

اصول ساخت مخازن تحت فشار

مقدمه

تعاریف اولیه

مخزن تحت فشار

فشار و دمای کاری

درجه حرارت طراحی (UG-20)

حداکثر فشار کاری مجاز (UG-98)

فشار تست هیدرواستاتیک (UG-99)

ماکزیمم تنش مجاز (UG-23)

استحکام اتصالات (UW-12):

انتخاب مواد

کنترل ورق های ورودی

کنترل لوله های ورودی

کنترل فلنج ها و زانویی ها و دیگر اتصالات ورودی به کارخانه

ابعاد و اندازه ورق ها

دستور برش ورق

پارامترهای کنترل ورق های بریده شده

مونتاژ شل به Head

طریقه محور بندی کردن مخزن (اکس بندی کردن)

طریقه استفاده از شیلنگ تراز

انواع فلنج ها

مونتاژ کردن نازل به شل

Saddle یا پایه مخزن

عدسی یا Head

تست هیدرواستاتیک

رنگ آمیزی

کالیبره کردن کولیس

موضوع کارآموزی:

اصول ساخت مخازن تحت فشار

« دستور العمل طراحی مخازن تحت فشار »

مقدمه :

همانطور که می دانیم مخازن تحت فشار از جمله تجهیزاتی هستند که نه تنها در شاخه نفت و پتروشیمی بلکه در اغلب صنایع اصلی نظیر نیروگاه و حمل و نقل از کاربرد ویژه و قابل توجهی برخوردار بوده و از اینرو توجه به مقوله طراحی و ساخت آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

آنچه در این مقاله بدان پرداخته شده است، بیشتر جنبه راهنمایی داشته و هدف ارائه مطالبی است که به نظر نویسنده برای طراحی و ساخت یک مخزن تحت فشار با توجه به استاندارد

ASME BOILER& PRESSURE VESSLES CODE(SEC.VIII, DIV.1)

لازم و ضروری بوده و طبعاً نمی تواند تمامی نکته ها و مسائل حاشیه ای این موضوع را در بر داشته باشد . مطالب ارائه شده به ترتیب شامل آشنائی با تعاریف اولیه، انتخاب مواد، و نکات مهم در فرآیند ساخت یک مخزن تحت فشار از نگاه تولید و مسائل مربوط به آن است .

جهت آشنائی بیشتر با سرفصلهای مندرج در استاندارد ASME و امکان مراجعه به مباحث تکمیلی در هر زمینه در اینجا به معرفی عناوین مزبور میپردازیم :

U – Introduction

UG – General requirements for all methods of construction and all materials

UW – Requirements for pressure vessels fabricated by welding

UF - Requirements for pressure vessels fabricated by forging

UB - Requirements for pressure vessels fabricated by brazing

UCS - Requirements for pressure vessels constructed of carbon and low alloy steels

UNF - Requirements for pressure vessels constructed of nonferrous materials

UHA - Requirements for pressure vessels constructed of alloy steel

UCI - Requirements for pressure vessels constructed of cast iron

UCL - Requirements for welded pressure vessels constructed of material with corrosion resistant integral cladding , weld metal overlay cladding , or with applied lining

UHL - Requirements for pressure vessels constructed of ferritic steels with tensile properties enhanced by heat treatment

ULW - Requirements for pressure vessels constructed by layered construction

ULT – Alternative rules for pressure vessels constructed of materials having higher allowable stresses at low temperature .

تعاریف اولیه :

مخزن تحت فشار : بطور کلی هر مخزنی که اختلاف فشار داخلی و

خارجی آن برابر و یا بیشتر از 15 psi (و کمتر از 3000 psi) بوده , قطر

داخلی آن از 6 in بیشتر و دارای حجم ۱۲۰ گالن باشد یک مخزن تحت فشار

نامیده می شود و شامل مقررات مندرج در ASME SEC. VIII DIV.1 می گردد (جهت کسب اطلاعات بیشتر به پاراگراف U-1 مراجعه شود) .

در عین حال یادآور می شود که توجه به شرایط عملکردی و محیطی مخزن (اعم از قرار گرفتن در سرویسهای خطرساز و یا آتش گیر) میتواند در نحوه طراحی، ساخت ، آزمایشات و نهایتاً کیفیت کاری مورد نیاز جهت تعیین عملکرد مخزن در سرویسهای خاص بهره برداری تاثیر به سزائی داشته باشد .

فشار و دمای کاری : فشار و دمایی است که مخزن تحت آنها به عملکرد عادی خود می پردازد .

فشار طراحی (UG-21) : فشاری است که جهت تعیین حداقل ضخامت مجاز برای اجزاء مختلف مخزن تحت فشار در نظر گرفته می شود و معمولاً 10% و یا 30 psi (هر کدام که بزرگتر باشد) بیشتر از فشار عملیاتی آن می باشد . چنانچه مخزن دارای ارتفاع قابل توجهی باشد (بیشتر از ۱۰ متر) لازم است که فشار استاتیکی ناشی از وزن سیال نیز به رقم مزبور اضافه گردد . در مورد مخازنی که بطور معمول در شرایط خلاء کار

می کنند و یا اینکه امکان خلاء برای آنها محتمل است باید طراحی با در نظر گرفتن پدیده خلاء کامل صورت پذیرد .

درجه حرارت طراحی (UG-20) : این پارامتر نقش مهمی در طراحی

یک مخزن تحت فشار ایفا می کند چرا که مستقیماً با مقدار تنش مجاز فلز بکار رفته در ساخت مخزن ارتباط دارد . به عنوان یک پیشنهاد می توان برای مخازنی که فعالیت آنها در محدوده $650^{\circ}F \approx 20 -$ قرار دارد بر اساس RATING فلنجهای بکار رفته در آنها اقدام به تعیین درجه حرارت طراحی نمود چرا که حداکثر تنش مجاز برای فولادهای کربنی و کم آلیاژ در محدوده فوق عمدتاً ثابت است . برای مخازن با فولاد کربنی که شرایط دمائی بهره برداری از آنها نزدیک به محیط اطراف می باشد تعیین حداقل درجه حرارت شکست ترد همواره وجود خواهد داشت . یادآوری میشود که آیین نامه در هیچ حالتی اجازه استفاده از درجه حرارت بالاتر از $1000^{\circ}F$ برای فولادهای کربنی و $1200^{\circ}F$ برای فولادهای کم آلیاژ را نمی دهد .

حداکثر فشار کاری مجاز¹ (UG-98) : فشاری است که تحت آن فشار

، ضعیفترین عضو مجموعه به نقطه نهائی تنش تسلیم خود می رسد و این در حالی است که مخزن در شرایط ذیل قرار داشته باشد :

خوردگی ، دمای طراحی ، وضعیت جغرافیائی طبیعی ، تاثیر بار گذارهای گوناگون از قبیل باد ، فشار خارجی و فشار هیدرواستاتیک .

معمولا سازندگان مخازن تحت فشار مقدار M.A.W.P را با توجه به مقاومت عدسی و یا پوسته مخزن تخمین می زنند و اجزاء کوچک مثل فلنج یا دریچه ها را مبنای محاسبه قرار نمی دهند .

عبارت (new & cold) MAWP یکی از رایج ترین اصطلاحات در این زمینه بوده و اشاره به شرایط ذیل دارد :

- New (بدون خوردگی)
- Cold (فاقد شرایط دمای طراحی – در دمای اتاق)

بنابراین با توجه به تعریف اصلی MAWP خواهیم داشت :

$$MAWP_{New\&Cold} > MAWP$$

¹ - maximum allowable working pressure (M.A.W.P)

فشار تست هیدرواستاتیک (UG-99) : فشار این تست ۱/۵ برابر

فشار طراحی و یا مساوی با MAWP در نظر گرفته میشود . البته با احراز شرایط 99 Addenda میتوان فشار مورد نظر را ۱/۳ برابر فشار طراحی نیز در نظر گرفت :

ماکزیمم تنش مجاز (UG-23) : مقدار این کمیت بستگی به جنس ماده

بکار رفته در ساخت مخزن داشته و مستقیماً با خواص مکانیکی ماده تشکیل دهنده مخزن در ارتباط است . به عنوان مثال ، کمیت مورد نظر برای ماده SA 516 Gr. 70 بابر با 17500 psi (20000 psi با توجه به شرایط Addenda 99) می باشد .

استحکام اتصالات (UW-12) : مقدار این پارامتر (E) بستگی به نحوه

اتصالات و درصد رادیوگرافی آنها دارد . در مورد مخزنی که قرار است بطور کامل^۱ رادیوگرافی شود (فشار طراحی بالاتر از 50 psi برای بویلر بخار، حاوی مواد سمی و یا ضخامت بیشتر از $1\frac{1}{4}in$ برای C.S و $1\frac{1}{2}in$ برای S.S) ، لازم است تا کلیه خطوط A و D بصورت صد در صد و خطوط C و B (به شرط اینکه از لوله 10in و یا ضخامت $1\frac{1}{8}in$ فراتر رفته باشد)

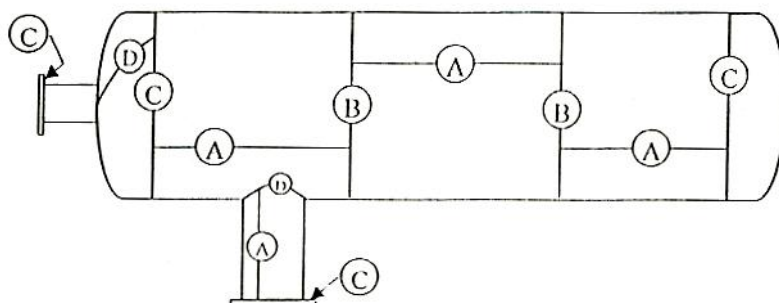
^۱ - Full Radiography

رادیوگرافی شوند . اما اگر قرار باشد که مخزنی بصورت موضعی^۱ رادیوگرافی شود ، آنگاه محل های اتصال خطوط B و C با خطوط دسته A) شامل نازل های با قطر بیش از 10 in و ضخامت 1 in) و محل تماس مقاطع بدون درز مخزن یا عدسی ها و قتیکه طراحی جوش های A و D بر مبنای استحکام 1.00 یا 0.9 صورت میپذیرد ، باید بطور موضعی رادیوگرافی شوند . (شکل ۱)

چنانچه مخزنی فاقد هرگونه رادیوگرافی طراحی شده باشد آنگاه باید حائز یکی از شرایط زیر باشد :

الف - تنها فشار خارجی وجود داشته باشد .

ب- طراحی اتصالات بدون در نظر گرفتن تست رادیوگرافی صورت پذیرفته باشد .



شکل (۱) نام گذاری انواع جوش های طولی و عرضی بر روی یک مخزن

^۱ - Spot Radiography

در اینجا لازم است تا با انواع بارگذاریهای ممکن بر روی یک مخزن تحت فشار آشنا شده و از این راه اهداف طراحی و چگونگی آن جهت نیل به مقاصد اصلی را شناسائی کنیم . خلاصه ای از انواع بارگذاریهائی که میتواند بر مخزن تحت فشار اعمال شود در زیر مشاهده میگردد :

- ۱- فشار داخلی (یا خارجی)
- ۲- وزن مخزن
- ۳- بارهای استاتیکی ناشی از لوله های اتصال ، تجهیزات متصل به مخزن ، ادوات داخلی و ...
- ۴- بارهای دینامیکی مربوط به تغییرات فشار یا دمای مخزن
- ۵- نیروهای ناشی از اثرات باد و زمین لرزه
- ۶- بارهای ضربه ای ناشی از پدیده ضربه قوچ^۱
- ۷- تنش ناشی از گرادیان دمائی وابسته به زمان (اثر خزش)^۲

^۱ - Water Hammer

^۲ - Creep

معمولا در فرآیند طراحی یک مخزن تحت فشار ، چنانچه مخزن در شرایط خاصی قرار نداشته باشد میتوان برای راحتی کار ، اثرات بارهای استاتیکی ، دینامیکی، ضربه ای و همچنین پدیده خزش را نادیده گرفته و بدین ترتیب فقط تنش ناشی از فشار داخلی (یا خارجی و نیز وزن مخزن به همراه اثرات باد و زمین لرزه در طراحی یک مخزن تحت فشار نقش اساسی ایفا می کنند .

با توجه به گوناگونی شرایط بارگذاری و همچنین فرآیندهای تولید ورق و دیگر اجزاء مورد نیاز یک مخزن تحت فشار ، تنشهای ایجاد شده را میتوان به ۳ گروه عمده دسته بندی نمود :

۱- تنش کششی

۲- تنش فشاری

۳- تنش پوسته ای اولیه (تنش پسماند)

با این مقدمه ، هدف از طراحی یک مخزن تحت فشار را می توان بطور خیلی ساده غلبه بر انواع تنشهای ایجاد شده با توجه به شرایط عملکردی آن

دانست به گونه ای که شکل فیزیکی مخزن از قابلیت‌های عملکردی مطلوب برخوردار باشد .

انتخاب مواد :

یکی از مهمترین مسائل در طراحی مخازن تحت فشار انتخاب صحیح مواد اولیه بکار رفته در آنها می باشد چرا که این امر تاثیر به سزائی در تعیین ضخامتها، ابعاد و نهایتا شرایط عملکردی مخزن دارد . اطلاعات مهم برای انتخاب مناسب مواد شامل تعیین مشخصه ها و مقادیر (و تغییرات تاثیر گذار) سیال در اجزاء مختلف مخزن می گردد .

بعلاوه ، PH سیال ، درجه هوازنی^۱ و درجه حرارت (با پیش بینی دامنه) می باید لیست شود .

متداولترین مواد برای ساخت مخازن تحت فشار ، فولاد کربنی و کم آلیاژ می باشد . این فولادها در گسترده وسیعی از درجه حرارتهای مختلف ($1200^{\circ}F \approx -20$) کاربرد داشته و آیین نامه کاربرد بیش از ۳۴ گرید از فولادهای کربنی و ۴۴ گرید از فولادهای آلیاژی را بعنوان ورقهای با کیفیت

^۱ -Aeration

مناسب برای ساخت مخازن تحت فشار مورد تایید قرار داده است . انتخاب هر یک از این مواد عموماً بر اساس معیارهای زیر صورت می پذیرد .

- در دسترس بودن ورق در ضخامتهای مورد نیاز
- دارا بودن چقرمگی^۱ مورد نیاز برای درجه حرارتهای پایین
- دارا بودن استحکام لازم در درجه حرارتهای بالا
- مقاومت در درجه حرارتهای بالا در برابر اکسیداسیون و یا

خوردگی

معیارها اضافی دیگر که معمولاً برای انتخاب مواد در صنعت نفت و پتروشیمی مورد توجه قرار میگیرد . مقاومت فلز در مقابل اثر تخریبی هیدروژن (ایجاد شکنندگی هیدروژن^۲ و تاولهای هیدروژنی) در درجه حرارتها و فشارهای بالا است . یادآور میشود یکی از ملاحظات عمده در انتخاب مواد ، خطر احتمالی شکست ترد^۳ در بعضی فولادهای کربنی است که معمولاً در محدوده $20 \approx 120^{\circ}F$ - (بسته به ضخامت و گرید فولاد) از اهمیت خاصی برخوردار می باشد (به AM-218 , DIV.2 , ASME) رجوع شود .

¹ - Toughness

² - Hydrogen induced cracking

³ - Brittle Fracture

انتخاب دیگر در رابطه به مواد اولیه ساخت مخازن تحت فشار استفاده از فولادهای آلیاژی به دلیل کنترل خوردگی و یا جلوگیری از آلودگی سیال در اثر حل نمودن آهن می باشد. فولادهای ضد زنگ آستنیتی همپنین می توانند برای شرایط کاری با درجه حرارتهای بالا تا $2000^{\circ}F$ بکار گرفته شوند. مشخصه های فرآیندی لازم برای انتخاب آلیاژهای مناسب در شرایط عملیاتی خاص مشابه با آنچه که برای مخازن ساخته شده از فولاد کربنی بیان شد می باشد. از آنجائیکه قیمت تمام شده برای ورق آلیاژی تفاوت قابل ملاحظه ای با ورق کربنی دارد لذا معمولاً در مواردی که نیاز به استفاده از فولادهای آلیاژی احساس می شود از ترکیب آنها به نام ورق روکش دار بهره می گیرند. این ورق با پایه اصلی فولاد کربنی و روکشی از جنس فولاد آلیاژی (به ضخامت $\frac{1}{8}in$ تا $\frac{3}{16}in$) علاوه بر مقاومت زیاد در برابر خوردگی از هزینه پایین تری نسبت به فولاد تمام آلیاژی برخوردار است. پیشنهاد زیر در رابطه با انتخاب بین آلیاژ و روکش آلیاژی از لحاظ قیمت تمام شده توصیه می گردد:

$$t \leq 5/8in \quad \text{فولاد آلیاژی} :$$

فولاد آلیاژی یا روکش آلیاژی : $5/8in < t < 3/4in$

روکش آلیاژی : $t \geq 3/4in$

در اینجا لازم است که اشاره ای به استاندارد NACE در رابطه با نحوه انتخاب مواد برای فولادهای کربنی و کم آلیاژ که بیشترین کاربرد را در صنعت نفت و گاز دارند بنماییم. این استاندارد صرفاً با هدف تعیین شرایط لازم برای ایجاد مقاومت در مقابل پدیده S.S.C¹ تدوین گردیده و سایر اثرات تخریبی ناشی از هیدروژن در سرویسهای اصطلاحاً « ترش » میبایست جداگانه مورد توجه قرار گیرد. خلاصه نیازهای مورد نظر برای فولادهای مزبور بند 3.2 از استاندارد به شرح زیر است :

- درصد نیکل در فولاد باید کمتر از ۱٪ باشد .
 - سختی فولاد باید کمتر از RC22 باشد .
 - شرایط حرارتی محصول مطابق با یکی از موارد زیر باشد :
- a) Hot rolled (C.S only)
 - b) Annealed
 - c) Normalized
 - d) Normalized & Tempered

¹ - Sulfide stress cracking

e) Normalized , Austenitized & Tempered

f) Austenitized , counched & tempered

• فولادهای آهنگری شده^۱ با شرایط ASTM-A105 و محدودیت

سختی ۱۸۷ برینل قابل قبول هستند .

• فولادهای کار شده^۲ در اشکال نورد , اکستروژن , فورجینگ و

غیره با سختی بیش از RC22 به شرط انجام تست صلاحیت

طبق ملزومات استاندارد قابل قبول هستند .

• اتصالات ساخته شده از لوله های ASTM-A53/A106 به شرط

انجام کار سردی کمتر از ۱۵٪ و سختی حداکثر ۱۹۰ برینل قابل

قبول هستند

• لوله های لیست شده در جدول شماره ۳ استاندارد با در نظر

داشتن زیر نویس های مربوطه که مهمترین آن رعایت سختی

زیر RC22 و ملزومات ساخت می باشد قابل قبول هستند .

طراحی SHELL و HEAD (, 32, 33, 28 , 27-UG) :

¹ - Forged steels

² - Wrought steels

با توجه به روابط موجود (از مقاومت مصالح) در رابطه با محاسبه ضخامت مورد نیاز جهت پوسته و عدسی یک مخزن تحت فشار استوانه ای شکل ، می توان از روابط زیر بهره گرفت :

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

$$P = \frac{SEt}{R + 0.6t}$$

که در آنها :

- t: Shell Thickness (in)
- p: Pressure (psi)
- R: Internal Radius
- S: Stress Value (psi)
- E: Joint Efficiency

کنترل ورق های ورودی

هر ورقی که تولید می شود بایستی از شرکت تولید کننده آن یک گواهی نامه داشته باشد . در این گواهینامه یکسری اطلاعات مربوط به ورق درج شده است هر ورقی یک Heat number دارد که از طریق این Heat Number می توان ورق را ردیابی کرد و یک سری اطلاعات مربوط به ورق را از جمله خواص مکانیکی و ترکیبات شیمیایی و ... بدست آورد بعضی

مواقع در کارخانه یک سری ورق وارد می شود که دارای Heat Number نیستند و یا به عبارتی پاک شده اند یا قابل دیدن نیستند . در حالت ایده آل کارخانه یک تیکه از ورق مورد نظر را بریده و به آزمایشگاه می دهد . تا یک سری آزمایشات و تست هایی روی ورق انجام گیرد بعد از دریافت جواب آزمایشگاه پارامترهایی که آزمایشگاه بدست آورده را با پارامترهای موجود در گواهینامه ورق ها مقایسه می کنیم تا ببینیم حدس ما در مورد آن ورقی که می خواستیم درست است یا نه .

به طور مثال ما سفارش ورق A516 G70 دادیم و ورق های دریافتی هیچ گونه Heat Number ندارد برای صحت کار خود مراحل بالا را بایستی انجام دهیم .

و پارامترهایی که در کنترل ورق بایستی توجه شود یکی تمیزی ورق، ضخامت ورق می باشد که ضخامت ورق ها را معمولاً باکولیس اندازه می گیرند.

کنترل لوله های ورودی :

لوله ها مانند ورق ها نیز دارای یک سری مشخصات فنی مانند Heat

Number و Schedule و قطر (سایز لوله) و جنس لوله می باشد که معمولاً

Heat Number ها در ابتدا و انتهای لوله ها درج می شود .

Schedule : به عبارت عامیانه به گوشت لوله و یا ضخامت دیواره های

لوله معروف می باشد .

Schedule ها متنوع می باشند که می توانند

SCH(10,20,30,40,60,80,100,120,140,160)

و همچنین XXSTRANG که Schedule 40 به

Schedule استاندارد معروف است . Schedule80 به Extra Strang

معروف می باشد.

یک سری جداول وجود دارند که با فرض معلوم بودن سایز لوله و Schedule آن می توان ضخامت دیواره لوله را از روی جداول بدست آورد . اطلاعات بدست آمده از جدول را با اطلاعاتی که خود با اندازه گیری دیواره لوله با کولیس انجام دادیم مقایسه کرد . تا مطمئن شویم که لوله مورد نظر درست است .

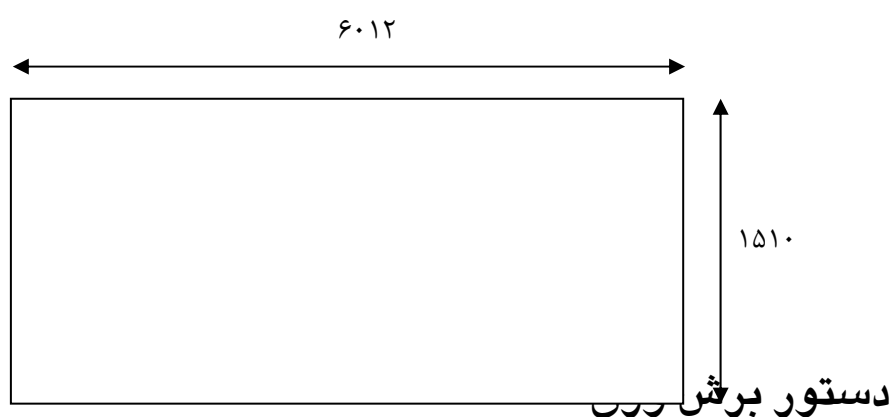
کنترل فلنج ها و زانویی ها و دیگر اتصالات ورودی به

کارخانه :

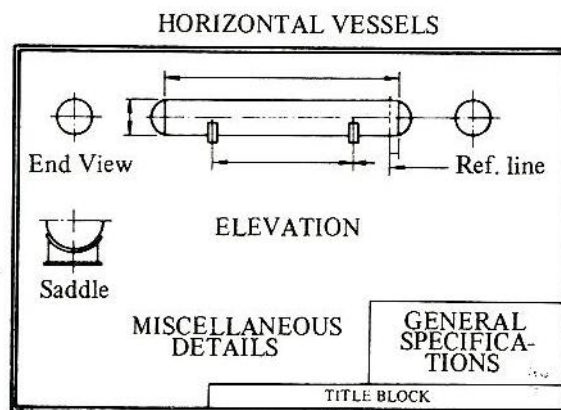
مأمور کنترل کیفیت با داشتن درخواست سفارش کارخانه برای کنترل اتصالات اقدام می کند هر یک از اتصالات ورودی به کارخانه دارای یک سری مشخصات است که روی اتصالات حک شده است وظیفه مأمور چک کردن کالای ورودی کارخانه با دستور سفارش می باشد و بعد از چک کردن تحویل انباردار کارخانه می دهد .

ابعاد و اندازه ورق ها

معمولاً ورق های استاندارد ایرانی به طول ۶ متر و عرض ۱/۵ متر می باشد در صورتیکه ورق های خارجی به طول ۶ متر و عرض ۲ متر می باشد معمولاً ورق هایی که تولید شده اند به همان اندازه واقعی که گفته شده نیستند معمولاً ۱۰ الی ۱۵ میلیمتر بزرگتر از اندازه اسمی می باشد .



هر پروژه تولید مخزن شامل یکسری اسناد و مدارک می باشد از جمله این اسناد نقشه ساخت مخزن می باشد که این نقشه در برنامه Auto CADE (اتوکد) طراحی شده است که دارای اطلاعاتی در مورد طول و ضخامت و قطر داخلی و تعداد نازل ها و فلنج ها و اندازه قرارگیری نازل ها بر روی SHELL و ... می باشد .



دستور برش ورق این گونه می باشد که با داشتن قطر داخلی مخزن و ضخامت ورق بایستی محاسبات بر مبنای تار خنثی مخزن انجام شود پس داریم :

$$\frac{\text{قطر داخل} + \text{قطر خارج}}{2}$$

به طور مثال اگر قطر داخلی مخزنی ۱۵۰۰ و ضخامت ورق ۱۴mm باشد :

$$\frac{1500+1582}{2}=1514$$

عدد بدست آمده را ضرب در ۳/۱۴ می کنیم تا طول ورق که بایستی برش بخورد معلوم شود .

$$1514 \times 3/14 = 4753/9$$

عرض ورق که مشخص است طول ورق را این اندازه در نظر میگیریم .

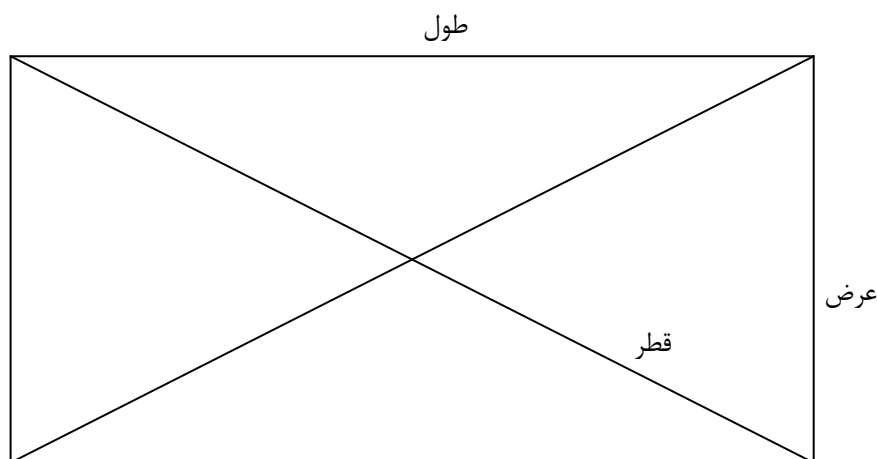
حال بر اساس طول کلی مخزن تعداد شل هایی که نیاز است تا این طول کلی مخزن را در نظر بگیرد را تهیه می کنیم با فرض اینکه طول کلی مخزن ۹/۵ متر باشد و از آنجا که عرض ورق ها متغیر می باشد (بیشتر از ۱/۵ متر)

و با در نظر گرفتن GAP (فاصله بین هر دو شل) بایستی این افزایش و کاهش اندازه ها را در نظر گرفت تا طول کلی مخزن مطابق با نقشه باشد .

پارامترهای کنترل ورق های بریده شده

بعد از بریدن ورق ها به اندازه های محاسبه شده بایستی مجدداً توسط مأمور کنترل کیفیت این ورق ها اندازه گیری و بعد با گونیا از قائمه بودن و صاف بریده شدن ورق ها اطمینان حاصل شود .

پارامترهای اندازه گیری شامل طول و عرض و قطر آن مستطیل می باشد .



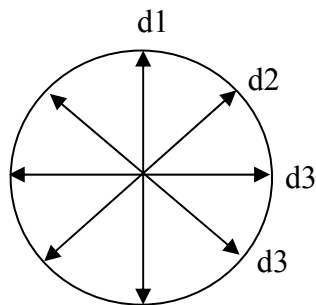
اندازه گیری قطر به منظور این است که ورق ما مستطیل بریده شود یا به عبارتی اطمینان از صاف بریده شدن عرض ورق . قطرهای مستطیل می توانند تا ۳ سانتیمتر تolerانس داشته باشند .

بعد از تأیید از درست بودن اندازه ها، ورق ها را به قسمت نورد (رول کردن) منتقل می کنند .

در قسمت نورد با باردهی توسط دستگاه نورد ورق را رول میکند و در بیشتر ورق خود را می اندازد .

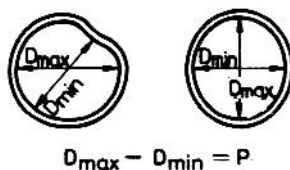
بعد از رول کردن ورق بایستی ورق رول شده جوش شود . هر جوشی که روی ورق ها صورت می گیرد بایستی مطابق با WPS باشد که ممکن است الکتروود دستی یا جوش زیر پودری باشد .

پس از جوش دادن ورق های رول شده بایستی قطر این ورق ها توسط مأمور کنترل کیفیت اندازه گیری شود معمولاً بایستی ۴ قطر و دو محیط خارجی شل ها اندازه گیری شود. در اندازه گیری قطرهای معیار برای ما اندازه بزرگتر می باشد .



در اندازه گیری قطر ها معمولاً یک قطر بزرگ و یک قطر کوچک بدست می آید . که بایستی برای تأیید از رول بودن ورق ها در رابطه زیر صدق کند.

$$\frac{\text{min قطر داخلی} - \text{max قطر داخلی}}{\text{قطر داخلی طراحی}} < 0.01$$



اگر در فرمول بالا صدق کرد . ورق از قسمت رول کردن مورد تایید بیرون می آید .

پس از این مرحله نوبت به مونتاژ شل ها به هم می شود . در نقشه ساخت زاویه بین خط جوش ها داده شده است به عبارتی هر شل دارای یک خط جوش طولی می باشد هنگامی که دوشل به هم مونتاژ می شود بایستی خط جوش های طولی آنها مطابق با نقشه قرار گرفته باشد .

برای محاسبه زاویه بین دو خط جوش که در نقشه آمده به میلیمتر بایستی به این صورت عمل کرد که مطابق نقشه محیط خارجی شل ها را اندازه گرفته در زاویه مورد نظر ضرب کرده و بعد به ۳۶۰ تقسیم می کند تا زاویه مورد نظر بر حسب میلیمتر بدست آید .

بعد از مونتاژ شل ها بایستی مطابق با WPS شل ها به هم جوش شوند . ابتدا از داخل با جوش الکتروود دستی یک پاس ریشه می زنند و بعد از بیرون شل قسمت جوش شده را سنگ می زنند تا ریشه جوش کاملاً مشخص شود بعد روی ریشه جوش تست PT انجام می گیرد . بعد از انجام تست PT از سالم بودن جوش اطمینان حاصل شد شروع به جوشکاری از بیرون می کنیم که می تواند جوش الکتروود دستی یا زیر پودری باشد . بعد از این که شل ها کاملاً جوش خوردن بایستی تست رادیوگرافی روی آنها انجام گیرد .

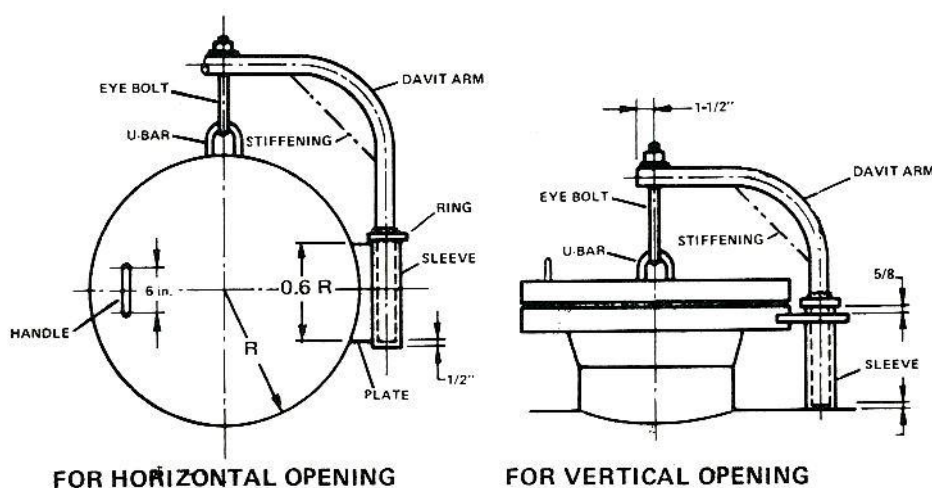
مونتاژ شل به Head :

معمولاً ضخامت Head را بزرگتر یا حداقل برابر با ضخامت ورق شل در نظر میگیرند و بعد توسط نوعی گیج مخصوصی بایستی از هالویی

نداشتن به سمت داخل اطمینان حاصل گردد . معمولاً اختلاف ضخامت را به بیرون شل می اندازند داخل شل بایستی کاملاً هم امتداد هم باشد .

طریقه محور بندی کردن مخزن (اکس بندی کردن)

بعد از اینکه شل ها به هم مونتاژ شد مطابق نقشه معمولاً سوراخ (opening) manhole در زاویه ۱۸۰ درجه یا ۹۰ درجه با خط محور مخزن قرار دارد . پس ابتدا بایستی از روی نقشه زاویه خط جوش طولی نزدیک به manhole را از نقشه بر حسب زاویه داده شده است را تبدیل به میلیمتر کرده و بر روی شل با سنبه زدن ایجاد کنیم و بعد توسط هوا برش دایره ای مطابق با نقشه به روی شل ایجاد می کنیم .



در واقع همانطور که گفته شد معمولاً manhole در زاویه ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ قرار دارد . از روی همان خط سنبه محیط را به چهار قسمت مساوی

تقسیم می کنیم و بعد از تقسیم محیط توسط خط کشی خط محور را در طول مخزن امتداد می دهیم این کار را در هر چهار طرف مخزن انجام می دهیم . این خطوط محور بطور عامیانه به خطوط آکس معروف می باشد .

دلیل آکس بندی کردن مخزن بخاطر مونتاژ نازل ها و اتصالاتی است که روی مخزن سوار می شوند چون مطابق با نقشه اندازه نازل ها را تا خط اکس مخزن می دهند که به projection معروف است .

قبل از هر گونه مونتاژ نازل بایستی از تراز بودن خود مخزن اطمینان حاصل کرد . معمولاً برای تراز کردن مخزن از شلینگ تراز استفاده می کنند شلینگ تراز شیلنگی است که درون آن به میزان مشخصی آب وجود دارد فقط بایستی در هنگام پر کردن آب در داخل شلینگ مراقب باشیم که هوا داخل شلینگ وجود نداشته باشد چون هوای موجود در آب باعث می شود که معیار تراز بودن ما صحیح نگردد .

طریقه استفاده از شلینگ تراز :

لبه شلینگ را روی ابتدا محور در ابتدا مخزن قرار می دهیم و بعد انتهای شلینگ را در انتهای محور در انتهای مخزن قرار می دهیم بایستی آب

موجود در شیلنگ دقیقاً روی خط محور در ابتدا و انتها قرار گیرد اگر این طور شد که مخزن تراز است و اگر این طور نبود که مخزن تراز نیست بایستی تراز شود.

این کار را معمولاً در دو یا سه طرف مخزن بطور قطری یا عرضی و یا طولی انجام می دهند که کاملاً از تراز بودن مخزن اطمینان حاصل شود .

نازل: نازل ترکیبی از فلنج و لوله است که هر دو آنها در هنگام مونتاژ بایستی دارای یک مشخصات باشد مثلاً از یک Schedule باشند .

از آنجایی که Schedule فلنج با Schedule لوله یکی است بعضی مواقع پیش می آید که یک میزان مشخصی از لحاظ ضخامت اختلاف داشته باشند در این مواقع بایستی به نسبت ۳ به ۱ فلنج یا لوله را tapere زد .

در هنگام مونتاژ نازل ها بایستی یکسری مراحل را رعایت کرد از جمله فاصله معینی بین لوله و فلنج در نظر گرفته شود (GAP) و بعد توسط گونیا از ساف مونتاژ شدن فلنج به لوله اطمینان حاصل شود و بعد توسط مامور کنترل کیفیت بازدید شود . و مامور کنترل کیفیت با داشتن گیج مخصوصی از هم امتداد بودن لوله و فلنج در یک راستا اطمینان حاصل کند و بعد مطابق با WPS که دارد نازل های مونتاژ شده جوش می شوند که

معمولاً پاس ریشه در نازل ها با جوش آرگن و پاس های بعدی با الکتروود E7018 صورت می گیرد و بعد از جوش مجدداً مامور کنترل کیفیت توسط چراغی از لحاظ چشمی جوش داخل و لوله را بازدید می کند تا اطمینان حاصل که جوش کاملاً نفوذ کرده و یا بدون هیچ گونه شوری باشد . پس از تایید از لحاظ چشی بسته به نوع نازل تست غیره مخرب می شود که معمولاً RT است .

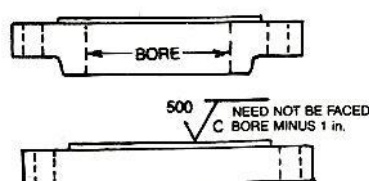
انواع فلنج ها :

۱- welding Neck

۲- Slip on

۳- Long welding Neck

۴- Blind



نکته : برای فلنج welding Neck نیاز به تسه‌های RT و VT می باشد .

نکته : برای فلنج Slip on نیاز به تسه‌های PT و VT می باشد .

نکته : برای فلنج Long welding neck نیازی به تست نمی باشد .

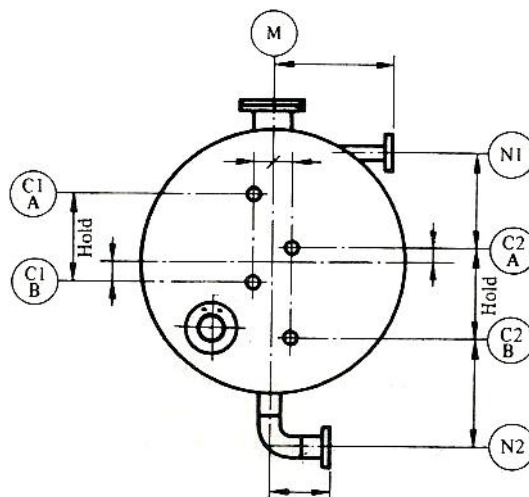
نکته : فلنج Blind برای کور کردن فلنج استفاده می شود .

مونتاژ کردن نازل به شل :

هر نازل مطابق با نقشه معمولاً در یک زاویه و در یک فاصله مشخصی از خط آکس قرار دارد . معمولاً در هنگام مونتاژ نازل به شل به اندازه ۲ میلیمتر یا بیشتر بر اساس سایز فلنج ارتفاع نازل را تا خط آکس بیشتر می گیرند این ۲mm را به عنوان اینکه جوش خود را می کشد می باشد.

در هنگام مونتاژ نازل به شل ابتدا بایستی از تراز بودن مخزن اطمینان داشته باشیم بعد توسط یک شمشه و یک تراز از تراز بودن و همچنین توسط یک ریسمان یا به عبارتی شاقول خط اکس فلنج نازل را در امتداد خط آکس مخزن کنترل می کنیم و بعد ارتفاع از Face فلنج را از دو طرف فلنج تا شل اندازه گرفته و از مساوی بودن آن اطمینان حاصل می کنیم . و بعد مطابق با WPS که دارد آن را جوش می دهند .

لازم به ذکر است که projection هر نازلی با نازل دیگر می تواند از لحاظ موقعیت فرق داشته باشد که بایستی به نقشه مراجعه شود .



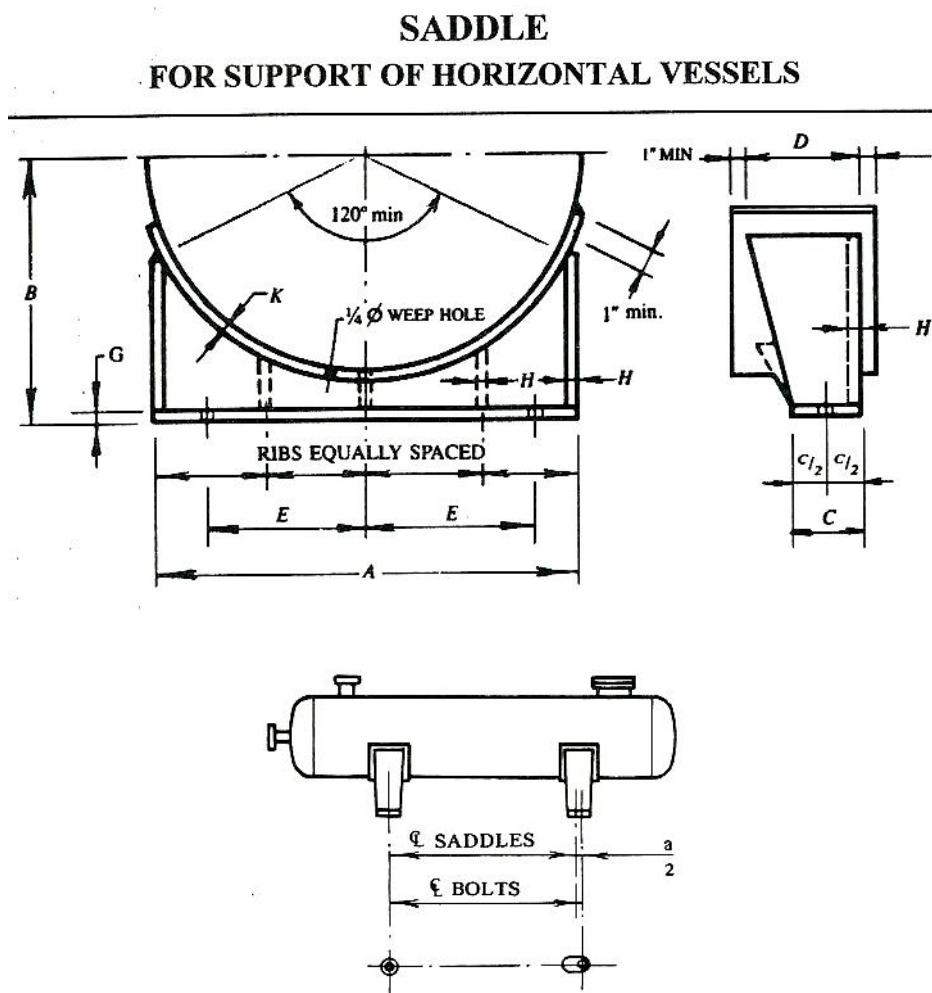
END VIEW

تستی که در هنگام جوش نازل به شل بایستی انجام شود UT می باشد که معمولاً تست UT و RT خود کارخانه انجام نمی داد بلکه از بیرون افرادی می آمدند و این کار را انجام می دادند و یکسری نازل ها دارای pad می باشند و یکسری ها هم بدون Pad به شل مونتاژ می شدند معمولاً تستی که روی Pad دور نازل ها صورت می گیرد تست PT می باشد .

Saddle یا پایه مخزن

پایه مخزن معمولاً بر اساس حجم و وزن مخازن و تنش هایی که از مخزن به آن اعمال می شود طراحی می شود . تمام جوش هایی که در پایه بکار می رود جوش گوشه است و تستی که بایستی روی آن انجام گیرد

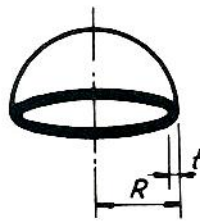
تست PT و VT است به عبارتی هر جا که جوش گوشه در مخزن داشته باشیم بایستی تست PT روی آن انجام گیرد.



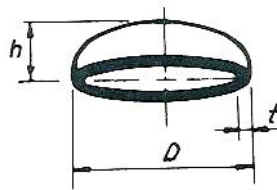
عدسی یا Head

عرسی ها انواع مختلفی دارند از جمله بیضوی ، کروی ، تخت ،

مخروطی .

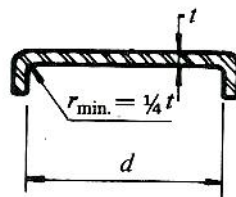


SPHERE and HEMISPHERICAL HEAD



$$h = D/4$$

2:1 ELLIPSOIDAL HEAD



FLAT HEADS

پارامترهایی که بایستی در اندازه گیری یک عدسی رعایت شود :

۱- عمق یا ارتفاع عدسی

۲- اندازه قسمت صاف یا راست عدسی

۳- معمولاً هر عدسی شامل ۴ ناحیه یا به عبارتی دارای ۴ شعاع می

باشد که بایستی کنترل شود

۴- ضخامت این چهار ناحیه بایستی توسط ضخامت سنج اندازه گیری

شود و نبایستی این ضخامت ها از ضخامت ورق شل کمتر باشد .

برای کنترل عدسی ها به صورت صحیح معمولاً از یک شابلون که در

کارخانه ساخته شده است استفاده می کنند .

تست هیدرواستاتیک :

بعد از اینکه همه مراحل ساخت مخزن انجام گرفت نوبت به تست

هیدرواستاتیک می رسد که فشاری در حدود $1/5$ برابر فشار طراحی باید به

به مخزن اعمال کرد .

رنگ آمیزی :

قبل از اینکه مخزن را رنگ کنند ابتدا کاملاً مخزن را شسته و بعد به

قسمت سند پلاست می فرستند و بعد از قسمت سند پلاست نوبت به رنگ

آمیزی می شود. که بایستی ضخامت رنگ بین ۵۰ تا ۱۲۰ میکرون باشد که

این اندازه ضخامت رنگ را معمولاً با ضخامت سنج می سنجند .

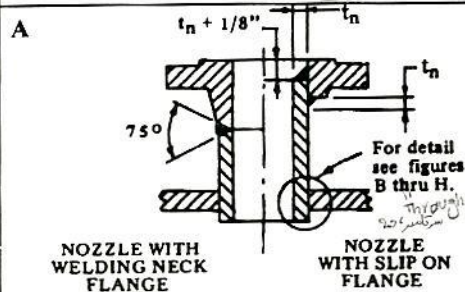
کالیبره کردن کولیس :

برای کالیبره کردن کولیس از ۵ عدد میله استاندارد به اندازه های ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۲/۵ و ۲۵ میلیمتر استفاده می کنند به طوری که ببینند کولیس ها این میله های استاندارد را چه اندازه نشان می دهند (مثلاً وقتی کولیس را با لوله ۲۵ میلیمتر اندازه گیری می کنند باید عدد ۲۵ را نشان دهد)

معمولاً میزان خطای کولیس را روی خود کولیس درج میکنند و معمولاً هر ۶ ماه یکبار کولیس ها بایستی کالیبره شوند .

I for detail see figures B thru H NOZZLE WITH WELDING NECK FLANGE NOZZLE WITH SLIP ON FLANGE	انواع طرح اتصال های نازل با پد به شل
J Backing strip $R = \text{the lesser of } \frac{1}{4} t, \text{ or } \frac{3}{4} \text{ in.}$	
K $R = \text{the lesser of } \frac{1}{4} t, \text{ or } \frac{3}{4} \text{ in.}$	N $\frac{1}{8}'' R$
L $R = \text{the lesser of } \frac{1}{4} t, \text{ or } \frac{3}{4} \text{ in.}$	O $\frac{1}{8}'' R$
M R	P t_p e

NOTATIONS: ^{نماد گذاری، اشیاء}
 a = Min. weld size = t or t_n or 0.375 in. whichever is the smallest, in.
 $a_1 + a_2 = 1\frac{1}{4} \times$ the smallest of t , t_n or 1 in.
 a_1 or a_2 = the smallest of t , t_n or 0.375 in.
 b = No minimum size requirement



انواع طرح اتصال های نازل
بدون پد به شل

