فصل دوم:

انواع مخازن

مقدمه

مخازن استوانه ای اغلب دارای سطح مقطع یکسان هستند که انـواع آن بـا ابعـاد مختلـف در صـنعت مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه این مخارن حتی به قطر صد متر و طول چندین ده متر هم مـی رسـد. یک مخزن ذخیره معمولاً از اجزای زیر تشکیل می شود.[۸]

الف-پوسته استوانه ای که از رول کردن ورق ساخته می شود.

ب -سقف مخزن که دارای انواع زیر است:

۱- سقف شناور[1]

۲- سقف ثابت[2] که خود به دو نوع کروی[3] و مثلثی تقسیم می شود.

۳- سقف ثابت و سقف شناور[4] [۸]

ج -رینگ های تقویتی که معمولاً از پروفیل های استاندارد ساخته می شوند.

د- لوله ها و فلنج ها

ه-کف[5] مخزن

در طراحی قسمت های مختلف مخازن، پارامترهای متعددی مورد استفاده قرار مـی گیـرد؛ از جملـه این پارامترها می توان به طول، قطر یا حجم مخزن، فشار طراحی مخـزن، تعـداد نازلهـا، طریقـه اتـصال و غیره اشاره کرد. برای داشتن یک مخزن مناسب باید تمام پارامترهای آن به طور صـحیح بررسـی شـوند. علاوه بر آن پارامترهای دیگری نیز وجود دارند که باید به طور دقیق لحاظ شوند از جمله ایـن پارامترهـا می توان به محل کار مخزن، نوع ماده مورد استفاده در مخزن، عوامل جغرافیایی مثل باد، زلزلـه و غیـره اشاره کرد. همچنین قیمت مخزن موردنظر با توجه به سرویس دهی و عمر مفید آن از جمله پارامترهای مهم در طراحی یک مخزن است.[۸]

مخازن ذخیره بر اساس ملاک های مختلف، تقسیم بندی های متفاوتی دارند کـه بـه تعـدادی از ایـن تقسیم بندی ها اشاره خواهد شد. [۸]

الف- سیستم بندی بر اساس فشار طراحی و استاندارد مورد استفاده:[۸]

مخازن:۱.ذخیره ۲.تحت فشار

۱.مخازن ذخیره:

الف) P<2.5psi:API650 **ب)**2.5<P<14.5psi:API620

ب- تقسیم بندی مخازن برحسب مراحل پروسه:

۱- مخازن حاوی مواد اولیه[6]

---

[1].Floating Roof
[2].Fixed Roof
[3].Spherical Roof
[4].Double Roof
[5].Bottom
[6].Stock Material

۲- مخازن واسطه و میانی[۱][۸]

3-مخازن پایانی[۲]

به طور خلاصه اهداف و وظایف مخازن ذخیره را می توان به صورت زیر نوشت:

۱- نگهداری (محصولات یا مواد اولیه) برای انجام تست[۳]

۲- تسهیلات حمل و نقل[۴]

۳- حذف نوسانات ورودی[۵]

۴- ذخیره کردن[۶]

۵- محاسبه موجودی[۷]

۶- مخلوط کردن مواد به صورت مطلوب[۸][۸]

[1].Intermediat tank
[2].Finished Production Tank
[3].Test
[4].Transfer Facility
[5].Surge
[6].Storage
[7].Stock Taking
[8].Blending

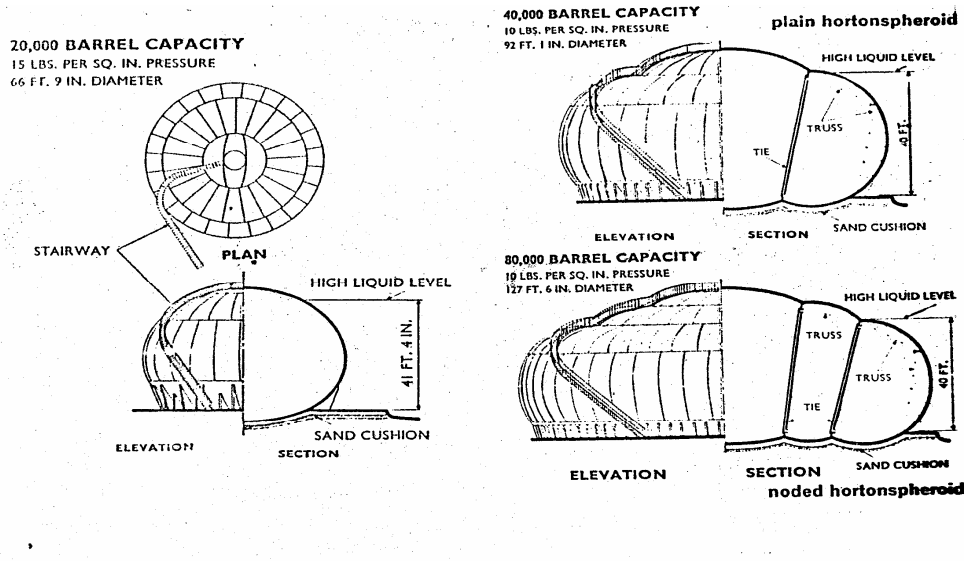
۲-۱-انواع مخازن از نظر شکل ظاهری

۲-۱ -۱- مخازن کروی و شبه کره

در صورتیکه فشار ناشی از گازهای نفوذی در مایع « گازهای بوتان و پروپان غیره در نفت خام » و یا ذخیره گاز مایع زیاد باشد از این نوع مخازن استفاده می شود . [۳]

از امتیازات مخازن کروی یکی صرفه جوئی در مصرف مصالح است زیرا حجم کره بیشتر از حجم استوانه ای با همان قطر می باشد . دیگر آنکه عایقکاری سطح مخزن بعلت کم بودن سطح جانبی آن از مخازن استوانه ای شکل هزینه کمتری در بر دارد و بعلاوه فشارهای وارده به جدار مخازن کروی شکل کمتر از سایر مخازن می باشد . مخازنی که برای ذخیره مواد فرار بکار می رود حتما از نوع تحت فشار می باشد و انتخاب مخزن به شکل کروی علاوه بر دارابودن امتیازات فوق از نظر هزینه تعمیرات نیز به صرفه می باشد.[۶]

عایقکاری این مخازن معمولاً باپیچیدن پشم شیشه در اطراف آن انجام می شود و برای جلوگیری از نفوذ رطوبت روی آنرا با ورقهای گالوانیزه می پوشانند یعنی در حقیقت مخزن دو جداره می شود گاهی ممکن است خصوصیات مایع ذخیره طوری باشد که لازم می شود مخزن را داخل مخزن دیگری قرار دهند و اطراف آن را با عایق پر نمایند مثلاً برای ذخیره گاز متان که آنرا گاز طبیعی نیز می گویند چون درجه برودت آن ^{o}c ۱۶۰ می باشد ساخت مخزن دو جداره ضروری است. مخزن دو جداره ای که طبق آخرین طرح در جهان ساخته شده بود پیش بینی لازم برای ایجاد برودت در قشر عایق نیز شده بود با پیشرفت صنایع پتروشیمی موضوع ذخیره سازی مواد شیمیایی متناسب با کیفیت آن مواد و همچنین به منظور کاهش هزینه ها مخازن با طرحهای شبه کروی نیز ساخته می شود . که نمونه هایی از این مخازن و مخزن کروی در شکل های زیر نشان داده شده است. (شکل ۱-۲) [۶]



(شکل۱-۲).مخازن کروی و شبه کروی[۶]

۲-۱-۲-مخازن پلاستیکی

این نوع مخازن در مواقع اضطراری و در ظرفیتهای مختلف استفاده می شود که خبر آن از پلاستیک مخصوص بود و بصورت تشک در روی سطح زمین گسترده و دارای یک لوله تخلیه می باشد « باستی توجه داشت سطح زمین کاملاً سطح و زیر آن خاک نرم باشد . [۳]

۲-۱-۳ مخازن استوانه ای:

مخازن استوانه ای به دو شکل افقی و عمودی در روی زمین یا زیر زمین ساخته و مورد استفاده قرار می گیرد و می تواند یک جداره و یا دو جداره باشد.

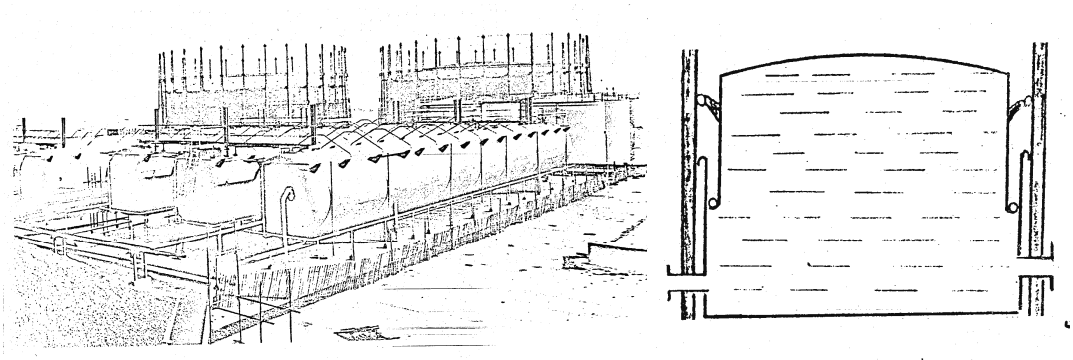
۲-۱-۳-۱ مخازن استوانه ای افقی :

این نوع مخازن جهت ذخیره آب، گازهای مایع و یا فرآورده های نفتی در حجم های کم مورد استفاده قرار می گیرد که عموماً در رابطه با فرآورده های نفتی در جایگاهها و فروشندگیها به دو صورت مدفون و غیر مدفون در حجم های ۳۵۰۰، ۶۰۰۰، ۱۰۰۰۰ امپریال گالن بکار می روند در شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی جهت ساخت و دفن این نوع مخازن نقشه های استانداردی تهیه که تحت شماره های م پ ۵۴۲۳ « ساخت مخازن » س م پ الف/ ۱۰۲ « دفن مخازن در محلهایی که سطح آبهای تحت العرضی پایین باشد » می باشد که در تمام جزئیات آنها از این نقشه ها قابل استخراج خواهد بود .[۳]

۲-۱-۳-۲ مخازن استوانه ای که برای ذخیره گازهای شهری مورد استفاده قرار می گیرد .

از زمانی که گاز به عنوان تامین کننده سوخت در شهرها و کارخانجات مورد استفاده قرار گرفت ساختن مخزن جهت ذخیره گاز ضرورت پیدا کرد . گرچه نواحی مختلف شهر لوله کشی شده ولی تامین گاز روز که مصرف زیادتر است و ذخیره گاز اضافی در شب که مصرف کمتر می شود مشکلی است که با ساختن دو مخزن استوانه ای که بطور وارونه در داخل هم قرار گرفته اند حل می شود.[۳]

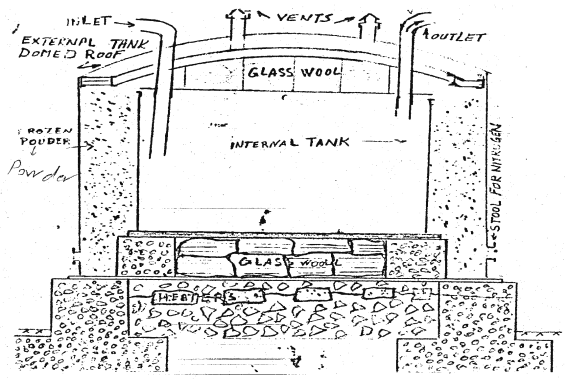
ترتیب کار چنین است که لوله اصلی گاز در هر ناحیه وارد مخزن شده و از طرف دیگر مخزن خارج می شود و در نتیجه شبکه لوله کشی آن ناحیه را تشکیل می دهد . بنابراین شبها که مصرف کم می شود مخزن فوقانی بعلت فشار گاز روبه بالا حرکت می کند و حجم لازم جهت ذخیره گاز اضافی را بوجود می آورد و در روز که مصرف زیاد می شود استوانه بالایی به پایین حرکت می کند و حجم لازم محزن کم می شود و فشار گاز افزایش می یابد . و برای آنکه از حال تعادل خارج نگرددداطراف آن را استوانه های فلزی قرار داده اند که مخزن بالایی بوسیله چرخهایی متصل به بدنه روی استوانه دیگر می لغزد . شکل زیر تمایی از این مخزن می باشد. (شکل۲-۲)



(شکل ۲-۲).مخازن ذخیره گاز شهری سمت چپ شماتیک نمای بغل سمت راست نمای کلی محل ذخیره [۶]

۲-۱-۳-۳- مخازن دو جداره استوانه ای

چنانچه مواد ذخیره شده با تغییرات حرارت هوای خارج تغییرات محسوس نداشته باشد کافی است که آنرا در یک مخزن استوانه ای ذخیره و سطح خارجی مخزن را با پشم شیشه یا مصالح مشابه عایق نموده و روی آنرا با ورق گالوانیزه موجدار پوشانید ولی در صورتیکه لازم باشد مواد ذخیره شده کاملاً از اثر حرارت خارج محفوظ بماند اقدام به ساختن دو مخزن استوانه ای می نمایند که یکی در داخل دیگری قرار دارد . نمونه این مخزن که طرح آن متعلق به شرکت گاز اسکاتلند می باشد و جهت ذخیره گاز متان در گلن می و پس اسکاتلند تهیه گردیده ، مقطع آن در زیر نشان داده شده است . جدار مخزن داخلی از آلیاژ ، آهن و کربن و ٪۹ نیکل می باشد و دارای سقف معلق است . بین جدار داخلی و مخزن خارجی که از نوع سقف چتری است پودر مخصوص می ریزند که بعداً به آن گاز نیتروژن وارد می کنند ، درجه بردرت گاز نیتروژن (۱۸۰-) درجه سانتیگراد است . فاصله بین کف مخزن داخلی و خارجی را با بسته های پشم شیشه فشرده شده پر می کنند و فاصله بین کف مخزن داخلی و خارجی را با بسته های پشم شیشه فشرده شده پر می کنند و فاصله بین دو سقف را نیز با پشم شیشه پر می کنند .برای اینکه پی مخزن خارجی از یخ زدن محفوظ بماند در سطح پی دستگاههای گرم کننده برقی قرار می دهند و چون ترموستات دارد حرارت پی را تنظیم می کند (شکل۳-۲) [۶]



(شکل ۳-۲) . شماتیک یک نمونه مخزن دو جداره استوانه ای[۶]

۲-۱-۳-٤ مخازن استوانه ای عمودی

مخازن ذخیره به صورت بی سقف با سقف ثابت و یا با سقف شناور طراحی می شوند مایعات با فشار بخار طبیعی ۷۸mmhg (۱/۵psi) (۰/۱bara) در درجه حرارت ذخیره در مخازن با سقف ثابت مرتبط با خارج نگهداری می شوند . مایعات با فشار بخار طبیعی بین (۷۸mmhg) (۱/۵psi) (۰/۱bara) تا (۵۷۰ mmhg) (۱۱psi) (۰/۷۶ bara) در مخازن با سقف شناور نگهداری می گردند .

مایعات با فشار بخار طبیعی بیش از (۵۷۰mmhg) (۱۱psi) (۰/۷۶ bara) در مخازن با سقف ثابت و مجهز به سیستم بازیابی بخار یا مجهز به سیستم سرد کننده ذخیره می گردند .[۳]

انواع مخازن استوانه عمودی عبارتند از : مخازن بدون سقف ، مخازن با سقف ثابت ، مخازن با سقف شناور و مخازن سر پوشیده با سقف شناور درونی. [۳]

الف:مخازن بدون سقف [1]

این نوع از مخازن استفاده محدودی داشته و در شرایطی که مایل مورد ذخیره تحت تاثیر عوامل خارجی قرار نگیرند از آنها استفاده می شود . معمولاً برای ذخیره آب خام مورد استفاده قرار می گیرد. [۳]

ب: مخازن با سقف ثابت[2]

در مواردی که فشار بخار سوخت کم باشد از این مخازن استفاده می شود معمولاً بخشی از این مخازن از مایع پر بوده و بخشی در بالای مایع به وسیله هوا و بخارات مایع اشغال می گردد . هنگام روز بر اثر تابش اشعه خورشید به مخزن مخلوط بخار هوا منبسط می شود و از آنجا که این مخازن معمولاً طوری طراحی می شوند که در برابر فشار زیاد مقاوم نیستند بخارات از طریق منافذ موجود خارج می گردند . هنگام شب مخلوط فوق سرد شده و به منظور جلو گیری از ایجاد خلاء جزیی در مخزن نیتروژن وارد مخزن می گردد. این چرخه اتلاف سوخت[3]نامیده می شود . [۳]

در این نوع مخازن روغن ، قیر ، نفت کوره ، نفت گاز و نفت خام ذخیره می گردد و ضخامت ورقهای بدنه و جنس آنها بستگی دارد به ظرفیت مخزن و نوع ماده ای که در آن ذخیره می شود ولی ضخامت ورق های سقف در شرایط عادی معمولاً ۱۶/۳" است.[۶]

طبق محاسبه ای که برای بارگذاری ان سقف ها بعمل آمده قدرت محتل آن در حدود ۲ کیلو گرم بر سانتی متر مربع که نصف این مقدار برای بار حاصل از ریزش برف بوده و نصف دیگر برای تحمل فشار حاصل از خلأ می باشد.[۳]

انواع مختلف سقف ثابت

الف) مخزن Frameless roof - تحت فشار تا قطر ۴۰ فوت و نوع عادی تا قطر ۹۰ فوت می باشد .

---

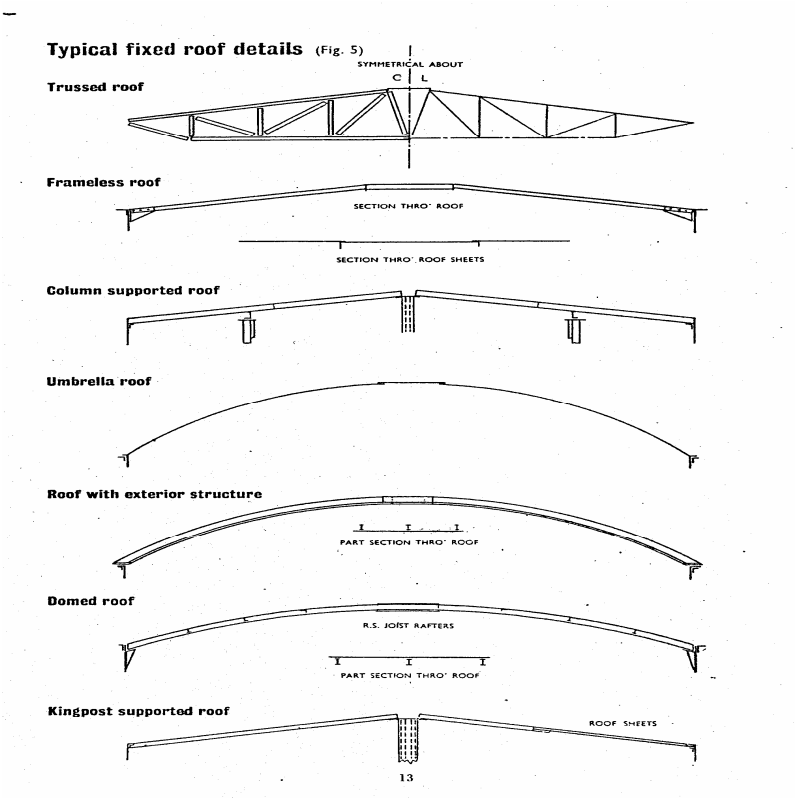
1. Roof Less Tanks
2. Fixed roof tanks
3. Breathing loos

ب) مخزن Domed roof تحت فشار تا قطر ۱۲۸ فوت و نوع عادی تا قطر ۱۴۴ فوت می باشد .

ج) مخزن Cone roof از قدیمی ترین نوع مخازن با سقف ثابت بوده و ممکن است آن را از نوع self supported , column supported roof , trussed roof یا king post supported roof می باشد .

در مخازن column supported cone - roof وضع پی از لحاظ تحمل فشار باید بسیار مناسب باشد تا در محل اتصال ستون به کف عارضه ای پیش نیاید .[۳]

د) spe oial roof این نوع سقف در مخازنی بکار می رود که کیفیت ماده ای که در آن ذخیره می شود ایجاب می نماید که اسکلت فلزی با آن ماده تماس نداشته باشد « مثلاً مواد شیمیایی را در مخازنی ذخیره می کنند که کف و بدنه و سقف از آلیاژ بخصوصی ساخته شده و لازم نیست اسکلت سقف از همان فلز انتخاب می گردد roof with exterior structure, umbrella roof »از این نوع می باشد (شکل۴-۲)[۶]



(شکل ۴-۲) انواع سقف ثابت طبق استاندارد API650 [۶]

ج: مخازن با سقف شناور[1]

این نوع مخازن برای ذخیره مواد نفتی خیلی سبک و فرار« و همچنین ذخیره سوختهای با فشار بخار نزدیک به اتمسفر» به منظور جلوگیری کردن از تشکیل بخار که می تواند سبب اتلاف محصول شده و یا ترکیبات قابل انفجار بوجود آید .

چون سقف روی مایع شناور است بنابراین نتایج زیر حاصل می گردد:

الف)تبخیر مواد به حداقل می رسد .

ب) تا حدودی مانع زنگ زدگی و فساد مخزن می گردد .

ج) نبودن هوا و گاز در سطح مایع از بروز آتش سوزی جلوگیری می کند .[۶]

موارد گفته شده مشروط بر اینست که سقف مستقیماً روی محصول شناور باشد و فاصله هوایی یا فضایی که هوا جمع شود بین سقف و محصول نباشد. زمانی که سقف بالا می رود حجم مخزن افزایش پیدا می کند و زمانی که پایین می آید حجم مخزن کاهش می یابد در واقع می توان گفت حجم مخزن همیشه به اندازه محصولی است که درون آن قرار دارد.[۴]

مسلماً این نوع سقفها باید ویژگی های زیر راداشته باشند .

(i) داشتن شناوری کافی ، برای شناور ماندن در شرایط عادی و یا وضعیت های غیر عادی قابل پیش بینی

(ii) در هنگام پر و خالی کردن مخزن بتواند حرکت آزادانه به سمت بالا و پایین داشته باشد اما بدون گردش به اطراف یا عدم توازن نسبت به مرکز

(iii) تماس آن با پوسته به گونه ای باشد که بخار امکان خارج شدن نداشته باشد.[۴]

انواع مختلف سقفهای شناور:

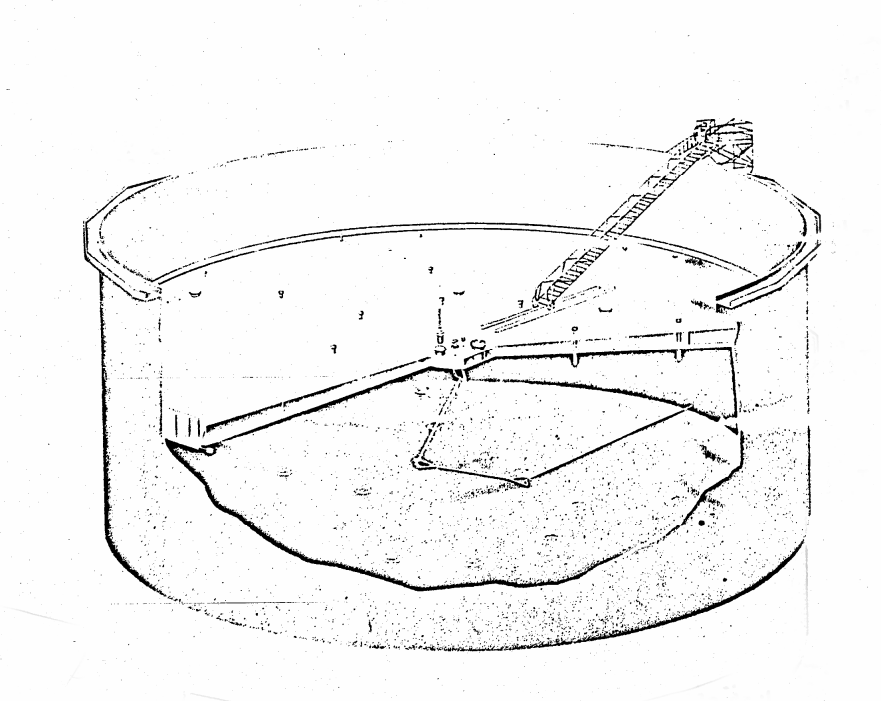
الف) Double Deck Floating Roof

این نوع سقف شامل محفظه ایست تو خالی که از ورقهای به ضخامت ۱۶/"۳اینچ ساخته شده و داخل این محفظه نیز با قرار دادن ورقهایی به همان ضخامت بطور شعاعی و دوایر متحدالمرکز با مرکز مخزن تقسیم بندی گردیده است این ورقها بطور عمودی در محفظه نصب می گردند . [۶]

شیب کف سقف شناور بطرف مرکز و رو به بالا بوده و شیب بالایی سقف بطرف مرکز و رو به پایین است . فاصله بین این دو سطح سقف در مرکز مخزن حداقل ۳۸ میلی متر است . از خصوصیات این نوع سقف آنستکه بعلت وجود هوای ساکن در محفظه حرارت هوای خارج به سطح مایع اثر نمیگذارد و در نتیجه مانع تبخیر می گردد.(شکل۵-۲)

[۶] و [۴]

[1]. Floating Roof Tanks



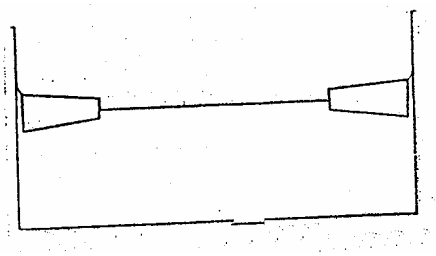
(شکل۵-۲) Double Deck Floting Roof [۶]

ب) Pontoon Floating Roof

این نوع سقف برای مخازنی که از قطر ۱۲۰ فوت به بالا می باشند معمولاً مورد استفاده قرار می گیرد و شامل یک حلقه فلزی مجوف بوده و یک صفحه در داخل این حلقه فلزی قرار دارد. داخل قسمت مجوف را با صفحات عمودی که بطور شعاعی نصب شده تقسیم بندی می نمایند . این عمل به خاطر ایجاد مقاومت برای قسمت توخالی می باشد . [۶]

در این طرح نیز شیب صفحات بالائی قسمت مجوف بطرف مرکز ورو به پایین و شیب سطح پایین بطرف مرکز و روبه بالا و عیناً مانند حالت قبل بوده و ضخامت ورقهای سقف ۱۶/"۳ اینچ می باشد .

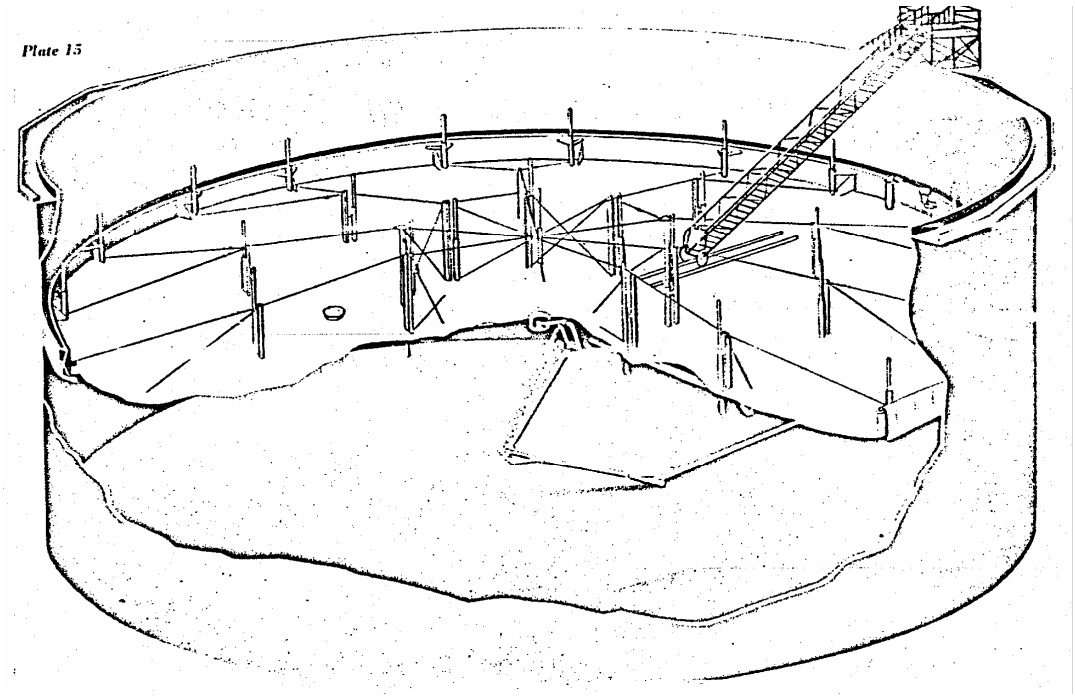
میزان تبخیر مواد در این نوع سقف بیش از حالت قبل بوده و گازهای حاصله در مرکز جمع می شوند که در اثر فشار موجود بین سطح مایع و سقف قسمتی از آن مجدداً در مایع حل شده و قسمت باقیمانده نیز در اثر تغییرات حرارت محیط به مایع تبدیل خواهد شد. در مخازن بیش از ۲۰۰ فوت قطر که دارای این نوع سقف باشند صفحه وسط را توسط تیرهای شعاعی تقویت می نمایند.(شکل۶-۲) [۶]



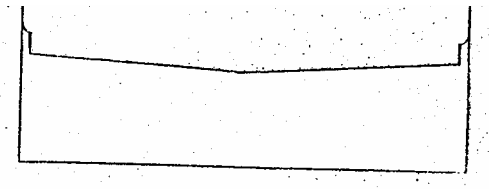
(شکل۶-۲)شماتیکی از Ponton Floting Roof [۶]

ج) Pan Floating Roof

این نوع سقف از یک صفحه دایره ای شکل که قطر آن کوچکتر از مخزن است تشکیل شده و یک حلقه فلزی به محیط این صفحه بطور قائم جوش شده است . برای ایجاد مقاومت و جلوگیری از پیچیدگی صفحه تیرچه هائی روی صفحه جوش داده و نقاط مختلف سقف را مهار می نمایند . ضخامت ورق سقف $^{3}/_{16}$" اینچ و ضخامت ورقهای محیط که بصورت قائم جوش شده $^{1}/_{4}$ ۱ اینچ می باشد امتیاز این مخازن با این نوع سقف بیش از دو نوع گفته شده بود و مورد استعمال آن بیشتر برای ذخیره نفت خام می باشد. حسن این نوع سقف یکی صرفه جویی در مصرف آهن و یکی کم بودن هزینه تعمیرات آن می باشد . چون شیب سقف بطرف پایین و روبه مرکز مخزن است ذخیره مواد نفتی سبک بعلت انتقال حرارت خارج به مایع ذخیره شده در این مخازن صحیح نمی باشد (شکل۸-۲و۷-۲) [۶]



(شکل۷-۲).pan floting roof [۶]

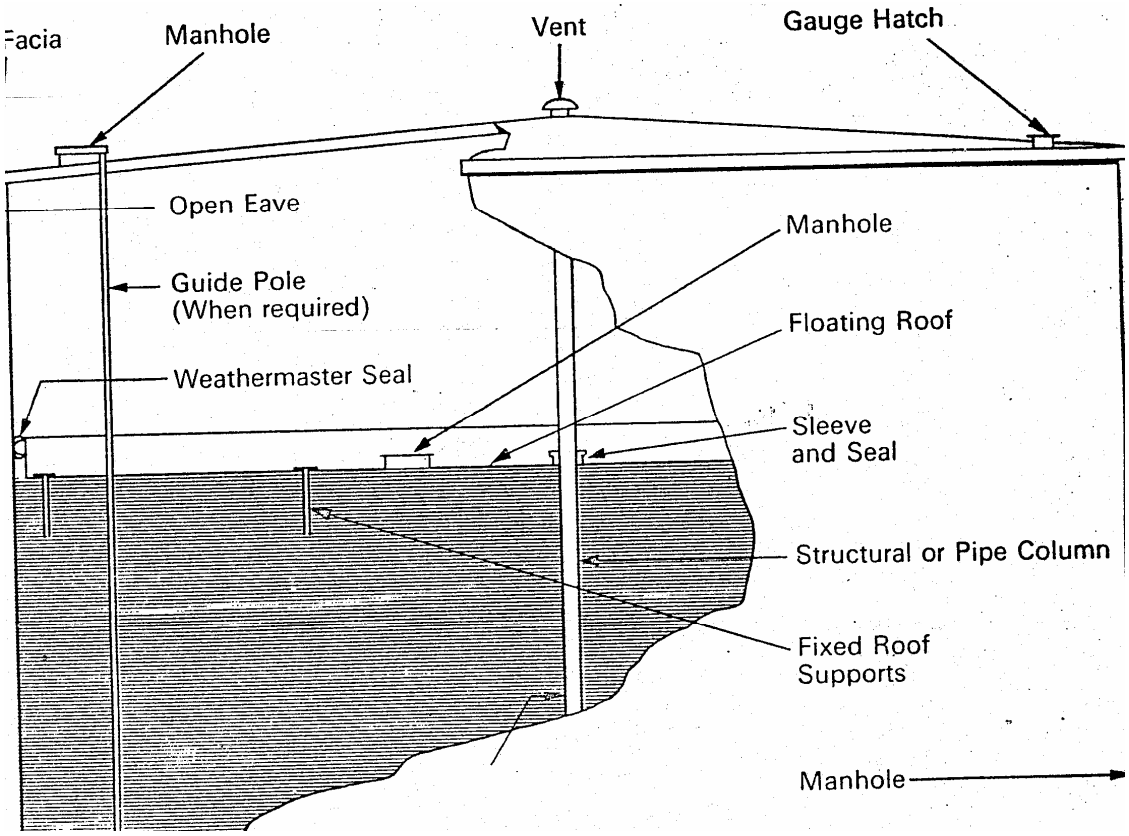


(شکل۸-۲)شماتیکی از pan floting roof [۶]

د: مخازن سر پوشیده با سقف شناور درونی[1]

این نوع مخزن دارای سقف ثابتی در بالای پوسته بوده و مجهز به سقف شناور می باشند . تجهیزات درونی این مخازن را می توان در یک مخزن نونصب کرد یا از یک مخزن با سقف ثابت موجود استفاده کرد. [۳]

این نوع مخزن ترکیبی است از مخازن سقف ثابت و سقف شناور امتیاز این نوع مخزن در آنستکه مواد ذخیره شده از اثرات ناشی از یخبندان و بارندگی محفوظ بوده و تغییرات حرارت هوا روی مایع نیز بی اثر است در این نوع مخزن مشکلات مربوط به خارج نمودن آب سقف وجود ندارد و به این ترتیب صرفه جویی در هزینه احداث وسائل مربوطه و تقلیل هزینه تعمیرات می گردد .(شکل۹-۲)[۳]



(شکل۹-۲).نمایی از مخزن با سقف ترکیبی[۶]

از لحاظ تبخیر ممکن است مقداری گاز که در موقع پر کردن مخزن و تخلیه ایجاد می شود بین دو سقف وجود داشته باشد که آنهم با وجود هواکشهای که در سقف ثابت نصب شده از محوطه مخزن خارج گردد بنابراین از لحاظ آتش سوزی نیز در وضع اطمینان بخشی قرار دارد . بطور کلی شرکتهای

[1]. Covered Floating Roof Tanks

نفتی جهان ضمن بررسی انواع مخزنها این نوع مخزن را برای ذخیره سازی مواد نفتی سبک ترجیح داده اند[۶]

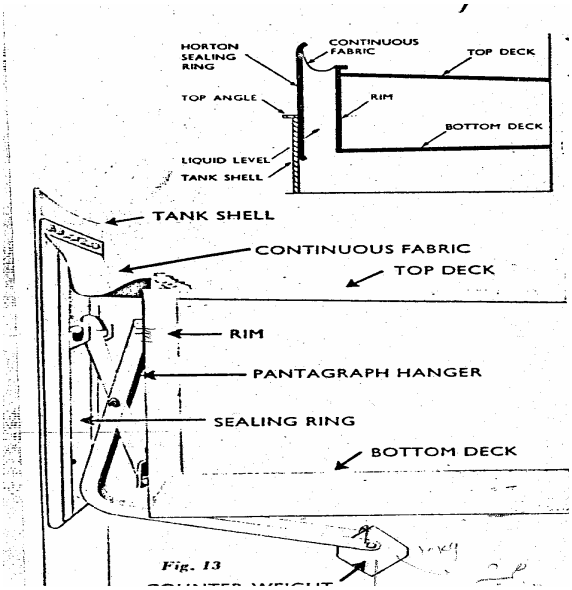
مخازن سقف ثابت را نیز ممکن است بصورت فوق در آورد. چنانچه مخزن از نوع column supported می باشد می توان در وسط سقف شناور سوراخی برای عبور ستون تعبیر نمود تا سقف شناور براحتی قادر به حرکت باشد.[۶]

ه: طریقه مسدود نمودن فاصله بین سقف شناور و جدار مخزن

مسدود نمودن فاصله بین سقف شناور و جدار مخزن ممکن است به چند صورت انجام پذیرد و بکاربردن هر یک بستگی به خصوصیات مواد ذخیره دارد. [۶]

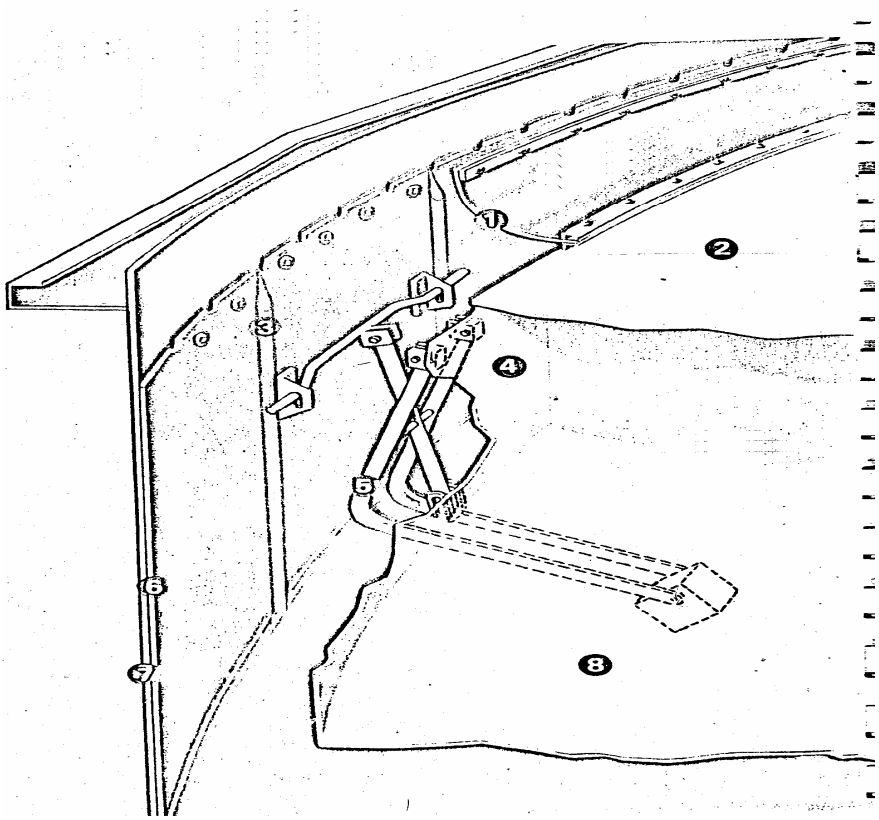
۱ – ۵ – ٤ -۳ پانتاگراف

بطوریکه در شکل (۱۰-۲) ملاحظه می شود برای سهولت حرکت سقف همزمان با تغییر سطح مایع از این دستگاه استفاده می نمایند . طرز کار آن طوری است که وقتی سقف روی مایع قرار دادن طبعاً وزنه ای که به انتهای اهرم متصل است در داخل مایع قرار گرفته و وزن آن به اندازه وزن مایع هم حجم وزنه کم خواهد شد در اینحالت دو تیغه قائم که بصورت ضربدر در وسط بهم لولا شده اند از هم باز شده و باعث چسبیدن صفحه گالوانیزه[1] به جدار مخزن می گردد . (شکل ۱۰-۲)(شکل ۱۱-۲)



(شکل ۱۰-۲).شماتیکی از پانتا گراف[۶]

[1]. Sealing Ring

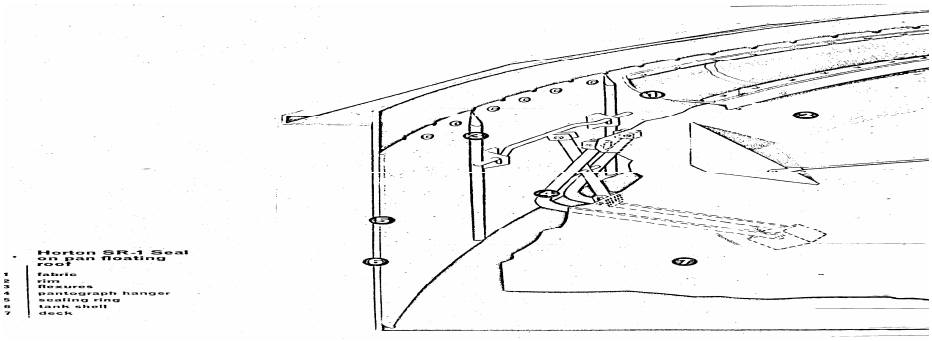


(شکل ۱۱-۲)آب بندی سقف شناور Double-Deck

این نوع برای فاصله های هوایی بین سقف و بدنه در حدود "۸(۲۰۰ mm) استفاده مـی شـود اگـر چه می توان برای فاصله های بیشتر نیز از این نوع استفاده کرد .[۶]

بین صفحه گالوانیزه و لبه سقف بوسیله یک نوار لاستیکی مسدود می شـود ایـن نـوار از نـخ نـایلونی نسوز که تغییر درجه حرارت در آن اثر نمی گذارد بافته شده و روی آن را با پوشش لاستیکی نسوز غیـر قابل حل در مواد نفتی روکش کرده اند کلیه تسمه ها و نبشی ها و پیچ و مهره ای را که برای اتصال ایـن نوع به کار می برند گالوانیزه است .[۶]

برای آنکه انحنا نوار لاستیکی نصب شده همیشه بطرف پائین داشته باشد و در اثر حرکـت سـقف در آن پیچیدگی ایجاد نشود در فواصل مساوی تسمه فلزی ضد زنگ روی آن نصب می نمایند . بکار بردن این سیستم در انواع مخازن سقف شناور میسر است.(شکل ۱۲-۲)[۶]



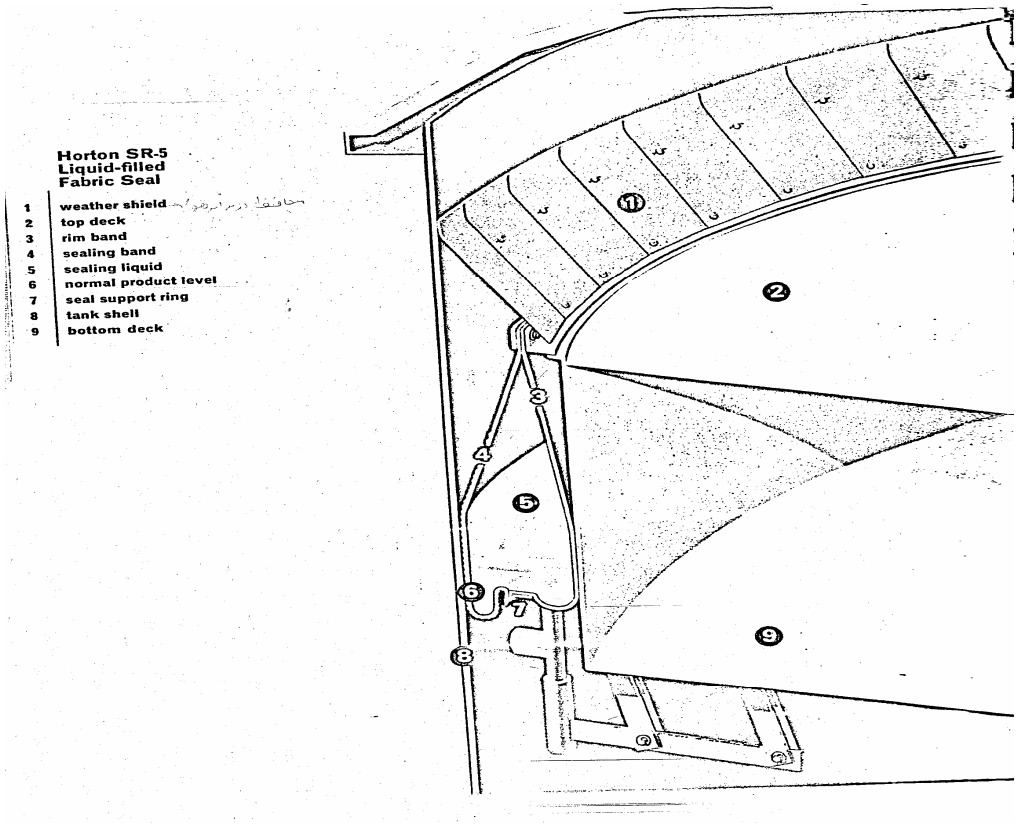
(شکل ۱۲-۲) آب بندی سقف شناور یک جداره [۶]

seal support ring

بکار بردن (seal support ring) بطوریکه در شکل ملاحظه می شود در پاره ای از مخازن که مواد خیلی سبک ذخیره شده و بخواهند فاصله جدار مخزن و سقف را باسیستم مطمئنی مسدود نمایند از این سیستم استفاده می کنند .[۶]

این نوع منحصراً برای سقف های شناوری که فاصله آنها تا بدنه از "۶ تا "۱۰ (150mm تا 250mm) می باشد قابل استفاده است . [۳]

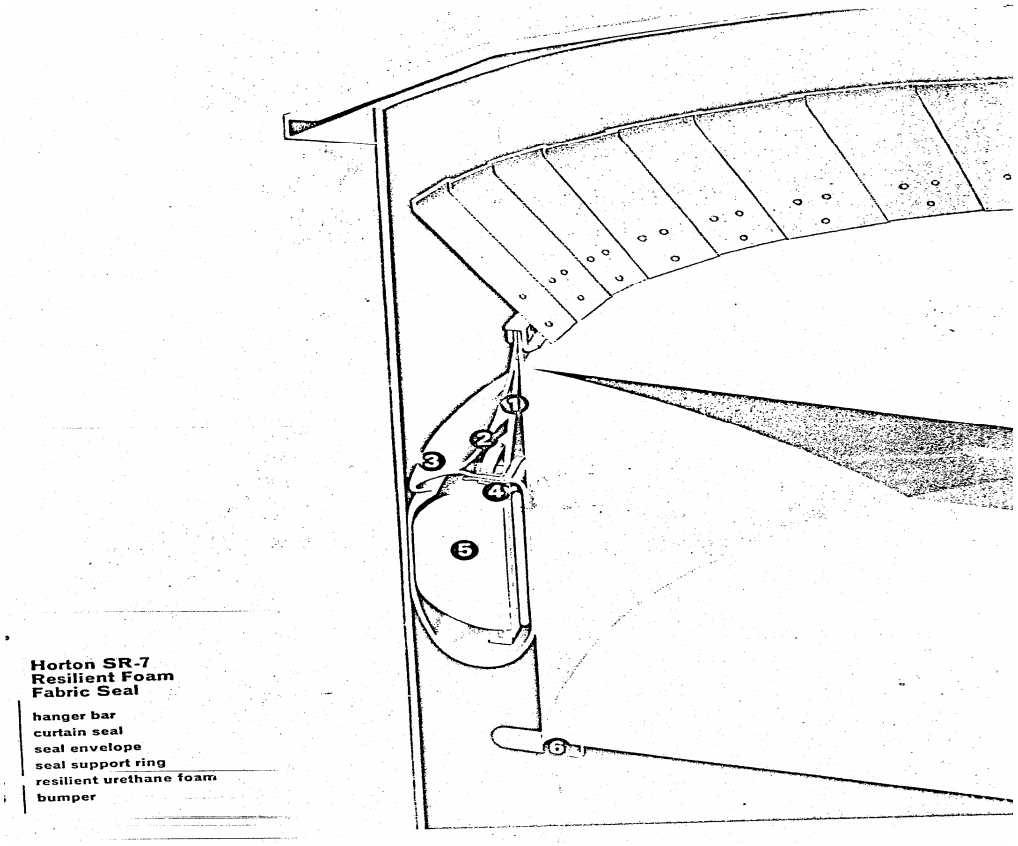
در اینجا فقط دیگر محتوای مایع از نوع مواد ذخیره شده با جدار مخزن در تماس بوده و چنانچه احتمالاً قسمتهایی از بدنه مخزن دارای فرو رفتگی باشد بدنه کیسه آنرا خواهد پوشاند . ضمناً برای نگهداری و تثبیت شکل از اهرمهائی که باز و بسته شدن آن با فنر انجام می شود استفاده می گردد . جنس کیسه از نوعی است که قبلاً گفته شده ورقهای فلزی که در شکل می بینیم که به سقف لولا شده برای جلوگیری از آتش سوزی می باشد. (شکل ۱۳-۲) [۶]



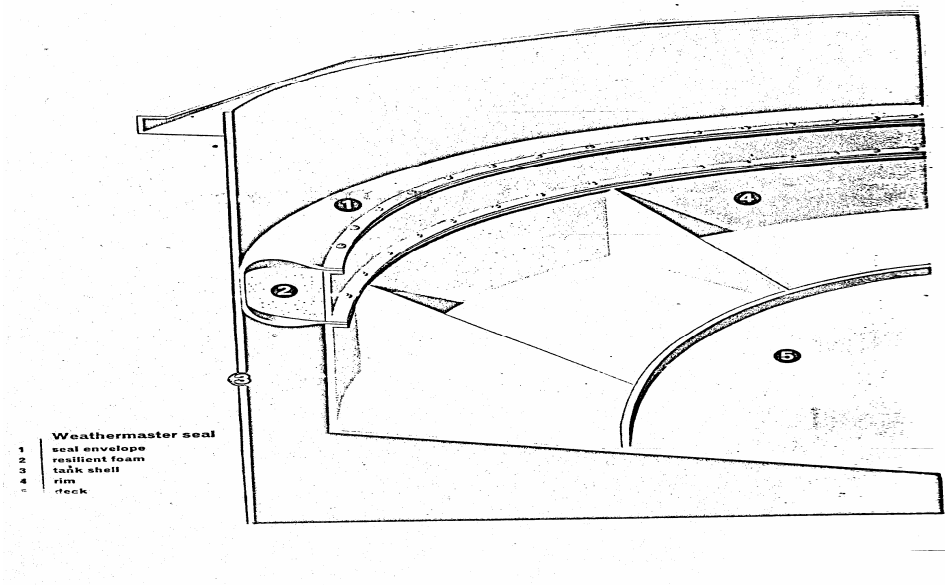
(شکل۱۳-۲) آب بندی سقف شناور به کمک کیسه محتوای مایع [۶]

در مواردی که خصوصیات مایع ذخیره شده طوری باشد که مناسب برای پر کردن کیسه جداری نباشد از مواد اسفنجی استفاده می کنند چون در اینحالت مواد پر کننده کیسه بصورت جامد می باشد

بنابراین دستگاههای مخصوصی برای تثبیت شکل کیسه لازم نمی باشد در شکل ها طرز استعمال این سیستم را در چند نوع مخزن نشان می دهند . (شکل ۱۴-۲و ۱۵-۲) [۶]



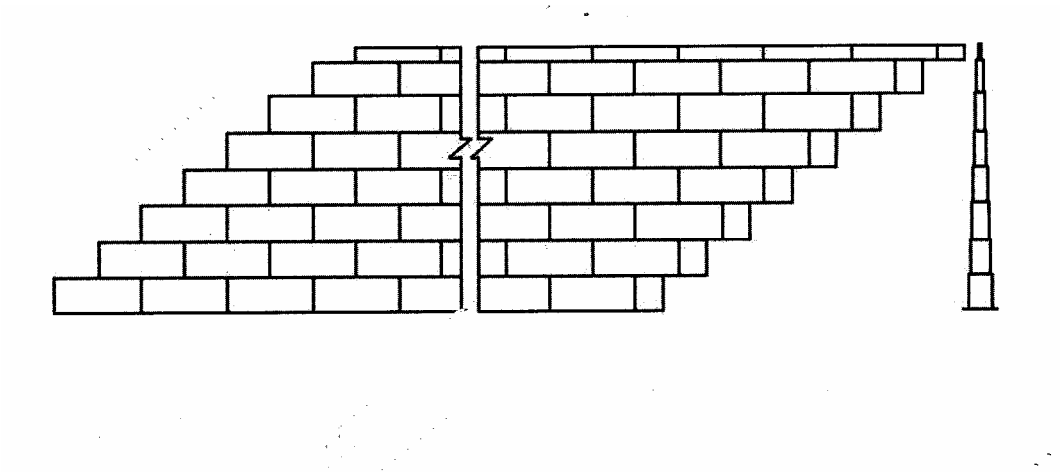
(شکل ۱۴-۲) سیستم آب بندی به کمک فوم در مخزن با سقف شناور دو جداره[۶]



(شکل ۱۵-۲) سیستم آب بندی به کمک فوم در مخزن با سقف شناور یک جداره [۶]

۲-۱-۳-۵-پوسته

پوسته ها استوانه هایی هستند که از رول کردن ورق ها با ضخامت های مختلف ساخته می شوند. معمولاً ورق های استاندارد با عرض های معلوم موجود هستند. گاهی اوقات برای ساختن یک سیلندر نمی توان با رول کردن تنها یک ورق، سیلندر مزبور را به دست آورد. در چنین مواقعی از دو یا چند کورس ورق استفاده می شود(شکل۱۶-۲) [۸]



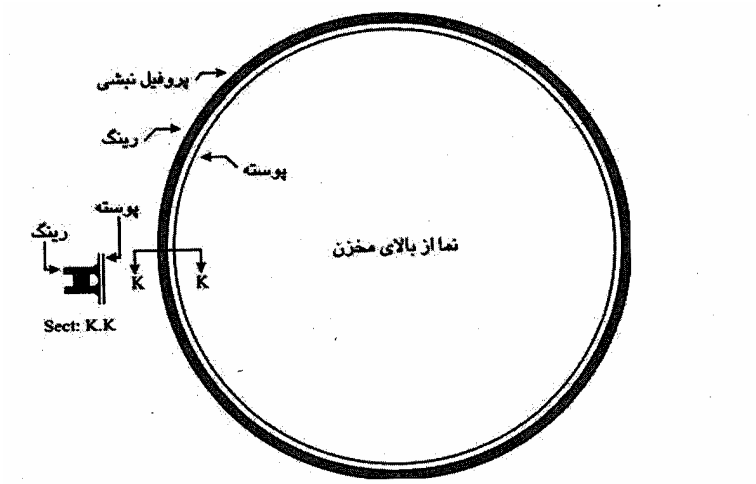
(شکل۱۶-۲).گستره پوسته[۸]

۲-۱-۳-٦-رینگ

رینگ های تقویتی از پروفیل های استاندارد ساختمانی یا از ورق که به صورت حلقوی درمی آید ساخته می شوند. این اجزا برای جلوگیری از کمانش کردن مخزن به پوسته اضافه می شوند. اتصال آنها می تواند هم داخل پوسته استوانه ای و هم در خارج آن باشد، ولی اتصال خارجی این رینگ ها به علت عدم نیاز به افزایش ضخامت در نظر گرفته برای خوردگی معمول تر است. همچنین این رینگ ها می توانند به عنوان تقویت برای تکیه گاه های مخازن افقی نیز مورد استفاده قرار گیرند. [۸]

رینگ های تقویت باید به طور کامل دور محیط سیلندر کشیده شوند. یک حالت برای اتصال رینگ های تقویت به سیلندر در شکل۱۷-۲ نشان داده شده است. رینگ های تقویت به وسیله جوش پیوسته یا تناوبی به مخزن متصل می شوند. جوش های تناوبی باید در دو طرف رینگ اعمال شوند و طول جوش باید حداقل 2 اینچ باشد. [۸]

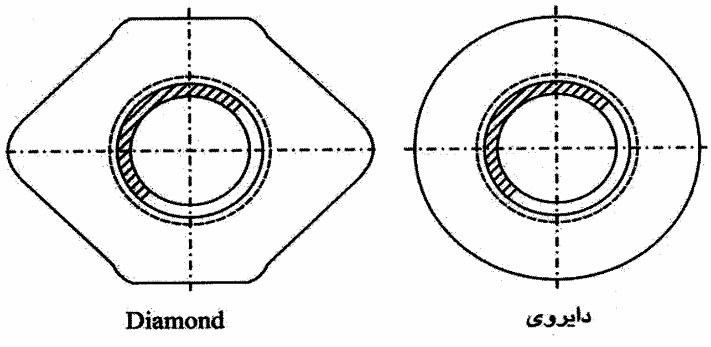
برای رینگ های متصل شده در خارج مخزن طول کل جوش در هر طرف رینگ تقویت، نباید ازنصف محیط خارجی مخزن کمتر باشد و برای رینگ های متصل شده درداخل مخزن، این مقدار نباید کمتر از یک سوم محیط مخزن باشد.[۸]



(شکل۱۷-۲).رینگ تقویت[۸]

۳-۲-۱ دریچه ها[1]

در مخازن با توجه به نیازی که پروسه مشخص می کند، باید یک سری اتصالات به مخزن وصل شود. عمده این اتصالات لوله های استانداردی هستند که اغلب برای وورد و خروج ماده، مورد استفاده قرار می گیرند. به خاطر ایجاد این گونه اتصالات در مخزن، باید در پوسته مخزن سوراخ ایجاد کنیم. به دلیل ایجاد این سوراخ ها در مخزن و وجود جوش در این نقاط احتمال گسستگی آنها از سایر قسمت ها بیشتر است. به همین دلیل در پاره ای اوقات به تقویت این اتصالات نیاز است که معمولاً این امر با یک ورق دایره ای توخالی که قطر داخلی آن برابر قطر خارجی لوله است، صورت می گیرد. دریچه ها میتوانند شکل دایروی[2] ، بیضوی یا ***Diamond*** داشته باشند. به دلیل اینکه برای ایجاد دریچه ها در مخازن، مقداری از پوسته برداشته می شود و به علت کم کردن تنش های محلی در آن نقطه، یک ورق تقویتی در نظر گرفته می شود که دورتادور نازل جوش داده می شود.(شکل۱۸-۲)[۸]



(شکل۱۸-۲).دریچه ها[۸]

[1].Opening
[2]. *Circular*

۲-۲طرح و تهیه ورقهای مخزن

۲-۲-۱طرح مخازن

برای طراحی مخازن مشخصات زیر لازم است:

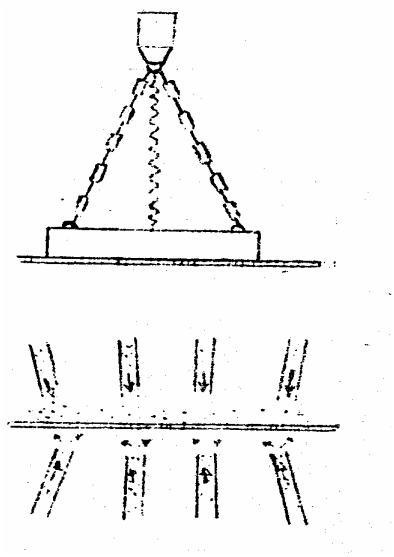
- مشخصات مایعی که باید در مخزن ذخیره شده
- درجه حرارت محیط و تغییرات آن
- ظرفیت مخزن
- تعداد اتصالات و مورد استعمال هر یک از آنها

با توجه به مشخصات بالا نوع فلزی که باید انتخاب شود و ضخامت ورقها و اینکه چه نوع مخزنی برای اینکار مناسب است تعیین می گردد . در اینجا ابتدا نحوه شکل دهی ورقهای مخزن طبق روشهای مورد استفاده در شرکت Mother well bridge که از استاندارد شیکاگو بریج آمریکا استفاده می کند توضیح داده می شود که البته این نحوه شکل دهی در ایران نیز استفاده می شود سپس به بحث محاسبات ورقهای بدنه و کف می پردازیم .[۶]

۲-۲-۲تهیه ورقهای مخزن

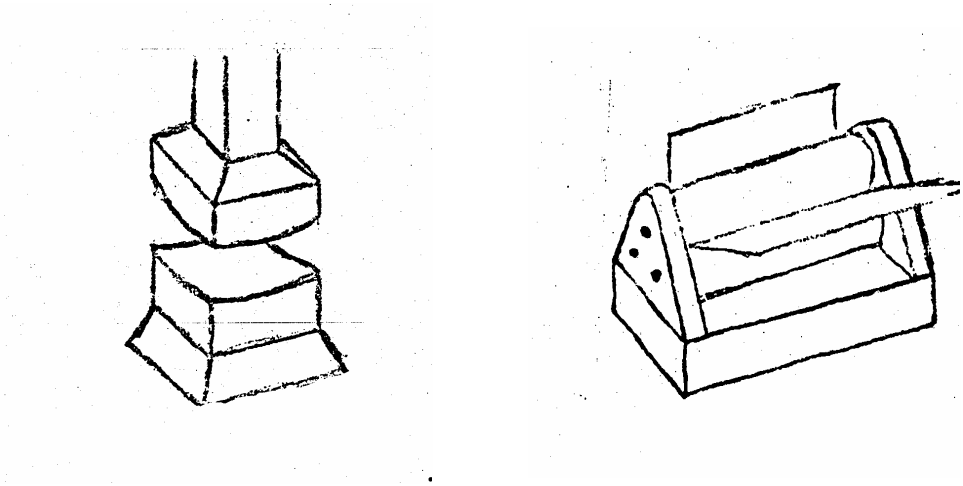
برای جلوگیری از زنگ زدن بمحض آنکه ورق آهن به کارگاه رسید آنرا بشرح زیر Shot blast می نمایند ابتدا ورقها را با جرثقیل مخصوص که به جای قلاب یا چنگک در آن مکعب مستطیل های الکترومغناطیس نصب شده روی قرقره های گردان قرار می دهند تا ورق را بداخل ماشین هدایت نمایند . قرقره ها ورق را بداخل محفظه ایکه ابعاد آن ۳*۳*۴ متر می باشد می برند و در آنجا از میان چهار لوله که دربالا و چهار لوله که در پائین قرار دارند عبور می نماید. این لوله ها از یک طرف متصل به بادبزنهای قوی بوده و ضمناً متصل به مخزن دانه های ریز آهن کروی هستند و قطر آنها از ۰/۵میلی متر تجاوز نمی نماید ارتباط دارند. ضمن عبور ورق دانه های آهن بشدت با ورق برخورد نموده و چنانچه در سطح ورق زنگ زدگی وجود داشته باشد پاک می شود و پس از آن رنگ ضد زنگ به آن زده می شود . [۶]

Template: به محض آنکه طرح تهیه گردید تحویل کارگاه الگو سازی می شود و در آنجا از کلیه قطعات نمونه چوبی با تخته سه لائی ساخته و تحویل کارگران ماشینکار می گردد . این الگو بخصوص در مواردیکه بایستی ورقها دارای انحنا باشند حتماً با الگوی چوبی آنها تطبیق داده می شوند . (شکل۱۹-۲)[۶]



(شکل۱۹-۲).حمل و شات بلاست ورق های مخزن[۶]

ورق مخازن از میان سه استوانه فلزی عبور داده می شود « ورقهای بدنه» و چون طول ورقها در حدود ۵ تا ۸ متر است پس از عبور از نوردها انحناء مورد نیاز را پیدا می کند البته این سه استوانه قابل تنظیم هستند و برای مخازن با قطرهای متفاوت فاصله آنها تنظیم خواهد شد الگوی ساخته شده انحنای طولی دارد و انحنای ورق را با آن می سنجند. (شکل ۲۰-۲) [۶]



(شکل ۲۰-۲) شکل دهی ورق مخزن سمت راست مخزن استوانه ای سمت چپ مخزن کروی [۶]

۲-۲-۳فلز مبنا

فلز مبنای مورد استفاده برای ساخت مخازن ذخیره دارای گروه بندی طبق جدول۶-۲ است :[۷]

(جدول۶-۲)گروه بندی فلز مبنا در مخزن ذخیره نفت[۵.جدولa ۳-۲]

Group I As Rolled, Semikilled		Group II As Rolled, Killed or Semikilled		Group III As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group IIIA Normalized, Killed Fine-Grain Practice	
Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A 283M C	2	A 131M B	7	A 573M-400		A 131M CS	
A 285M C	2	A 36M	2, 6	A 516M-380		A 573M-400	10
A 131M A	2	G40.21M-260W		A 516M-415		A 516M-380	10
A 36M	2, 3	Grade 250	5, 8	G40.21M-260W	9	A 516M-415	10
Grade 235	3, 5			Grade 250	5, 9	G40.21M-260W	9, 10
Grade 250	6					Grade 250	5, 9, 10

Group IV As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group IVA As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group V Normalized, Killed Fine-Grain Practice		Group VI Normalized or Quenched and Tempered, Killed Fine-Grain Practice Reduced Carbon	
Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A 573M-450		A 662M C		A 573M-485	10	A 131M EH 36	
A 573M-485		A 573M-485	11	A 516M-450	10	A 633M C	
A 516M-450		G40.21M-300W	9, 11	A 516M-485	10	A 633M D	
A 516M-485		G40.21M-350W	9, 11	G40.21M-300W	9, 10	A 537M Class 1	
A 662M B				G40.21M-350W	9, 10	A 537M Class 2	13
G40.21M-300W	9					A 678M A	
G40.21M-350W	9					A 678M B	13
E 275	4, 9					A 737M B	
E 355	9					A 841	12, 13
Grade 275	5, 9						

Notes:

1. Most of the listed material specification numbers refer to ASTM specifications (including Grade or Class); there are, however, some exceptions: G40.21M (including Grade) is a CSA specification; Grades E 275 and E 355 (including Quality) are contained in ISO 630; and Grade 235, Grade 250, and Grade 275 are related to national standards (see 2.2.5).
2. Must be semikilled or killed.
3. Thickness ≤ 20 mm.
4. Maximum manganese content of 1.5%.
5. Thickness 20 mm maximum when controlled-rolled steel is used in place of normalized steel.
6. Manganese content shall be 0.80–1.2% by heat analysis for thicknesses greater than 20 mm, except that for each reduction of 0.01% below the specified carbon maximum, an increase of 0.06% manganese above the specified maximum will be permitted up to the maximum of 1.35%. Thicknesses ≤ 20 mm shall have a manganese content of 0.8–1.2% by heat analysis.
7. Thickness ≤ 25 mm.
8. Must be killed.
9. Must be killed and made to fine-grain practice.
10. Must be normalized.
11. Must have chemistry (heat) modified to a maximum carbon content of 0.20% and a maximum manganese content of 1.60% (see 2.2.6.4).
12. Produced by the thermo-mechanical control process (TMCP).
13. See 3.7.4.6 for tests on simulated test coupons for material used in stress-relieved assemblies.

۲-۳-فونداسیون مخازن

به منظور غلبه بر نیروهای که از طریق مخزن و مواد داخل آن بر زمین وارد می شود فونداسیونی در لایه های مختلف مطابق (شکل۲۱-۲) در نظر گرفته می شود . [۳]

پی سازی مخازن تابع عوامل زیر است :

۱ – وضع زمین از لحاظ مقاومت و جنس خاک

۲- ظرفیت مخزن

۳ – کیفیت موادی که در مخزن باید ذخیره شود .

۴ – نوع مخزن [۶]

۲-۳-۱- پی سازی با توجه به وضع زمین

مهمترین عاملی که در طرح پی سازی مخازن موثر است چگونگی زمین و کیفیت خاک محل نصب آن می باشد . پی مخازن بر حسب وضع زمین به شرح زیر است . [۶]

الف : پی سازی در زمین های معمولی :

ابتدا سطح زمین را تا عمق مورد نظر خاکبرداری نموده و سپس نسبت به تصحیح و رگلاژ و آب پاشی و کوبیدن آن تارسیدن به تراکم ٪۹۵ اقدام می نمائیم بطوریکه عمق سطح نهایی ۶۰ سانتی متر پایین تر از سطح زمین باشد.[۳]

سپس به ارتفاع ده سانتی متر سنگ ریزه با دانه بندی که ماکزیم ٪۳ آنها دارای قطری کمتر از ۲./. میلی متر باشند ریخته و پخش و تسطیح می نمائیم « بدون کوبیدن » .[۳]

مخلوط دانه بندی شده با مشخصات(MK۳) تا تراکم ٪ ۹۵ در سه لایه ۱۵ سانتی متری می ریزیم . [۳]

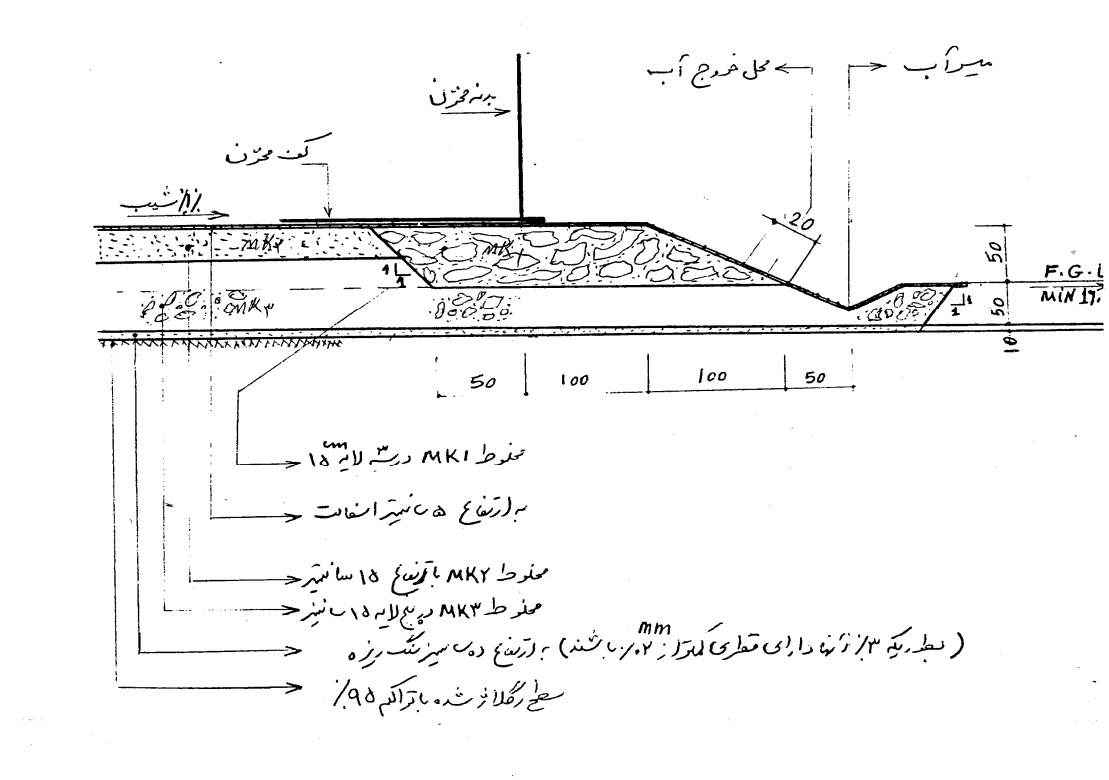
(لازم به ذکر است در مراحل بالا قطر سطح تمام شده چهار متر بیشتر از قطر مخزن می باشد)[۳]

در دو لایه ۱۵ سانتی متری مخلوط دانه بندی شده با مشخصات (۳ MK) را ادامه داده در دو لایه ۱۵ سانتی متری نسبت به ریختن – پخش – تسطیح و کوبیدن مخلوط (Mk۱) مطابق مشکل تا تراکم بیش از ٪ ۹۵ اقدام می نمائیم.

به ارتفاع ۱۵ سانتی متر مخلوط (M k۲) ریخته و پخش و تسطیح و تا تراکم بیش از ٪ ۹۵ اقدام می نمائیم (لازم به ذکر است که شیب های نشان داده شده توسط گریدر ایجاد می گردد) .[۳]

در لایه آخر آسفالت به ضخامت ۵ سانتی متر ریخته می شود.

جهت خروج آبهای نفوذی به فونداسیون هشت نقطه از پوشش آسفالت دور مخزن درست در مرز لایه های(Mk۱) و(۳ MK) نیم دایره هایی به شعاع ۲۰ سانتی متر را آسفالت نمی نمائیم شیب فونداسیون با توجه به شیبی که کف مخزن خواهد داشت تعیین می گردد. [۳]



(شکل۲۱-۲).پی سازی در زمین های معمولی[۳]

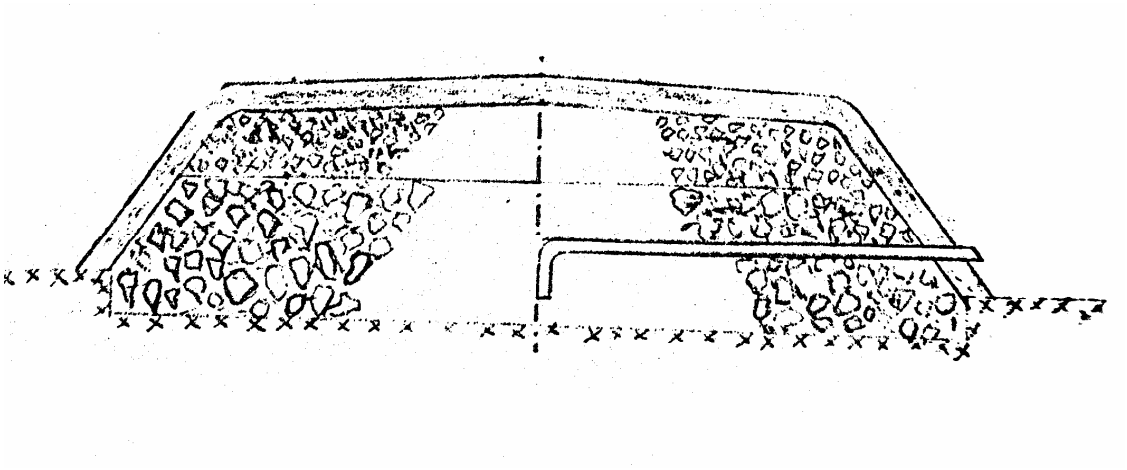
ب : پی سازی در زمین های با تلاقی :

دو نوع زمین با تلاقی وجود دارد که عبارتند از :

۱ – چنانچه جنس خاک طوری باشد که دانه های آن مقدار زیادی آب در خود نگهداری نموده و بالا بردن سطح آب در زیر زمین و یا جمع شدن آب در اطراف آن باعث ایجاد باتلاق می گردد. در اینجا بهتر است برای احداث پی اقدام به پایه کوبی نمود زیرا تعویض خاک تا عمق مناسب وزه کشی و پی ریزی در عمیق زیاد مقرون بصرفه نبوده و این نوع پی می تواند برای مدت زیادی قابل اطمینان باشد . پایه ها ممکن است فلزی یا بتونی باشند طول پایه های بتونی پیش فشرده نباید کمتر از ۵ متر باشد و دوام این نوع پایه بیش از پایه فلزی است. زیرا خطر زنگ زدن ندارد . بعد از پایه کوبی روی سطح فوقانی پایه ها سکوی بتونی ساخته می شود که ورقهای کف مخزن روی آن قرار می گیرد . [۶]

۲ – در صورتیکه نوع خاک قابل نفوذ بوده و علت ایجاد باتلاق بالا بودن سطح آب زیر زمینی باشد پی سازی تقریباً شبیه حالت معمولی انجام می شود منتهی زیر سازی پی تا ارتفاع آب به صورت بلوگاژ انجام می گیرد . یعنی با ریختن سنگ های لاشه به ابعاد از ۲۵ سانتی متر به پایین و کوبیدن آنها سطح مقاوم ولی قابل نفوذ ی ایجاد می نمایند . (شکل۲۲-۲) آبیکه از لوله های نصب شده در پی خارج می گردد به محوطه داخل باند مخزن ریخته شده و بوسیله کانالها ئیکه در اطراف باند احداث شده از محوطه خارج می شود . توضیح آنکه در چنین محلی بطور کلی سطح داخل باند را با ریختن مخلوط سنگ و شن بالا می آورند . لازم به یادآوری است که در کشور انگلستان با هوای مرطوبی که دارد پی سازی بصورت به اصطلاح گربه رو معمول نمی باشد و شاید احداث پی مخازن به طریقه مزبور در ایران

بعلت نبودن غلطک و وسائلی که برای کوبیدن سطح پی بکار می رود بوده و بخصوص در مواردی که فقط یک مخزن با قطر حدود ۴۰ تا ۱۰۰ فوت در شهرستانهای درجه ۲ باید ساخته شود. حمل غلطک به محل کار مقرون به صرفه نمی باشد. [۶]

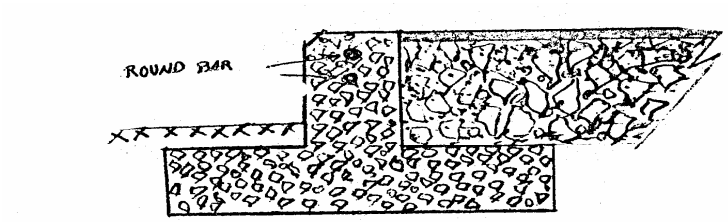


(شکل۲۲-۲)پی سازی در زمین های باتلاقی[۶]

۲-۳-۲- پی سازی با توجه به ظرفیت مخازن

طرح پی مخازن تا قطر ۴۰ فوت معمولاً بصورت زیر انجام می گیرد.

در اطراف پی یک دیوار بتونی ساخته و داخل آنرا مخلوط سنگ و شن ریخته و می کوبند . پی سازی در مخازن از قطر ۴۰ فوت به بالا شبیه حالات قبل انجام می شود . در مواردی که جنس زمین یکنواخت نباشد ممکن است برای مخازن از قطر ۴۰ فوت به بالا از پی با دیوار بتونی مطابق مشخصات گفته شده استفاده نمود [۶] (شکل۲۳-۲)



(شکل۲۳-۲).پی سازی با توجه به ظرفیت مخزن[۶]

۲-۳-۳ -پی سازی با توجه به کیفیت فرآورده

چون ذخیره سازی گازهای مایع و مواد فرار مستلزم عایقکاری بدنه مخزن می باشد بنابراین پی مخزن باید طوری طراح ریزی شود که امکان عایق نمودن بدنه و کف میسر باشد .[۶]

۲-۳-٤-پی سازی با توجه به نوع مخزن

پی سازی مخزن استوانه ای کروی با هم متفاوت می باشد . در مورد مخازن ذخیره که کاملاً توضیح داده شده و در مورد مخازن کروی عموماً کروی روی پایه نصب می شوند از بتن آرمه و تعداد پایه ها که بستگی به طرح و ظرفیت مخزن دارد روی مکعب مستطیل های بتنی نصب می شود و این مکعبها بوسیله یک حلقه بتنی به هم کلاف می شوند . [۶]

عکس(۱-۲) پایان پی سازی یک مخزن در عسلویه

۲-۳-۵-محاسبات لازم برای پیچهای نگه دارنده مخزن روی فونداسیون :

محاسبات تنش کششی ناشی از نیروی باد از فرمول زیر محاسبه می گردد.

Mw= گشتاور بادحول ته مخزن

$$\frac{4Mw}{ND} - \frac{w'}{N} = T$$

N = تعداد پیچها

W´ = وزن سقف و دیواره

K= برای مخازن استوانه ای ۶/. = K

$$Mw = 0/0000277kdh^2v^2$$

V= سرعت باد بر حسب km/h « Mw بر حسب kNm می باشد »

H= ارتفاع مخزن بر حسب متر

و تنش کششی ناشی از بارهای زلزله بصورت زیر بدست می آید .

Mw= وزن آب

$Me = (w' + Mw) {}^{h}/_{2}\ s$ S= ضریب زلزله

با توجه به تنشهای کششی ناشی از باد و زلزله و ضریب اطمینان لازم قطر و تعداد پیچ محاسبه خواهد شد ولی در انتخاب پیچها به موارد زیر باید توجه شود . فاصله پیچها از ۶m/. کمتر و از ۳m نباید بیشتر باشد بنابراین داریم . [۳]

(در هر حالت تعداد پیچها باید بیشتر از ۴ باشد .)

$D < N < 5D$

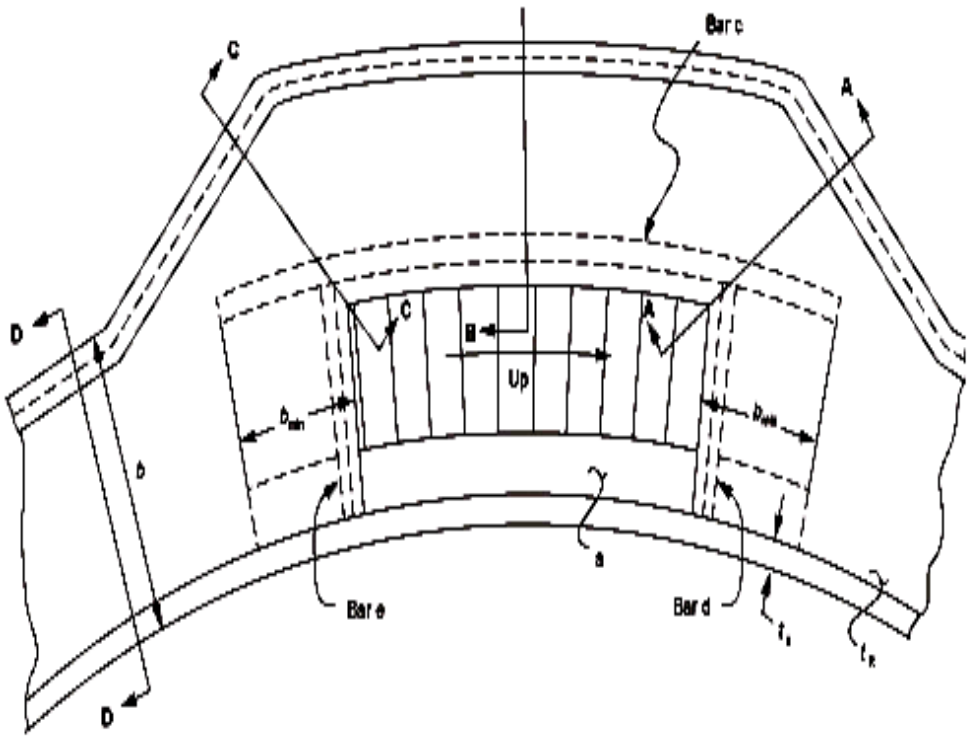
بنابر بند ۱ -۱۲ -۳ استاندارد APL 650 وقتی که یک مخزن بر اساس بخش ۱۱ – ۳و ضمیمه E و F موجود در استاندارد به زمین اتصال یابد یا حتی اگر یک مخزن به دلایل دیگری (مثلاً نحوه قرار گرفتن در سایت) باید به مکان دیگری اتصال یابد . حداقل هایی باید رعایت شود .[۸]

بنابر بند ۲-۱۲-۳ استاندارد مخازن ثابت نگه داشته شده باید در مقابل هر یک از موارد بار صعودی موجود در شکل ۲۱-۳ استاندارد مقاومت کنند بار هر کدام از نگه دارنده ها نیز باید به صورت زیر باشد .(شکل ۲۴-۴)[۸]

U: نیروی وارد به مخزن

N: تعداد پیچها

$$Tb = \frac{U}{N}$$



Notes:

1. The cross-sectional area of a, c, d, and e must equal $32t_s^2$. The section of the figure designated "a" may be a bar or an angle whose wide leg is horizontal. The other sections may be bars or angles whose wide legs are vertical.
2. Bars c, d, and e may be placed on the top of the girder web, provided they do not create a tripping hazard.
3. The section modulus of Sections A-A, B-B, C-C, and D-D shall conform to 3.9.6.1.
4. The stairway may be continuous through the wind girder or may be offset to provide a landing.
5. See 3.9.6.3 for toeboard requirements.

(شکل۲۴-۴)مربوط به استاندارد API650

عکس (۲-۲) نمایی از چند مخزن نیمه تمام در عسلویه

فصل سوم:

طراحی مخازن

مقدمه:

استاندارد API 650 الزامات مواد ، طراحی ، ساخت، نصب و آزمایش را برای مخازن ذخیره فولادی جوش داده شده ، رو باز یا مسقف در اندازه ها و ظرفیتهای مختلف برای فشار داخلی حدود فشار اتمسفری (فشار داخلی کمتر از وزن ورقهای سقف) مطرح می نماید . وقتی الزامات اضافی بر آورده شود ، فشار داخلی بیشتر هم مجاز است. این استاندارد فقط برای مخازنی است که تمام کفشان بطور یکنواخت وزن سیال را تحمل می کنند و درجه حرارت کاری آنها از ۹۰ درجه سانتیگراد بالاتر نمی باشد . [۷]

این استاندارد برای صنعت نفت بمنظور تامین مخازن با ایمنی کافی و صرفه معقول اقتصادی جهت نگهداری نفت ، فرآورده های نفتی و مایعات دیگر تدوین گردیده است . این استاندارد اندازه های مجاز مخزن را دیکته نمی کند و به خریداران آزادی انتخاب اندازه مخزن جوابگوی نیاز خود را می دهد . این استاندارد به خریداران و سازندگان در سفارش ، ساخت و نصب مخازن کمک شایانی می کند . [۷]

استاندارد API 650 دارای هشت بخش و هفده ضمیمه بشرح زیر است:

بخش ۱- دامنه کاربرد ، بخش ۲ – مواد ، بخش ۳ – طراحی ، بخش ۴ – ساخت ، بخش ۵- نصب ، بخش ۶ – روش بازرسی اتصالات ، بخش ۷ – رویه جوشکاری و تایید صلاحیت جوشکاری ، بخش ۸ – علامتگذاری

ضمیمه A– مبنای اختیاری طراحی برای مخازن کوچک،[۷]

ضمیمه B– توصیه هائی برای طراحی و ساختمان فونداسیونها برای مخازن ذخیره نفت روی زمینی ،

ضمیمه C– سقف های شناور بیرونی ،

ضمیمه D– استعلام فنی ،

ضمیمه E– طراحی مخازن ذخیره مقاوم در مقابل زلزله ،

ضمیمه F– طراحی مخازن برای فشار داخلی کم ،

ضمیمه G– مخازن گنبدی آلومینیومی با تکیه گاه سازه ای ،

ضمیمه H– سقفهای شناور داخلی ،

ضمیمه I – کشف نشت زیر مخزن و حفاظت زیر اساس ،

ضمیمه J– مخازن ذخیره سرهم شده در کارگاهها ،

ضمیمه K– کاربرد نمونه ای نکته طراحی متغیر – روش تعیین ضخامت ورق بدنه ،

ضمیمه L– برگه های اطلاعات فنی مخزن ذخیره استاندارد API 650،

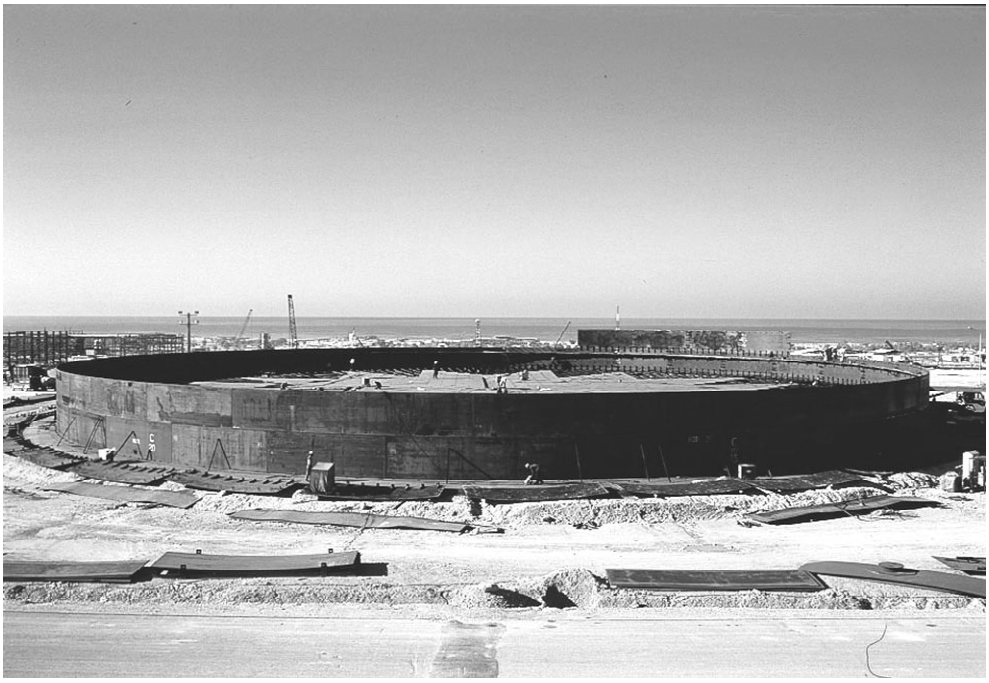
ضمیمه M– الزامات برای مخازنی که در درجه حرارت های مرتفعه کار می کنند ،

ضمیمه N - استفاده از مواد جدیدی که شناسایی نشده اند ،

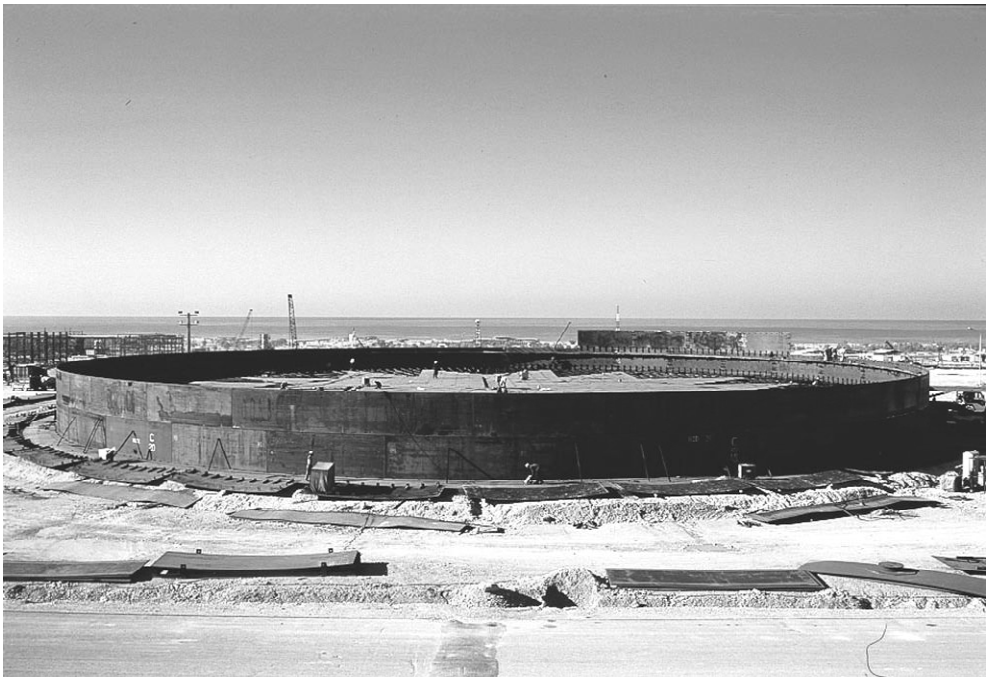
ضمیمه O– توصیه ها برای اتصالات زیر کف ،

ضمیمه P– بارهای خارجی مجاز روی دریچه های بدنه مخزن ،

ضمیمه Q– مخازن ذخیره فولاد ضد زنگ اوستنیتی [۷]



(عکس۱-۳)یک مخزن در حال ساخت در عسلویه



(عکس۱-۳)یک مخزن در حال ساخت در عسلویه

۳-۱-طراحی ورق کف[1]

بنابر بند ۱-۴-۳ استاندارد تمام ورق های کف باید دارای یک ضخامت اسمی حداقل ۶ میلی متر ¼ اینج وجدااز هر میزان خوردگی تعیین شده توسط کارفرما باشند ،مگر اینکه به ترتیب دیگری توافق شده باشد ، تمام صفحات چهار گوش و نقشه ورقه ها (ورق های کف که باید پایه هایشان دارای یک چهار گوش انتهایی باشند) باید دارای یک عرض اسمی حداقل ۱۸۰۰ میلی متر (۷۲ اینچی) باشند .

بنابر بند ۲-۴-۳ استاندارد ورق های کف با اندازه مناسب باید در موقع ساختن سفارش داده شود و با حداقل ۲۵ میلی متر (۱ اینچ) عرض در آن طرف لبه بیرونی که به آنولارپلیت ها جوش داده می شود طرح ریزی شود .[۸]

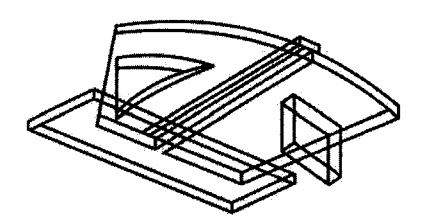
بنابر بند ۳-۴-۳ استاندارد ورق های کف باید همراه با بند ۴-۵-۱-۳ یا ۵-۵-۱-۳ استاندارد جوش داده شوند .[۸]

[1]. Bottom plate design

۳-۲-طراحی ورق های اتصالی کف به بدنه[1]

بر اساس بند ۱-۵-۳ استاندارد، وقتی با استفاده مجاز از مواد گروه VI,IVA,IV ورق کف متصل به بدنه طراحی شد ، باید از صفحات مبنایی حلقوی جوش خورده در کف استفاده شود . وقتی ورق های کف از مواد گروه VI ,V, IVA, IV باشند و فشار حاصل حداکثر در ورق های کف کمتر یا مساوی 160Mpa ($24900^{IbF}/_{in2}$) بوده و فشار حداکثر تست مربوط به فشار آب برای اولین کورس ورق بدنه کمتر یا مساوی 172 MPa ($24900\ Ib_f / in^2$)باشد ، ممکن است که از ورق های کف روی هم جوش خورده در قسمت لبه ای به جای صفحات مبنایی حلقوی لب به لب جوش خورده در کف ، استفاده شود. (شکل۱-۳)[۸]

بنابر بند ۲ – ۵ – ۳ استاندارد آنولارپلیت ها دارای یک عرض شعاعی هستند که این عرض باید حداقل ۶۰۰ میلی متر « ۲۹ اینچ » اندازه داشته باشد، همچنین حداقل فاصله از خارج بدنه تا لبه انولارپلیت ها ۵۰ میلی متر « ۲ اینچ » است.[۸]



(شکل۱-۳)رینگ آنولار[۸]

۳-۳-طراحی پوسته [2]

بر اساس بند ۶-۳ استاندارد ضخامت ورق مورد نیاز بدنه باید بیشتر از ضخامت طراحی شده باشد که شامل ضخامت اختلاف خوردگی یا ضخامت ورق مربوط به تست حداکثر فشار آب است و این ضخامت ورق بدنه نباید کمتر از موارد جدول(۱-۳)باشد : .[۸]

[1]. Annular Bottom plat Design
[2]. shell design

جدول(۱-۳)حداقل ضخامت ورق بدنه[۵.جدول۱,۱,۶,۳]

Nominal Tank Diameter (See Note 1)		Nominal Plate Thickness (See Note 2)	
(m)	(ft)	(mm)	(in.)
< 15	< 50	5	3/16
15 to < 36	50 to < 120	6	1/4
36 to 60	120 to 200	8	5/16
> 60	> 200	10	3/8

Notes:

- 1. Unless otherwise specified by the purchaser, the nominal tank diameter shall be the centerline diameter of the bottom shell-course plates.
2. Nominal plate thickness refers to the tank shell as constructed. The thicknesses specified are based on erection requirements.
- 3. When specified by the purchaser, plate with a minimum nominal thickness of 6 millimeters may be substituted for 1/4-inch plate.

بنابر بند ۲-۱-۶-۳ استاندارد اگر به ترتیب دیگری با کارفرما توافق شود، تمام ورق های بدنه باید دارای عرضی اسمی به داخل ۱۸۰۰ میلی متر (۷۲ اینچ) باشند، صفحات دارای جوش های لب به لب باید به درستی چهار گوش شوند.[۸]

براساس بند ۳-۱-۶-۳ استاندارد ضخامت ورق بدنه باید بر اساس پر شدن مخزن با ارتفاع H و با یک مایع که دارای یک سنگینی و وزن مخصوص معین و تعیین شده توسط کارفرماست محاسبه شود.

بنابر بند ۴-۱-۶-۳ استاندارد ضخامت ورق بدنه در تست با حداکثر فشار آب باید بر اساس پر شدن مخزن به واسطه ارتفاع H از آب محاسبه شود. [۸]

براساس بند ۵-۱-۶-۳ استاندارد فشار محاسبه شده برای هر کورس ورق بدنه نباید از فشار مجاز برای مواد مورد استفاده در بدنه بیشتر باشد هیچ کورس ورق بدنه نباید نازک تر از کورس ورق بالایی آن باشد . [۸]

بنابر بند ۶-۱-۶-۳ استاندارد بدنه مخزن باید به منظور ثبات و پایداری در مقابل کمانش و پایداری در برابر سرعت باد تعیین شده توسط کارفرما و بند ۷-۹-۳ استاندارد بررسی شود . اگر نیاز به پایداری دارد، باید به ضخامت ورق بدنه یا از گریدر از هر دو استفاده شود. اگر سرعت باد طراحی معین نشود ، حداکثر سرعت باد مجاز باید محاسبه شود و نتیجه هم در زمان ارایه پیشنهاد به کارفرما گزارش شود . بنابر بند ۷-۱-۶-۳ استاندارد طراح باید برای کارفرما یک طرح ارایه کند که حاکی از موارد زیر برای هر پوسته باشد : [۸]

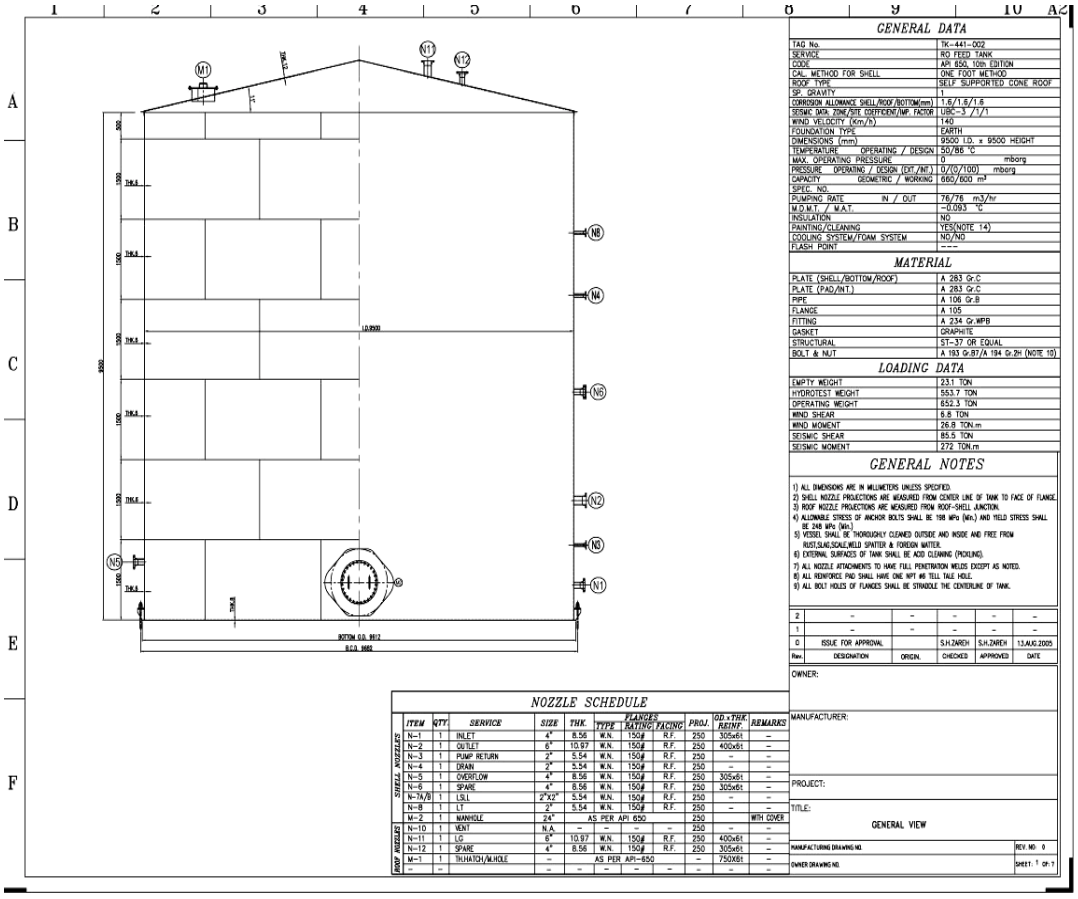
۱ – ضخامت ورق بدنه لازم برای شرایط طراحی (شامل میزان مجازخوردگی) و شرایط تست با حداکثر فشار آب

۲ – ضخامت اسمی مورد استفاده

۳ – تعیین خصوصیات مواد

۴ – تنش های مجاز [۸]

بنابر بند ۸-۱-۶-۳ استاندارد ، بارهای شعاعی مجزادر بدنه مخزن مثل موارد ایجاد شده توسط بارهای سنگین روی سکوها و پیاده روهای مرتفع بین مخازن ، باید به واسطه بخش های ساختاری غلطک خورده و تیغه های صفحه ای یا قطعات تقویتی توزیع شوند . شکل(۲-۳) [۸]



شکل(۲-۳) طرح ورق بدنه با توجه به ضخامت[۹]

۳-٤-محاسبه نیروی ناشی از باد روی مخازن [1]

بنابر بند ۱-۱۱-۳استاندارد شرایط تعیین شده توسط کارفرما ، پایداری در برابر واژگونی باید با استفاده از روش زیر محاسبه شود : [۸]

فشار یا بار ناشی از باد باید حدود 1.4kpa ($30^{Ibf}/_{ft^2}$) بر روی سطوح صاف و عمودی ، حدود 0.86 kpa ($18^{Ibf}/_{ft^2}$) بر روی سطوح استوانه ای و حدود 0.72kpa ($15^{Ibf}/_{ft^2}$)بر روی سطوح مخروطی و سطوح دارای دو منحنی ، فرض شود. این فشارهای ناشی از باد بر اساس سرعت باد با فرض 160km/h یا 100mphهستند. در ساختارهای طراحی شده برای سرعت های بادی غیر از ۱۶۰ کیلومتر در ساعت ، بارهای بادی تعیین شده قبلی باید به نسبت ضریب زیر تنظیم شوند : [۸]

[1]. Wind Load on Tanks

در واحدهای SI :

۳-1

$$\left(V/160\right)^2$$

V:سرعت باد بر حسب کیلو متر در ساعت است که توسط کارفر تعیین می شود . [۸]

درواحدهای US:

3-2

$$\left(\frac{V}{100}\right)^2$$

V : سرعت باد بر حسب mph است که توسط کارفرما تعیین می شود. [۸]

وقتی سرعت باد تعیین نشود ، حداکثر سرعت باد که از عدم ثبات واژگونی جلوگیری می کند باید محاسبه شده و به کارفرما گزارش داده شود . [۸]

بنابر بند ۳-۱۱-۳ استاندارد در یک مخزن مهار نشده ، همان واژگونی ناشی از فشار باد نباید از $۳/۴$ ممان مقاومت با مرده (به جز محتوای هر مخزن) بیشتر باشد و باید به صورت زیر محاسبه شود [۸]

$$M \square^2/_3(WD/_2)$$

M: ممان واژگونی ناشی از فشار باد $N\text{-}m(ft - Ib_f)$

W: وزن بدنه بدون ضخامت خوردگی است $N\ (Ib_f)$

D: قطر مخزن $m\ (ft)$

براساس بند ۳-۱۱-۳ استاندارد وقتی نگه دارنده ها مورد استفاده قرار می گیرند ، طراحی باید بر اساس بخش ۱۲ -۳ باشد . [۸]

بنابر بند ۴-۱۱-۳ استاندارد اگر به ترتیب دیگری توافق شده باشد، مخزن هایی که به واسطه باد لغزش دارند، باید از اصطکاک لغزشی مجاز حداکثر 0.4 استفاده کنند که در نیروی مقابل کف مخزن ضرب می شود. [۸]

بنابر بند ۱-۳- S (Bottom plate) تمام ورق های کف باید دارای حداقل ضخامت اسمی 5 میلی متر یا $۳/۱۶$ اینچ باشند (البته جدا از هر مقدار خوردگی) . مگر این که به ترتیب دیگری توسط کارفرما توافق شود و همه صفحات چهار گوش و نقشه ورقه ها (ورق های کفی که دارای انتهای نوک چهار گوش هستند) باید دارای حداقل عرضی اسمی ۱۲۰۰ میلی متر یا ۴۸ اینچ باشند . **[۸]**

بنابر بند ۲-۳- S (Shell Design) استاندارد حداقل ضخامت مورد نیاز ورق های بدنه باید بیشتر از مقادیر محاسبه شده توسط فرمول بعد باشد و ضخامت بدنه نباید کمتر از ضخامت صفحه اسمی موجود در بند ۱-۱-۶-۳ استاندارد باشد . [۸]

در سیستم SI:

$$T_d=\frac{4.9D(H-0.3)}{(S_d)\,E}+CA \qquad 3\text{-}4$$

$$T_t=\frac{4.9D(H-0.3)}{(S_t)\,E} \qquad 3\text{-}5$$

T_d:ضخامت طراحی بدنه (mm)[۸]

T_t: ضخامت بدنه در تست ایستایی یا فشار آب (mm)

D: قطر اسمی مخزن (mm) (به بخش ۱-۱-۶-۳ استاندارد مراجعه شود .)

H: سطح مایع طراحی (mm) (به بخش ۲-۳-۶-۳ استاندارد مراجعه شود .)

G: حجم مخصوص مایع ذخیره شده که توسط کارفرما تعیین می شود.

E: ضریب اتصال که دارای مقادیر 1.0,0.85 یا 0.7 است . (جدول ۴-S استاندارد)

CA: میزان خوردگی مجاز (mm) که توسط کارفرما تعیین می شود (به بخش ۲-۳-۳ استاندارد مراجعه شود.)

S_d: تنش مجازبرای طراحی (Mpa) (جدول ۲-S استاندارد)

ST: تنش مجاز برای تست (Mpa) (جدول ۲-S استاندارد)[۸]

در سیستم اینچی (US) :

$$T_d=\frac{2.6D(H-1)^{G}}{(S_d)E}+CA \qquad 3\text{-}6$$

$$T_t=\frac{2.6D(H-1)}{(S_t)E} \qquad 3\text{-}7$$

T_d: ضخامت طراحی بدنه (in) [۸]

T_t: ضخامت بدنه در تست ایستایی (in)

D: قطر اسمی مخزن (f_t) (به بخش ۱-۱-۶-۳ استاندارد مراجعه شود .)

H: سطح مایع طراحی (f_t) (به بخش ۲-۱-۶-۳ استاندارد مراجعه شود .)

G: حجم مخصوص مایع ذخیره شده بر اساس نظر کارفرما

E: ضریب اتصال که دارای مقادیر 1.0,0.85 یا 0.7 است (جدول ۴-S استاندارد) .

CA: میزان خوردگی مجاز (in) که توسط کارفرما تعیین می شود (جدول ۲-۳-۳ استاندارد).

S_d: تنش مجاز برای طراحی $^{Ibf}/_{in2}$ (جدول ۲-S استاندارد)

S_t: تنش مجاز برای تست $^{Ibf}/_{in2}$ (جدول ۲-S استاندارد)[۸]

تنش های مجاز، حاکی از سختی زیاد فولادهای ضد زنگ ، فولادهای کربنی یا فولاد سخت و ضریب های نسبتا پایین کشش و بازدهی فولادهای ضد زنگ است . سفتی زیاد باعث نسبت بالای تنش تسلیم طراحی می شود که کارفرما و طراح باید بدانند که این امر منجر به کشش و تغییر شکل ثابت می شود [۸] (جدول ۲-S استاندارد) .

در بند ۳-۳- S استاندارد که بند ۱-۳-۳- S را نیز شامل می شود و حداقل ضخامت اسمی اتصالات و دهانه ها باید به شرح جدول۲-۳ باشد: [۸]

(جدول۲-۳)حداقل ضخامت اسمی اتصالات ودهانه ها[۵]

Size of Nozzle	Minimum Nominal Neck Thickness
NPS 2 and less	Schedule 80S
NPS 3 and NPS 4	Schedule 40S
Over NPS 4	6 mm (0.25 in.)

Note: Reinforcement requirements of 3.7 must be maintained.

۳-۵-محاسبات طراحی

۳-۵-۱- طراحی کف [1]

طراحی کف بر اساس نیروی وارد بر کف مخزن ، نیروی لهیدگی ناشی از ارتفاع سیال و همچنین فشار ناشی از این نیرو بر بدنه سیلندر صورت می گیرد .

بر اساس بند ۱-۴-۳ موجود در API 650 حداقل ضخامت کف 6mm بدون خوردگی برای هر نوع ماده ای در نظر گرفته شود .

با احتساب 1.6 mm خوردگی گفته شده توسط کارفرما ضخامت کف حداقل باید 7.6 mm باشد و به علت عدم وجود ورقی با ضخامت مورد نظر مجبور هستیم که ضخامت انتخابی برای کف را 8 mm در نظر بگیریم .[۸]

3-8

$THK_{selected}$=8mm

[1].Bottom Plate

۳-۵-۲-طراحی سیلندر

فشار بخار گاز در بالای مایع نباید بشتر از 2.5 psi باشد در غیر این صورت باید گازهـای فـوق از داخل مخزن خارج شوند.[۸]

3-9

$$S_c = \frac{PD}{2t}$$

S_c: تنش در راستای محیطی مخزن

P : فشار داخلی مخزن

D: قطر داخلی مخزن

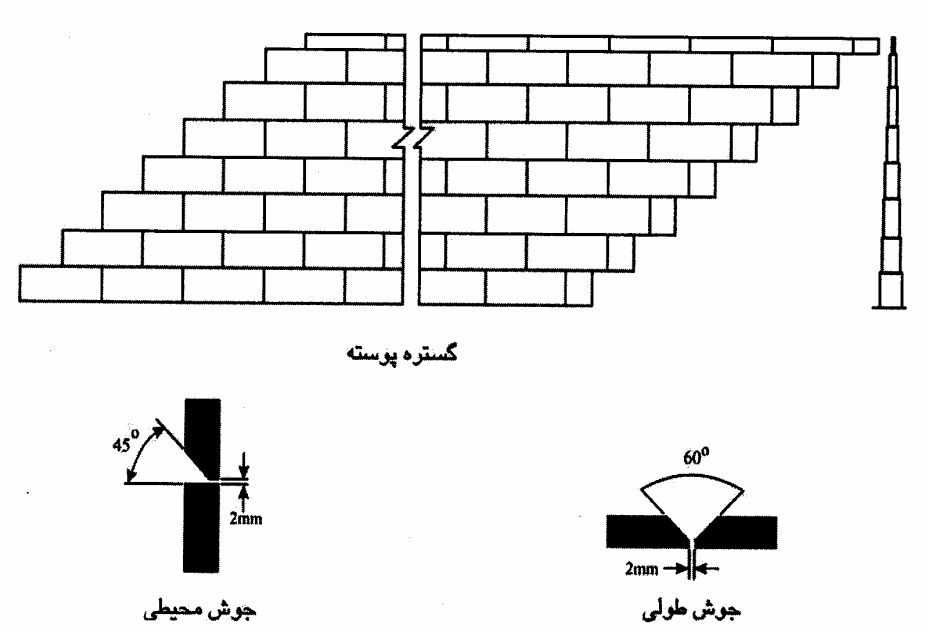
T: ضخامت مورد نیاز .[۸]

3-10

$$S_L = \frac{PD}{4t}$$

S_L: تنش در راستای طول مخزن

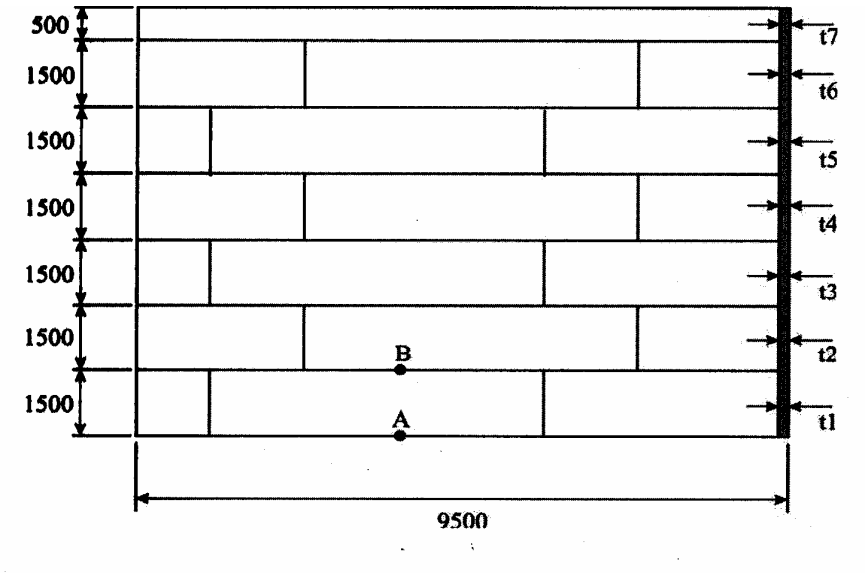
در مخازن ذخیره به علت اختلاف فشار در ارتفاع های متفاوت (بر خلاف مخازن تحت فشار) بایـد سعی شود که ضخامت ها به صورت بهینه انتخاب شود تا از افزایش هزینه و همچنین افـزایش وزن سـازه جلوگیری شود.(شکل۳-۳)[۸]



(شکل۳-۳.)نمایی از کاهش ضخامت پوسته با افزایش ارتفاع[۸]

با انتخاب ورقی که تعداد کورس ها را کاهش می دهد و به علت کاهش دقت اندازه گیری ضخامت (اختلاف فشار در عرض ورق زیاد است و نرم افزار بر اساس فشار ماکزیمم که همان فشار لبه پایین است ضخامت را تعیین می کند) خود به خود وزن مخزن مخصوصا در قطرهای زیاد به شدت افزایش می یابد که اصلا به صرفه نیست . با انتخاب ورقی که تعداد کورس ها را افزایش می دهد ضمن افزایش دقت در محاسبه ضخامت بدنه، باعث افزایش خط جوش های محیطی و در نتیجه افزایش هزینه تولید می شود که این افزایش تعداد کورس ها فراوانی این نوع ورق در بازار داخل است . که خود باعث کاهش شدید هزینه تولید نسبت به حالتی می شود که باید به صورت سفارشی از خارج تهیه شود (شکل۴-۳) .[۸].

به علت کاهش فشار ناشی از ارتفاع سیال درون مخزن ، کورس ضخامت هر ورق را باید حساب کنیم .[۸]



(شکل۴-۳.)تقسیم بندی ورقها برای محاسبه ضخامت ها.[۸]

محاسبه ضخامت بر اساس SC

3-11

$S_C > S_L$

$t = (pd / 2 S C)$

با جایگزینی $P = gh\rho$، داریم:

3-12

$$t = \frac{\rho g h D}{2 S_c}$$

طبق استاندارد S_c را با(Sallowable Sall)[1] جایگزین کرده و داریم: .[۸،ص۴۱]

$$P_A = \rho h 1 g \qquad 3\text{-}13$$

$$P_B = \rho g(h_1 - 1500) \qquad 3\text{-}14$$

برای محاسبه ضخامت بدنه چند روش در استاندارد آمده است که در ادامه آنها را به صورت مختصر شرح می دهیم.[۸]

۳-۵-۲-۱-روش One foot Method

بنابر بند ۳-۶-۳ استاندارد این روش برای طراحی بهینه در استانداردها آمده است که ضخامت هر کورس ورق را 1 ft (30mm) بالاتر از لبه پایین ورق حساب می کند[.۸]

در سیستم اینچی

$$t = \frac{\rho D(h-1)}{2Sall} \qquad 3\text{-}15$$

فرمول نهایی موجود در بند:

$$t = \frac{2.6D(H-1)^G}{Sall} + C.A \qquad 3\text{-}16$$

T: برحسب اینچ

D: برحسب فوت

C.A: برحسب اینچ

H: برحسب فوت

Sall: برحسب Psi

$$t = \frac{4.9D(H-0.3)^G}{Sall} + C.A. \qquad 3\text{-}17$$

H و D: برحسب متر

Sall: برحسب مگاپاسکال

C.A و t: برحسب میلی متر

محاسبه ضخامت کورس اول: .[۸]

$$D = 9.5m \quad S_d \quad (A\text{-}283.Gr\ C) = 20000\ Psi = 137.9\,MPa$$

$$G_{water} = 1 \qquad H = 9.5m \qquad C.A = 1.6mm \qquad S_{t\ (A-283.GrC)} = 22500Psi = 155MPa$$

$$t_{design} = \frac{4.9(9.5)(9.5-0.3)(1)}{137.9} + 1.6 = 4.7\,mm$$

---

[1] تنش مجاز.

فرمول محاسبه ضخامت در هیدروتست:[۸]

3-18

$$t_{test} = \frac{4.9(H-0.3)G}{S_t}$$

$$t_{test} = \frac{4.9(9.5)(9.5-0.3)(1)}{155} = 2.76mm$$

برای هر کورس یک ضخامت طراحی و یک ضخامت تست حساب کرده و ضخامت ماکزیمم را مدنظر طراحی قرار می دهیم. .[۸]

علاوه بر دو ضخامت فوق یک ضخامت مینیمم در کد آمده است که از بند ۱-۱-۶-۳ موجود در استاندارد **API**قابل دسترسی است.[۸]

محاسبه ضخامت کورس دوم:

$$H = 9.5 - 1.5 = 8m$$

$$t_d = \frac{4.9(9.5)(9-0.3)}{137.9} + 1.6 = 4.2mm$$

$$t_t = \frac{4.9(0.5)(8-0.3)}{155} = 2.31mm$$

چون ورق با ضخامت 5mm تولید نمی شود لذا مجبور هستیم از ورق با ضخامت 6mm استفاده کنیم. .[۸]

$$ThK_{Final\ Selected} = 6mm$$

S_t در جدول ۳-۳آمده است.[۸]

(جدول۳-۳)تنش مجاز برای فلزات مورد استفاده پلیت[۵.جدول۲-۳]

	Plate Specification	Grade	Minimum Yield Strength MPa (psi)	Minimum Tensile Strength MPa (psi)	Product Design Stress S_d MPa (psi)	Hydrostatic Test Stress S_t MPa (psi)
			ASTM Specifications			
	A 283M (A 283)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
	A 285M (A 285)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
	A 131M (A 131)	A, B, CS (A, B, CS)	234 (34,000)	400 (58,000)	157 (22,700)	171 (24,900)
	A 36M (A 36)	—	250 (36,000)	400 (58,000)	160 (23,200)	171 (24,900)
	[illegible] (A 131)	EH 36 (EH 36)	360 (51,000)	490[a] (71,000[a])	196 (28,400)	210 (30,400)
	A 573M (A 573)	400 (58)	220 (32,000)	400 (58,000)	147 (21,300)	165 (24,000)
	A 573M (A 573)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)
	A 573M (A 573)	485 (70)	290 (42,000)	485[a] (70,000[a])	193 (28,000)	208 (30,000)
	A 516M (A 516)	380 (55)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
01	A 516M (A 516)	415 (60)	220 (32,000)	415 (60,000)	147 (21,300)	165 (24,000)
	A 516M (A 516)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)
	A 516M (A 516)	485 (70)	260 (38,000)	485 (70,000)	173 (25,300)	195 (28,500)
	A 662M (A 662)	B (B)	275 (40,000)	450 (65,000)	180 (26,000)	193 (27,900)
	A 662M (A 662)	C (C)	295 (43,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
	A 537M (A 537)	1 (1)	345 (50,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
	A 537M (A 537)	2 (2)	415 (60,000)	550[a] (80,000[a])	220 (32,000)	236 (34,300)
	A 633M (A 633)	C, D (C, D)	345 (50,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
	A 678M (A 678)	A (A)	345 (50,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
	A 678M (A 678)	B (B)	415 (60,000)	550[a] (80,000[a])	220 (32,000)	236 (34,300)
	A 737M (A 737)	B (B)	345 (50,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
	A 841M (A 841)	Class 1 (Class 1)	345 (50,000)	485[a] (70,000[a])	194 (28,000)	208 (30,000)
			CSA Specifications			
	G40.21M	260W	260 (37,700)	410 (59,500)	164 (23,800)	176 (25,500)
	G40.21M	300W	300 (43,500)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)
	G40.21M	350WT	350 (50,800)	480[a] (69,600[a])	192 (27,900)	206 (29,800)
	G40.21M	350W	350 (50,800)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)
			National Standards			
		235	235 (34,000)	365 (52,600)	137 (20,000)	154 (22,500)
00		250	250 (36,000)	400 (58,300)	157 (22,700)	171 (25,000)
		275	275 (40,000)	430 (62,600)	167 (24,000)	184 (26,800)
			ISO 630			
03	E 275	C, D	265 (38,400)	410 (59,500)	164 (23,800)	175 (25,500)
00	E 355	C, D	345 (50,000)	490[a] (71,000[a])	196 (28,400)	210 (30,400)

● [a]By agreement between the purchaser and the manufacturer, the tensile strength of these materials may be increased to 515 MPa (75,000 psi) minimum and 620 MPa (90,000 psi) maximum [and to 585 MPa (85,000 psi) minimum and 690 MPa (100,000 psi) maximum for ASTM A 537M, Class 2, and A 678M, Grade B]. When this is done, the allowable stresses shall be determined as stated in 3.6.2.1 and 3.6.2.2.

۳-۵-۲-۲-روش Appendix A

این روش یک روش اختیاری بوده و کاربرد آن در مخازن کوچک است. در این روش، ضخامت طبق فرمول زیر محاسبه می شود: .[۸]

در سیستم اینچی:

3-19

$$t = \frac{2.6D(H-1)G}{(21000)E} + C.A.$$

در سیستم متریک:

3-20

$$t = \frac{4.9D(H-0.3)G}{145E} + C.A.$$

این روش زمانی کاربرد دارد که $t \le 0.5in$ باشد. در مخازن ذخیره $E = 0.85$ [1] است.

در API 650 برای هر فولاد یک ماکزیمم ضخامت در نظر گرفته می شود و در صورت افزایش بیش از حد مجاز ضخامت، باید ماده را عوض کرده (فولاد با استحکام بالاتر انتخاب کنیم) تا ضخامت کاهش یابد.[۸]

۳-۵-۲-۳- روش Appendix S

این روش برای مخازنی که در مقابل خوردگی مقاوم[2] هستند کاربرد دارد.

ضخامت در این روش در سیستم اینچی طبق فرمول زیر محاسبه می شود:

$$t = \frac{2.6D(H-1)G}{S_d E}$$ 3-21

فرق این روش با One foot این است که ضریب E در آن دخالت ندارد.[۸]

۳-۵-۲-٤-روش Variable point

این روش در طراحی مخازن بزرگ ($D \rangle 60m$ یا $D \rangle 200\,ft$) کاربرد دارد. این روش یک روش سعی و خطاست تا جواب به یک عدد همگرا شود. ضخامت به دست آمده در این روش از روش one foot کمتر است.

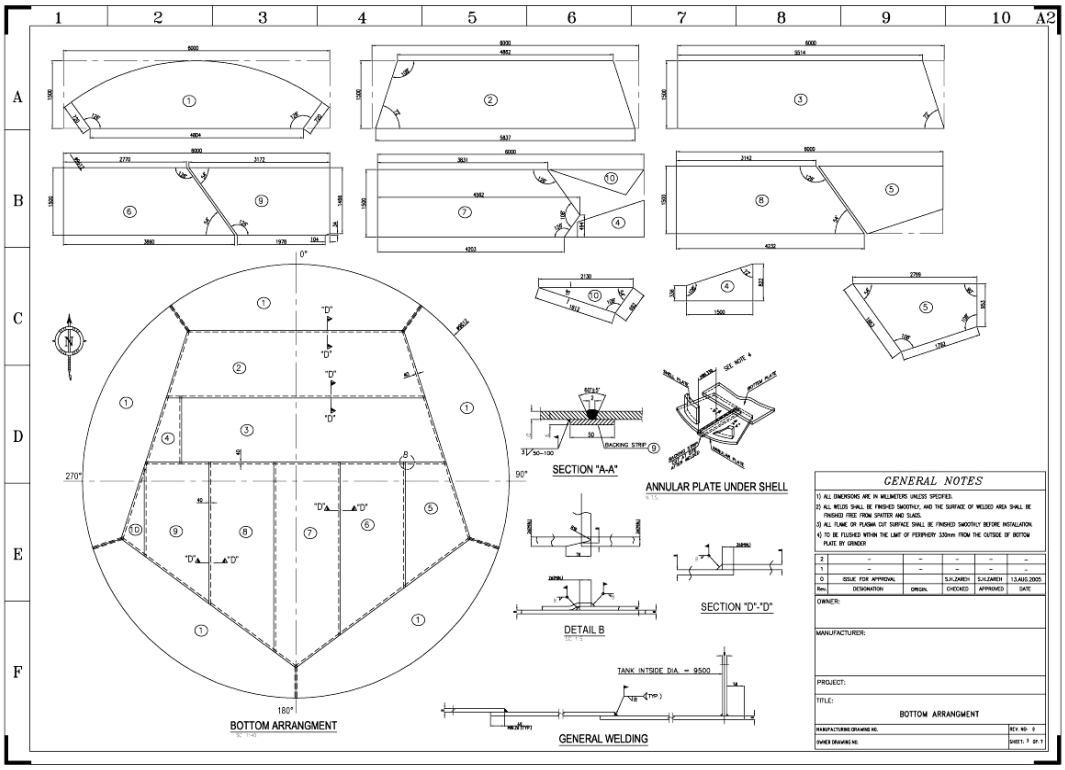
در API 650 به طراح اجازه داده نمی شود که ضخامت ورق بالایی بیشتر از ورق پایینی شود. [۸]

---

1. Joint Efficiency.
2. Stainless Steel.

۳-۵-۳-محاسبه تعداد ورق های حلقوی کف[1] برای مقاومت در برابر باد و زلزله

محل اتصال بدنه به ورقه کف را انحراف از کف[2] گویند.



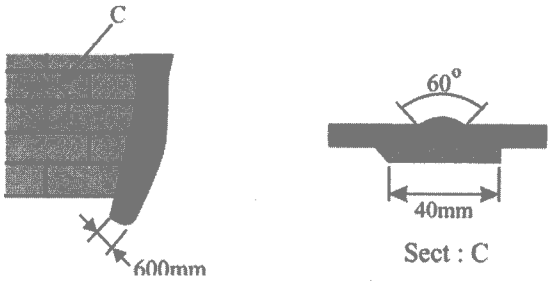
(شکل۶-۳)تعداد ورق های کف وورق های حلقوی کف در یک طرح ساده[نرم افزارTANK]

طبق استاندارد API 650 تعداد ورقه موردنیاز برای ورقه های حلقوی کف از رابطه زیر به دست می آید[۸]

3-22

$$n = \frac{9612 \times D}{6000} = 5$$

اعداد و ارقام موجود در شکل ۷-۵در بند ۱-۵-۳ استاندارد آمده است[۸]



(شکل۷-۳).اندازه های بند ۳,۵,۱ استاندارد **API650** [۸]

[1].Annular plate
[2] .Bottom slope

۳-۵-٤-محاسبه ضخامت ورقه های حلقوی کف

$$t_{First\ Shell\ Course} = 6mm$$

$$t_{HydroTest} = \frac{2.6D(H-1)}{S_t} \qquad 3\text{-}23$$

با مرتب کردن رابطه3-23 برحسب کد داریم:[۸]

$$S = \frac{2.6(H-1)}{t_{FistShell\ \ Course}} \qquad 3\text{-}24$$

آنچه مهم است این است که طبق API 650 ابتدا باید بدنه، سپس ورقه های حلقوی کف طراحی شود.[۸]

برای محاسبه ضخامت باید از جدول ۴-۳استفاده شود. این جدول بر اساس ضخامت کورس اول بدنه و کد به دست آمده از رابطه ۴-۳تنظیم شده است و با استفاده از این دو، ضخامت موردنظر را به دست می آوریم.[۸]

SI Units				
Nominal Plate Thickness[a] of First Shell Course (mm)	Hydrostatic Test Stress[b] in First Shell Course (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 230	≤ 250
$t \le 19$	6	6	7	9
$19 < t \le 25$	6	7	10	11
$25 < t \le 32$	6	9	12	14
$32 < t \le 38$	8	11	14	17
$38 < t \le 45$	9	13	16	19
US Customary				
Nominal Plate Thickness[a] of First Shell Course (in.)	Hydrostatic Test Stress[c] in First Shell Course (lbf/in^2)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 33,000	≤ 36,000
$t \le 0.75$	1/4	1/4	9/32	11/32
$0.75 < t \le 1.00$	1/4	9/32	3/8	7/16
$1.00 < t \le 1.25$	1/4	11/32	15/32	9/16
$1.25 < t \le 1.50$	5/16	7/16	9/16	11/16
$1.50 < t \le 1.75$	11/32	1/2	5/8	3/4

[a]Nominal plate thickness refers to the tank shell as constructed.
[b]Hydrostatic test stresses are calculated from $[4.9D(H-0.3)]/t$ (see 3.6.3.2).
[c]Hydrostatic test stresses are calculated from $[2.6D(H-1)]/t$ (see 3.6.3.2).

Note: The thicknesses specified in the table, as well as the width specified in 3.5.2, are based on the foundation providing uniform support under the full width of the annular plate. Unless the foundation is properly compacted, particularly at the inside of a concrete ringwall, settlement will produce additional stresses in the annular plate.

(جدول۴-۳)ضخامت ورق های حلقوی کف[۵..جدول۱-۳]

فرمول 24-3در سیستم متریک به صورت زیر است:[۸]

3-25

$$S = \frac{4.9D(H-0.3)}{t_{FirstShell\ Course}}$$

$$S = \frac{4.9 \times 9.5(9.5-0.3)}{6} = 71.3\,MP_a$$

طبق جدول ۴-۳: :[۸]

$$71.3MPa \langle 190MPa$$

6mm= مینیمم ضخامت انولارپلیت ها(بدون خوردگی)

$$t_{First\ Shell\ Course}=6mm \langle 19mm \Rightarrow$$

7.6mm= مینیمم ضخامت انولارپلیت ها (باخوردگی) :[۸]

$$Thk_{Selected}\,(Annular\ Plate) = 8mm$$

محاسبه مینیمم فاصله بین اولین جوش روی هم ورقه های کف با سیلندر

این فاصله طبق بند ۲-۵-۳ استاندارد باید برابر 600mm باشد. [۸]

طبق بند ۲-۵-۳ استاندارد، این فاصله را می توان از رابطه زیر به دست آورد.

در سیستم متریک:

3-26

$$b = \frac{215t_b}{\sqrt{HG}}$$

در سیستم اینچی:

$$b = \frac{390\ t_b}{\sqrt{HG}}$$ 3-27

t_b: ضخامت انولارپلیت:

$$b_{Selected} = Max\left(\frac{215t_b}{\sqrt{HG}}, 600mm\right)$$ 3-28

برای مخزن موردنظر داریم:

$$b = \frac{215 \times 8}{\sqrt{9.5 \times 1}} = 558mm$$

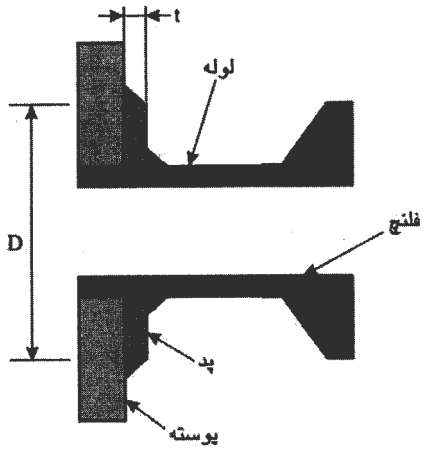
$$b_{Selected} = Max(558mm, 600mm) = 600mm$$

مینیمم عرض ورق های حلقوی کف:[۸]

$$Min\ Wide\ \ Annular\ Plate = 600 + 6 + 50 = 656mm$$

۳-٦-٥-طراحی فلنج ها

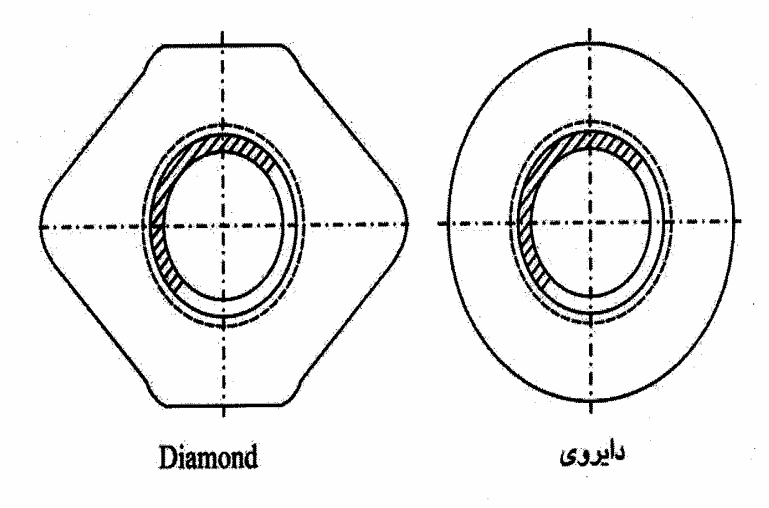
در این مبحث ابتدا باید کلاس فلنج مورد استفاده را مشخص کرد. این کلاس تابعی از فشار، دما و ماده فلنج است که در مخازن ذخیره به علت پایین بودن دما و فشار، پارامتر مهم جنس ماده است، لذا کلاس پایین را انتخاب می کنیم. کلاس انتخابی 150 پوند است زیرا در صنعت متداول تر از #75 است.[۸](شکل۸-۳)



(شکل۸-۳)قسمتهای مختلف فلنج[۸]

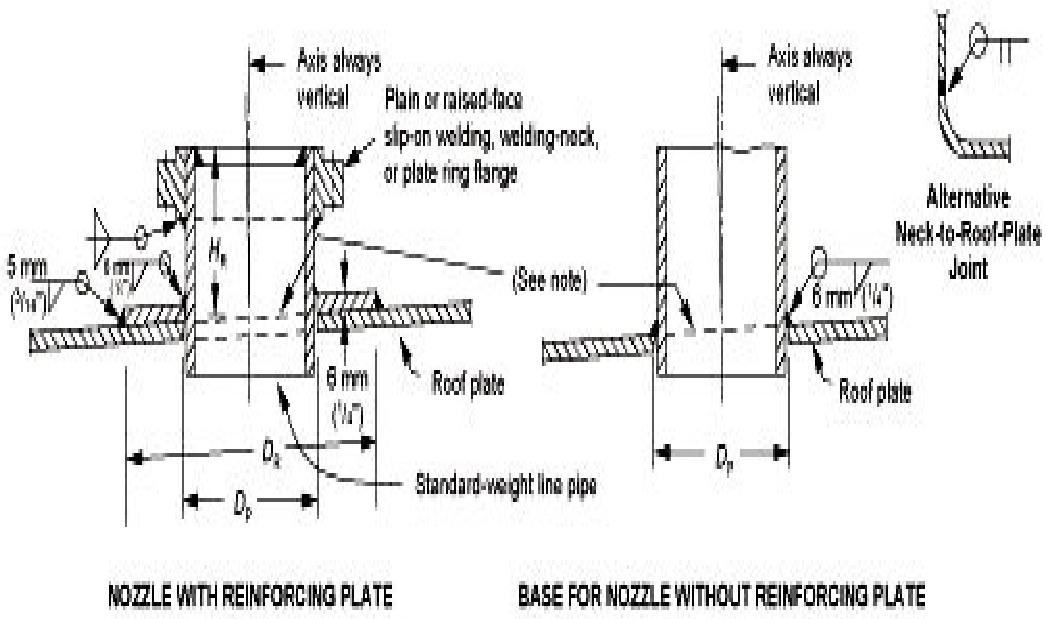
در مخازن ذخیره حتماً باید حلقه های محافظ گذاشته شود.

مشخصه های مربوط به فلنج ها و حلقه های محافظ در شکل ۱۶-۳ و جدول ۶-۳ استاندارد موجود است .(شکل ۱۰-۳) با داشتن ضخامت بدنه باید ضخامت لوله و ابعاد پد را که همان D و t در شکل ۸-۵است، مشخص کنیم. رینفرس ها[1] برای مخازن ذخیره به دو صورت دایره ای و دیاموند هستند(شکل۹-۳) :[۸]



(شکل۹-۳).پد تقویت[۸]

[1]. Reinforcement



(شکل ۱۰-۳)فلنج نازلهای سقف[۵.شکل۱۶-۳]

۳-۵-۷-طراحی دریچه ورود شخص به مخزن[1]

در مخازن ذخیره چون دریچه های ورودی برای نظافت نیازی به تحمل فشار و دمای بالا ندارند لذا بهینه نیست که سنگین ساخته شوند در نتیجه به صورت های استاندارد ساخته می شوند که در جدول(۵-۳)، (۶-۳)، و شکل ۱۰-۳ موجود است.[۸]

(عکس۳-۳) دریچه ورودی شخص به داخل مخزن

[1].Man Hole

(جدول۵-۳)وجدول(۶-۳)ضخامت منهول بدنه و ورق پوشش آن و اندازه و ضخامت گلویی منهول بدنه[۵.جداول۳-۳و۴-۳]

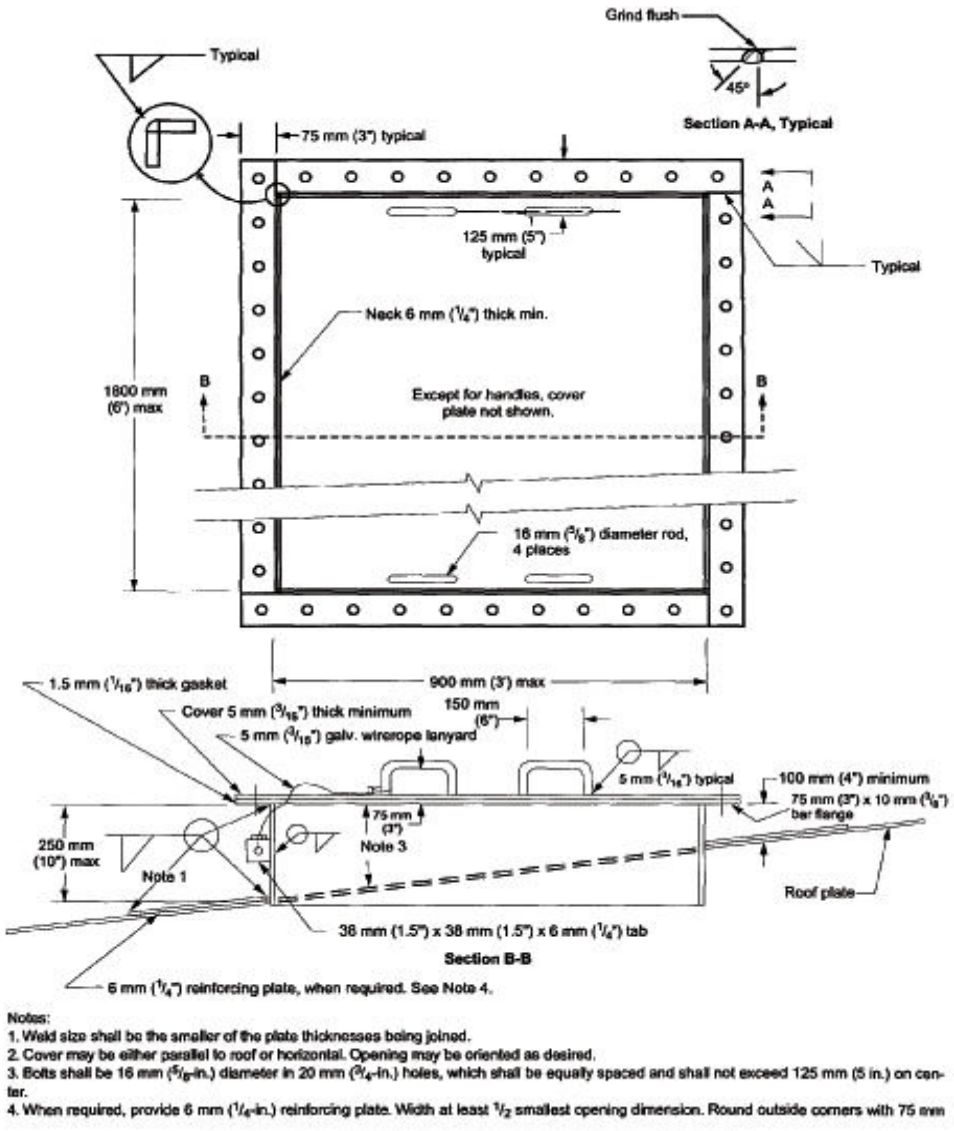
Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10
Max. Design Liquid Level m (ft) H	Equivalent Pressure[a] kPa (psi)	Minimum Thickness of Cover Plate[b] (t_c)				Minimum Thickness of Bolting Flange After Finishing[b] (t_f)			
		500 mm (20 in.) Manhole	600 mm (24 in.) Manhole	750 mm (30 in.) Manhole	900 mm (36 in.) Manhole	500 mm (20 in.) Manhole	600 mm (24 in.) Manhole	750 mm (30 in.) Manhole	900 mm (36 in.) Manhole
6.4 (21)	63 (9.1)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
8.2 (27)	80 (11.7)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	14 (9/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)
9.8 (32)	96 (13.9)	10 (3/8)	11 (7/16)	14 (9/16)	16 (5/8)	6 (1/4)	8 (5/16)	11 (7/16)	13 (1/2)
12 (40)	118 (17.4)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)	18 (11/16)	8 (5/16)	10 (3/8)	13 (1/2)	14 (9/16)
14 (45)	137 (19.5)	13 (1/2)	14 (9/16)	16 (5/8)	19 (3/4)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)
16 (54)	157 (23.4)	13 (1/2)	14 (9/16)	18 (11/16)	21 (13/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	14 (9/16)	18 (11/16)
20 (65)	196 (28.2)	14 (9/16)	16 (5/8)	19 (3/4)	22 (7/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)	19 (3/4)
23 (75)	226 (32.5)	16 (5/8)	18 (11/16)	21 (13/16)	24 (15/16)	12.5 (1/2)	14 (9/16)	18 (11/16)	21 (13/16)

[a]Equivalent pressure is based on water loading.
[b]For addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.
Note: See Figure 3-4A.

Table 3-4—Dimensions for Shell Manhole Neck Thickness

Thickness of Shell and Manhole Reinforcing Plate[a] t and T	Minimum Neck Thickness[b,c] t_n mm (in.)			
	For Manhole Diameter 500 mm (20 in.)	For Manhole Diameter 600 mm (24 in.)	For Manhole Diameter 750 mm (30 in.)	For Manhole Diameter 900 mm (36 in.)
5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)
6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)
8 (5/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	8 (5/16)
10 (3/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
11 (7/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
12.5 (1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
14 (9/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
16 (5/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
18 (11/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
19 (3/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
21 (13/16)	8 (5/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
22 (7/8)	10 (3/8)	8 (5/16)	8 (5/16)	10 (3/8)
24 (15/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
25 (1)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
27 (1 1/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
28 (1 1/8)	13 (1/2)	13 (1/2)	13 (1/2)	13 (1/2)
30 (1 3/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
32 (1 1/4)	16 (5/8)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
33 (1 5/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
34 (1 3/8)	17 (11/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
36 (1 7/16)	17 (11/16)	17 (11/16)	17 (11/16)	17 (11/16)
40 (1 1/2)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)

[a]If a shell plate thicker than required is used for the product and hydrostatic loading (see 3.6), the excess shell-plate thickness, within a vertical distance both above and below the centerline of the hole in the tank shell plate equal to the vertical dimension of the hole in the tank shell plate, may be considered as reinforcement, and the thickness T of the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly. In such cases, the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits for reinforcement of shell openings specified in 3.7.2.
[b]Reinforcement shall be added if the neck thickness is less than that shown in the column. The minimum neck thickness shall be the thickness of the shell plate or the allowable finished thickness of the bolting flange (see Table 3-3), whichever is thinner, but in no case shall the neck in a built-up manhole be thinner than the thicknesses given. If the neck thickness on a built-up manhole is greater than the required minimum, the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly within the limits specified in 3.7.2.
[c]For addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.



(شکل ۱۰-۳)دریچه چهار گوش سقف با فلنج پوششی[۵.شکل۱۴-۳]

ابتدا با استفاده از جدول ۵-۳:[۸]

$H = 9.5m$:

$T_b = Min\,Thk\ blind\ (\text{cov}er)\ flange = 11mm$

$T_f = Min\ \ Thk\ Bolting\ flange = 8mm$

سپس با استفاده از جدول ۶-۳:

$Shell\ \ Thk = 6mm$

$D_{man\ hole} = 24in$

$T_p = 6mm$

با استفاده از جدول ۷-۳ داریم:

$B.C.D = 756mm$

$OD = 820mm$

با استفاده از شکل ۱۰-۳:

28 عدد پیچ با قطر $\frac{3}{4}$ اینچ برای منهول نیاز است:

$ODgasket = 735_{mm}$

$Id = 600mm$

$T_{gasket} = 3mm$

برای رینفرس ها:

$D_{pad} = 1255mm$

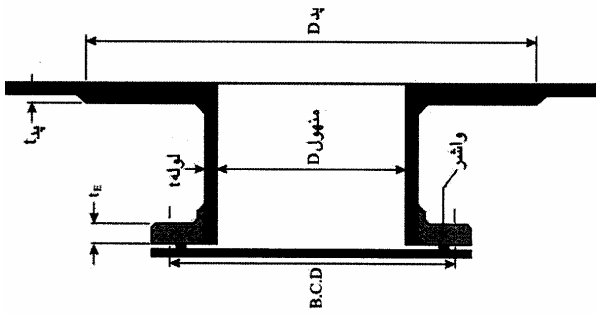
$T_{pad} = 6mm$

(جدول۷-۳)ابعاد پیچ های منهول بدنه[۵.جدول۵-۳]

Column 1	Column 2	Column 3
Manhole Diameter mm (in.)	Bolt Circle Diameter D_b mm (in.)	Cover Plate Diameter D_c mm (in.)
500 (20)	656 ($26\frac{1}{4}$)	720 ($28\frac{3}{4}$)
600 (24)	756 ($30\frac{1}{4}$)	820 ($32\frac{3}{4}$)
750 (30)	906 ($36\frac{1}{4}$)	970 ($38\frac{3}{4}$)
900 (36)	1056 ($42\frac{1}{4}$)	1120 ($44\frac{3}{4}$)

۳-۵-۸-طراحی دریچه ورود شخص به داخل مخزن در سقف[1]

در ابعاد آن از ابعاد دریچه ورود شخص تعبیه شده در بدنه کمتر است و برای همه مخازن یکی است(شکل ۱۱-۳) :[۸]



(شکل۱۱-۳).نمایی از دریچه ورود شخص به داخل مخزن:[۸]

مشخصات Roof Man Hole در جدول ۸-۳و شکل ۱۲-۳ موجود است.

در Roof Man Hole همه ضخامت ها 6mm است.

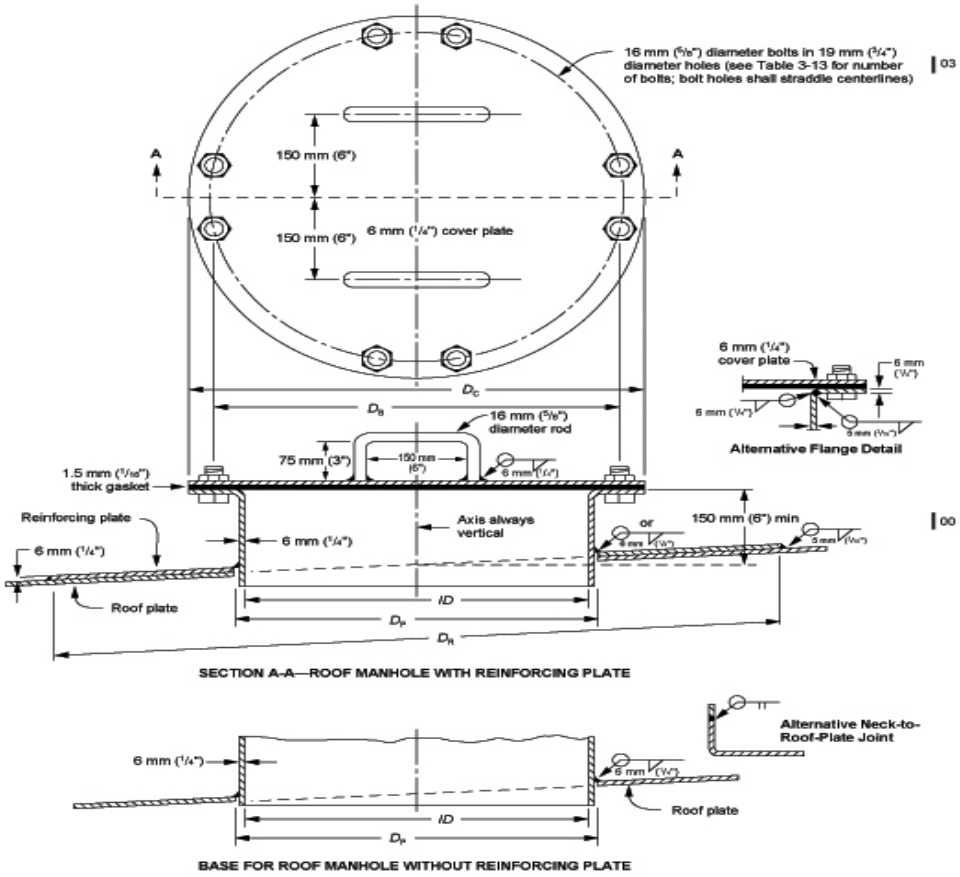
$OD_{Pad} = 750mm$

$B.C.FD = 690mm$

$20\,bolt\,M16$

[1].Roof Man Hole

$$ID_{gasket} = 600mm$$
$$OD_{gasket} = 750mm$$
$$ODpad = 1150mm$$
$$t_p = t_f = t_b = 6mm$$



(شکل۱۲-۳)منهول سقف[۵.شکل۱۳-۳]

(جدول۸-۳)ابعاد منهول سقف[۵.جدول۱۳-۳]

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9
Size of Manhole	Diameter of Neck ID^b	Diameter of Cover Plate D_C	Diameter of Bolt Circle D_B	Number of Bolts	Diameter of Gasket		Diameter of Hole in Roof Plate or Reinforcing Plate D_P	Outside Diameter of Reinforcing Plate D_R
					Inside	Outside		
500 (20)	500 (20)	650 (26)	590 ($23^1/_2$)	16	500 (20)	650 (26)	515 ($20^5/_8$)	1050 (42)
600 (24)	600 (24)	750 (30)	690 ($27^1/_2$)	20	600 (24)	750 (30)	615 ($24^5/_8$)	1150 (46)

۳-٦-طراحی سقف های مثلثی خود نگه دارنده [1]

سقف های خود نگهدارینده که صفحه های پوشش آنها به واسطه بخش های جوش داده شده با صفحات و ورقه های سفت شده است به برابری با حداقل ضخامت موردنیاز، احتیاجی ندارند؛ ولی ضخامت ورقه های پوشش نباید کمتر از 5 میلی متر $(\frac{3}{16}$ اینچ) باشد و اگر طراح خواستار این مورد است باید این امر مورد تصدیق و تأیید کارفرما باشد.[۸]

بنابر بند ۱-۵-۱۰-۳ استاندارد پوشش سقف های مخروطی خود نگه دارند باید با الزامات زیر مطابق باشد: .[۸]

الف- $\theta \le 37^\circ$ و شیب= $9:12$

ب- $\theta \le 9.5^\circ$ و شیب = $9:12$

در واحدهای SI: حداقل ضخامت = $\frac{D}{4.8\sin\theta} \ge$ 5 میلی متر

ماکزیمم ضخامت سقف بدون در نظر گرفتن خوردگی مجاز باید 12.5 میلی متر باشد.

θ: زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (متر)

وقتی جمع بارهای مرده (ساکن) و دایم (بار زنده) بیشتر از 2.2 kPa باشد، حداقل ضخامت باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد: .[۸]

$k_t = \sqrt{\frac{\text{بار مرده+بارزنده}}{2.2kPa}}$

در واحدهای اینچی (US):

$\text{حداقل ضخامت اینچ} = \frac{D}{400Sin\theta} \ge \frac{3}{16}$

ماکزیمم ضخامت سقف بدون در نظر گرفتن خوردگی مجاز باید $\frac{1}{2}$ اینچ باشد. .[۸]

θ: زوایه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (فوت)

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیشتر از $45\ {Ib_f}/{ft_2}$ باشد، حداقل ضخامت باید به واسطه ضریب k_t افزایش یابد»

$k_t = \sqrt{\frac{\text{بار زنده+بار مرده}}{45\ {Ib_f}/{ft_2}}}$

[1]. *Self Supporting Cone Roof Design*

بنابر بند ۲-۵-۱۰-۳ استاندارد ناحیه موجود در نقطه اتصال بدنه به سقف باید با استفاده از شکل ۱۳-۳ تعیین شده و برابر یا بیشتر از موارد زیر باشد: .[۸]

در واحدهای SI:

$$\frac{D}{0.432\sin\theta}$$

θ: زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (متر)

ناحیه محاسبه شده از عبارت بالا بر اساس ضخامت اسمی مواد بدون در نظر گرفتن مقدار خوردگی است. .[۸]

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیشتر از 2.2kPa باشد حداکثر ناحیه مقطعی عرضی Top Angle باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد: .[۸]

$$\frac{\text{بار زنده+بار مرده}}{2.2kPa}$$

در واحدهای اینچی (US):

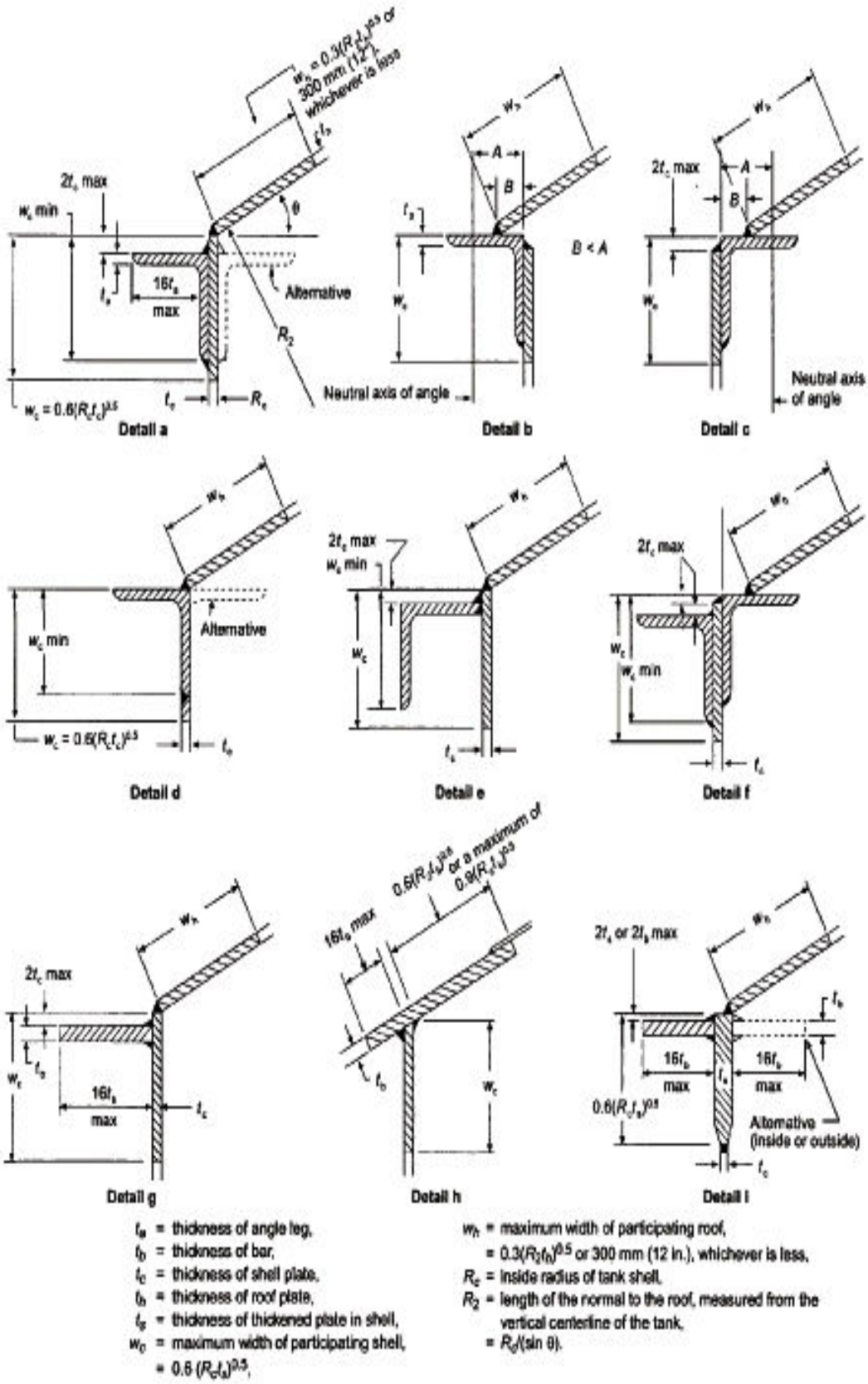
$$\frac{D^2}{3000\sin\theta}$$

θ: زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (فوت)

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیشتر از $45\,{Ib_f}/{ft^2}$ باشد، حداکثر ناحیه اتصال سقف به بدنه Top Angle باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد:

$$\frac{\text{بار مرده+بار زنده}}{45\,{Ib_f}/{ft^2}}$$



Note: All dimensions and thicknesses are in mm (in.)

(شکل۱۳-۳)نقاط اتصال بدنه به سقف[۵.شکل۲-F]

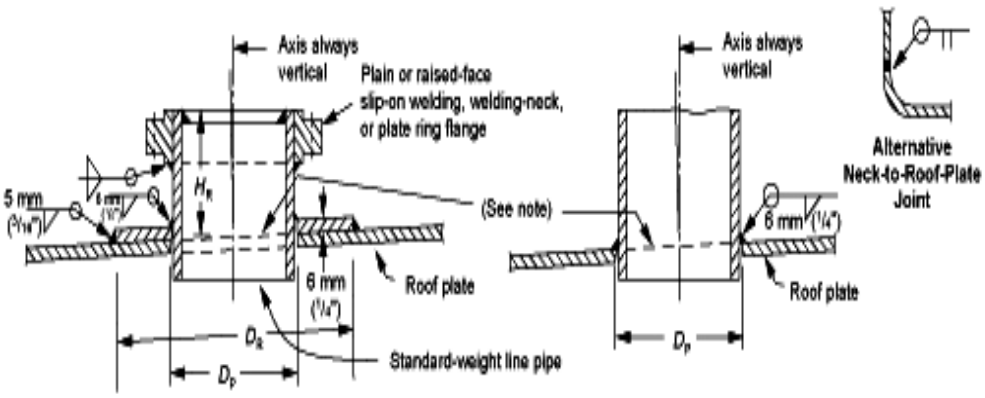
۳-۶-۱-طراحی فلنج سقف.[۸]

برای طراحی فلنج سقف از شکل (۱۴-۳) و جدول(۹-۳) استفاده میشود.

(جدول۹-۳)ابعاد فلنج نازل سقف[۵.جدول۱۴-۳]

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
Nozzle NPS	Outside Diameter of Pipe Neck	Diameter of Hole in Roof Plate or Reinforcing Plate D_P	Minimum Height of Nozzle H_R	Outside Diameter of Reinforcing Plate[a] D_R
$1^1/_2$	48.3 (1.900)	50 (2)	150 (6)	125 (5)
2	60.3 ($2^3/_8$)	65 ($2^1/_2$)	150 (6)	175 (7)
3	88.9 ($3^1/_2$)	92 ($3^5/_8$)	150 (6)	225 (9)
4	114.3 ($4^1/_2$)	120 ($4^5/_8$)	150 (6)	275 (11)
6	168.3 ($6^5/_8$)	170 ($6^3/_4$)	150 (6)	375 (15)
8	219.1 ($8^5/_8$)	225 ($8^7/_8$)	150 (6)	450 (18)
10	273.0 ($10^3/_4$)	280 (11)	200 (8)	550 (22)
12	323.8 ($12^3/_4$)	330 (13)	200 (8)	600 (24)

[a]Reinforcing plates are not required on nozzles NPS 6 or smaller but may be used if desired.
Note: See Figure 3-16.



Note. When the roof nozzle is used for venting, the neck shall be trimmed flush with the roofline.

(شکل۱۴-۳).فلنج نازل سقف[۵.شکل۱۶-۳]

در مخازن ذخیره دو نوع سقف داریم:

۱-Self supporting roof

۲-(With Column, rafter, grider) Supported cone roof

طبق پروژه تعریف شده Live loud موجود روی سقف که عمدتاً ناشی از برف فرض می شود $25Ib/f_{t2}$ یا 1.2 kPa است. در حالت اول سقف با توجه به شیب و انحنایی که دارد می تواند خود را نگه دارد ولی در حالت دوم به علت قطر زیاد مخزن، سقف فاقد چنین توانایی است لذا برای

نگهداری آن باید از تجهیزات کمکی مانند ستون[1]، تیر شیروانی[2] و تیر افقی اتصال ستون[3] استفاده کرد. [۸].

طبق استاندارد API 650 استفاده از سقف نوع دوم برای مخازن با قطر بزرگتر از 15m توصیه می شود پروژه مورد بحث نیازی به استفاده از ستون ندارد در صورت استفاده از تجهیزات جانبی هزینه تولید بالا می رود. [۸]

اگر تجهیزات کمکی به صورت ستون باشد به آن نوع API می گویند و اگر به صورت خرپای فضایی باشد به آن نوع غیر API گویند که باید با نرم افزار SAP مدل شود.

در سقف های نوع اول معمولاً از کمانی از دایره استفاده می کنند. [۸]

۳-٦-۲-محاسبه ضخامت موردنیاز برای اینکه ورق سقف تغییر شکل ندهد.

بنابر بند ۵-۱۰-۳ دراستاندارد سیستم اینچی: [۸]

3-29

$$t = \frac{D}{400\sin\alpha} + C.A.$$

که در این رابطه داریم: [۸]

t: برحسب اینچ

D: برحسب اینچ

C.A.: برحسب اینچ

α: برحسب درجه

در سیستم متریک

3-30

$$t = \frac{D}{4.8\sin\alpha} + C.A.$$

محدوده مجاز تعیین شده برای t و α در پاراگراف مربوطه به صورت زیر است: [۸]

$$9.5^\circ \le \alpha \le 37^\circ$$

$$\frac{3}{16} in \le t \le 0.5 in$$

با فرض ضخامت ماکزیمم، $D_{\max}$ را از رابطه3-29 محاسبه می کنیم: [۸]

$$0.5 = \frac{D_{\max}}{400\sin(37^\circ)} + \frac{1.6}{25.4}$$

---

1. Column.
2. Rafter.
3. Grider

ارتفاع سقف با اعمال شرایط فوق حدوداً 4m می شود که جلوه زیبایی ندارد لذا سعی می کنیم ارتفاع آن را کاهش دهیم و با کاهش α و رساندن آن به مقدار 15°حالت بهینه را انتخاب می کنیم:

$$t = \frac{9.5}{4.8\sin 15^\circ} + 1.6$$

$$t = 9.24mm$$

به علت عدم وجود ورق با این ضخامت در بازار مجبور هستیم ضخامت را 10mm در نظر بگیریم.

حال برای این که اختلاف ضخامت بین حالت واقعی و حالت انتخابی را کاهش دهیم α را تغییر می دهیم و ضخامت را برحسب αهای دیگر محاسبه می کنیم سپس نتایج را با هم مقایسه کرده و بهترین نتیجه را انتخاب می کنیم: .[۸]

حالت $\alpha = 14^\circ$ $\quad t = \frac{9.5}{4.8\sin 14^\circ} \quad t_{act} = 9.78mm$

$$t_{Selected} = 10mm$$

حالت $\alpha = 13^\circ$ $\quad t = \frac{9.5}{4.8\sin 13^\circ} + 1.6$

$$t_{act} = 10.3$$

$$t_{Selected} = 12mm$$

از مقایسه نتایج به این نتیجه می رسیم که حالت $\alpha = 14^\circ$ بهترین حالت بوده و دارای کمترین اختلاف ضخامت بین ضخامت واقعی و ضخامت انتخابی است. .[۸]

با فرض $\alpha = 9.5^\circ$ داریم:

$$t = \frac{9.5}{4.8\sin 9.5^\circ + 1.6}$$

$$t = 13.5mm$$

ضخامت به دست آمده خارج از محدود مجاز تعیین شده به وسیله API 650 است، لذا قابل قبول نیست. .[۸]

اگر قرار بود مخزن موردنظر در منطقه سردسیری ساخته شود و مورد استفاده قرار گیرد طبق استاندارد باید ضریب زیر در ضخامت سقف ضرب شود یا اگر شرط زیر برقرار باشد چنین کاری صورت می گیرد. .[۸]

Deal loud + live loud>2.2 kpa

Dead loud: وزن سقف در واحد سطح است.

Live loud: وزن برف یا نیروهای دیگر در واحد سطح می باشد (عمدتاً برف مدنظر است).

3-31

$$k_t = \sqrt{\frac{Live\ loud + dead\ loud}{2.2hpa}}$$

اگر سقف انتخابی، کمانی از دایره باشد ، محدوده مجاز تعیین شده برای R (شعاع سقف) و t (ضخامت سقف) توسط استاندارد به صورت زیر است: .[۸]

$$0.8\langle R\langle 1.2D$$
$$\frac{3}{16} in\langle t\langle \mathbf{0}.5\, in$$

ضخامت سقف از رابطه زیر به دست می آید:

$$t = \frac{R}{2.4} + C.A \qquad 3\text{-}32$$

سقف روی یک نبشی زوایه دار[1] نصب می شود.

انواع اتصال سقف در شکل 5-13موجود است وطرح موردنظر برای این پروژه برای اتصال سقف به بدنه Detail b است. .[۸]

اتصال سقف به بدنه باید به گونه ای باشد که بتواند فشار داخلی را تحمل کند.

برای اتصال سقف به بدنه پروژه موردنظر باید نبشی $(50mm \times 50mm \times 5mm)2"\times 2"\times \frac{3}{16}"$ انتخاب کنیم.

W_n و W_C مناطقی از سقف و بدنه هستند که بار سقف به آنها وارد می شود.

۳-۷-طراحی مخزن برای مقاومت در برابر باد

بنابر بند ۱۱-۳ استاندارد فشار ناشی از سرعت باد از رابطه زیر به دست می آید: .[۸]

3-33

$$P\left(\frac{Ib}{ft^2}\right) = 0/00256V^2(mph)$$

نحوه محاسبه به فرم زیر است : .[۸]

3-34

$$F_w = F_1 + F_2$$

$$M_w = F_1 h_1 + F_2 h_2 \qquad 3\text{-}35$$

حالاتی که ممکن است اتفاق بیتفد:

۱- سرخوردن[2]

نیروی اصطکاک مقاوم در برابر سرخوردن از رابطه زیر به دست می آید:

$$F_S = \mu.N \qquad 3\text{-}36$$

---

1. Top Angle

1. *Sliding.*

نیروی عمودی سطح باید در سه حالت محاسبه شود و محاسبات برای هر سه صورت گیرد. ضریب اصطکاک $\mu = 0.4$ فرض می شود. .[۸]

الف- حالت خالی بودن مخزن

ب- حالت عملکرد

ج- حالت تست

برای مخازن ذخیره اگر در حالت بدون سیال محاسبات جواب داد دیگر نیازی به تکرار محاسبات برای حالات بعدی نیست. طبق پاراگراف مذکور برای پایداری در برابر سرخوردن شرط زیر باید برقرار باشد: .[۸]

$$\frac{F_S}{F_W} \geq 1.5 \qquad 3\text{-}37$$

در صورت سرخوردن ***Tank*** باید به زمین قلاب[1] شود

۲- واژگون شدن[2]:

برای محاسبه این حالت باید ممان ناشی از باد را حول نقطه ای که احتمال واژگونی وجود دارد، حساب کرد.

$$M_{\circ} = \frac{WD}{2} \qquad 3\text{-}38$$

مانند حالت قبل باید محاسبات در سه حالت قبل تکرار شود.

$$M_w \leq \frac{2}{3}\left(\frac{WD}{2}\right) \qquad 3\text{-}39$$

اگر شرط موجود در رابطه 3-39 برقرار شد مخزن در برابر واژگونی پایدار است در غیر این صورت باید مهار شود. نیروی به وجود آمده در هر پیچ نگهدارنده از رابطه3-40 محاسبه می شود.

$$f_b = \frac{4M}{ND} - \frac{W}{N} \qquad 3\text{-}40$$

W: وزن

N: تعداد پیچ نگهدارنده

D: قطر B.C.D (قطر دایره پیچ خور مخزن)

سطح مقطع برای هر پیچ از رابطه زیر به دست می آید.

$$A_b = \frac{F_b}{Sall_{bolt}} \qquad 3\text{-}41$$

2Anchorage.
3. Over Turning.

طبق استاندارد، تعداد پیچ های نگهدارنده باید به گونه ای باشد که فاصله بین آنها بیشتر از 3m نشود.

$$B.C.D = 9600mm$$

$$\frac{9600}{360} \times \pi \simeq 27$$

تعداد پیچ ها: ۲۷

چون تعداد پیچ ها باید مضربی از چهار باشد، تعداد نهایی باید برابر ۲۸ عدد باشد.

۳-۸- طراحی مخزن برای مقاومت در برابر زلزله

بنابر ضمیمه E استاندارد در اثر زلزله و به علت حجم زیاد سیال درون مخزن یک موج در داخل Tank ایجاد می شود. این موج نیروی زیادی ایجاد می کند که می خواهد Tank را واژگون کند

ممان مقاوم در برابر زلزله از رابطه 3-42 به دست می آید:

$$M = ZI\,(C_1 W_S X_S + C_1 W_r H_t + C_1 W_1 X_1 + C_2 W_2 X_2) \qquad 3\text{-}42$$

Z: ضریب منطقه (این ضریب بر اساس زلزله خیز بودن منطقه موردنظر در جداول استاندارد موجود است.

I: ضریب اهمیت[1] $1 \langle I \langle 1.25$

C1: ضریب ثابت= 0.6

W_S: وزن ورقه بدنه

X_S: فاصله مرکز ثقل بدنه تا کف

W_r: وزن سقف

H_t: فاصله مرکز ثقل سقف تا کف

W_1: وزن مایعی که در اثر زلزله حرکت می کند.

W_2: وزن مایع که در اثر تلاطم دوم (برگشتی)

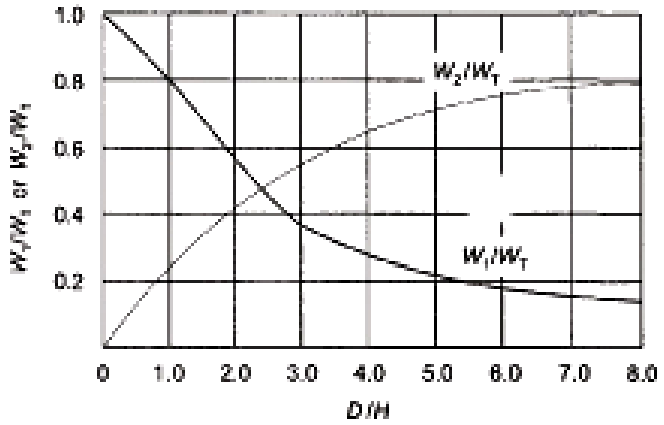
X_1: فاصله مرکز ثقل تلاطم اول تا کف

X_2: فاصله مرکز ثقل تلاطم دوم تا کف

1. *Important Factor.*

C_2: ضریب زلزله که تابعی از ضریب خاک و فرکانس مخزن است.[۸]

روابط موردنظر در این قسمت تجربی و نموداری هستند که بر اساس نسبت قطر به ارتفاع در شکل E-2 استاندارد موجود هستند با استفاده از شکل ۱۵-۳، $\frac{W_1}{W_2}$ (وزن مایعی که به واسطه زلزله دارای تلاطم اول است.) و $\frac{W_l}{W_t}$ (وزن مایعی که دارای تلاطم دوم است) را بدست آورده که مقادیر به ترتیب80% و 23% هستند.[۸]

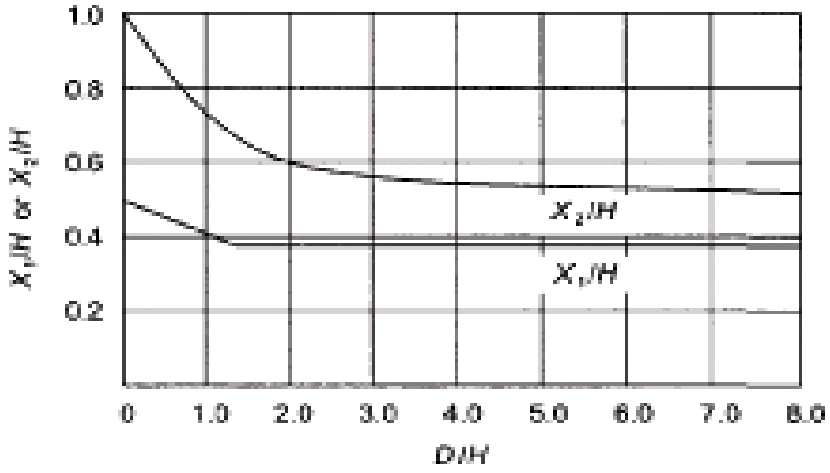


(شکل۱۵-۳)جمع شدن های موثر یا تلاطم های تاثیر گذار[۵.شکل2-E]

اکنون با کمک شکل ۱۶-۳ مقادیر $\frac{X_1}{H}$ و $\frac{X_2}{H}$ را به دست آورده که به ترتیب برابر با 0.42 و 0.73 است و محاسبهٔ C_2 طبق رابطهٔ 43-5صورت می گیرد.[۸]

$$C_2 = \frac{0/75S}{T} \qquad 3\text{-}43$$

که ضریب خاک در صورت پروژه موجود است



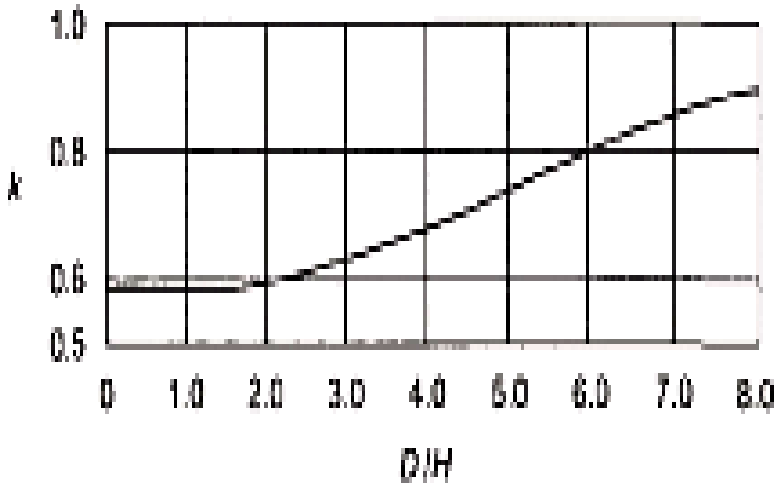
(شکل۱۶-۳)میزان تمرکز نیروهای زلزله ای[۵.شکل2-E]

طبق استاندارد فرکانس طبیعی مخزن (T) باید کمتر از 4.5 باشد. (T تابعی از K است که در استاندارد موجود است).

$$T = k\sqrt{D} \qquad 3\text{-}44$$

K را از شکل ۱۷-3ا استخراج می کنیم.

$$k = 0.58$$
$$T = 0/58\sqrt{31.16} = 3.23$$
$$C = \frac{0.75(1)}{3.23} = 0.23$$

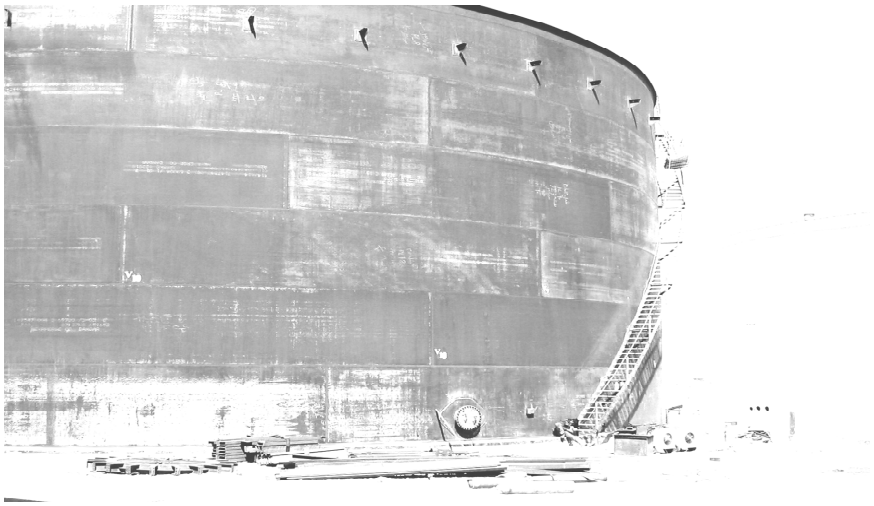


(شکل۱۷-۳)فاکتور K [۵.شکل4-E]

بنابر ضمیمه E استاندارد فاصله پیچ های نگه دارنده در زلزله باید 1.8m برای قطرهای کمتر از 15m باشد.

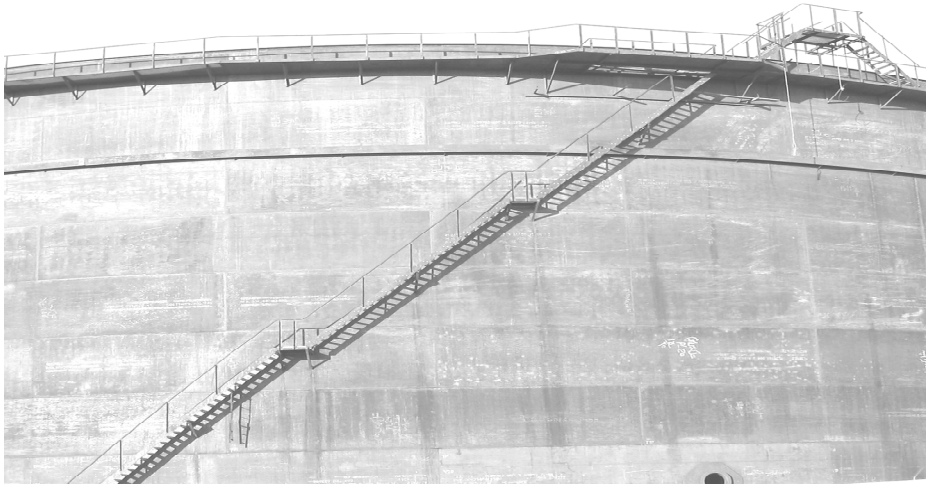
۳-۹- پله مخازن

پله های بالارونده مخازن را معمولاً در جهت مخالف عقربه های ساعت و مخالف جهت وزش باد در نظر می گیرند . شروع پله ها بایستی طوری باشد که برخوردی با نازلها نداشته نزدیک آنها هم باشد [۳.]



(عکس۴-۳)قرارگرفتن پله ها در نزدیک منهول بدنه

بدیهی است با توجه به ارتفاع مخازن تعداد پاگردهامتفاوت خواهد بود. برای مثال در یک مخزن ۴۰ میلیونی زاویه اولین پله تا پـاگرد اول در حـدود ۲۱ درجـه و از پـاگرد اول تـا پـاگرد دوم « انتهـای پلـه » حدود ۲۲ درجه و جمعاً ۴۳ درجه مشاهده شده است . [۳.]



(عکس۵-۳)قرار گرفتن پاگرد در پله های مخزن

۳-۱۰-طراحی استحکامات محکم کننده بدنه مخزن :

بارهای باد و خلا داخل مخزن فشارهای خارجی هستند و ممکن است تغییر شکل تا متلاشی شدن مخزن را در اثر تغییر شکل « با کلینگ » سبب شوند . فشار دینامیکی بادو خلا از فرمول

$$q = 0.613 \quad vs^2 + 100$$

q= فشار دینامیکی بر حسب N/M^2

V s= سرعت باد M/S

Pv= فشار خلا N/m^2

برای مثال اگر $vs = 44.5$ در حالت بدون فشار خلا N/m^2 $q = 1214$ خواهد شد . [3.]

ممکن است در بعضی از مخازن خلا ایجاد شود کـه اثـرات آن یکنواخـت در بـالای مخـزن در نظـر گرفته شده و در مخازن استوانه ای عمودی مقدار باکلینگ از فرمول

E = مدول الاستیه = ۲۰۰ G.pa

Pcr = فشار حدی = $214n/m^2$

$$p = \frac{2.42\ E}{{}^{3}\!/_{4}} \quad .{}^{T}\!/_{L}\ (T/D)^{1.5}$$

ضریب پواسون = V

ضریب اطمینان ۳ می باشد

با در نظر گرفتن مقادیر زیر مقدار L محاسبه میگردد .

L= بر حسب متر

T= ضخامت ورق آخرین رینگ بر حسب متر $L = 10({}^{t}\!/_{d})^3$

D = قطر مخزن بر حسب متر

که بر اساس آن پروفیل نگه دارنده انتخاب شده و در محل مناسـب روی دیـواره نـصب میگـردد .

براساس استاندار APIفاصله TOP.A [1] و W.G [2]

را میتوان از فرمول زیر محاسبه نمود

ضخامت آخرین رینگ = (INCH)

قطر مخزن = D (FEET)

$$H = 600\ t\ ({}^{T^3}\!/_{D})$$

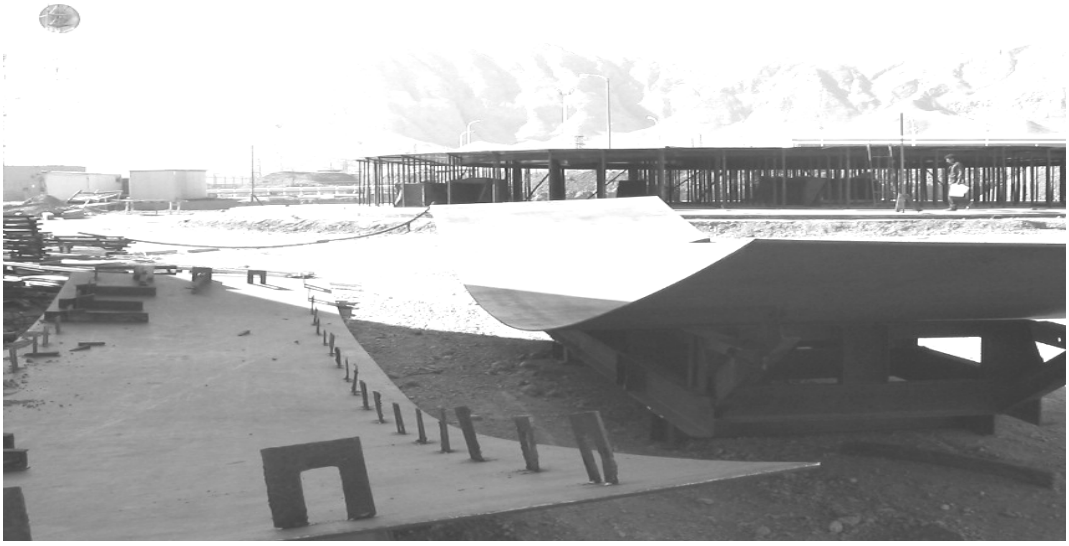
1.TOP ANGLE
2.WIND GIRDER

در انتهای رینگ آخر بمنظور حفظ شکل ظاهری بدنـه مخـزن در مقابـل نیروهـای تـنش و کـشش و فشار شعاعی باد و گردبادها یک نگه دارنده بنـام Top Angleنـصب و جوشـکاری میگـردد. شـامل یک نبشی ۸*۸ میلیمتر و به ضخامت ۱۰ میلیمتر [۳.]

۳-۱۱-پایه های سقف شناور :

هنگامی که مخزن فاقد فرآورده میباشد فاصله ای بین سطح زیرین سقف و کف مخزن بمنظور غوطه ورشدن مجدد سقف مورد نیاز است که این فاصله توسط پایه ها که در نقاط مختلـف سـقف طراحـی و نصب گردیده تامین میشود که این ارتفاع را حالت LOW POSITION می نامیم .

بدیهی است جهت تحمل وزن سقف و بارهای زنده تعداد این پایه ها میبایست محاسـبه گـردد « ایـن ارتفاع معمولاً سه فوت میباشد » در مواقعی که مخزن نیاز به تعمیرات داشـته باشـد میبایـستی فاصـله بـین کف مخزن تا زیر سقف طوری باشد که کارگران بتوانند در آنجا به راحتی کـار کننـد بـدین منظـور در پایه فوق حالتی بنام HIGH POSITION در نظر گرفته شده [۳.]



عکس۶-۳).پایه های ساخته شده سقف شناور دیده میش

فصل چهارم:

نصب مخازن

مقدمه

اتصالات متداول در مخزن ذخیره عبارتند از :

۱- اتصال جوش لب به لب دو طرفه	Double - Welded butt joint
۲- اتصال جوش لب به لب یک طرفه با پشت بند	Single – Welded butt joint with backing
۳- اتصال جوش روی هم دو طرفه	Double – Welded lap joint
۴- اتصال جوش روی یک طرفه	Single Welded lap joint
۵- جوش لب بلب	Butt weld
۶- جوش گوشه ای	Fillet weld
۷- جوش گوشه ای کامل	Full – Fillet weld
۸- خالجوش	Tack – Weld

خالجوش ارزش مقاومتی در سازه تمام شده ندارند . حداقل اندازه جوشهای گشوه ای عبارت است از : برای ورقهای تا ضخامت ۵ میلیمتر ، ضخامت جوش نبایستی کمتر از یک سوم ضخامت ورق نازکتر در اتصال و حداقل ۵ میلیمتر باشد . اتصالات جوش روی هم یکطرفه فقط برای ورقهای کف و ورقهای سقف مجاز است .[۷]

٤-۱-اتصالات

طول اتصالات جوش رویهم که خالجوش شدند ، بایستی حداقل ۵ برابر ضخامت اسمی ورق نازکتر اتصال باشد . برای اتصالات جوش رویهم دو طرفه میزان رویهم بودن لازم نیست از ۵۰ میلیمتر بیشتر باشد . طول روی هم اتصال جوش یکطرفه لازم نیست از ۲۵ میلیمتربیشتر باشد .[۷]

اتصالات عمودی بدنه بایستی از نوع اتصال لب به لب با نفوذ کامل و ذوب کامل باشد . اتصالات عمودی مجاور هم دو ردیف بدنه نبایستی در امتداد یکدیگر باشند . بایستی از یکدیگر حداقل به میزان ۵ برابر ضخامت ورق ضخیمتر فاصله داشته باشند .[۷]

اتصالات افقی بدنه بایستی با نفوذ کامل و ذوب کامل باشند . ورقهای رویهم جوش داده شده کف بایستی حتی المقدور لبه های ذوزنقه ای یا مربعی یا مستطیلی داشته باشند .[۷]

محلهای رویهم قرار گرفتن سه ورق در کف مخزن بایستی حداقل ۳۰۰ میلیمتر از یکدیگر ، از بدنه مخزن ، از اتصالات ورق دور با جوش لب بلب و از اتصالات بین ورقهای دور کف فاصله داشته باشند.[۷]

همه درزهای ورقهای کف فقط از طرف بالا ، با جوش گوشه ای کامل جوش داده می شوند[۷]

اگر ورقهای کف جوش لب بلب دارد ، لبه های موازی برای جوش لب بلب آماده سازی می شود (شیاری یا ساده) اگر از جوش لب بلب ساده استفاده شود ، فاصله دو لبه نبایستی از ۶ میلیمتر کمتر باشد . جوشهای لب بلب ورق کف مخزن بایستی با قراردادن و خالجوش زدن تسمه پشت بند با ضخامت حداقل ۳ میلیمتر به طرف زیر ورق انجام شود . اتصالات سه پلیته کف مخزن بایستی حداقل ۳۰۰ میلیمتر از یکدیگر و از بدنه مخزن فاصله داشته باشند.[۷]

اتصالات شعاعی ورق دور کف بایستی آنطور که در بالا گفته شد جوش لب بلب داده شود . این جوش بایستی دارای نفوذ کامل و ذوب کامل باشد . [۷]

برای ورقهای کف و دور با ضخامت اسمی ۱۲/۵ میلیمتر و کمتر ، اتصال بین ورق کف پایین ترین ردیف بدنه و ورق کف بایستی جوش گوشه ای دو طرفه پیوسته باشد . اندازه این جوش گوشه ای نبایستی از ۱۲/۵ میلیمتر بیشتر و از ضخامت ورق نازکتر کمتر باشد .[۷]

تکه های مختلف بادگیربایستی با جوش لب بلب با نفوذ کامل جوش داده شوند [۷]

انواع مختلف این اتصالات را در شکل های۱-۴و۲-۴و۳-۴و۴-۴و۵-۴ می توان دید.

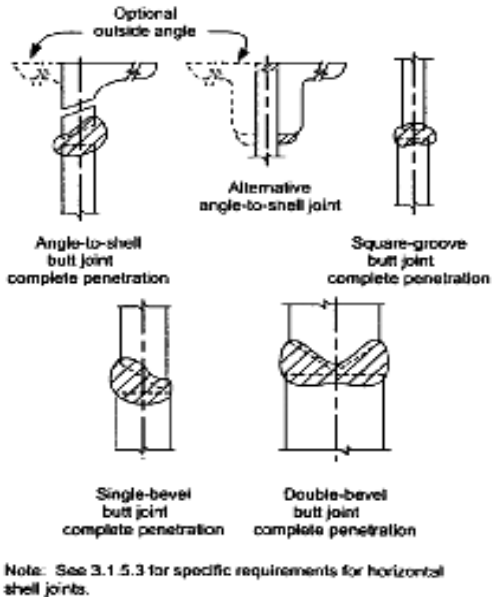
وقتی شرایط بهره برداری حضور سولفید هیدروژن را شرایط دیگری که احتمال ترک ناشی از هیدروژن را بطور قابل ملاحظه ای نزدیک به ته مخزن می تواند افزایش دهد ، در انتخاب مواد و جزئیات اجرائی بایستی دقت شود . سختی جوش و منجمله منطقه تاثیر حرارت که در معرض این شرایط قرار می گیرند بایستی مورد توجه باشد و بایستی ترتیبی داده شود که سختی جوش و منطقه تاثیر حرارت از ۲۲ راکول سی بیشتر نگردد . ضخامت لازم بدنه از ضخامت طراحی بیشتر است چون ضخامت اضافی برای جبران خوردگی را نیز در بر می گیرد . ضخامت لازم می تواند ضخامت آزمایش هیدرواستاتیک باشد . ولی بهر حال ضخامت ورق بدنه نبایستی کمتر از مقادیر جدول۱-۴وجدول ۲-۴باشد :[۷]

(جدول۱-۴)حداقل ضخامت اسمی ورق مخزن با توجه به قطر اسمی مخزن[۷]

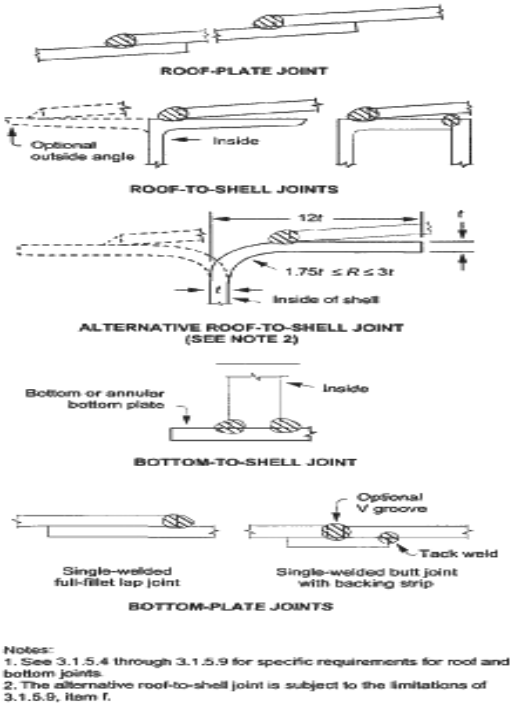
قطر اسمی مخزن (متر)	ضخامت اسمی ورق (میلیمتر)
تا ۱۵	۵
از ۱۵ تا ۳۶	۶
از ۳۶ تا ۶۰	۸
از ۶۰ به بالا	۱۰

(جدول۲-۴)حداقل ضخامت اسمی ورق ردیف اول با توجه به تنش آزمایش هیدرواستاتیک در اولین ردیف بدنه[۷]

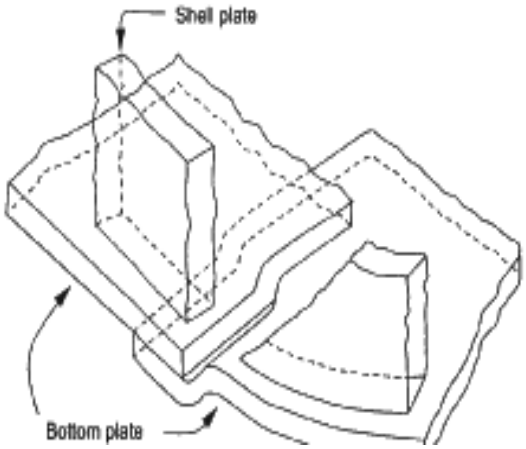
ضخامت اسمی ورق اولین ردیف بدنه(mm)	تنش آزمایش هیدرواستاتیک در اولین ردیف بدنه (مگا پاسگال)			
	بیشتر یا مساوی ۱۹۰	بیشتر یا مساوی ۲۱۰	بیشتر یا مساوی ۲۳۰	بیشتر یا مساوی ۲۵۰
تا خود ۱۹	۶	۶	۷	۹
بیش از ۱۹ تا خود ۲۵	۶	۷	۱۰	۱۱
بیش از ۲۵ تا خود ۳۲	۶	۷	۱۰	۱۱
بیش از ۳۲ تا خود ۳۸	۶	۷	۱۰	۱۱
بیش از۳۸ تا خود ۴۵	۶	۷	۱۰	۱۱



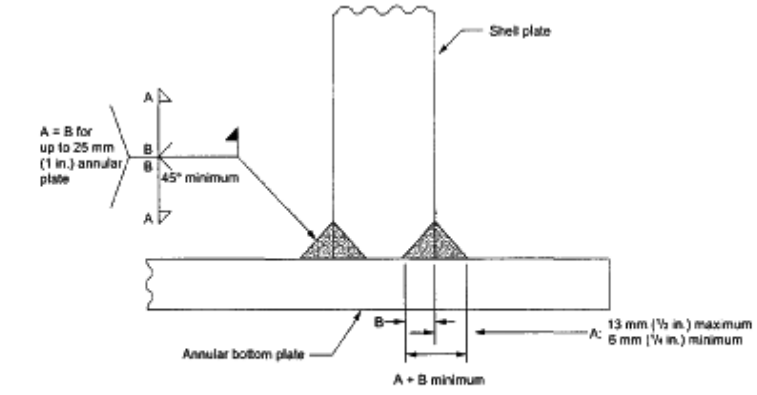
(شکل۱-۴)اتصالات عمودی[۵.شکل۱-۳]



(شکل۳-۴)اتصالات ورق سقف و ورق کف[۵.شکل۳A-۳]



(شکل۴-۴)قرارگرفتن ورق های کف زیر ورقهای بدنه[۵.شکل3B-۳]



Notes:
1. A = Fillet weld size limited to 13 mm (½ in.) maximum.
2. A + B = Thinner of shell or annular bottom plate thickness.
3. Groove weld B may exceed fillet size A only when annular plate is thicker than 25 mm (1 inch).

(شکل۵-۴)اندازه های جوش فیلت ورق های بدنه به ورق های آنولار برای ضخامت اسمی ۱۳میلیمتر[۵.شکل3C-۳]

۴-۲-پله متحرک در مخازن سقف شناور

جهت دسترسی به سطح سقف مخازن شناور پله متحرکی طراحی و پیش بینی میشود که یکطرف آن روی ریلی در بالای سقف شناور و طرف دیگر حدودیک متر بالاتر از ارتفاع بدنه و در انتهای پاگرد پله ثابت لولا میشود . در زر پله متحرک یک مکانیز می جهت افقی نگه داشتن پله ها تحت هر زاویه مورد استفاده قرار می گیرد. [۳.]

(عکس۱-۴) مکانیزم پله متحرک در سقف شناور

طول پله با توجه به پارامترهای ذیل تعیین میگردد.

۱ – ارتفاع پایه در حالت LOW POSITION

۲ – فاصله دو جداره سقف

۳ – ارتفاع پاگرد آخر پله ثابت تا کف مخزن

۴ – حداقل زاویه پله با دیواره در حالتی که سقف در پائین ترین نقطه قرار دارد « ۳۰ درجه »

۵ – قطر چرخهای روی ریل

۶ – قطر مخزن [۳]

اگر بوسیله خریدار جور دیگری مشخص نشده باشد ، شقف شناور بایستی با نردبانی که با هر وضعیت سقف بطور خودکار تنظیم می شود مجهز باشد تا همیشه دسترسی به سقف را تسهیل نماید . نردبان بایستی بدون توجه به تنظیم نرمال پایه های تکیه گاهی سقف برای حرکت کامل سقف طراحی شود [۷]

نردبان غلتکی بایستی سرتاسر بطور دو طرفه دستگیره داشته باشد و بایستی برای بار عمودی ۵۰۰ کیلوگرمی در هر حالت کاری و در ترکیب با حداکثر بار باد که در هر جهتی اعمال شود طراحی شده باشد .[۷]

همچنین بایستی به اثرات ارتعاشی بارباد و استحکام پیچشی نردبان بلند که می تواند نردبان را از خط خارج سازد ، توجه شود .از اینکه کف پله خودبخود تراز شود یا پله نردبان ثابت باشد را بایستی خریدار مشخص نماید در صورت ثابت بودن پله نردبان نصب توری ایمنی زیر نردبان توصیه می شود . نردبان بایستی روی یک خط حرکت کند .ارتفاع خط بایستی طوری در نظر گرفته شود که برف یا یخ موجب از خط خارج شدن نردبان نگردد . برای نردبانهای بلند و سنگین ، پهنای ریلها و مقاومت چرخها به ملاحظات ویژه ای نیاز دارد . در مورد استفاده از نردبانهای متحرک برای مخازن با قطر کم بایستی ضرورت انتخاب دقیق ارتفاع مورد نظر باشد . [۷]

٤-۳-تخلیه های اولیه سقف

تخلیه های اولیه سقف بایستی از نوع شیلنگی یا لوله مفصل بندی شده (بند بند) مطابق سفارش خریدار باشد . در صورتی که بوسیله خریدار معین شود برای سقفهای ۲ دکه بایستی تخلیه سقف از نوع باز باشد . [۷]

تخلیه سقف بایستی تحت شرایط خدمتی معینه قادر به کار باشد . برای جلوگیری از برگشت محصول ذخیره شده به روی سقف در صورت نشت شیلنگ یا لوله متصله در سقفهای پانتونی تک دکه بایستی یک شیر یک طرفه در انتهای شیلنگ یا لوله تخلیه طرف سقف تعبیه شود .[۷]

بایستی ترتیباتی داده شود که شیلنگ گره نخورد یا زیر پایه های دک نیشگان گرفته نشود . شیلنگ تخلیه بایستی طوری شود که بدون داخل شدن در مخزن امکان جابجا کردن شیلنگ وجود داشته باشد .

اتصالات لوله های مفصل بندی شده تخلیه بایستی طوری طراحی شود که از نشت آب به داخل محصول یا نشت محصول به داخل لوله تخلیه جلوگیری به عمل آید . حداقل اندازه تخلیه اولیه معادل ۷۵ میلیمتر تخلیه برای سقفهای مشتمل بر قطر ۳۰ متر ، ۱۰۰ میلیمتر تخلیه برای سقفهای به قطر بیش از ۳۰ تا ۶۰ متر و از ۱۵۰ میلیمتر تخلیه برای سقفهای به قطر بیش از ۶۰ متر می باشد .[۷]

سازنده بایستی اطمینان حاصل کند که متعلقات مخزن نظیر مخلوط کنهای ورودی – کناری ، لوله کشی داخلی ، نازلهای پرکنی و غیره وقتی که سقف در وضعیت پایین قرار دارد ، آشکار می شوند . طراحی پایه های تکیه گاه بایستی طوری باشد که وقتی سقف با حداکثر مشخص شده بارش باران بارگذاری می شود ، فرآورده داخل مخزن روی سقف جاری نگردد .[۷]

پایه ها و اتصالات بایستی برای تحمل سقف و بارزنده ۱/۲ کیلو نیوتن بر مترمربع طبق استاندارد BS449 طراحی شود .[۷]

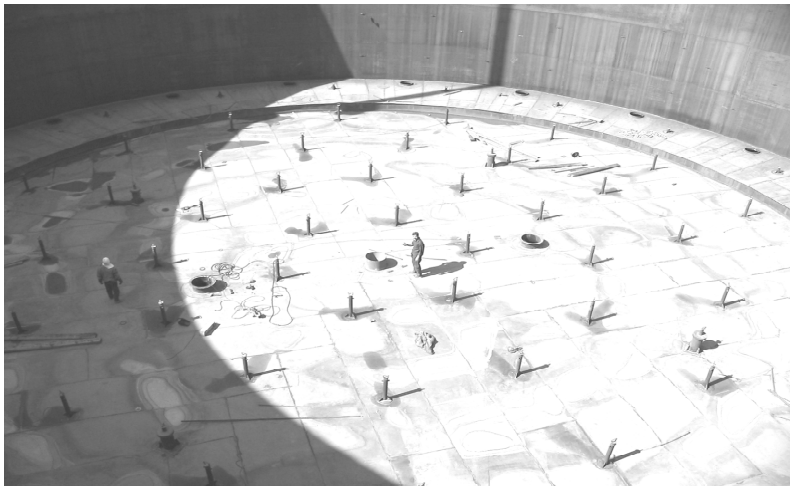
حتی المقدور بار سقف بایستی از طریق تیغه ها یا دیافراگم ها به پایه ها منتقل شود . با استفاده از زیر سریهای فولادی یا وسایل دیگر بایستی بارپایه ها روی کف مخزن توزیع شود . اگر از زیر سری استفاده

شود بایستی به ورق کف و لایی ها بطور پیوسته جوش داده شود . همچنین اگر این زیرسری ها بر اتصالات روی هم کف منطبق شوند نیز بایستی جوش پیوسته داده شود . [۷]

برای دسترسی به داخل مخزن و برای تهویه در حالت خالی بودن مخزن بایستی حداقل یک دریچه آرام رو تعبیه شود . انی دریچه بایستی به قطر حداقل ۶۰۰ میلیمتر بوده و گاسکت محکم و درپوش پیچ شده داشته باشد . [۷]

٤-٤-دستگاههای مرکزیاب و ضد چرخش

دستگاههای مناسبی بایستی برای نگهداری سقف در حالت مرکزی و برای جلوگیری از چرخش سقف در نظر گرفته شود .این دستگاهها بایستی در مقابل نیروهای جانبی اعمال شده از طرف نردبان سقف بارهای نامساوی برف ، نیروهای باد و غیره مقاومت کنند . [۷]



(عکس۲-۴)منهول سقف شناور

(عکس۳-۴)منهول سقف شناور

٤-٥-ساخت [1]

کارهای ساخت مخازن بایستی طبق این استاندارد و با رهنمودهای مشخص شده در استعلام خرید باشد . طرز کار و کار تمام شده بایستی از هر نظر درجه یک باشد و بایستی خوب بازرسی شود حتی اگر خریدار به دلایلی از بعضی قسمتهای بازرسی عدول نماید . وقتی مصالح مورد استفاده به اصلاح نیاز دارد بایستی قبل از چیدن یا شکل دادن یا پرس یا با روش غیر زیان آور دیگر نسبت به اصلاح آن اقدام نمود . گرم کردن یا چکش زنی مجاز نیست مگر آنکه مصالح موقع اصلاح تا درجه حرارت آهنگری گرم شود . [۷]

لبه های ورق را می شود قیچی کرد ، ماشینکاری نمود ، براده برداری کرد یا با مشعل گازی ماشینی برید . برش با گیوتین برای ورقهای مورد استفاده در اتصالات لب بلب تا خود ۱۰ میلمتر ضخامت و برای اتصالات با جوش روی هم تا خود ۱۶ میلیمتر ضخامت محدود می شود .[۷]

وقتی لبه های ورق با شعله گاز بریده می شود ، سطوح بریده شده بایستی یکنواخت و صاف بوده و قبل از جوشکاری بدون پلیسه و تجمع سرباره گردد .[۷.]

ورود بازرس خریدار به هر قسمتی از کارخانه سازنده که سفارشات موضوع قرار داد در آن قسمت در حال انجام است مجاز است . سازنده بایستی بطور رایگان تسهیلات معقول را برای بازرس خریدار به منظور اطمینان از مطابقت مواد تدارک شده با استاندارد فراهم نماید .[۷.]

تدارک قطعات برای تایید صلاحیت جوشکاران به عهده سازنده است . اگر در قرار داد طور دیگری توافق نشده باشد ، بازرسی بایستی قبل از جابجائی در محل ساخت انجام شود . سازنده بایستی زمان نورد ورقها و شروع ساخت را به خریدار اطلاع دهد تا هر جا لازم است بازرس خریدار در محل حاضر شود . آزمایش نوردی متداول ورقها برای اثبات کیفیت فولاد تدارک شده کافی به نظر می رسد . بازرسی نوردی و کارگاهی ، سازنده را از مسئولیت خود برای تعویض مصالح معیوب و تعمیر کارهای معیوب که در محل نصب کشف می شود ، مصون نمی دارد [۷.]

هر ماده یا کار که به هر طریق نتواند الزامات استاندارد را برآورده سازد بایستی توسط بازرس خریدار مردود شود و ماده مربوطه نبایستی برای ساخت سفارش مصرف شود .[۷.]

اگر ماده ای بعد از پذیرفته شدن در نورد ، بعد از پذیرش در کارگاه سازنده یا حین نصب و موقع آزمایش دارای عیوب مضر باشد ، مخزن مردود خواهد شد . بازرس موضوع را بطور کتبی تذکر می دهد و لازم است سازنده بدون معطلی مواد جدید تدارک نموده ، قطعه معیوب تعویض یا بطور مناسبی تعمیر شود .[7.]

قرارداد طور دیگری توافق نشده باشد ، بازرسی بایستی قبل از جابجائی در محل ساخت انجام شود . سازنده بایستی زمان نورد ورقها و شروع ساخت را به خریدار اطلاع دهد تا هر جا لازم است بازرس

[1]. FABRICATION

خریدار در محل حاضر شود . آزمایش نوردی متداول ورقها برای اثبات کیفیت فولاد تدارک شده کافی به نظر می رسد . بازرسی نوردی و کارگاهی ، سازنده را از مسئولیت خود برای تعویض مصالح معیوب و تعمیر کارهای معیوب که در محل نصب کشف می شود ، مصون نمی دارد .[۷]

هر ماده یا کار که به هر طریق نتواند الزامات استاندارد را برآورده سازد بایستی توسط بازرس خریدار مردود شود و ماده مربوطه نبایستی برای ساخت سفارش مصرف شود .[۷]

اگر ماده ای بعد از پذیرفته شدن در نورد ، بعد از پذیرش در کارگاه سازنده یا حین نصب و موقع آزمایش دارای عیوب مضر باشد ، مخزن مردود خواهد شد . بازرس موضوع را بطور کتبی تذکر می دهد و لازم است سازنده بدون معطلی مواد جدید تدارک نموده ، قطعه معیوب تعویض یا بطور مناسبی تعمیر شود.[۷]

٤-٦-نصب مخازن[1] :

نصب مخازن استوانه ای شکل : برای آنکه در این فصل تا حد امکان کلیه قسمتهای مربوط به نصب مورد بحث قرار گیرد . نصب مخازن در هر یک از قسمتهای کف بدنه بطور جداگانه شرح داده میشود :

٤-٦-١- نصب کف مخزن – قبل از پهن کردن ورقهای کف لازمست مهندس ناظریا پیمانکار تراز سطح پی را کنترل نمایند . .[۶.]

چنانچه کف مخزن طبق طرح داده شده مسطح و یا مخروطی (شیب بطرف مرکز یا شیب از مرکز بطرف محیط مخزن) باشد سطح پی نیز بایستی بهمان شکل ساخته شود.[۶.]

منظور از کنترل سطح پی اینست که کلیه نقاط بفواصل ۳ متر از هم ترازیابی شود و اختلاف بین نقاط تعیین شده نباید از ۶ میلیمتر تجاوز نماید . اختلاف تراز در محیط مخزن باعث کج شدن بدنه و در خطوط شعاعی سبب ناهمواری کف خواهد شد . .[۶.]

معمولاً مخازن تاقطر ۱۰۰ فوت مخروطی شکل بوده و راس آن بطرف بالا قرار میگیرد مگر در مواردیکه خصوصیت فرآورده ایجاب کند راس کف مخروطی شکل مخزن به سمت زیر باشد ولی مخازن از قطر ۱۰۰ فوت به بالا را مخروطی شکل و با راس بطرف پائین میسازند. .[۶.]

برای مشخص بودن مرکز دایره کف لازمست چهار عدد میخ در چهار طرف مخزن روی دو قطر عمود بر هم و دور از حدود پی کوبیده شود .[۶.]

برای نصب ورقهای کف ابتدا چند ورق وسط (حداقل یک یا دو ورق) را در جای خود قرار میدهند و روی آن مرکز مخزن را مشخص مینمایند . .[۶.]

چون از لحاظ کنترل تا پایان نصب ورقهای کف باید مرکز مخزن را در دست داشت بهتر است میله کوتاهی در مرکز جوش شود . .[۶.]

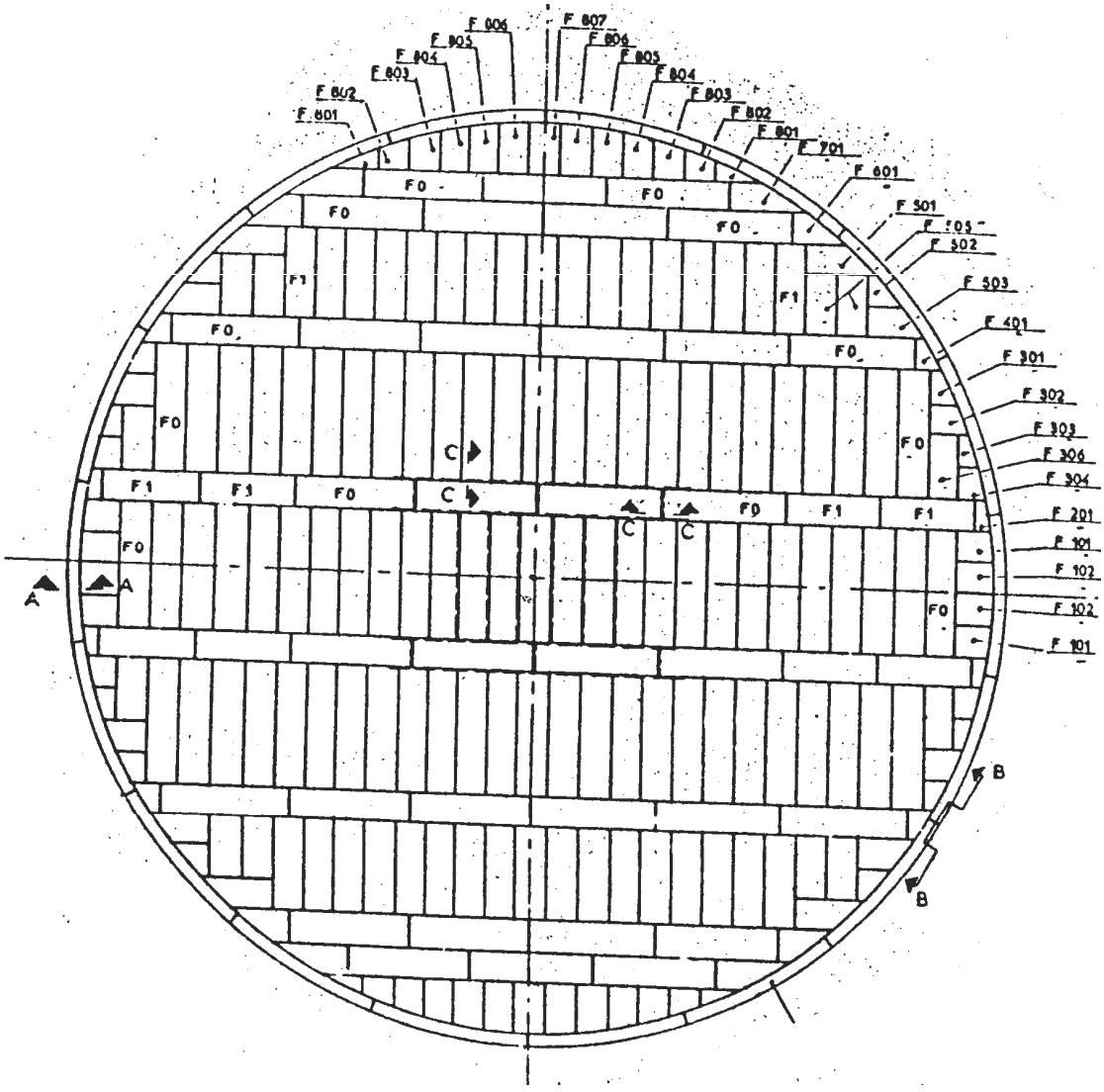
بعد از مشخص شدن مرکز روی ورق وسط دایره ای بشعاع خارجی کف روی پی رسم میشود . شعاع خارجی کف شامل فاصله مرکز تا بدنه از داخل مخزن باضافه ضخامت ورق ردیف اول جدار باضافه پهنای لبه کف از سطح خارجی بدنه مخزن (معمولاً ۱/۵ تا ۲ اینچ) میباشد. .[۶.]

پس از مشخص شدن محیط خارجی ورقهای محیط کف نصب میگردد . .[۶.]

طرز قرار گرفتن ورقهای کف طبق طرح مربوط بد و صورت و به اشکال زیر امکان پذیر میباشد. (شکل۴-۷)[۶.]

[1].ERECTION

(عکس۴-۴)چیدن ورق های کف مخزن

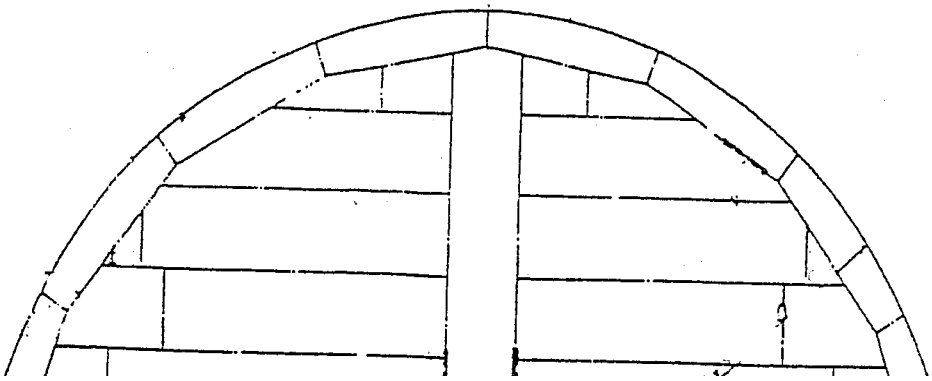


(شکل۷-۴)چیدن ورق های کف[۳]

در هر دو حالت پس از قرار دادن ورقهای محیط بلافاصله اقدام به جوشکاری مینمایند . ابعاد ورقهای کف طوری است که لبه هر ورق در حدود ۲ اینچ ورق مجاور را میپوشاند . در صورتیکه طرح ورقهای محیط حلقه ای شکل نباشد لبه آنها مانند سایر قسمتهای کف بایستی رو بهم قرار گرفته و جوش شوند [۶].

کلیه ورقهای کف پس از قرار گرفتن در جای خود خال جوش میشوند تا وضع نسبتا ثابتی داشته باشند.[۶].

ورقهای کف همیشه باید طبق نقشه قرار گیرند در غیر ایتصورت ممکن است در نصب ورقهای مشرف به محیط که باید بریده شوند اشکال بوجود آید .(شکل۸-۴).[۶].



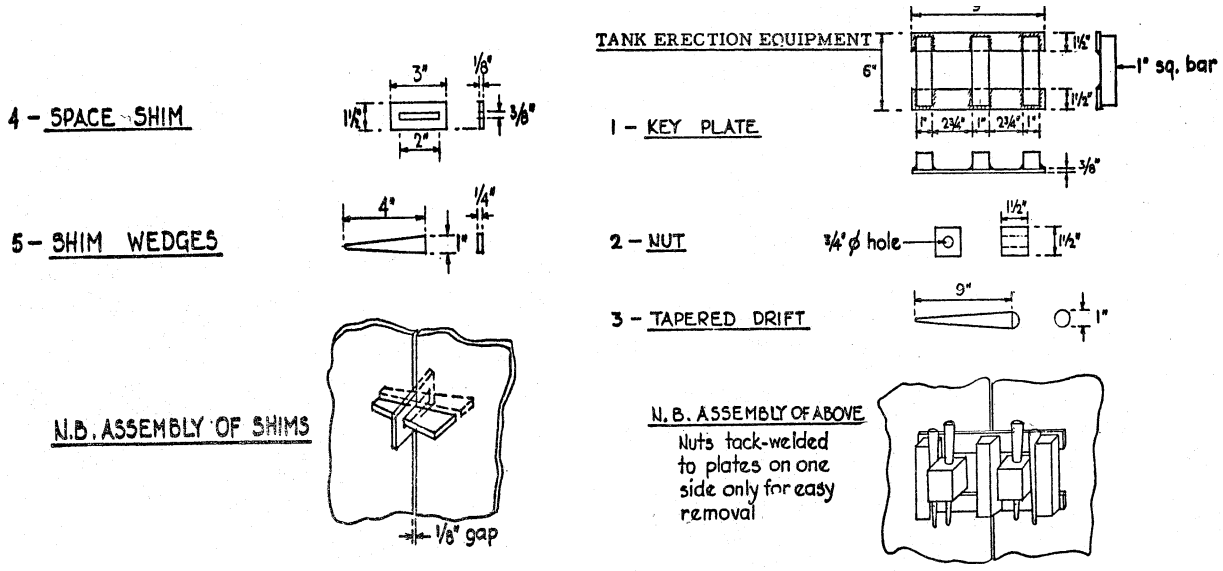
(شکل۸-۴)شماتیکی از بریده شدن ورقهای کف در انتها[۷]

٤-٦-٢- نصب بدنه مخزن - پس از قرار گرفتن ورقهای کف روی سطح پی جوشکاری حلقه محیطی کف تا فاصله ۳۰ سانتیمتر (از این قسمت باید برای اطمینان با اشعه ایکس « x» عکس برداری شود) . دایره ای بشعاع داخلی مخزن روی ورقهای محیط ترسیم مینمایند و روی این خط مکعب مستطیلهای فلزی که وسط دو سطح جانبی مقابل آن سوراخ شده و مهر « nut » نامیده میشود جوش مینمایند . اینکار با آن جهت انجام میشود که ورق جدار مخزن درست در جای خود قرار گیرد. فاصله مهره ها در روی این خط در حدود یک تا یک و نیم متر است. پس از نصب جدار بر روی کف بلافاصله در طرف دیگر جدار مخزن تعدادی مهره به کف جوش میدهند بطوریکه ضخامت جدار مخزن بین مهره هائی که دو طرف جوش شده اند قرار گیرد. همچنین در مقابل هر مهره جوش شده به کف جوش یک هم به بدنه جوش میدهند بنحوی که سوراخ مهره ها مقابل هم قرار گیرند و میله مخروطی شکل را بنام (Carrot Drift) از آن عبور میدهند و بدین ترتیب اولین ورق کف نصب میگردد .[۶]

بقیه ورقها که قبلاً در اطراف آنها تعداد لازم مهره جوش شده روی دایره کف قرار داده و برای اتصال دو ورق مجاور از ابزاری بنام keyplate استفاده مینمایند .[۶.]

برای محفوظ نگهداشتن فاصله بین ورقهای جدار از قطعات مستطیل شکل بنام Spacer یا Shim استفاده میگردد. [۶.]

ضمنا سه طرف ورقهای جدار (باستثنای ردیف اول که دو طرف آن یخ زده میشود) با توجه به ضخامت آنها با زوایای مشخص یخ زده میشود . ورق ردیف اول که فقط دو طرف آن که عرض ورق را تشکیل میدهد.(شکل۹-۴) [۶.]



(شکل۹-۴) قطعات مورداستفاده در مونتاژبدنه مخزن[۴]

(عکس۵-۴)مونتاژ بدنه مخزن با استفاده از قطعات کمکی

(عکس۶-۴)قرار دادن space shimروی ورق های بدنه

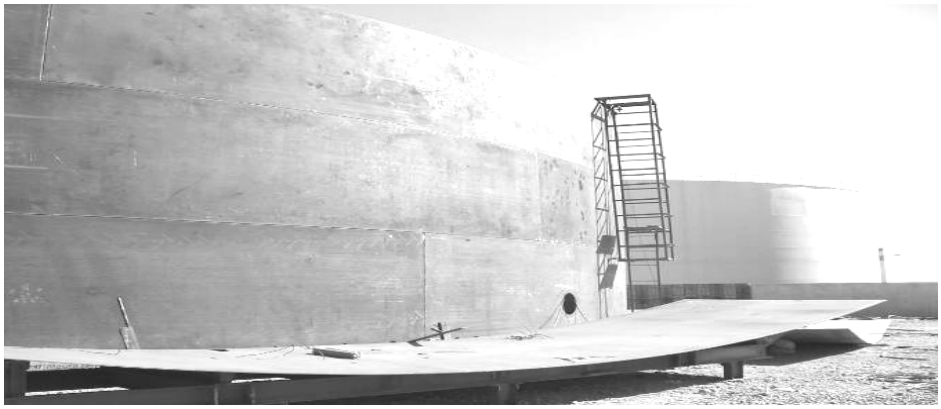
بر حسب سقف ثابت یا شناور مخزن نصب ورقهای ردیف اول بصورت زیر انجام میگیرد .

در مخازن سقف ثابت ردیف اول ورقهای بدنه را بطور کامل نصب و ورقهای ردیف دوم را طوری قرار میدهند که فاصله درزهای قائم این ردیف با درز قائم ردیف اول ¼ طول ورق باشد. در مخازن کم قطر ممکن است طرح مخزن طوری باشد که این فاصله برابر ½ باشد و در هر حال نصب ورقهای بدنه بایستی مطابق نقشه انجام شود [۶.]

در مخازن سقف شناور نیز مانند حالت بالا عمل میشود ولی بعد از نصب کامل ردیف دوم برای سهولت حمل وسائل سقف شناور که باید د داخل مخزن نصب گردد هم دو ورق متوالی در خط قائم بر داشته میشود ولی از ردیف سوم به بالا ورقهای بدنه بطور کامل نصب شده و پس از تکمیل ساختمان سقف شناور دو ورق برداشته شده مجددا نصب میگردد [۶]

(عکس۷-۴)قرار دادن ریف اول بدنه

نصب دریچه های بازدید و اتصالات بدنه بایستی طبق نقشه انجام شود و محلهائی که در بدنه برای نصب وسائل سوراخ میشود حتما باید دارای پخ باشد تا عمل جوشکاری بطور صحیح انجام شود. [۶.]



(عکس۸-۴)دریچه ها روی ورق های ردیف اول بدنه

کارخانه های سازنده تمام این اتصالات را روی ردیف اول بدنه مخزن طبق سفارش نصب مینمایند .

موضوع قائم بودن بدنه مخزن بخصوص در ردیف اول نهایت اهمیت را دارد و بهمین جهت نصب ردیف اول هر ورق آن با تراز بطول تقریبی یک متر کنترل شده و اصولا شاقول بکار برده نمیشود .

علت آنکه گاهی از اوقات دو لب ورقها ردیف اول لب به لب نشده و رویهم قرار گرفته و یا از هم فاصله دارند بشرح زیر میباشد :

۱ – عدم تراز محیط پی

۲ – قائم نبودن ورقها

۳ – منظم نبودن فاصله بین ورقها

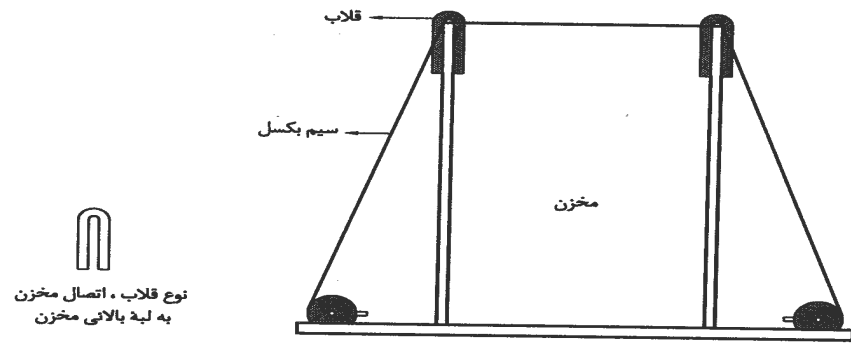
بدیهی است چنانچه اشکالات موجود د رردیف اول بر طرف نگردد این معایب به ردیفهای بعدی نیز منتقل خواهد شد .

در مخازن سقف ثابت به لبه بالائی ورقهای بدنه نبشی جوش میشود که آنرا curb angle مینامند . سایر اتصالات لب بالائی آخرین ردیف بدنه بستگی به نوع سقف دارد که بایستی در نقشه ها منعکس باشد . [۶.]

در مخازن سقف شناور به لب بالائی ردیف آخر بدنه پروفیل نزدیک به ناودانی جوش شده که آنرا wind girder مینامند . وزش باد در داخل مخزن (بخصوص هنگامی که سقف در ارتفاع پائین قرار داشته باشد) ایجاد خلاء نموده و باعث کشیده شدن ورقهای بدنه بداخل میشود و نصب پروفیل از این کشش جلوگیری میکند . [۶.]

در طول مدت نصب بدنه مخزن اعم از سقف ثابت یا شناور بایستی جدار مخزن در چند نقطه با کابل مهار شود . این کابلها به یک نقطه از لب بالائی آخرین ردیف نصب شده متصل و سر دیگر آن به محل محکمی در زمین بسته میشود .

در جران بادهای شدید برای تقویت مخازن مرتفع گاهی در نقاط مختلف و یا در وسط بدنه مخزن wind girder نصب میشود .(شکل ۱۰-۴)[۶.]



(شکل ۱۰-۴) شماتیکی از wind girder

[1]

٤-٧-دستورالعمل جوشکاری

۱- دامنه کاربرد

این دستورالعمل برای عملیات نصب منبع ذخیره تهیه شده است . مشخصات منبع بشرح زیر است . [۷]

نام منبع	سیال ذخیره شونده	قطر منبع میلیمتر	ارتفاع منبع میلیمتر

۲- کد و استاندارد

مطابق با اسناد پیمان، کدها و استاندارد های ذیل مورد استناد قرار می گیرند

API Standard 650 – مخازن فولادی جوش داده شده برای ذخیره نفت .

API Standard 620 – طراحی و ساختمان مخازن ذخیره کم فشار جوش داده شدهٔ بزرگ

AWS A2.0 – علائم جوشکاری استاندارد «علائم قراردادی جوش»

ASME Code Sec.IX – تعیین صلاحیت جوشکاری [۷]

۳- فرایند جوشکاری

فرایند جوشکاری مورد استفاده برای جوشکاری سازه های فلزی این مخزن عباتست از:[۷.ص۵۹]

فرایند جوشکاری قوسی الکتریکی دستی با الکترود روپوشدار Shielded Metal Arc Welding = SMAW

۴- فلز مبنا

فلز مبنا از جنس فولاد کربنی (ورق ها و مقاطع ساختمانی)نوع DIN 17100 –ST37-2 معادل ASTM A283 Gr.C و با گروه بندی P-No.1 (یا SP-1) می باشد . [۷]

۵- فلز پر کننده

فلز پر کننده برای جوش برق (SMAW) الکترود روپوشدار با مشخصات ذیل است :[۷]

الف- برای جوشکاری سازه های فولادی مرتبط به منبع منبع، نردبان ، پلاتفرم ، راه پله ، متعلقات بیرونی و غیره الکترود روپوشدار نوع روتیلی با طبقه بندی AWS A 5.1- E 6013 (آما ۲۳ آکا یا مشابه) [۷]

ب- برای جوشکاری ورقهای کف، دوری کف، بدنه، سقف، نازلها، دریچه آدم رو و متعلقات داخلی مخزن :

الکترود روپوشدار نوع قلیائی کم هیدروژن با طبقه بندی AWS A 5.1 – E7018 (آما ۷۰۱۸ یا مشابه).[۷]

۶- هندسه اتصال

آماده سازی لبه و هندسه اتصال جوش (شامل زاویه پخ، فاصله دو لبه، شانه، ریشه جوش،گرده جوش)در شکل ها نشان داده شده است . [۷.]

تمام اتصالات لب بلب ، رویهم و اتصالات گوشه ای طبق نقشه اجرا گردد . [۷.]

۷- تمیزکاری اولیه و بین پاسی

محل اتصال بایستی قبل از اقدام به جوشکاری از، زنگ، رنگ ، چربی و دیگر آلودگیها پاک گردد در مورد جوش برق(SMAW) ، سرباره جوش بایستی از روی تمام پاسهای جوش بوسیله سنگ زنی، براده برداری ، برس برقی یا برس دستی و وسایل مکانیکی دیگر برطرف شود. تمیز کردن پاس ریشه بایستی در کوتاهترین مدت صورت پذیرد .[۷.]

۸- پیش گرمایش

الف- اگر فلز محل جوشکاری بهر دلیلی خیس شده باشد بایستی قبل از جوشکاری تا درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد پیش گرم شود .[۷.]

ب- اگر درجه حرارت فلز مبنا از ۱۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد پیش گرم کردن ضروری است .

ج- پیش گرم کردن میتواند با شعله گاز یا با مقاومت الکتریکی انجام شود . [۷.]

د- برای کنترل درجه حرارت پیش گرم کردن از دماسنج های مناسب یا گچ های حرارتی میتوان استفاده نمود . [۷.]

ه- پیش گرم کردن بایستی مطابق خواسته های روش جوشکاری انجام شود . [۷.]

۹- حالات جوشکاری

جوشکاری اتصالات لب بلب و گلوئی بطور کلی میتواند در همه حالتهای تخت، افقی، عمودی و سقفی و با شماره های مشخصه 1F,2G,3G,4G (جوشهای لب به لب شیاری)انجام شود . [۷.]

جوشهای اصلی بدنه مخزن به دو صورت افقی و عمودی می باشد . جوشهای عمودی بدنه مخزن از پائین به بالا (سربالا) است .[۷.]

۱۰- نوع برق و اتصالات قطبی

الکترود های E 6013 از نوع روپوش روتیلی هستند که برای جوشکاری در تمام حالت ها (تخت ، افقی، عمودی و سقفی) با برق مستقیم یا برق متناوب طراحی شده اند . در مورد برق مستقیم اتصال قطب مثبت به الکترود) بلامانع است ولی بهتر است توصیه کارخانه سازندهٔ الکترود رعایت شود . برق جریان متناوب با استفاده از ترانسفورماتور جوشکاری و برق جریان مستقیم با استفاده از دینام ، ژنراتور جوشکاری یا تراسفورماتور – یکسو کننده تأمین می شود . [۷.]

الکترود های E 7018 از نوع پوشش قلیائی (کم هیدروژن) هستند که برای جوشکاری در تمام حالت ها با برق مستقیم و قطب معکوس (الکترود مثبت) توصیه می گردد . [۷.]

۱۱-خشک کردن و گرم کردن الکترود

الکترود روپوش قلیائی (کم هیدروژن) E7018 بایستی پس از بازکردن پاکت یا جعبه الکترود ، خشک شده و سپس گرم مصرف شود . [۷.]

درجه حرارت خشک کردن و زمان نگهداری در آن درجه حرارت ، همچنین درجه حرارت گرم نگهداشتن موقع مصرف بایستی طبق توصیه سازندهٔ الکترود باشد . [۷.]

۱۲-اتصالات موقت

برای جفت و جوری و انجام کارهای ساخت و جوشکاری میتوان از اتصالات موقت استفاده نمود . [۷.]

پس از آنکه اتصالات موقت وظایف خود را انجام دادند بایستی از قطعه اصلی جدا گردند .

اگر در اثر برداشتن اتصالات موقت در قطعه اصلی کندگی ایجاد گردید بایستی محل کندگی در صورت کم عمق بودن سنگ زده شود و تیزی ها و ناهمواریها بر طرف شود . کندگی یا آسیب دیدگی ناشی از برداشتن اتصالات موقت در صورتیکه عمق بیشتر از ده درصد ضخامت ورق داشته باشد بایستی با استفاده از روش جوشکاری تأیید شده ترمیم گردد . ناحیه برداشتن اتصالات موقت بایستی با سنگ زنی پرداخت شده و با استفاده از روش آزمایش غیر مجرب بازرسی شود . [۷.]

٤-٨-دستورالعمل نصب و ترتیب جوشکاری مخزن

٤-٨-١- نصب

١- دامنه کاربرد

این دستورالعمل جهت نصب xمتر مکعبی ذخیره تهیه شده است .[٧.]

کلیه عملیات نصب منبع، فونداسیون آن بایستی بوسیله سازنده مطابق نقشه کنترل شود . [٧.]

٢- فونداسیون

قبل از نصب منبع، فونداسیون آن بایستی بوسیله سازنده مطابق نقشه کنترل شود .

مواردی که بایستی به تأیید برسد عبارتند از:[٧]

١- تراز فونداسیون

٢- مسطح بودن سطح فونداسیون

٣- خط مرکزی اصلی

۴- تعداد و فواصل آنکربولت ها طبق نقشه

ایراد و اشکال مربوطه به فونداسیون بایستی توسط پیمانکار برطرف گردد . [٧.]

٣- ورق های دور کف

١- ورقهای دور کف[1] بایستی مطابق نقشه ورق کف و نقشه جانمائی[2] چیده شود . [٧.]

٢- ورق دور کف بایستی مطابق علامتگذاری روی فونداسیون چیده شود .

٣- ورق های دور کف بایستی سوار شده و با تسمه زیر سری (پشت بند) خالجوش گردد(شکل ١١-۴).[٧.]

۴- جوشهای لب بلب ورق های دور کف انجام شود .[٧.]

۵- کرده جوش در محدوده تقریبی ٢٠٠ میلیمتری محیط بیرونی با سنگ زنی برداشته شود. [٧]

۴- ورقهای کف

١- شیب بندی روی فونداسیون (قسمت کف) قبل از چیدن ورقها کنترل گردد .

٢- خط مرکزی و تراز منبع بایستی بررسی شود .

٣- ورق های کف مطابق نقشه شماره با توجه به Orientation چیده شود (شکل ١٢-۴).

۴- میزان رویهم قرار گرفتن لبه ورقها طبق نقشه رعایت گردد . [٧.]

۵- جوشکاری ورق های کف با توجه ترتیب معین شده برای آن انجام شود .[٧.]

۶- جوشکاری ورق های دور انجام نشود .[٧.]

٧- برای نصب ورق های کف میتوان از ناودانی تقویتی (مطابق شکل ١٣-۴) استفاده نمود (برای جلوگیری از تحدب و تقعر در موقع جوشکاری).[٧.]

---

[1]. Annular plates

[2]. Orientation

۵- ردیف های بدنه

۱- ورق های اولین ردیف بدنه با توجه به دایره خط کشی شده روی ورق های دور کف، چیده شود . [۷.]

۲- بهتر است از خط نشان یا مهره های چهارگوش استفاده شود . این مهره ها بیرون دایره خط کشی شده به فواصل معین خالجوش می شود . [۷.]

ورق های اولین بدنه به طرف بیرون این مهره ها تکیه داده می شود و طوری چیده می شود که فواصل بین ورق های عمودی مجاور یکسان باشد (شکل۱۴-۴) .[۷.]

۳- اگر ورقها در ارتفاع قدری کوتاه بلند است ، لبه بالای ورق بصورت تراز نصب گردد و اختلاف بالا و پائینی به محل اتصال ورقهای ردیف اول بدنه به ورقهای دور کف انتقال داده شود .

۴- داربست به صورت دور تا دور برای نصب دومین ردیف بدنه تدارک گردد . [۷.]

۵- ورق های دومین ردیف بدنه در جای خود قرار داده شود . از ورق های لایی[1] برای سوار کردن ورق ها استفاده شود . بلافاصله پس از تکمیل حلقه (ردیف) ، از لقمه و گوه یا پشت بند قوی استفاده گردد .[۷.]

درزهای افقی تا موقع تکمیل جوش درزهای عمودی ردیفهای عمودی ردیفهای بالا و پائین جوش نشده رها شود و فقط با لقمه و گوه یا پشت بند قوی نگهداشته شود . [۷.]

۶- ردیف سوم بدنه (حلقه سوم بدنه) بهمان ترتیب سوار گردد (و تا آخر نیز همان نکات رعایت شود). [۷.]

۷- بخاطر ایمنی، بعد از نصب ردیف سوم هر ورق بایستی از داخل منبع بطریق مناسبی مهار گردد و هیچ ردیفی در طول شب بصورت آزاد رها نشود . [۷.]

۸- Top Channel در جای خود قرار گرفته و به بدنه جوش داده شود .[۷.]

۶- ورقهای سقف

۱- اسکلت فلزی سقف طبق نقشه اجرا گردد . [۷.]

۲- داربست کافی برای آزادی جابجائی نصاب جهت چیدن ورقهای سقف تدارک شود .

۳- ورقهای مستطیلی یک طرفه خط مرکزی چیده شود و کار از رأس بطرف نبشی بالا با خاجوش زنی شروع و به پیش برده شود . [۷.]

۴- ورق هائی که بایستی تا اندازه قطر منبع بریده شوند تا تمام نصب ورقهای مستطیلی بهمان صورت باقی بمانند . [۷.]

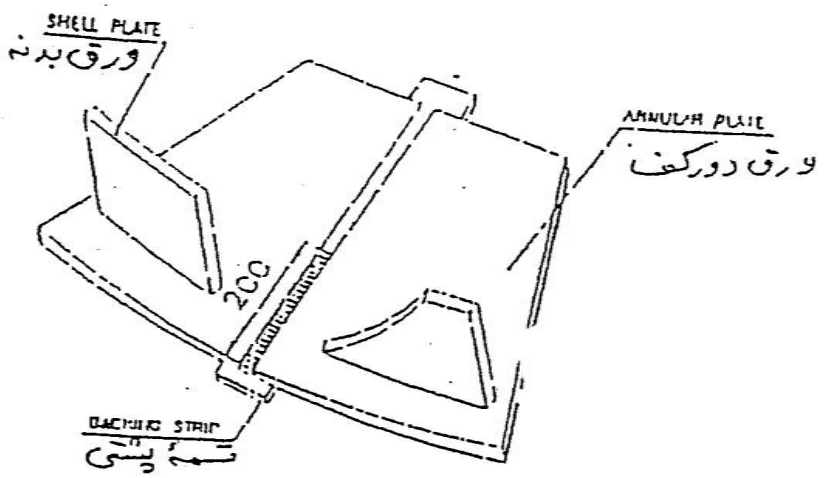
---

[1]. Shim plate

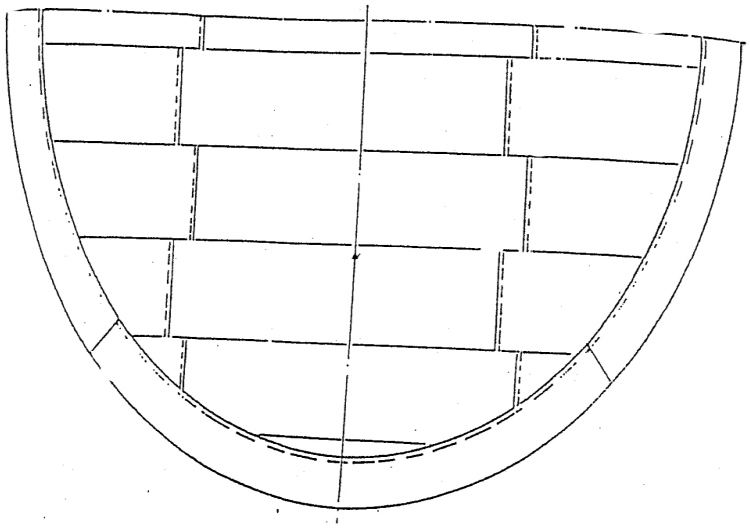
۵- Sketch plate اطراف محیط بایستی بعدا جفت وجور گردد و همیشه بطرف ناودانی فوقانی[1] کار شود بطوریکه نبشی فوقانی به ورقهای سقف، در آخرین مرحله جوش داده شود . [۷.]

۷- دریچه آدم رو

پس از نصب اولین ردیف ورقهای بدنه و با توجه به Orientation طبق نقشه، دریچه آدم رو روی بدنه علامتگذاری شده و جای دریچه مربوط بریده شود و کارهای تکمیلی آن انجام گیرد .[۷.]

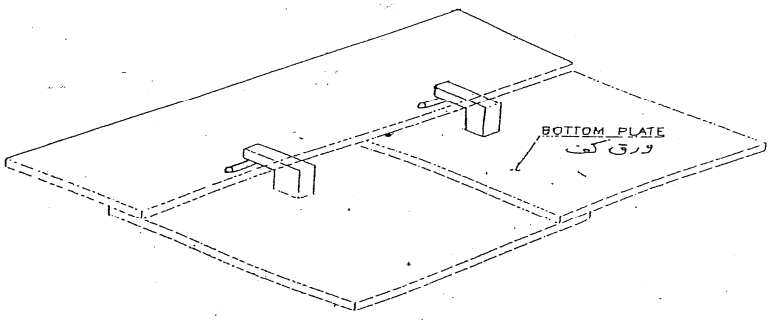


(شکل۱۱-۴)موقعیت ورقهای دور کف نسبت به ورقهای بدنه[۷]

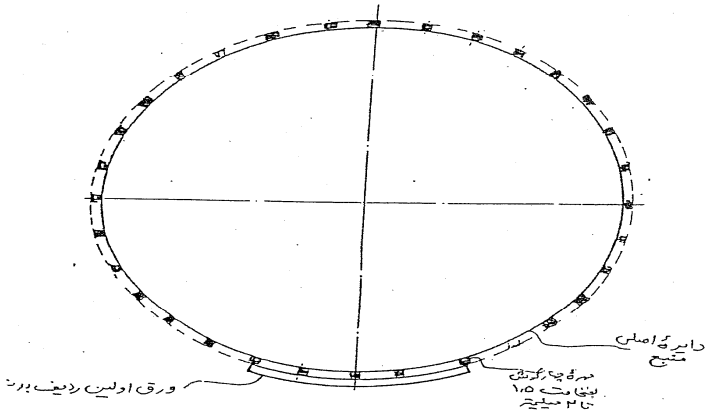


(شکل۱۲-۴)نقشه جانمائی ورقهای کف[۷]

[1]. Top Channel



(شکل ۱۳-۴)استفاده از ناودانی تقویتی در نصب ورقهای کف[۷]



(شکل۱۴-۴)موقعیت مهره های کمکی در نصب ورقهای ردیف اول[۷]

(عکس۹-۴) موقعیت مهره های کمکی در نصب ورقهای ردیف اول

(عکس ۱۰-۴)نصب ورقهای ردیف اول بدنه

(عکس ۱۱-۴)نصب ورقهای ردیف اول بدنه

٤-٨-٢- ترتیب جوشکاری

بمنظور کنترل پیچیدگی ، جوشکاری قسمتهای مختلف منبع با رعایت ترتیب بشرح زیر انجام شود . [۷.]

٤-٨-٢-١-ورقهای دور

طول درز جوشهای لب بلب ورقهای دور کف مخزن ۷۵ سانتیمتری است مطابق شکل (۱۱-۴) ابتدا حدود ۲۰۰ میلیمتر از آن جوش داده شود . طول باقی مانده پس از نصب ردیف بدنه ، جوشکاری می گردد .(شکل۱۵-۴) . [۷]

٤-٨-٢-٢-ورقهای کف

ترتیب کلی جوشکاری ورقهای کف بشرح زیر است : . [۷.]

الف- تمام درزهای کوتاه . [۷.]

ب- درزهای بلند . [۷.]

ج-درزهای کوتاه ورق های غیر مستطیلی . [۷.]

د- درزهای ورق های غیر مستطیلی به ورق های مستطیلی جزئیات جوشکاری درزهای مختلف ورق های کف عبارتند از : . [۷.]

اول – درزهای کوتاه

الف- ده سانتیمتر از انتهای هر ورق بدون جوش رها می شود .

ب- باقیمانده ۱۳۰ سانتیمتری پهنای هر ورق به چهار قسمت ۳۲/۵ سانتیمتری تقسیم می شود .

با استفاده از روش برگشت به عقب (BACK STEP) این چهار قسمت جوشکاری می گردد (شکل۱۶-۴). [۷.]

ج- جوشکاری از طرف مرکز به طرف محیط و با ترتیب الفبائی A تا E انجام می شود (شکل ۱۷-۴) . [۷.]

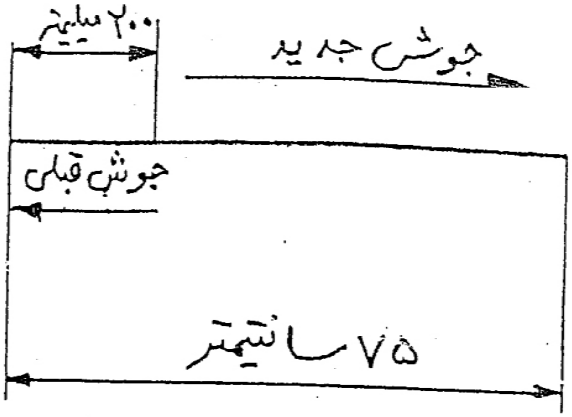
دوم – درزهای بلند

الف – جوشکاری از طرف مرکز به طرف محیط (بصورت یک در میان) انجام می شود .

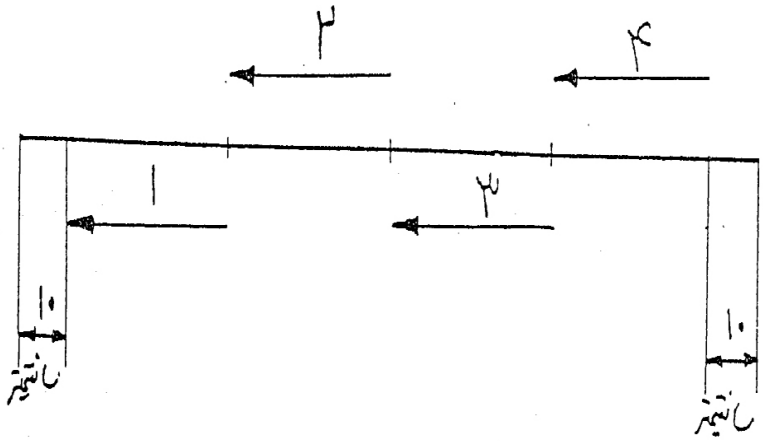
ب - طول درز به قسمتهای تقریبی سی سانتیمتر تقسیم می گردد. [۷.]

جوشکاری قسمتهای تعیین شده با دو جوشکار و به ترتیب برگشت به عقب (BACK STEP) مطابق شکل۱۸-۴ اجرا می گردد. [۷.]

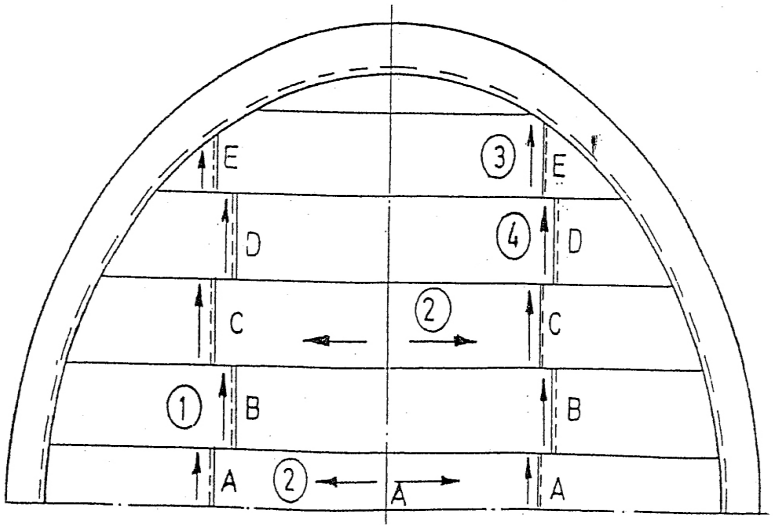
ج - پس از تکمیل جوشکاری درزهای بلند، طولهای ۱۰ سانتی متری باقیمانده از درزهای کوتاه (با ترتیب تصادفی) جوشداده می شود .[۷.]



(شکل۱۵-۴).مقدارهایی که باید در ورق های دور جوش شود طبق ترتیب جوشکاری[۷]



(شکل۱۶-۴)روش یک گام به عقب[۷]

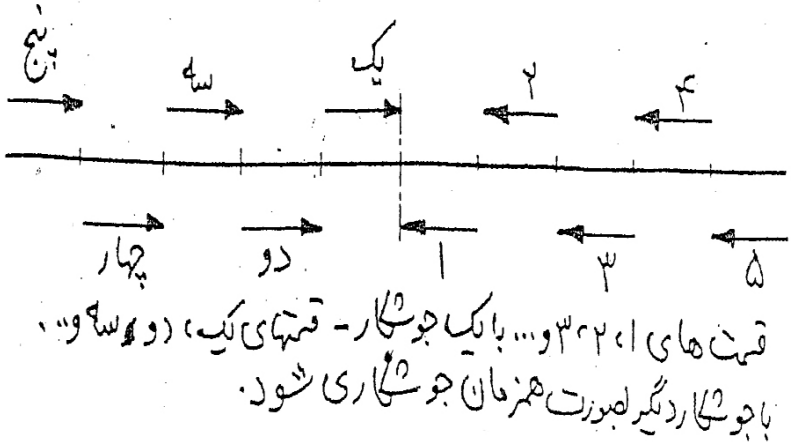


(شکل۱۷-۴).جوشکاری از مرکز به محیط و طبق حروف الفبایی[۷]

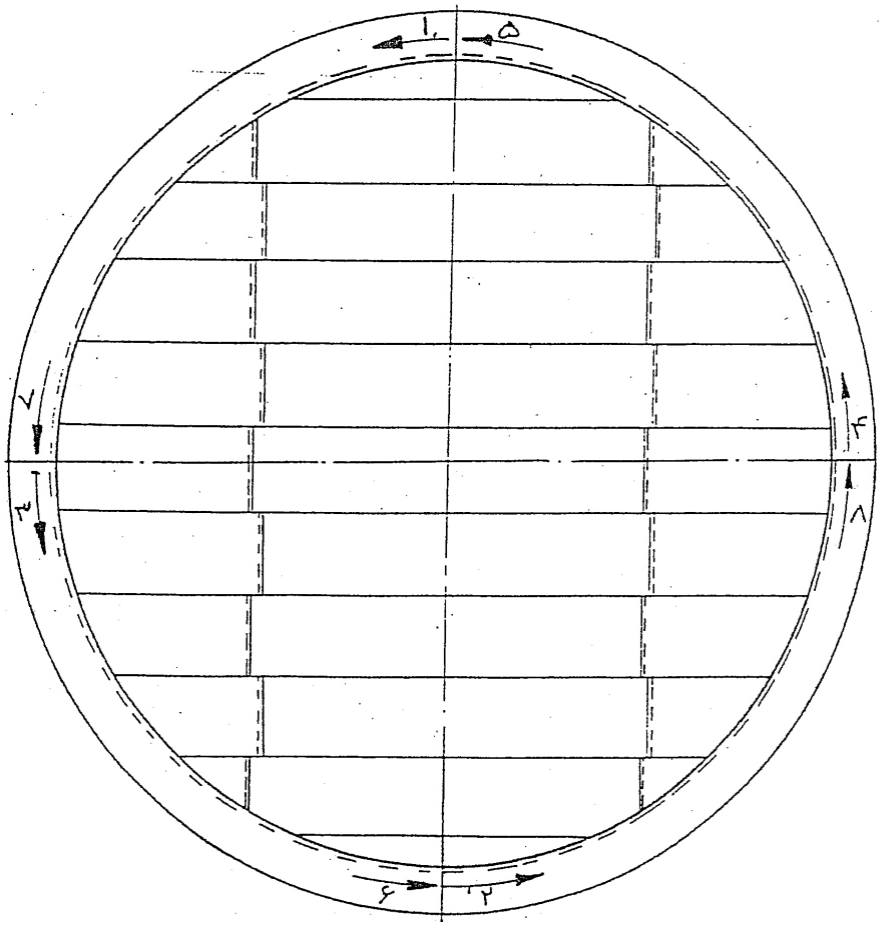
سوم – درز ورقهای کف به درز ورقهای دور

جوشکاری این درز تا تکمیل جوشکاری ورق های بدنه، جوش نخورده باقی ماند .

پس از تکمیل جوشکاری ردیف های بدنه، این درز جوش نیز به قسمتهای متناسبی تقسیم و توسط یا چند جوشکار ، جوشکاری می گردد (شکل ۱۹-۴).[۷.]



(شکل۱۸-۴) جوشکاری برگشت به عقب متقارن[۷]



(شکل۱۹-۴)جوشکاری درز ورقهای کف به درز ورقهای دور[۷]

۴-۸-۲-۳-درزهای عمودی بدنه

الف – ده سانتی متری از انتهای ورقهای عمودی بدون جوش رها می شود . [۷.]

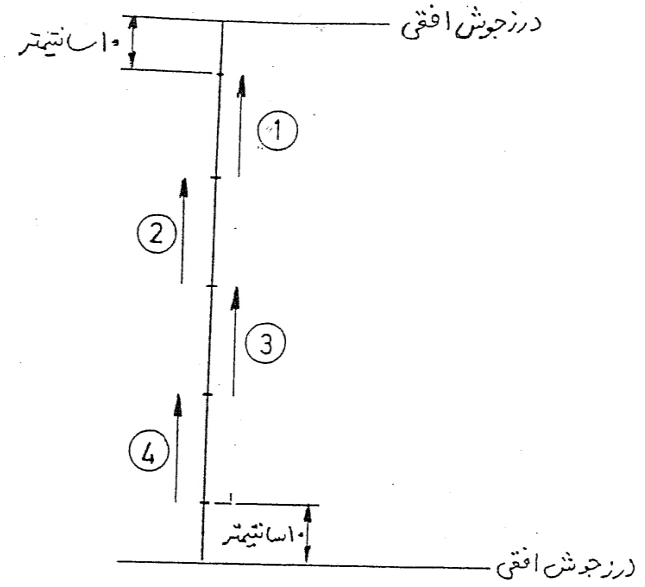
ب - مابقی ۱۳۰ سانتیمتر به چهار قسمت ۳۲/۵ سانتیمتری تقسیم می شود . [۷.]

ج - جوشکاری درز عمودی بدنه پس از نصب سه ردیف یک، دو و سه شروع شود . [۷.]

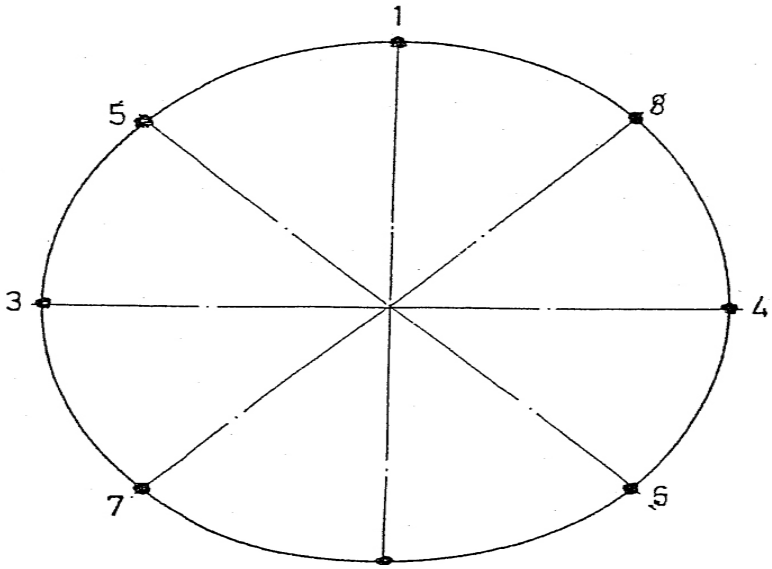
د - ابتدا درزهای عمودی ردیف اول و سپس درزهای عمودی ردیف دوم جوشکاری می گردد و در خاتمه درز افقی بین ردیفهای اول و دوم جوشداده می شود . [۷.]

ه - قسمت های هر درز عمودی مطابق شکل ۲۰-۴ جوشکاری می گردد . [۷.]

و - درزهای عمودی هر ردیف بدنه با اولویت بندی شکل ۲۱-۴ انجام می شود (با دو یا چهار و ... جوشکار).[۷.]



(شکل ۲۰-۴)ترتیب جوشکاری درزهای عمودی بدنه[۷]



(شکل ۲۱-۴)ترتیب جوشکاری درزهای عمودی[۷]

۴-۸-۲-۴- درزهای افقی بدنه

۱ - نقاط ۰ ، ۹۰ ، ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه روی بدنه علامتگذاری شود . [۷.]

۲ - جوشکاری درزهای افقی، بطور همزمان با دو یا چهار جوشکار انجام شود .[۷.]

۳ - جوشکار اوّل از موقعیت صفر و جوشکار دوم از موقعیت ۱۸۰ درجه شروع به جوشکاری می نماید . نفر سوم از موقعیت ۹۰ و نفر چهارم از موقعیت ۲۷۰ شروع به جوشکاری می نماید . در صورتیکه فقط دو نفر جوشکار موجود باشد جوشکار اول کار جوشکار سوم و نفر دوم کار جوشکار چهارم را انجام می دهد . [۷.]

۴- محیط استوانه منبع(درز افقی) به ۴۸ قسمت تقریبی یک متری تقسیم می گردد . [۷.]

۵- موقعیت جوشکاران و شماره بندی ترتیب جوشکاری در شکل های ۲۲-۴ و ۲۳-۴ نشان داده است . [۷.]

۴-۸-۲-۵- درز ورقهای سقف [۷.]

۱- اول درزهای کوتاه جوشکاری شود . [۷.]

۲-بعد از جوشکاری درزهای کوتاه ، درزهای بلند از رأس بطرف محیط

ترتیب و توالی سرجوشهای افقی بین دو رینگ مخزن و زمان و روش اجرای آن که بایستی علاوه بر دستورالعمل نصب ضمیمه مدنظر قرار گیرد .[۷.]

۱- سرجوشهای عمودی (بجز T-joints)رینگ اول و دوم کامل گردد. [۷.]

۲- کلیه خالجوش ها که روی پخ سرجوش افقی بین رینگ اول و دوم و بین رینگ اول و ورق های دوره ای کف زده شده سنگ زده شود و کاملاً از بین برود .[۷.]

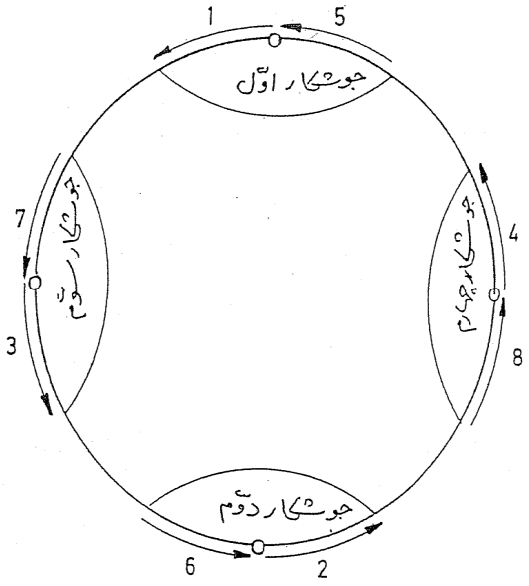
برای در خود قرار گرفتن رینگ ها از پشت بند و برای رعایت فاصله ریشه (Gap) برای جوشکاری از میله مناسب استفاده شود . [۷.]

۳- کنترل Roundness , Banding , Peaking و Plumbness قبل از جوشکاری افقی روی دو رینگ اول و دوم انجام و هر کجا خارج از حد مجاز بود در همین مرحله اصلاح شود .

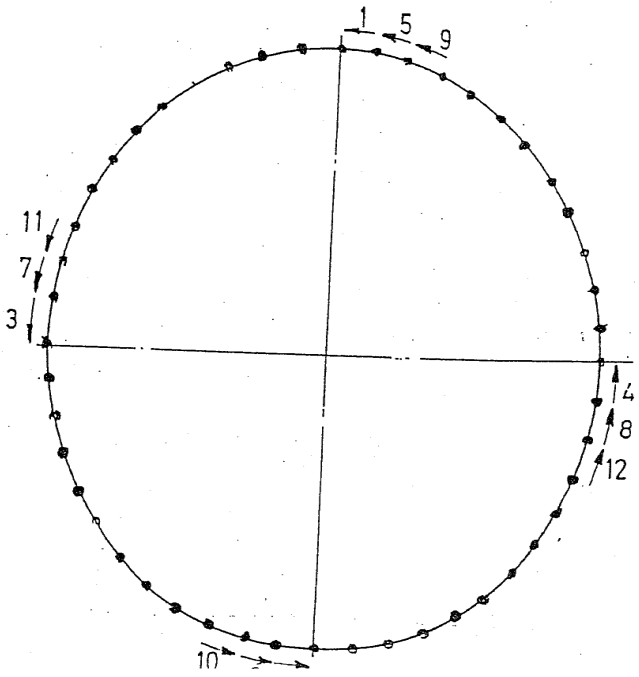
۴- پس از تأیید مرحله ۳ جوشکاری سرجوش افقی بین رینگ ۱و۲ با حداقل ۲ جوشکار شروع گردد . [۷.]

۵- رعایت کلیه مسائل حفاظتی و ایمنی برای کار پرسنل الزامی است .[۷.]

۶- برای جوشکاری بین رینگ ۲ و۳ عیناً روشهای ۱ تا ۴ اجرا ولی بجای رینگ ۱ ، رینگ ۱و۲ در جملات فوق نوشته شود . [۷.]



(شکل۲۲-۴)ترتیب قرار گرفتن جوشکاران[۷]



(شکل۲۳-۴)ترتیب جوشکاری درز افقی[۷]

٤-٨-٣- ترتیب کلی

ترتیب کلی که در نصب و جوشکاری مخزن بایستی مورد توجه قرار گیرد، بار دیگر یادآوری می شود .[۷.]

الف – ترتیب کلی نصب

۱- چیدن ورقهای دور کف

۲- چیدن ورق های کف

۳- نصب ورق های بدنه (از ردیف اول بدنه تا ردیف هفتم بدنه)

۴- نصب ناودانی فوقانی

۵- نصب سازه فلزی سقف

۶- نصب ورق های سقف

۷- نصب راه پله و دستگیره ها

۸- نصب ملحقات ورودی و خروجی بدنه و سقف [۷.]

ب – ترتیب کلی جوشکاری

۱- جوشکاری ورق های دور کف (بیست سانتیمتر طرف بیرون)

۲- جوشکاری ورق های کف

۳- جوشکاری درزهای عمودی ورق های اولین ردیف بدنه(اول جوشکاری بیرون و سپس سنگ زنی از طرف داخل و یک پاس جوشکاری از داخل).

۴- جوشکاری درزهای عمودی ورق های دومین ردیف بدنه (جوشکاری بیرون و داخل با همان روش ردیف اول)

۵- جوشکاری درز افقی بین ردیف یک و ردیق دو بدنه (از بیرون و داخل).[۷.]

۶- جوشکاری درزهای عمودی ردیف سوم بدنه

۷- در خلال جوشکاری بند ۵ و ۶ نسبت به تکمیل جوشکاری درزهای ورق های دور کف اقدام شود .

۸- جوشکاری درز افقی بین ردیف دوم و سوم بدنه

۹- جوشکاری درزهای عمودی ردیف چهارم بدنه

۱۰- جوشکاری درز افقی بین ردیف سوم و چهارم بدنه

۱۱- جوشکاری درزهای عمودی ردیف پنجم بدنه

۱۲- جوشکاری درز افقی بین ردیف چهارم و پنجم بدنه

۱۳- جوشکاری درزهای عمودی ردیف ششم بدنه

۱۴- جوشکاری درز افقی بین ردیف پنجم و ششم بدنه

۱۵- جوشکاری درزهای عمودی ردیف هفتم بدنه

۱۶- جوشکاری درز افقی بین ردیف ششم و هفتم بدنه

۱۷- جوشکاری ناودانی فوقانی به بدنه

۱۸- جوشکاری اسکلت فلزی سقف

۱۹- جوشکاری ورقهای سقف

۲۰- جوشکاری ورقهای سقف و دور فوقانی بدنه (ناودانی فوقانی)

۲۱- جوشکاری ورقهای دور به ورقهای کف

۲۲- جوشکاری نردبان و راه پله

۲۳- جوشکاری دستگیره ها

۲۴- جوشکاری تقویتی دریچه های ورود و خروج مایعات طبق نقشه

۲۵- جوشکاری لوله های مربوطه [۷.]

٤-٩-جزئیات جوشکاری

مخازن و سازه های فلزی مخازن را می توان با فرآیند جوشکاری قوسی فلزی محافظت شده ، جوشکاری قوسی فلزی گازی ، جوشکاری قوسی تنگستنی گازی ، جوشکاری اکسی سوخت ، جوشکاری قوسی توپودری ، جوشکاری قوسی زیرپودری ، جوشکاری الکتریکی سرباره ای یا الکتریکی گازی و با استفاده از تجهیزات مناسب جوشکاری نمود . استفاده از فرآیندهای اکسی سوخت ، الکتریکی سرباره ای یا الکتریکی گازی بایستی با توافق بین سازنده و خریدار باشد . وقتی آزمایش ضربه برای قطعات لازم است ، استفاده از فرآیند اکسی سوخت مجاز نیست . جوشکاری می تواند بطور دستی ، نیمه خودکار یا خودکار مطابق با دستورالعملهای مشروحه در بخش IX از کد ASME انجام شود . جوشکاری بایستی طوری انجام شود که ذوب کامل فلز مبنا را اطمینان دهد . [۷.]

وقتی سطوح قطعات جوش شونده از باران ، برف یا یخ ، خیس باشند یا وقتی روی سطوح برف و باران می بارد یا موقعی که باد شدید می وزد هیچگونه جوشکاری نبایستی انجام شود مگر آنکه جوشکار و کار به درستی محافظت شوند . همچنین وقتی درجه حرارت فلز مبنا کمتر از منهای ۲۰ درجه سانتیگراد است نبایستی هیچگونه جوشکاری انجام شود . وقتی درجه حرارت فلز مبنا بین صفر تا منهای ۲۰ درجه سانتیگراد باشد یا ضخامت فلز بیشتر از ۳۲ میلیمتر باشد ، بایستی فلز تا محدوده ۷۵ میلیمتری از محل جوشکاری پیش گرم شود . [۷.]

هر لایه فلز جوش تک لایه یا چند لایه بایستی قبل از اقدام به جوشکاری لایهٔ بعدی از سرباره و دیگر مواد خارجی پاک شود . [۷.]

لبه جوش در همه موارد بایستی نسبت به سطح ورق تدریجی و موزون بوده و تیزی نداشته باشد . برای اتصالات لب بلب عمودی حداکثر عمق بریدگی کناره مجاز ۰/۴ میلیمتر است . [۷.]

برای اتصالات لب بلب افقی حداکثر عمق مجاز بریدگی کناره ۰/۸ میلیمتر است . گرده جوش اتصالات لب بلب درهر طرف ورق نبایستی از مقادیر ذیل تجاوز کند . [۷]

گرده جوش اتصالات لب بلب در هر طرف ورق نبایستی از مقادیر جدول۳-۴تجاوز کند:[۷]

(جدول۳-۴)حداکثر اندازه گرده جوش دراتصالات عمودی وافقی با توجه به ضخامت ورق[۷]

ضخامت ورق (mm)	حداکثر ضخامت گرده (mm)	
	اتصالات عمودی	اتصالات افقی
تا خود ۱۳	۲/۵	۳
بزرگتر از ۱۳ تا ۲۵	۳	۵
بزرگتر از ۲۵	۵	۶

گرده جوش تا وقتی از مقدار مجاز بیشتر نباشد ، لازم نیست برداشته شود مگر آنکه برای پرتونگاری برداشتن گرده ضروری باشد .[۷]

در تمام اتصالات روی هم حین جوشکاری بایستی ورقها در تماس نگهداشته شوند .[۷.]

روش نگهداری ورقها در وضعیت مناسب برای جوشکاری بایستی از طرف سازنده به خریدار ارائه شده و تایید کتبی گرفته شود .[۷.]

خالجوشهای مونتاژ اتصالات عمودی ردیفهای بدنه مخزن که بطور دستی انجام شده اند بایستی برداشته شوند.[۷]

اگر اتصال با فرآیند جوشکاری زیرپودری جوشداده می شود بایستی خالجوشهای مونتاژی بکلی از سرباره تمیز شود و اگر سالم هستند و در جوشهای اعمال شده بعدی ذوب می شوند ، لازم نیست خالجوشها برداشته شوند . خالجوشها نیز بایستی طبق دستورالعمل ارائه شده در بخش x از کد ASME بصورت گوشه ای یا لب بلب انجام شوند . [۷.]

خالجوشهایی که قرار است در جوش باقی بمانند بایستی توسط جوشکاران صلاحیت دار انجام شوند و بطور چشمی آزمایش گردند تا چنانچه عیبی مشاهده شود ، برطرف گردد . [۷.]

برای جوشهای قوسی فلزی دستی منجمله اتصال اولین ردیف بدنه به ورقهای کف یا دور بایستی از الکترودهای روپوش قلیائی کم هیدروژن به شرح زیر استفاده شود : [۷.]

الف) برای ورقهای گروه I تا III ورقهای بدنه که ضخامت بیشتر از ۱۲/۵ میلیمتر دارند .

ب) برای ورقهای گروه IV تا VI کلیه ورقهای بدنه با هر ضخامت . [۷.]

بعد از آنکه ورقهای کف چیده وخالجوش زده شد بایستی طوری جوش داده شوند که کمترین پیچیدگی ناشی از انقباض پیش بیاید و حتی المقدور سطح مسطح بدست آید . [۷.]

جوشکاری بدنه به کف قبل از جوشکاری اتصالات کف به دور انجام می شود (اتصال کف به دور برای جبران انقباض جوشهای قبلی باز باقی می ماند و پس از تکمیل جوشهای دیگر ، جوش داده می شود) . [۷.]

ورقهای بدنه را می توان با گیره های فلزی متصل به ورقهای کف و بدنه در محل قرار داده و قبل از آنکه ورقهای کف و بدنه بهم جوش پیوسته انجام گیرد ، خالجوش زده شود . [۷.]

ورق هایی که جوش لب به لب می شوند بایستی خوب جفت و جور شده و به طور مناسبی در محل خود نگهداشته شوند . عدم همترازی در اتصال عمودی کامل شده برای ورق های با ضخامت بیشتر از ۱۶ میلیمتر نبایستی از ۱۰ درصد ضخامت ورق یا ۳ میلیمتر (هر کدام کمتر است) تجاوز نماید . عدم همترازی برای ورق های با ضخامت کمتر یا مساوی با ۱۶ میلیمتر نبایستی از ۱/۵میلیمتر تجاوز کند . [۷]

در اتصالات لب به لب افقی کامل شده ورق بالایی نسبت به ورق پایینی نبایستی بیشتر از ۲۰ درصد ضخامت ورق بالایی بیرون بزند حداکثر بیرون زدگی ۳ میلیمتر . حداکثر بیرون زدگی برای ورق با ضخامت کمتر از ۸ ملیمتر معادل ۱/۵ ملیمتر است .[۷]

طرف پشت اتصالات جوش لب به لب دو طرفه باید طوری تمیز شود که سطح فلز آماده پذیرش جوش بعدی باشد . تمیز کاری با سنگ زنی ، براده برداری ، برس زنی و یا روش مناسب دیگر انجام می شود. [۷.]

برای اتصالات محیطی و عمودی ردیفهای بدنه مخزن با ورق ضخیم تر از ۳۸ میلیمتر (ضخامت فلز ضخیمتر) دستورالعمل جوش چند پاسه لازم است ، هیچ پاسی بیشتراز ۱۹ میلیمتر ضخامت نداشته باشد .[۷].

این جوشها بایستی حداقل ۹۰ درجه سانتی گراد پیش گرمایش ببینند . [۷.]

ضمائم دائمی و موقت به بدنه هائی که از جنس IV ، IVA یا VI هستند بایستی با الکترودهای روپوش قلیایی کم هیدروژن جوش داده شوند . جوشهای ضمائم دائمی (ب غیر از جوشهای بدنه به کف) و ناحیه هایی که ضمائم موقت کنده می شوند بایستی به طور چشمی و روش ذرات مغناطیسی (یا به دلخواه خریدار ، با روش مایع نافذ) بازرسی شوند . [۷]

ضمائم دائم و موقت بایستی با دستورالعمل طوری جوش داده شوند که ترک زیر مهره ای ایجاد نگردد . لزوم پیش گرمایی به خاطر ورق ها ضخیم یا پایین بودن درجه حرارت محیط ، در دستورالعمل بایستی مورد توجه قرار گیرد .[۷]

بعد از تنش زدائی ولی قبل از آزمایش هیدرواستاتیک ، جوشهای متصل کننده نازل ها ، منهول ها و دریچه های تمیز کاری بایستی به طور چشمی بازرسی شوند و سپس تحت آزمایش ذره مغناطیسی (یا به دلخواه خریدار تحت آزمایش با مایع نافذ) قرار گیرند . [۷.]

قبل از جوشکاری اولین پاس جوش بدنه به کف از طرف دوم ، بایستی سرباره و مواد غیر فلزی از پاس اول جوش طرف اول در کل محیط برداشته شود (خالجوشهای موقت برای جفت و جوری استثنا است .) این جوش به طور چشمی و با یکی از روشهای ذیل طبق توافق بین خریدار و سازنده بازرسی می شود : . [۷.]

الف : روش ذره مغناطیسی

ب- اعمال مایع نفوذ کننده حلال روی جوش و اعمال ظاهر کننده به فاصله بدنه و کف و بازرسی برای احتمال وجود نشتی پس از گذشت حداقل یک ساعت . [۷.]

ج- اعمال مایع نفوذ کننده قابل شستشو با آب به یکطرف اتصال و سپس اعمال ظاهر کننده به طرف دیگر اتصال و جستجو برای نشتی بعد از گذشت حداقل یک ساعت . [۷.]

د- اعمال نفت نافذ با نقطه اشتعال بالا (نفت سفید) به فاصله بین بدنه و کف و پس از گذشت حداقل چهار ساعت و بررسی برای احتمال نشتی . . [۷]

ه- اعمال محلول حباب ساز به جوش و استفاده از جعبه خلاء عمودی و بررسی وجود یا عدم وجود حباب . [۷.]

تمام مواد آزمایش باقی مانده بر سطوح آزمایش شده و فاصل جوش داده نشده بین بدنه و کف بایستی به کلی پاک شود . بخشهای معیوب جوش برداشت شده و مجددا طبق نیاز جوشکاری می گردد . جوشهای تعمیر شده و حداقل ۱۵۰ میلیمتر از طرفین آن به روش شرح داده شده در فوق دوباره آزمایش می شود . این فرآیند تمیز کاری ، برداشتن ، تعمیر ، آزمایش و تمیزکاری آنقدر تکرار می شود که هیچ نشانه ای از نشت دیده نشود. [۷]

تمام پاسهای جوش اتصال از داخل و از بیرون مخزن کامل شده و دور تا دور به صورت چشمی بازرسی شود . [۷.]

با توافق بین خریدار و سازنده با انجام آزمایشات زیر روی کل محیط جوشها می توان از آزمایشات فوق صرفنظر نمود .[۷.]

الف – آزمایش چشمی پاس جوش شروع (داخل و بیرون) [۷.]

ب- آزمایش چشمی سطوح اتصال جوش تمام شده هم از داخل و هم از بیرون .[۷.]

ج- آزمایش تمام سطوح اتصال جوش تمام شده از هر دو طرف با ذره مغناطیسی یا مایع نافذ یا آزمایش با جعبه خلاء عمودی .[۷.]

فصل پنجم

بازرسی مخازن

مقدمه:

بازرس خریدار در همه اوقات بایستی اجازه ورود آزاد به تمام قسمتهای کارگاه که کار مربوط به قرار داد در حال انجام است ، داشته باشد . سازنده بایستی برای بازرس خریدار تسهیلات معقول را برای اطمینان از کیفیت کار فراهم سازد . [۷.]

مصالحی که با کار معیوب آسیب بیند ، مردود خواهد شد ، و به سازنده به طور کتبی تذکر داده می شود . سازنده بایستی بدون معطلی مصالح جدید تدارک بیند یا کار معیوب را اصلاح کند .[۷]

قبل از پذیرش ، کل مخزن بایستی وقتی پرشد ، آب بندی و بدون نشت باشد .[۷]

جوشهای متصل کننده ورقهای بدنه به ورقهای بدنه بایستی نفوذ کامل و ذوب کامل داشته باشند . روش بازرسی برای ارزیابی کیفیت جوشهای ورقهای بدنه ، بازرسی چشمی و رادیوگرافی است . در بازرسی چشمی بازرس خریدار از جوشهای لب به لب ممکن است ترک ، قوس زنی ناخواسته ، بریدگی های کناره ، تخلخل سطحی ، ذوب ناقص و عیوب دیگر پیدا شود. معیار پذیرش و تعمیر بازرسی چشمی جداگانه یاد آوری می شود [۷] .

جوشهای گوشه ای به روش بازرسی چشمی بازرسی شود . تمام هزینه های رادیوگرافی و تعمیر به عهده سازنده است مگر آنکه بازرس خریدار بیش از میزان مشخص شده در استاندارد رادیوگرافی بخواهد یا برای جوشهای گوشه ای بیش از یک نمونه از هر ۳۰ متر جوش را بتراشد و هیچ عیبی پیدا نکند ،در اینصورت هزینه بازرسی اضافی و کار مربوط به عهده خریدار می باشد . [۷]

۵-۱-آزمـایش خلاء

آزمایش خلاء با استفاده از جعبه آزمایش به عرض ۱۵۰ میلیمتر و طـول ۷۵۰ میلیمتـر و پنجـره شیـشه ای (یـا شفاف) در بالا به آسانی انجام می شود . ته این جعبه باز است و بالائی لاستیکی و اسفنجی نسبت به سطح مخزن آب بندی می شود . این جعبه دارای شیر و فشار سنج و اتصالات مناسب است .

حدود ۷۵۰ میلیمتر از درز جوش تحت آزمایش برس زده شده و با محلول صابون یـا روغـن بـزرگ آغـشته می شود و آزمایش می گردد . جعبه خلاء روی بخش آماده شده قرار می گیـرد و بـا اعمـال خـلاء بـه جعبـه آزمایش انجام می شود . حضور منفذ در درز جوش یا ایجاد یا فوم تولید شده با مکش هوا از طریق درزجـوش ، تشخیص داده می شود .[۷.]

خلاء روی جعبه با روش آسان نظیر وصل به ورودی موتور گازوئیلی یا دیزل یا یک بیرون کننده هوا یا پمپ خلاء ویژه اعمال می شود .[۷.]

فشار سنج بایستی خلاء (فشار منفی) حداقل ۲۱ کیلو پاسکال (۳ پوند بر اینچ مربع) را نـشان دهـد . بعنـوان راه حل دیگر به جای جعبه خلاء ، می توان از ردگیر مناسب گاز وکشف کننده سازگار برای آزمـایش تمامیـت و یکپارچگی اتصالات جوش کف استفاده نمود . دستورالعمل آزمایش با ردگیر مناسب گـاز بایـستی بـه وسـیله خریدار تایید شود . [۷.]

۵-۲-بـازرسی جوشهای کف مخـزن

پس از اتمام جوشکاری کف مخزن ، جوشها بایستی با یکی از روشهای ذیل بازرسی شوند :

الف – فشار هوا یا خلاء به درزهای جوش اعمال مـی شـود و کـف صـابون ، روغـن بـرک یـا مـاده مناسـب دیگری روی درزها مالیده می شود تا در صورت نشت تشکیل حباب دهد . [۷.]

ب- بعد از آنکه حداقل ردیف پایین بدنه به کف متصل شد ، آب تا ارتفاع ۱۵۰ میلیمتری به زیر کف پمـپ می شود . تامین آب با خریدار است . دور مخزن سد موقت برای نگهداری ارتفاع آب تدارک می گردد .[۷.]

خط آب آزمایش را می توان به طور موقت از طریق یک منهول به یک یا چنداتصال فلنجی موقت در کـف مخزن کشید . خط آب نیز می تواند در زیر اساس زیر مخـزن بـه طـور دائـم نـصب شـود . روش نـصب بایـستی

متناسب با طبیعت زیر اساس زیر مخزن باشد . برای حفظ زیر اساس در زیر مخزن باشد . برای حفظ زیر اساس در زیر مخزن بایستی دقت شود . [۷.]

۵-۳-بازرسی جوشها ی ورق تقویتی

بعد از تمام شدن ساخت ولی قبل از پر کردن مخزن با آب آزمایش ، ورقهای تقویتی بایستی با اعمال ۱۰۰ کیلوپاسکال (۱۵ پوند بر اینچ مربع) درجه هوای فشرده بین مخزن و ورق تقویتی برای هر دریچه از طریق سوراخ تهویه ، آزمایش شوند . در حالیکه این فشار اعمال می شود ، کف صابون یا روغن بزرگ یا ماده مناسب دیگر برای کشف نشتی به تمام جوشهای ضمائم دور تقویتی هم از داخل و هم از بیرون آغشته می گردد. [۷.]

۵-٤-آزمایش بدنه

بعد از اتمام جوشکاری کل مخزن ولی قبل از آنکه لوله کشی خارجی دائمی به مخزن متصل شود ، بدنه مخزن بایستی با یکی از روشهای ذیل آزمایش شود (به جز مخازنی که طبق ضمیمه F طراحی شده اند) : [۷.]

الف – در صورت در دسترس بودن آب برای آزمایش ، بایستی مخزن به شرح زیر پر از آب شود :

۱- تا حداکثر سطح طراحی شده برای مایع .[۷.]

۲- برای مخزن با سقف آب بندی شده ۵۰ میلیتر بالاتر از اتصالات جوش ورق سقف یا تسمه فشاری[1] به نبشی فوقانی[2] یا بدنه .[۷.]

۳- در صورتی که سرریزها یا سقف شناور داخلی انجام موارد ۱ و ۲ را محدود سازند ، تا هر ارتفاعی که مقدور باشد یا بین خریدار و سازنده توافق شده باشد . [۷.]

حین پر کردن مخزن با آب بایستی اتصالات جوش به طور مرتب بررسی شود . [۷.]

ب- اگر آب کافی برای پر کردن مخزن در دسترس نباشد ، بایستی به شرح زیر آزماش شود :

۱-با اسپری کردن یا مالیدن (یا قلم مو) درز جوشها از داخل مخزن با روغن دارای قدرت نفوذ بالا مثل روغن فنر یا روغن ترمز اتومبیل و نشت یابی دقیق از بیرون مخزن .[۷.]

۲- اعمال خلاء به هر طرف اتصال یا اعمال فشار هوا از داخل (شبیه آزمایش سقف) و نشت یابی دقیق . [۷.]

۳- ترکیب روشهای ارئه شده در بند ۱ و ۲.[۷.]

---

[1]. Compression Bar
[2]. Top angle

۵-۵-آزمـایش سقف

پس از تکمیل ، سقف مخزنی که به صورت بسته بنـدی و آب بنـدی شـده طراحـی شـده (بـه جـز سـقفهای طراحی شده تحت بندهای ۵۰۳۰۷۰۲ ، F0404 و F0706) با یکی از روشهای زیر آزمایش می گردد : [۷.]

الف – اعمال فشار هوا از داخل مخزن (فشار هوا نبایسیت از ورن ورقهای سقف بیشتر باشد که بخواها سقف را بلند کند) و اغشته کردن کف صابون یا ماده مناسب دیگر از بالا به درز جوشها و نشت یابی . [۷.]

ب- آزمایش خلاء برای اتصالات جوش و نشت یابی[۷]

مخازنی که به صورت بسته بندی و آب بندی شده طراحی نشده اند ، نظیر مخازنی که تهویه و سیرکولاسیون محیطی دارند یا مخازنی که تهویه آزاد یا بار دارند ، فقط بازرسی چشمی مـی شـوند . (مگـر آنکـه خریـدار بازرسی دیگری را مشخص کرده باشد .) [۷]

۵-٦-تعمیـر جوشها

تمام عیوب کشف شده بایستی به اطلاع بـازرس خریـدار برسـد و قبـل از اقـدام بـه تعمیـر ، موافقـت بـازرس خریدار اخذ شده باشد . تمام تعمیرات انجام شده بایستی به تایید بازرس خریدار برسند . معیار پذیرش بـر حـسب کاربرد در صفحات بعد ارائه شده است . نشت اتصال کف مخزن به خاطر منفذ مخـزن یـا سـقف مخـزن جـوش اضافی بر طرف کرد ولی عیوب دیگـر کـف مخـزن یـا سـقف مخـزن بایـستی طبـق دسـتورالعمل تعمیـر شـوند . درزگیری با بتونه مجاز نیست .[۷.]

تمام عیوب ، ترک یا نشت در اتصالات بدنه یا اتصال بدنه به کف بایستی طبق دستورالعمل تعمیر شود . اگـر بعد از پرکردن مخزن با آب ، عیبی کشف شود برای تعمیر بایستی سطح آب را تا ۳۰ سانتی متر زیر نقطـه تعمیـر پایین آورد .[۷.]

اگر نقطه تعمیری نزدیک به کف مخزن است ، قبـل از تعمیـر بایـستی آب مخـزن خـالی شـود . جوشـکاری نبایستی روی مخزن انجام شود مگر آنکه تمام خطوط متـصله بـه طـور کامـل کـور شـده باشـد . تعمیـرات روی مخزنی که با نفت یا فرآورده های نفتی پر شده مجـاز نیـست و بایـستی قبـل ازتعمیـر خـالی و بـدون گـاز شـود . تعمیرات مخزن دارای نفت توسط سـازنده بایـستی طبـق دسـتورالعمل تاییـد شـده خریـدار و در حـضور بـازرس خریدار انجام شود .[۷.]

۵-۷-تلـرانس ابعادی

منظور از تلرانس هائی که ارائه می شود آنستکه مخزن با ظاهر قابل قبول باشد و اجاز بدهد که سـقف شـناور بدرستی ممکن کارکند . [۷.]

با توافق بین خریدار و سازنده ممکن است از این تلرانس ها عدول شود . [۷]

۵-۷-۱-شـاقولـی بودن[۳]

حداکثر انحراف از شاقولی بودن بالای بدنه مخزن نسبت به کـف بدنـه مخـزن نبایـستی از $\frac{1}{200}$ کـل ارتفـاع مخزن تجاوز نماید . انحراف از شاقولی بودن در یک ردیف بدنه مخزن نبایستی از انحرافات مجاز مسطح بـودن [4]و موجی بودن[۵] برای ورقها که در A480 و A20 ، A6 ASTEM (بر حسب کاربرد) ارائه شده اسـت ، بیشتر باشد . معیار $\frac{1}{200}$ برای ستونها سقف ثابت هم اعمال می شود . برای مخازن بـا سـقف شـناور داخلـی ایـن معیار یا معیار ارائه شده در ضمیمه H هر کدام سخت تر وقاطع تر است اعمال می شود . [۷.]

۵-۷-۲-گـردبودن[۶]

شعاع اندازه گیری شده در ۳۰ سانتیمتری بالای جـوش گوشـه ای کـف نبایـستی از تلـرانس هـای جـدول۱-۵تجاوز کند .[۷]

---

[3]. plumbness
[4]. Flatness
[5]. Waviness
[6]. Roundness

(جدول۱-۵)تلرانس شعاع مخزن با توجه به قطر مخزن[۷]

قطر مخزن (متر)	تلرانس شعاع مخزن (میلیمتر)
کوچکتر از ۱۲	± 13
از ۱۲ تا ۴۵	± 19
از ۴۵ تا ۷۵	± 25
از ۷۵ به بالا	± 32

۵-۷-۳-انحـرافات موضعی [۷]

انحرافات موضوعی مخزن از شکل تئوری خود (برای مثال ، ناپیوستگی جوش ، قسمتهای مسطح) بایستی به مقادیر ذیل محدود شود : [۷.]

الف :Peaking

انحراف در اتصالات جوش عمومی[۸] نبایستی از ۱۳ میلیمتر تجاوز کند . انحراف اتصال جوش عمومی با استفاده از تخته شابلون[۹] افقی به طول ۹۰۰ میلیمتر که دارای انحناء بدنه مخزن (انحناء با شعاع اسمی مخزن) است ، اندازه گیری می شود .[۷.]

ب- Banding

انحراف در اتصالات جوش افقی[۱۰] نبایستی از ۱۳ میلیمتر تجاوز کند . انحراف در اتصال جوش افقی با استفاده از لبه مستقیم تخته شابلون به طول ۹۰۰ میلیمتر قائم ، اندازه گیری می شود .[۷.]

ج- قسمتهای مسطح موضعی اندازه گیری شده در سطح عمومی نبایستی از تلرانس مجاز ورق و انحراف شده در موضوع شاقولی بودن بیشتر شود .[۷.]

---

7. Local Deviations
8. Peaking
9. sweep Board
10. Banding

۵-۷-٤-فونداسیـون [11]

برای دستیابی به تلرانسهای مشخص شده در بالای ضروری است که فونداسیون دارای کیفیت و تلرانس قابـل قبولی باشد . [۷.]

با توجه به سطح افقی مرجع ، فونداسیون تلرانسهائی به شرح زیر دارد :

الف- تلرانس تراز بالای حلقه دیواری بتنی[12] تکیه گاه بدنه ± 3 میلیمتر در هر میلیمتـر در هـر ۹ متـر محـیط ± 6 میلیمتر در کل محیط حلقه می باشد .[۷.]

ب- وقتی حلقه دیواره بینی در نظر گرفته نشده باشد تراز فونداسیون زیر بدنه مخزن ± 3 میلیمتر در هر ۳ متر و ± 13 میلیمتر در کل محیط نسبت به تراز میانگین می تواند تلرانس داشته باشد . [۷.]

ج- وقتی بـرای فونداسـیون اسـلاب بتنـی (تختـال بتنـی) در نظـر گرفتـه شـده ، بـرای نـوار محیطـی بیرونـی فونداسیون به پهنای ۳۰ سانتی متر (با عرض ورق رینگ دور کـف مخـزن) همـان مقـررات حلقـه دیـواره بتنـی اعمال می شود و برای بقیه فنداسیون نسبت به شکل طراحی ترانس ± 13 میلیمتر در نظر گرفته می شود [۷.]

۵-۸-روشهای بازرسی اتصـالات [13]

۵-۸-۱-روش پرتونگاری

به این منظور وقتی اختلاف ضخامت مشخص شده یا طراحی شده ورق ها از ۳ میلی متر بیشتر نباشد ، ورق ها هم ضخامت به حساب می آیند .[۷.]

۵-۸-۲-کاربـرد

بازرسی پرتو نگاری برای جوشها لب به لـب بدنـه جوشـهای لـب بـه لـب ورق دور و جوشـهای لـب بـه لـب اتصالات نوع تخت لازم است . بازرسی به روش ورق های پرتو نگاری برای جوشهای ورق سقف یا ورق کـف یا برای جوشهای متصل کننده ورق های سقف به نبشی فوقانی ، نبشی فوقانی ورق بدنـه ، ورقهـای بدنـه بـه ورق های کف یا متعلقات مخزن لازم نیست . [۷.]

---

[11]. Foundation
[12]. Ring Wall
[13]. Method of inspecting

۵-۸-۳-تعـداد و محل فیلم ها

تعداد و محل فیلم های پرتو نگاری به شرح زیر است: (شکل۱-۵)[۷.]

۵-۸-۳-۱-اتصالات عمـودی

الف – برای اتصالات جوش لب به لب که ضخامت ورق نازکتر آن تا ۱۰ میلیمتر باشد ، یـک فـیلم از ۳ متـر اول اتصالات عمودی تمام شده هر نوع و ضخامت جوش داده شده توسط هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری بـه صورت تصادفی پرتو نگاری می شود . پس از آن بدون توجه به تعداد جوشـکاران یـا اپراتورهـای جوشـکاری ، یک فیلم تصادفی اضافی از هر ۳۰ متر (تقریبی) و بخش عمده باقیمانده اتصال عمودی همـان نـوع و ضـخامت پرتو نگاری می شود . حداقل ۲۵٪ از نقاط انتخاب شـده بایـستی در محـل برخـورد اتـصالات عمـودی و افقـی ، حداقل ۲ فیلم برای هر مخزن باشد . علاوه بر الزامات گفته شده ، یک فیلم تصادفی بایستی از هر اتصال عمودی پایین ترین ردیف گرفته شود . [۷.]

ب- برای اتصالات جوش لب به لب که ضخامت ورق نازکتر بدنه بیـشتر از ۱۰ میلیمتـر باشـد ولـی کمتـر یـا مساوی ۲۵ میلیمتر باشد بایستی مثل بند الف اقدام شود به اضافه آنکه تمام محل اتصالات افقی و عمودی در این محدوده ضخامت بایستی پرتو نگاری گردد .[۷.]

هر فیلم بایستی حداقل ۷۵ میلیمتر از جوش عمودی و ۵۰ میلیمتر از طول جوش در هر طرف تقـاطع عمـودی را بوضوح نشان دهد . در پایین ترین ردیف ، دو فیلم تصادفی بایستی از هر اتصال عمومی گرفته شـود . یکـی از فیلمها بایستی حتی المقدور نزدیک به کف باشد و دیگری تصادفی باشد . [۷.]

ج- اتصالات عمودی که در آن ورق های بدنه دارای ضخامت بیشتر از ۲۵ میلیمتر باشـد بایـستی تمامـا پرتـو نگاری گردد . تمام محل های تلاقی اتصالات عمودی و افقی در ایـن محـدوده ضـخامت بایـستی پرتـو نگـاری گردد . هر فیلم بایستی حداقل ۷۵ میلیمتر از جوش عمودی و ۵۰ میلیمتر از جوش افقی دو طرف جوش عمـودی را به وضوح نشان دهد .[۷.]

د- جوش لب به لب دور محیط دریچه آدم رو یا نازل توکار[14] بایستی تماما پرتو نگاری گردند .[۷.]

[14]. Insert

۵-۸-۳-۲-اتصالات افقی

یک فیلم تصادفی از اولین ۳ متر اتصال جوش تمام شده افقی از همان نوع و ضخامت (بر مبنای ضخامت ورق نازکتر در اتصال) بدون توجه به تعداد جوشکاران یا اپراتورهای جوشکاری گرفته می شود . پس از آن ، یک فیلم از هر ۶۰ متر (تقریبی) و بخش عمده باقیمانده از اتصال افقی همان نوع و ضخامت پرتو نگاری می گردد . این فیلم ها اضافه بر فیلم های محل تقاطع بااتصالات عمودی خواسته شده دربند (ج) فوق می باشد . [۷.]

وقتی دو یا چند مخزن رد همان محل برای همان خریدار نصب می شود ،چه همزامان ، چه به صورت سریال ، تعداد فیلم های تصادفی مورد پرتو نگاری ممکن است به جای متراژ هر مخزن بر مبنای متراژ جمعی همان نوع و ضخامت در هر گروه مخزن باشد .[۷.]

گاهی پیش می آید که دو طرف همان اتصال لب به لب را یک نفر جوشکار یا اپراتور جوشکاری جوش نمی دهد . اگر دو نفر جوشکار یا اپراتور جوشکاری هر کدام یکطرف اتصال را جوش دهند ، اجاز داده می شود که با یک فیلم کارشان را بازرسی کرد . اگر این فیلم تصادفی مردود شود ، فیلم های تصادفی دیگری بایستی گرفته شود تا نفر خاطی مشخص شود . [۷.]

تعداد فیلم مساوی بایستی از هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری متناسب با طول درز جوش داده شده او پرتو نگاری شود . [۷.]

با پیشرفت جوشکاری هر چه زودتر که عملی است بایستی پرتو نگاری انجام شود . محل های مورد پرتو نگاری را بازرس خریدار تعیین می کند .[۷.]

هر فیلم پرتو نگاری بایستی حداقل ۱۵۰ میلیمتر از طول جوش را بوضوح نشان دهد . فیلم بایستی نسبت ب جوش به صورت مرکزی قرار داده شود فیلم باید عریض باشد تا فضای کافی برای حروف و اعداد و سربی و ضخامت سنج یا نفوذسنج داشته باشد .[۷.]

وقتی ورق دور کف برای مخزن در نظر گرفته شده است ، اتصالات شعاعی بایستی به شرح زیر پرتو نگاری شوند .[۷.]

الف – برای اتصالات جوش لب به لب دوطرفه ، یک فیلم تصادفی از ۱۰ ٪ اتصالات شعاعی پرتو نگاری شوند :[۷.]

ب- برای اتصالات جوش لب به لب یکطرفه با تسمه پشت بند دائمی یا قابل برداشت ، از ۵۰ ٪ اتصالت شعاعی یک فیلم تصادفی پرتو نگاری می شود . [۷.]

در تفسیر فیلم های اتصالاتی که تسمه پشت بند دائمی دارند بایستی فوق العاده دقت شود .[۷.]

در بعضی از موارد ، پرتو نگاری اضافی که تحت زاویه گرفته شده می تواند نشانه مشکوک را مشخص نماید . حداقل طول فیلم هر اتصال شعاعی بایستی ۱۵۰ میلیمتر باشد . محل فیلم به طرف لبه بیرونی در جایی که ورق بدنه و ورق دور متصل می شوند ، ترجیح داده می شود. [۷.]

۵-۸-٤-فن پرتو نگاری

به جز آنکه در این بخش اصلاح شده است ، روش آزمایش پرتو نگاری اعمال شده بایستی مطابق با بخش ۷ ، مقاله از کد ASME باشد .[۷]

افرادی که آزمایش پرتونگاری را انجام می دهند و ارزیابی می کنند بایستی الزامات سطح II یا سطح III از ASNT A SNT- 1A را برآورده ساخته و توسط سازنده تایید صلاحیت شده و گواهی داشته باشد . افراد سطح I می توانند مورد استفاده قرار گیرند به شرطی که دستورالعمل قبولی / مردودی کتبی از طرف افراد سطح II یا سطح III داشته باشند . این دستورالعمل کتبی بایستی الزامات مربوط بخش ۷ ، مقاله ۲ از کد ASME را داشته باشد . به علاوه تمام افراد سطح I بایستی تحت نظارت مستقیم افراد سطح II یا سطح III باشند .[۷.]

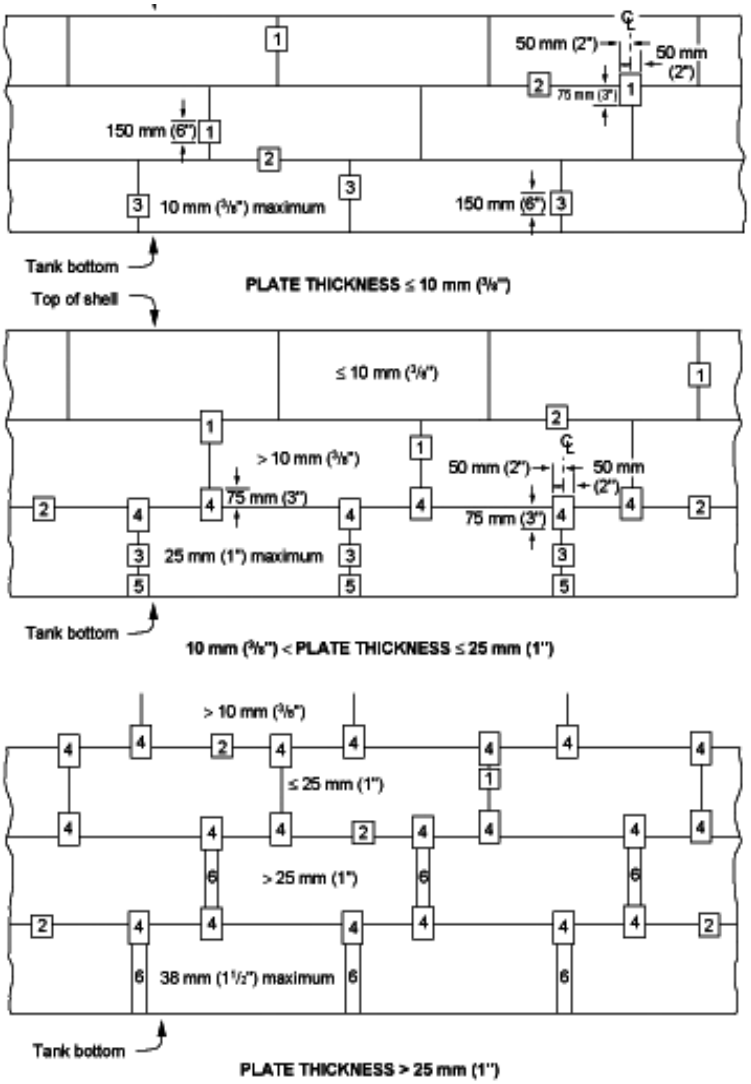
الزامات T-285 در بخش V ، مقاله ۲ ، کد ASME فقط به عنوان راهنما استفاده می شود . پذیرش نهائی فیلم ها بایستی بر مبنای دیده شدن سیم یا سوراخ مورد نظر شاخص کیفیت تصویر باشد .

۵-۸-٤-۱-ارائه فیلم :

قبل از آنکه جوشها تعمیر شوند ، فیلم ها بایستی با اطلاعات خواسته شده راجع به فن پرتو نگاری به کار گرفته شده به بازرس ارائه گردد .[۷.]

۵-۸-٤-۲-استاندار پرتو نگاری

جوشهای آزمایش شده به وسیله پرتو نگاری بایستی به وسیله پاراگراف UW – 51(b) در بخش VIII از کد ASME به عنوان قبول یا غیر قابل قبول داوری شوند . [۷.]



Notes:

1. Vertical spot radiograph in accordance with 6.1.2.2, item a: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 30 m (100 ft) thereafter, 25% of which shall be at intersections.
2. Horizontal spot radiograph in accordance with 6.1.2.3: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 60 m (200 ft) thereafter.
3. Vertical spot radiograph in each vertical seam in the lowest course (see 6.1.2.2, item b). Spot radiographs that satisfy the requirements of Note 1 for the lowest course may be used to satisfy this requirement.
4. Spot radiographs of all intersections over 10 mm ($^3/_8$ in.) (see 6.1.2.2, item b).
5. Spot radiograph of bottom of each vertical seam in lowest shell course over 10 mm ($^3/_8$ in.) (see 6.1.2.2, item b).
6. Complete radiograph of each vertical seam over 25 mm (1 in.). The complete radiograph may include the spot radiographs of the intersections if the film has a minimum width of 100 mm (4 in.) (see 6.1.2.2, item c).

(شکل ۱-۵)الزامات رادیوگرافی برای بدنه مخزن[۵.شکل ۱-۶]

۵-۸-٤-۳-تعیین محدوده های جوشکاری معیوب

وقتی بخشی از جوش به وسیله فیلم نشان داد که قابل قبول نیست، دو فیلم مجاور آن بخش پرتو نگاری می شود ، وقتی فیلم اصلی در یک طرف عیب تا لبه فیلم به اندازه ۷۵ میلیمتر جوش سالم نشان دهد ، گرفتن فیلم اضافی در آن طرف لازم نیست . اگر جوش بخشهای مجاور مردود شوند ، فیلم های اضافی دیگر بایستی گرفته شود تا اینکه محدوده جوشکاری غیر قابل قبول تعیین گردد . یا نصاب می تواند تمام جو شکاری انجام شده به وسیله آن جوشکار یا اپراتور جوشکاری در آن اتصال را تعویض نماید . اگر جوشکاری تعویض گردد ، بازرس اختیار دارد یک فیلم از موقعیت انتخابی رد هر اتصال دیگری که به وسیله همان جوشکار یا اپراتور جوشکاری انجام شده است ، بخواهد . اگر هر یک از فیلم های اضافی مردود شوند ، محدوده جوشکاری غیر قابل مطابق بخش اول تعیین گردد . [۷.]

۵-۸-٤-٤-تعمیر جوشهای معیوب

عیوب جوشها بایستی به وسیله براده برداری ، سنگ زنی یا شیار زنی از یکطرف یا از دو طرف اتصال بر حسب لزوم برطرف شده و مجدداً جوشکاری گردد . فقط بریدن اتصالات اصلاح لازم است . تمام جوشهای تعمیر شده بایستی مطابق دستورالعمل اصلی بازرسی به وسیله یکی از روشها آزمایش گردد . [۷.]

۵-۸-٤-۵-ثبت پرتو نگاری

سازنده بایستی نقشه پرتو نگاری انجام شده را با درج شماره شناسائی و محل پرتو نگاری ارائه دهد . بعد از تکمیل سازه ، فیلم ها متعلق به خریدار است مگر آنکه بین خریدار و سازنده جور دیگری توافق شده باشند . [۷.]

۵-۸-۵-آزمایش ذره مغناطیسی

وقتی آزمایش ذره مغناطیسی مشخص شده باشد ، روش آزمایش بایستی مطابق بخش V ، مقاله ۷ از کد ASME باشد . [۷.]

آزمایش ذره مغناطیسی بایستی مطابق دستورالعمل نوشته شده ای باشد که مطابق بودن الزامات مربوطه با بخش ۷ کد ASEM توسط سازنده گواهی شود .[۷.]

سازنده بایستی تعیین کند که آزمایشگر ذره مغناطیسی الزامات ذیل را برآورده می نماید :

الف – حروف نوع ۲ نمودار دید سنجی را از فاصله ۳۰ سانتیمتری خوب می بیند و قادر به تشخیص و فرق گذاری بین کنتراست رنگهای به کار رفته می باشد . آزمایشگر بایستی سالیانه معاینه پزشکی را انجام دهد . [۷.]

ب- دارای شایستگی در روش آزمایش ذره مغناطیسی ، من جمله اجرای آزمایش و تفسیر و ارزیابی نتایج باشد ، گر چه وقتی روش آزمایش مشتمل بر بیش از یک عمل است ، آزمایشگر فقط به تایید صلاحیت برای یک یا چند عمل نیاز دارد .[۷]

استاندارد پذیرش بایستی مطابق با بخش V III ، ضمیمه ۶ ، پاراگرافهای 3-6 4-6و 5-6 از کد ASME باشد.[۷]

۵-۸-٦-آزمایش التراسونیک

وقتی آزمایش التراسونیک مشخص شود ، روش آزمایش بایستی مطابق بخش ۷ ، مقاله۵ از کد ASME باشد .[۷]

آزمایش التراسونیک بایستی طبق دستورالعمل نوشته شده باشد و انطباق الزامات قابل کاربرد با بخش ۷ از کد ASME توسط سازنده گواهی شود .[۷]

آزمایشگر که آزمایشات التراسونیک را انجام می دهد بایستی تایید صلاحیت شده و برآورده شدن الزامات گواهینامه سطح IIیا سطح III از ASNT SNT– TC– 1A توسط سازنده گواهی شود .

از افراد سطح I می توان استفاده نمود به شرطی که معیار قبولی / مردودی نوشته شده به وسیله افراد سطح II یا سطح III برای آنها تهیه شده باشد . به علاوه ، تمام افراد سطح ا بایستی تحت نظارت مستقیم افراد سطح II یا سطح III کار کنند . [۷]

استاندارد پذیرش بایستی بین خریدار و سازنده توافق شود.[۷]

۵-۸-۷-آزمایش با مایع نافذ

وقتی آزمایش با مایع نافذ مشخص شود، روش آزمایش بایستی مطابق بخش **V**، مقاله کدASME باشد. [۷]

آزمایش با مایع نافذ بایستی طبق دستور العمل نوشته شده انجام شود . دستورالعمل با مایع نافذ از نظر انطباق با الزامات بخش **V** از کد ASME بایستی توسط سازنده گواهی شود . [۷]

سازنده بایستی تعیین و گواهی کند که آزمایشگر با مایع نافذ الزامات ذیل را برآورده سازد :

الف – حروف نوع II نمودار دید سنجی را از فاصله ۳۰ سانتیمتری خوب می بیند و قادر به تشخیص و فرق گذاری بین کنتراست رنگهای بکار رفته می باشد . آزمایشگر بایستی از عهده معاینه چشم پزشکی سالیانه برآمده باشد [۷.].

ب- شایسته در فن روش آزمایش با مایع نافذ که برای آن گواهی شده است منجمله اجرای آزمایش و تفسیر و ارزیابی نتایج می باشد ، گرچه، وقتی روش آزمایش مشتمل بر بیش از یک عمل است ، آزمایشگر می تواند در یک یا چند عمل گواهی داشته باشد .

استاندارد پذیرش و بر طرف کردن عیوب و تعمیر بایستی مطابق با بخش **VIII** ، ضمیمه **۸** ، پاراگراف های 8-3 ،8-4 از کد ASME باشد . [۷.]

۵-۸-۸-بازرسی چشمی

جوشی که با بازرسی چشمی موارد ذیل را نشان می دهد ، بایستی قابل قبول باشد :[۷.]

الف- ترکه چاله جوش ، ترکهای سطحی دیگر یا لکه های قوس در اتصال جوش یا مجاور اتصال جوش نداشته باشد .[۷.]

ب- بریدگی کناره محدوده های داده شده برای اتصال جوش لب به لب عمودی و افقی بیشتر نباشد . برای جوشهائی که نازل، دریچه آدم رو ، دریچه تمیز کاری و ضمائم دائمی را متصل می نماید ، بریدگی کناره نبایستی از ۰/۴ میلیمتر بیشتر باشد .[۷.]

ج- تواتر تخلخل سطحی در جوش نبایستی از یک خوشه (یک یا چند منفذ) در هر ۱۰ سانتیمتر طول بیشتر باشد و قطر هر خوشه نبایستی از ۲/۵ میلیمتر بیشتر باشد .[۷.

جوشی که معیار داده شده در بازرسی چشمی بر آورده ننماید، بایستی قبل از آزمایش هیدرواستاتیک بشرح ذیل اصلاح شود:[۷.]

الف- عیب بایستی بوسیله فرایند مکانیکی یا شیارزنی حرارتی برطرف گردد . لکه های قوس کشف شده در اتصالات جوش یا مجاور اتصالات جوش بایستی بوسیله سنگ زنی و جوشکاری مجدد تعمیر گردد . لکه های قوس تعمیر شده بوسیله جوشکاری همسطح ورق سنگ زده شود.[۷.]

ب- اگر ضخامت بدست آمده کمتر از حداقل لازم برای شرایط طراحی یا آزمایش هیدرواستاتیک باشد، جوشکاری مجدد ضروری است . تمام عیوب نواحی ضخیم تر از حداقل ضخامت بایستی با شیب ۴ به ۱ شکل داده شود .[۷]

ج- جوش تعمیری بایستی با آزمایش چشمی عیب یابی گردد .[۷]

۵-۹-دستورالعمل آزمایش هیدرواستاتیک مخزن ذخیره

در خاتمه عملیات نصب و جوشکاری ورق های کف، دور، بدنه، سقف بدنبال تمام بازرسی های فنی لازم و پذیرش نتایج بازرسی ها و آزمایشهای غیر مخرب ، مخزن بایستی با آب پر شده و طبق این دستورالعمل تحت آزمایش هیدرواستاتیک قرار گیرد .[۷]

دامنه کاربرد

این دستورالعمل بمنظور آزمایش هیدرواستاتیک مخزنx متر مکعبی تهیه شده، و چگونگی پر کردن مخزن آب، نحوه کنترل و ثبت نشت یا نشت تعمیر احتمالی را در بر می گیرد. [۷]

۵-۹-۱-پر کردن مخزن با آب

۱- سیال آزمایش برای مخزن آب است که بایستی یکی یا هر دوشرط زیر را داشته باشد:

الف)آب آشامیدنی (در صورتی که طراح لازم بداند با مقدار متناسبی مایع مانع خوردگی).

ب)آب غیر آشامیدنی بهمراه مقدار متناسبی از مایع مانع خوردگی (CORROSION INHIBITOR) .[۷].

۲- برای این مخزن سقف ثابت، بایستی ارتفاع آب ۵۰ میلیمتر بالاتر از ساق بالای نبشی فوقانی (یا ناودانی فوقانی) باشد .[۷]

۵-۹-۲-نرخ پر کردن

۱- پیمانکار بایستی داخل مخزن را قبل از آزمایش تمیز کند .[۷]

۲- نرخ پر کردن مخزن از آب برای آزمایش هیدرو استاتیک نبایستی از سه فوت (۹۰ سانتی متر) ارتفاع مخزن در ساعت تجاوز نماید . [۷]

۳- موقع پر کردن و خالی کردن بایستی دریچه باز باشد تا در اثر فشار یا مکش ایجاد شده در اثر پر کردن یا خالی کردن به سقف مخزن آسیب نرسد . [۷]

۴- هر محل نشتی پیدا شده بایستی با آماده سازی و جوشکاری مجدد تعمیر شود . برای تعمیر یا جوشکاری لازم سطح آب داخل مخزن ۳۰۰ میلیمتر پائین تر از محل نشتی تقلیل داده شود .

۵-۹-۳-اندازه گیری نشست

۱- اندازه گیری رقوم دوازده با فواصل مساوی دور مخزن انجام و در جدول مربوطه ثبت گردد .

۲- اندازه گیری ها بایستی بلافاصله قبل از آب گیری ، وقتی مخزن تا یک سوم ارتفاع ، تا دو سوم ارتفاع ، تا دو سوم ارتفاع و کاملاً پر از آب شده باشد ، انجام شود . [۷.]

۳- مخزن حداقل بمدت چهار هفته بصورت پر باقی بماند و در طول این مدت هر هفته یکبار قرائت رقوم نقاط تعیین شده تکرار شود . (مدت نگهداری مخزن در حالت پر از آب ، فقط با نظر طراح یا مندرجات نقشه می تواند تغییر نماید).[۷.]

۵-۹-٤-شاقولی

تلرانس شاقولی مخزن نبایستی از یک دویستم ارتفاع کل مخزن تجاوز نماید . [۷.]

۵-۹-۵-تعمیرات

۱- بایستی سابقه مکتوبی از نوع، تعمیر ، موقعیت هر تعمیر ، نشان گذاری در محل تعمیر و نشانگذاری روی نقشه چیدمان ورق تهیه و نگهداری شود . [۷.]

۲- جوشهای تعمیر شده بایستی با همان روش جوش اصلی، بازرسی شود .[۷.]

۵-۹-٦-فرمها

دو نمونه فرم در نظر گرفته شده برای آزمایش هیدرواستاتیک مخزن بایستی تکمیل وبه امضاء نمایندگان پیمانکار ، بازسی فنی . کارفرما برسد .[۷.]

۵-۱۰-دستورالعمل آزمایش وکنترل کیفیت مخزن

این دستورالعمل برای آزمایش و کنترل کیفیت عملیات اجرائی نصب و جوشکاری منبع x متر مکبعی ذخیره تهیه شده است . [۷.]

بمنظور دستیابی به اهداف طراحی ، لازم است نحوه اجرا ، ابعاد ، مختصات ،جهت، زاویه ، استوانه ای ، میزان انحرافات شعاعی و ارتفاعی بدنه، شاقولی بودن بدنه، بادکردگی کف و غیره در تمام مراحل قبل ، حین و بعد از نصب منبع مورد آزمایش و کنترل قرار گیرد . [۷.]

۵-۱۰-۱مشخصات روش جوشکاری

دستورالعمل جوشکاری یا مشخصات روش جوشکاری بمنظور تعیین فرایند جوشکاری ، هندسه اتصال، فلز مبنا، فلز پر کننده ، پیش گرم کردن ، فن جوشکاری ، نوع برق و اتصال قطبی، شدت جریان، ولتاژ و دیگر خصوصیات جوشکاری بایستی قبلاً تهیه و با جوشکاری و آزمایش نمونه از مناسب بودن آن اطمینان حاصل شود . [۷.]

۵-۱۰-۲-آزمایش تعیین صلاحیت جوشکار

جوشکارانی که قرار است برای نصب منبع بکار گرفته شوند بایستی قبل از شروع به جوشکاری ، از عهده آزمایشهای لازم جوشکاری برآیند . [۷.]

جوشکارانی که درزهای افقی عمودی بدنه را جوش میدهند بایستی در آزمایش جوش افقی (2G) و عمودی (3G) قبول شده باشند. هر جوشکار که درآزمایش ، جوش شیاری افقی و عمودی قبول شود مجاز است تمام جوشکاری های لب بلب و گلوئی مربوط به منبع را جوش دهد.[۷.]

۵-۱۰-۳-کنترل فونداسیون

فونداسیون بتنی منبع بایستی از نظر ابعادی ، تراز، صافیسطح و تعداد و اندازه آنکربولت ها کنترل شود(فرم شماره یک) .[۷.]

۵-۱۰-٤-شیب بندی و تراکم ماسه قیری یا آسفالت

ماسه قیری یا آسفالت زیر منبع بایستی از نظر شیب بندی و تراکم بررسی گردد(فرم شماره یک).[۷.]

۵-۱۰-۵-ورق کف

علاوه بر نظارت بر نصب و رعایت اندازه ها، ترتیب و کیفیت جوشکاری، پس از اتمام عملیات نصب و جوشکاری ، کلیه درز جوشهای ورق کف بایستی تحت آزمایش خلاء قرار گیرد . فشار آزمایش حداقل ۳ پوند بر اینچ مربع (خلاء) در نظر گرفته می شود . [۷.]

آزمایش خلاء بایستی با جعبه مخصوص خلاء طبق استاندارد انجام شود . [۷.]

۵-۱۰-٦-ورق دور کف

جوشکاری لب بلب ورق های دور کف حائز اهمیت است . علاوه بر بازری چشمی اندازه تسمه پشت بند، میزان رویهم قرارگرفتگی ، خاجوش تسمه به ورق ، فاصله دو لبه ریشه، طول ۱۰۰ میلیمتری بطرف دایره بیرونی فونداسیون پرتو نگاری می شود . [۷.]

بنابراین به ازاء هر درزجوش لب بلب ورق های دور کف لازم است یک فیلم پرتو نگاری شود .[۷.]

۵-۱۰-۷-ورق بدنه

دو جنبه مهم بازرسی برای ورق های هر ردیف از بدنه، گرد بودن (Roundness) و شاقولی بودن (Plumbness) آن است .[۷.]

علاوه بر آنها انحراف، شعاعی بدنه (Peaking) در محل درز جوشهای عمودی و انحراف مولد بدنه (Banding) در محل درز جوشهای افقی از اهمیت ویژه ای برای بازرسی برخوردار است .

پرتو نگاری درز جوشهای عمودی و افقی (خصوصاً محل برخوردار درز جوش عمودی و درز جوش افقی = T-Joint) نیز بایستی مطابق توصیه های این دستورالعمل انجام شود .[۷.]

۵-۱۰-۸-ورق تقویتی دور دریچه

جوش ورق تقویتی دور دریچه ها بایستی تحت آزمایش هوای فشرده قرار گیرد . حداقل میزان فشار بر اینچ مربع (3 PSIG) لازم است . [۷.]

این آزمایش ، آزمایش کف صابون هم گفته می شود، به همین منظور در ورق تقویتی دور دریچه ها بایستی قبل از جوشکاری ، سوراخ بقطر ۶ میلیمتر تعبیه شده باشد . [۷.]

۵-۱۰-۹-قاب سقف

چگونگی نصب و جوشکاری قاب سقف مطابق نقشه بایستی تحت بازرسی چشمی قرار گیرد . [۷.]

۵-۱۰-۱۰-ورق های سقف

جوشکاری ورق های سقف بایستی به یکی از دو طریق هوای فشرده یا خلاء بازرسی شود .

بازرسی با هوای فشرده با فشار ۵ میلی بار و آزمایش خلاء با خلاء حداقل ۳ پوند بر اینچ (3 PSIG) انجام می شود . [۷.]

۵-۱۰-۱۱-موارد متفرقه

محل جدا شده جوش قطعات موقت به بدنه و هر جای دیگر که مشکوک به ترک سطحی یا ترک منتهی به سطح باشد بایستی به روش مایع نافذ یا به روش ذرات مغناطیسی بازرسی شود . [۷.]

۵-۱۰-۱۲-بازرسی چشمی جوش

کلیه عملیات نصب و جوشکاری کف، بدنه، سقف، متعلقات و ملحقات بایستی بطور صد در صد بازرسی چشمی شود . [۷.]

نتیجه بازرسی چشمی جوش بایستی در فرم شماره ۳ ثبت گردد . [۷.]

۵-۱۰-۱۳-اتصال بدنه به کف

جوش دور تا دور اتصال ورقهای بدنه به ورقهای دور کف بایستی تحت آزمایش نفوذ نفت یا آزمایش مایع نافذ قرار گیرد . [۷.]

۵-۱۰-۱٤-پرتونگاری جوشهای افقی و عمودی بدنه

درز جوشهای افقی و عمودی بدنه با توجه به ضخامت ورق، قطر مخزن، تعداد ورقهای هر ردیف ، تعداد جوشکاران و استاندارد API-650 در نمودار پرتونگاری نشان داده شده است . [۷.]

۵-۱۰-۱۵-چاله تخلیه (نازل تخلیه)

تقویتی های دور اتصال ورق کف به چاله تخلیه یا نازل تخلیه با هوای فشرده آزمایش می شوند . اتصال این چاله یا نازل رامی توان به روش آزمایش با مایع نافذ آزمایش نمود . [۷.]

۵-۱۰-۱۶-تعمیر جوشها

جوشهائی که با یکی از روشهای بازرسی ، معیوب تشخیص داده می شوند بایستی بـا اسـتفاده از دسـتورالعمل مناسب و تایید شده ای رفع عیب شده و دوباره جوش داده شوند و با همان روش جـوش اصـلی مجـدداً بازرسـی شوند . [۷.]

۵-۱۰-۱۷-آزمایش هیدرواستاتیک

در پایان عملیات جوشکاری و پس از قبولی نتایج بازرسی ها، مخزن بایـستی بطـور تـدریجی و مرحلـه ای از آب پر شده و طبق دستورالعمل تایید شده ای تحت آزمایش هیدرواستاتیک قرار گیرد . [۷.]

فصل ششم:

تائید صلاحیت
دستورالعمل جوشکاری

مقدمه:

دستورالعمل جوشکاری (WPS) و تأیید صلاحیت آن (PQR) طبق الزامات بخش IX از کد ASME تهیه می شود . [۷.]

نصاب و سازنده مخزن (اگر متفاوت باشند)، بایستی مشخصات روش جوشکاری (WPS) تهیه نموده و طبق آن نمونه جوش داده و آزمایشات لازم را انجام دهند و اسناد مثبته تایید مشخصات روش جوشکاری (PQR) را مطابق بخش IX از کد ASME فراهم نماید . اگر زاینده قسمتی از سازمانی است که بر حسب رضایت خریدار، عملیات کنترلی موثری برای تایید صلاحیت روشهای جوشکاری و جوشکار برای دو یا چند کار با نام های مختلف انجام داده است ، در آنصورت PQR جداگانه ای لازم نیست، بشرطی که الزامات دیگر بخش IX از کد ASME برآورده شود . [۷.]

دستورالعمل های جوشکاری مورد استفاده بایستی جوش با خواص مکانیکی لازم طرح را تولید کند . [۷.]

مشخصات موادی که در لیست بخش II استاندارد API 650 وجود دارد ولی در بخش IX کدASME پیدا نمی شود بایستی جزو فلز مبنای با P-NO.1 محسوب شود . شماره گروه آنها مطابق حداقل مقاومت کششی مشخص شده بشرح زیر تعیین می گردد . [۷.]

الف- مقاومت کششی مشخص شده کمتر یا مساوی ۴۱۵ مگا پاسگال (۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع) – گروه ۱ ، [۷.]

ب- بیشتر از ۴۱۵ مگا پاسگال (۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع) ولی کمتر یا مساوی با ۵۱۵ مگا پاسگال (۷۵۰۰۰پوند بر اینچ مربع) – گروه ۲،[۷.]

ج- بیشتر از ۵۱۵ مگا پاسگال (۷۵۰۰۰ پوندبر اینچ مربع) – گروه ۳ .[۷.]

برای فلز مبنا از جنس ASTM A841 بایستی PQR و WQT جداگانه تهیه شود . [۷.]

متغیر های جوشکاری (منجمله متغیرهای اساسی تکمیلی وقتی آزمایشات ضربه لازم است که در QW-250 از بخش IX کد ASME تعریف شده است برای WPS و PQR بایستی مورد توجه قرار گیرند . بعلاوه اگر آزمایش ضربه برای منطقه تاثیر حرارت لازم است، شرایط عملیات حرارتی فلز مبنا بعنوان متغیر اساسی تکمیلی محسوب می گردد .[۷.]

اگر روکش محافظ روی لبه های آماده سازی اعمال شده است ، روکش محافظ نیز در WPS جزو متغیرهای اساسی بحساب می آید .[۷.]

٦-١-تائید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری و جوشکار

٦-١-١-آزمایش ضربه

آزمایش ضربه برای PQR بایستی مطابق با مقررات قابل کاربرد 2.2.8 از API 650 مطابقت داشته باشد و بایستی در درجه حرارت طراحی یا زیر آن انجام شود . [۷.]

وقتی آزمایش ضربه فلز مبنا طبق 2.2.3 یا ۲,۲,۹. از استاندارد API 650 لازم باشد. آزمایش ضربه منطقه تاثیر حرارت را برای همه دستورالعمل های جوش خودکار یا نیمه خودکار لازم است .[۷.]

برای همه موارد مورد استفاده در درجه حرارت طراحی زیر ۱۰ درجه سانتیگراد تایید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری برای اتصالات عمودی بایستی شامل آزمایش ضربه فلز مبنا باشد . [۷.]

اگر اتصالات عمودی قرار است با فرایند خودکار یا نیمه خودکار انجام شود ، در آن صورت آزمایش ضربه منطقه تاثیر حرارت نیز بایستی انجام شود . [۷.]

وقتی درجه حرارت طراحی برای فلز مبنا کمتر از منهای ۷ درجه سانتیگراد باشد، آزمایش ضربه برای تمام فلزات لیست شده در 2.2.9.1 و ضمائم آن ضروری است .[۷.]

آزمایشات ضربه بایستی حداقل مقادیر ذیل را نشان دهد :

الف - برای فلز مبنای P1 ، گروه I- ۲۰ ژول (میانگین سه نمونه)،

ب - برای فلز مبنای P1، گروه II-۲۷ ژول (میانگین سه نمونه)،

ج - برای فلز مبنای P1 ، گروه III-۳۴ ژول (میانگین سه نمونه)،

برای ورق های ضخیم تر از ۴۰ میلیمتر با اندازه ۷ ژول بیشتر باشند .

نمونه های ضربه فلز جوش بایستی در عرض جوش با یک لبه رویه موازی و تا ۱/۵ میلیمتری سطح فلز تهیه شود . شیار بایستی عمود بر سطح اصلی فلز باشد و فلز جوش کلاً در بین منطقه شکست قرار گیرد . [۷.]

نمونه های ضربه منطقه تاثیر حرارت بایستی در عرض جوش و تا جائی که مقدور است نزدیک به سطح فلز تهیه شود . هر نمونه بایستی حک کاری[1] شود تا محل منطقه تاثیر حرارت مشخص گردد و شیار بایستی تقریباً عمود بر سطح ماده اصلی باشد و حتی المقدور منطقه تاثیر حرارت در منطقه شکست قرار گیرد . [۷.]

جوش تولیدی بایستی با دستورالعمل تایید صلاحیت شده مطابقت داشته باشد ولی تهیه ورق های آزمایش تولیدی لازم نیست . [۷.]

۶-۱-۲-آزمون جوشکار

نصاب و سازنده مخزن (اگر متفاوت باشند) بایستی بمنظور ارزیابی توانایی اجرای جوش قابل قبول از تمام جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری در نظر گرفته شده برای جوش دستی ، نیمه خودکار و خودکار آزمون بعمل آورند . آزمایشات انجام شده برای انجام کار برای یک سازنده ، جوشکار یا اپراتور جوشکاری را جهت انجام کار برای سازنده دیگر مجاز نمی داند . جوشکاران و اپراتور های جوشکاری که قسمتهای تحت فشار را جوش می دهند و قسمتهای غیر فشاری نظیر تمام گیره ها و گوشواره های موقتی و دائم را متصل می سازند، بایستی مطابق بخش IX از کد ASME از عهده آزمون تایید صلاحیت برآیند . سوابق آزمونهای تایید صلاحیت جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری بایستی حاوی موارد زیر باشد :[۷.]

الف – هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری بایستی دارای یک شماره، حرف یا علامت شناسائی از طرف نصاب یا سازنده باشد .[۷.]

ب- سازنده یا نصاب بایستی سابقه ای از جوشکاران و پراتورهای جوشکاری داسته باشد که تاریخ و نتایج آزمون های هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری و علامت شناسائی اختصاص داده شود و به او در آن درج شده باشد . این سابقه بایستی به گواهی سازنده یا نصاب برسد و در دسترس بازرس باشد . [۷.]

٦-۱-۳-شناسائی اتصالات جوش

علامت شناسائی جوشکار یا اپراتور جوشکاری بایستی به فاصله های حداکثر یک متر در طول جوشهای تمام شده در کنار جوش به صورت دستی یا ماشینی استامپ زده یا درج شده باشد.به جای استامپ زدن سابقه ای تهیه می شود که جوشکار و اپراتور جوشکاری سهیم در هر اتصال را نشان دهد . این سوابق باید در دسترس بازرس باشد . جوشهای ورق سقف و جوشهای فلنج به گردنه نازل نیازی به شناسائی جوشکار ندارد . [۷.]

---

[1]. Etch

٦-٢-نشان گذاری[2] وپلاک شناسائی [3]

مخزن ساخته شده طبق استاندارد بایستی پلاک شناسائی داشته باشد . پلاک شناسائی با کمک اعداد و حروف با ارتفاع حداقل ۴ میلیمتری بایستی اطلاعات ذیل را نشان دهد : [۷.]

الف- استاندارد API 650 ،

ب- ضمیمه مورد استفاده از استاندارد API 650 ، [۷.]

ج- سال تکمیل مخزن، [۷.]

د- تاریخ ویرایش و شماره تجدید نظر استاندارد API 650 ، [۷.]

ه- قطر اسمی و ارتفاع اسمی بر حسب متر،[۷]

و- ظرفیت اسمی بر حسب متر مکعب ،[۷.]

ز- سطح مایع طبق طرح ، بر حسب متر،[۷.]

ح- وزن مخصوص مایع طبق طرح ،[۷.]

ط- فشار طراحی ، که بایستی اتمسفریک باشد یا ضمیمه F اعمال شود،[۷.]

ی- حداکثر درجه حرارت کاری بر حسب درجه سانتیگراد ، که نبایستی از ۹۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند مگر آنکه ضمیمه M اعمال گردد،[۷.]

ک- نام سازنده اگر غیر از نصاب است شماره سریال سازنده یا شماره قرارداد بایستی مربوط به نصاب باشد ، [۷.]

ل- مشخصات فلز مبنای هر ردیف بدنه ،[۷.]

م- هرگاه قسمتی تنش زدائی شد "SR" مشخص شود،[۷.]

ن-شماره مخزن خریدار،[۷.]

پلاک شناسائی بایستی مجاور دریچه آدم رو یا مجاور ورق تقویتی دریچه آدم رو بلافصله بالای دریچه آدم رو نصب شود . اگر پلاک شناسائی مستقیماً روی ورق بدنه یا ورق تقویتی گذاشته شد بایستی جوش پیوسته یا لحیم سخت دور تا دور پلاک شناسائی داشته باشد . پلاک شناسائی که به ورق کمکی پرچ شده یا بطور دائمی

---

[2]. MARKING
[3]. NAMEPLATE

متصل شده بایستی ورق کمکی به ورق بدنه مخزن یا ورق تقویتی بطور پیوسته جوش داده شود . پلاک شناسائی بایستی از فلز مقاوم به خوردگی باشد . [۷.]

وقتی مخزنی توسط یک سازمان ساخته و نصب شد ، نام سازمان بعنوان سازنده و نصاب بایستی در پلاک شناسائی درج شود .[۷.]

٦-٣-تقسیم مسئولیت

اگر جور دیگری توافق نشده باشد ، وقتی مخزنی توسط سازنده ای ساخته شد و توسط نصاب دیگری نصب شد ، نصاب مسئولیت نخست را خواهد داشت .[۷.]

نصاب بایستی اطمینان پیدا کند موادی که در ساخت اجزا و در نصب بکار برده شده اند، مطابق الزامات مقرره هست .[۷.]

٦-٤-صدور گواهی

سازنده بایستی برای خریدار گواهی کند (مطابق نمونه نامه نشان داده شده)که مخزن مطابق با الزامات مقرره استاندارد احداث شده است . برگ اطلاعاتی مطابق ساخت طبق ضمیمه L بایستی به گواهینامه پیوست گردد . [۷.]