستی کمتر از ۹۳ درجه سانتیگراد در فواصل ٤/٥٧ متری طول مخزن باشد.

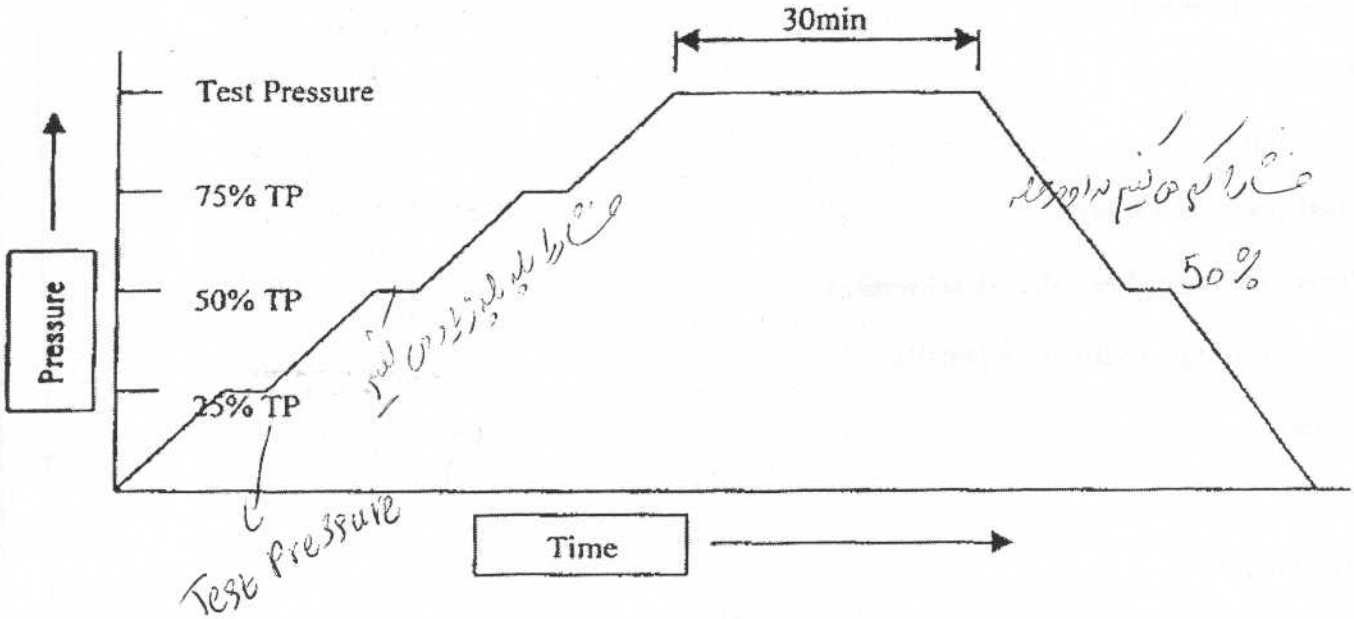
آزمایش هیدرواستاتیک مخازن تحت فشار

با توجه به الزامات بخش *VIII* قسمت یک *ASME*، همچنین تجارب خوب مهندسی و تجدید مشاوره بایستی دستورالعمل آزمایش هیدرواستاتیک مخازن تحت فشار تهیه شود.

تمام مخازن تحت فشار ساخته شده در کارگاه بایستی تحت آزمایش هیدرواستاتیک با فشار ذکر شده در نقشه ها پس از اتمام رضایتبخش مراحل ذیل، قرار گیرد.

۱- همه فعالیت های ساخت تمام شده باشد.

۲- تمام آزمایشها و آزمون ها با نتایج رضایتبخش انجام شده باشد (بجز آزمایشهایی که بعد از هیدروتست لازم است، انجام شود).



EMBLEM

HYDROSTATIC TEST REPORT

Order No.		Sheet	of
Purchaser		Attachment to Certificate No	
Description		Date	
Drawing No(s)			

Test Pressure

Test temperature

Test Medium

Duration

Pressure Gauge Range

Pressure Gauge/ Recorder Identification

Pressure Gauge Calibration Details

Result

Date of Test

Attachments

Remarks

بازرسی تنش زدایی

بازرسی یا کنترل کیفیت بایستی از برآورده شدن الزامات اطمینان حاصل کند.

الف – اطمینان از انجام تمام اقدامات قبل از تنش زدائی

ب – جزئیات شارژ در کوره، کالیبراسیون ترموکوپل ها و ثبات ها، درجه حرارت کوره موقع شارژ مخزن داخل کوره ، اتصال ترموکوپل ها طبق ضوابط موقع تنش زدایی

ج – مرور سوابق تنش زدایی ، بررسی انطباق و تایید . در صورت وجود انحرافات از مشخصات فنی، تصمیم طراح اخذ شود.

سوابق تنش زدایی

سوابق عملیات تنش زدایی بایستی در فرم ارائه شده درج شده و اطلاعات اساسی زیر را داشته باشد:

۱- برای تشخیص ثبت کردن هر ترموکوپل، هر ترموکوپل بایستی برای کشیدن نمودار، رنگ متخلفی داشته باشد. ۱۲ رنگ یا بیشتر

۲- جزئیات شارژ، ترجیحاً با کروکی نشان دهنده موقعیت قطعه و محل ترموکوپل ها

۳- ثبات درجه حرارت بایستی نیز درست کار کند و گواهی تایید داشته باشد.

٤- چارت نیز بایستی اطلاعاتی نظیر سرعت، زمان شروع و زمان خاتمه ، تاریخ و غیره داشته باشد.