



ساخت مخازن سقف شناور



ساخت مخازن سقف شناور

تدوین و گردآوری :

محسن سلطانی کارشناس ارشد مکانیک

حسین زینلی کارشناس عمران

با صنعتی شدن جوامع امروزی و گسترش روز افزون مصرف انرژی در جهان نیاز به مصرف سوخت‌های فسیلی، که اصلی ترین منابع انرژی در جهان می باشند، روز به روز افزایش می یابد. همچنین تولید مصنوعات نفتی و در نتیجه مصرف نفت در حال گسترش می باشد.

با توجه به موارد ذکر شده و نیز گسترش حمل و نقل و به تبع آن افزایش مصرف سوخت، ذخیره سازی جهت برقراری تعادل در تولید و عرضه مواد نفتی، امری ضروری می باشد. جهت ذخیره سازی مواد نفتی مانند گازوییل، نفت سفید و بنزین، با توجه به خصوصیات ماده ذخیره شونده از مخازن سقف ثابت و مخازن سقف شناور استفاده می گردد. پروسه طراحی مخازن با توجه به استانداردهای موجود انجام گرفته و نقشه های اجرائی و دستورالعمل ها تهیه می گردد. پس از نهایی شدن طراحی و تایید نقشه ها ساخت مخازن آغاز می گردد.

در این کتاب مراحل ساخت مخازن سقف شناور که اغلب جهت ذخیره سازی بنزین استفاده می شوند، مرحله به مرحله ارائه گردیده است و تصاویر مرتبط با موضوعات ساخت نیز در متن گنجانده شده است. در واقع این کتاب مرجع ساده ایست جهت آشنایی با یکی از روشهای مراحل ساخت مخازن سقف شناور. همچنین موارد ارائه شده تنها روش ساخت مورد استفاده نمی باشد و ممکن است هنگام ساخت مخازن در ترتیب مراحل انجام کار، تغییراتی جزئی صورت پذیرد. در پایان امید آن است که مطالب بیان شده در کتاب جهت استفاده عزیزان مفید بوده و موثر واقع گردد.

فهرست مطالب

صفحه

۱	بخش اول : سیویل (Civil)
۳	۱_ عملیات خاکبرداری و خاکریزی سایت
۴	۲- عملیات خاکبرداری و خاکریزی زیر مخزن
۷	۳_ عملیات حفر کانال رینگ بتنی
۹	۴_ آرماتور بندی رینگ وال
۱۱	۵_ بتن ریزی رینگ وال
۱۳	۶_ اجرای شن ریزی زیر مخزن به منظور زهکشی
۱۴	۷_ اجرای آسفالت زیر مخزن
۱۶	۸_ اجرای باند واله‌های خاکی اطراف سایت
۱۷	۹_ اجرای خیابانهای اطراف سایت
۱۹	۱۰_ اجرای پیاده روهای داخل سایت
۱۹	۱۱_ اجرای دیوارهای حائل اطراف سایت
۲۱	۱۲_ اجرای سیستم روشنایی خیابانهای اطراف سایت
۲۲	۱۳_ اجرای پله های سایت
۲۴	۱۴_ اجرای سیستم حفاظت کاتدیک مخازن
۲۶	۱۵_ اجرای سیستم ارتینگ مخازن
۲۸	۱۶_ اجرای پلهای خیابانهای سایت مخازن
۳۱	۱۷_ اجرای ساپورت‌های بتنی زیر لوله فرآورده

فهرست مطالب

صفحه

۳۲	بخش دوم: مکانیکال (Mechanical)
۳۲	۱- ورقهای Annular
۳۴	۲- ورقهای Bottom plate
۳۷	۳- نصب میز موقت
۳۸	۴- گونیا کردن ورقهای Shell
۳۹	۵- نورد ورقهای Shell
۴۰	۶- تست وکیوم
۴۱	۷- Lower Deck
۴۲	۸- جوشکاری Lower Deck
۴۳	۹- عملیات مونتاژ Rim ، Truss و Compartment
۴۴	۱۰- مونتاژ کورس اول
۴۵	۱۱- Erection Tools
۴۷	۱۲- مونتاژ کورس دوم
۵۱	۱۳- مونتاژ کورس سوم و کورسهای بالاتر
۵۳	۱۴- مهار بند Shell
۵۴	۱۵- تست PT
۵۵	۱۶- تست رادیوگرافی
۵۶	۱۷- تست گازوییل
۵۷	۱۸- تست کنترل گردی (Roundness)

۵۸	۱۹- تست کنترل شاقولی (Plumbness)
۵۹	۲۰- کنترل Peaking
۶۱	۲۱- کنترل Banding
۶۱	۲۲- بازرسی چشمی (VT)
۶۱	۲۳- سقف شناور
۶۲	۲۴- ساپورت‌های نگهدارنده سقف شناور
۶۴	۲۵- Pontoon manhole
۶۵	۲۶- Roof manhole
۶۵	۲۷- Roof drain
۶۷	۲۸- Rimvent
۶۸	۲۹- Emergency roof drain
۶۹	۳۰- Seal
۷۰	۳۱- Draw of sump
۷۱	۳۲- Topangle
۷۲	۳۳- Windgirder
۷۳	۳۴- Dip& Guide pole
۷۴	۳۵- Top platform
۷۶	۳۶- Rolling ladder
۷۷	۳۷- Inlet & Outlet Nozzle
۷۸	۳۸- Hydrostatic Test
۸۰	۳۹- SandBlast & Painting

۸۴	۴۰_ اجرای خط لوله های هیدرانت
۹۰	۴۱_ اجرای لوله های سوخت یا فرآورده مخازن
۹۲	۴۲_ شن ریزی کف محوطه مخازن
۹۳	۴۳_ ایمنی

جهت طراحی و اجرای این پروژه از اطلاعات آزمایشگاه مکانیک خاک بوسیله سونداژ و گمانه های اولیه به منظور شناخت جنس و ضخامت طبقات لایه های زیرین خاک محل اجرای مخازن قبل از شروع طراحی پروژه استفاده می شود.



شکل ۱- عملیات گمانه زنی اولیه

پس از نقشه برداری اولیه سایت که شامل تهیه نقشه های توپوگرافی و توپوپلان با مقیاس ۱/۵۰۰ می باشد و به منظور تهیه نقشه های اجرائی پروژه استفاده می گردد، عملیات اجرایی آغاز می گردد.



شکل ۲_ نقشه برداری اولیه سایت



شکل ۳_ مصالح حاصل از گمانه زنی

۱_ عملیات خاکبرداری و خاکریزی سایت:

به منظور دستیابی به یک سایت صاف، مسطح و عاری از هرگونه خاکهای سست و باطله، خاکبرداری اولیه انجام گرفته و مصالح حاصله به بیرون حمل می گردد.



شکل ۴- عملیات خاکبرداری سایت

در این راستا با توجه به زمین طبیعی اولیه و کدهای موجود در نقشه ها و به دلیل گود بودن بخشهایی از زمین طبیعی، عملیات خاکریزی به صورت لایه به لایه و کوبش تا رسیدن به کد مورد نظر ادامه می یابد .

پس از مرحله خاکبرداری و خاکریزی و رسیدن به یک سایت مسطح و دارای شیب بندی جهت دفع آبهای سطحی، نوبت به عملیات خاکبرداری و خاکریزی زمین زیر مخزن می رسد.

۲- عملیات خاکبرداری و خاکریزی زیر مخزن:

پس از مشخص شدن محل اجرای مخزن و تثبیت جانمایی آن از روی نقشه ها، عملیات خاکبرداری زیر مخزن که عمق آن بستگی به جنس زمین و میزان زیر سازی مورد نیاز طبق کدهای نقشه طراحی دارد، آغاز می گردد.



شکل ۵- عملیات خاکبرداری زیر مخزن

پس از آن تسطیح و بستر کوبی کف انجام شده و خاکریزها لایه به لایه و با کوبش مطمئنانه انجام گرفته و عملیات خاکریزی تا کد نهایی ادامه می یابد. ضخامت لایه های خاکریزی ۱۵ سانتی متر و حداقل تراکم مورد تایید ۹۵٪ به روش A.A.S.H.T.O و بر اساس دانه بندی ارائه شده در نقشه های اجرایی و جدول (۱) می باشد.

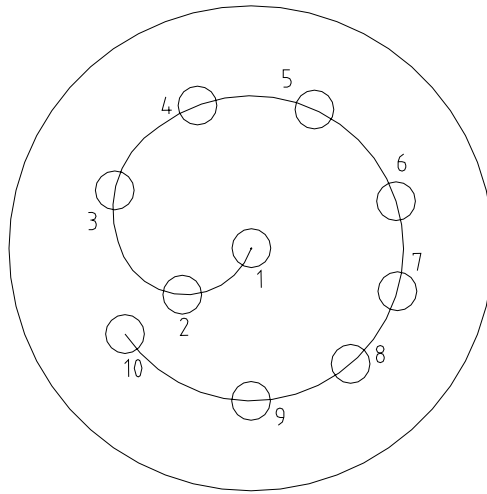


شکل ۶- عملیات خاکریزی زیر مخزن



شکل ۷- عملیات کوبش خاکریزی زیر مخزن

تذکره: برای حصول اطمینان از تراکم لایه های خاکریزی شده، انجام عملیات تست مکانیک خاک با حفر چاله های سطحی توسط آزمایشگاه در هر لایه و به شکل حلزونی (شکل ۸) صورت گرفته است. به طوریکه در هر لایه نسبت به لایه قبلی با چرخش زاویه ۳۰ درجه نسبت به هم اجرا شده و حداقل ۱۰ چاله در هر لایه حفر می گردد.



شکل ۸- حلزونی

نکته:

- ۱- بعد از انجام عملیات تراکم توسط غلطک باید اطمینان حاصل شود که هیچ منطقه ای ، بدون تراکم مطلوب باقی نمانده است.
- ۲- مصالح مورد استفاده در خاکریزها عاری از مواد آلی و گیاهی و رسی بوده و از سنگدانه های سخت و مقاوم تشکیل شده باشد.
- ۳- مصالح از نظر کیفیت، یکنواخت و پیوسته باشد.

۴- در صد سایش مصالح به روش لس آنجلس آشتو D96 نباید از ۴۵٪ تجاوز نماید و حد روانی

مصالح نباید از ۲۵٪ و دامنه خمیری از ۶٪ بیشتر باشد.

جدول ۱- دانه بندی مصالح جهت خاکریزی زیر مخزن

u.s sieve size	3/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	NO.4	NO.10	NO.25	NO.40	NO.200
Granulav fill	100	90-100	80-100	-	50-75	30-60	20-45	-	5-25	0-10

۳- عملیات حفر کانال رینگ بتنی :

پس از اتمام لایه های خاکریزی زیر مخزن، عملیات حفر کانال رینگ به منظور آرماتور بندی و بتن

ریزی آغاز می گردد.



شکل ۹- عملیات حفر کانال رینگ

در این راستا پس از حفر کانال، ابتدا کف کانال بوسیله کمپکتور دستی متراکم شده و سپس یک لایه بتن مگر با حداقل ضخامت ۱۰ سانتی متر در کف کانال اجرا می گردد.



شکل ۱۰- بتن مگر رینگ بتنی

پس از اجرای بتن مگر، کاورهای آرماتور بر روی بتن مگر نصب می گردد و آماده قرار دادن مش آرماتور بر روی آن می شود. بهتر است طول کاور بتن به اندازه عرض کانال و ارتفاع کاور به مقدار ضخامت پوشش بتن روی آرماتور و به فاصله ۲ متر از یکدیگر احداث گردد.

۴_ آرماتور بندی رینگ وال:

با توجه به قرار گرفتن دیواره Shell مخزن بر روی رینگ بتنی و فشارهای عمودی و افقی وارد بر آن، لازم است بتن اجرا شده به صورت مسلح بوده و عملیات فوق با نشریه ها و استانداردهای ذیربط مطابقت داشته باشد.



شکل ۱۱_ آماده سازی و ساخت آرماتور رینگ وال

در این راستا لازم است اولویتها رعایت شده و سعی شود آرماتورهای طولی داخل رینگ همگی در یک وجه قطع یا Over نگردهد. و فاصله مرکز به مرکز وصله ها رعایت گردد. به دلیل تراکم آرماتورها در مقطع رینگ وال لازم است، مش یا سبد آرماتور در بالای کانال حفر شده تعبیه و بسته شود و سپس توسط جرثقیل به داخل کانال منتقل گردد.

همچنین جهت جلوگیری از واژگونی سبد در هنگام تعبیه و بافتن آن باید مجموعه آرماتورها توسط داربست فلزی مهار گردد تا از هرگونه تغییر فرم در سبد جلوگیری گردد.



شکل ۱۲- آرماتوربندی رینگ وال

نکته : آرماتورهای طولی (ϕ_{25}) از نوع A III (آجدار) و با مقاومت جاری شدن حداقل ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و آرماتورهای عرضی (خاموت) از نوع A II (آجدار) با مقاومت جاری شدن حداقل ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ساخت رینگ این مخازن استفاده گردیده است.

۵_ بتن ریزی رینگ وال:

پس از آرماتوربندی رینگ وال، بتن ریزی آن آغاز می گردد. که در این راستا نیاز به قالب بندی جهت انجام عملیات بتن ریزی نمی باشد. و با استفاده از یک لایه نایلون بر روی دیواره کانال عملیات بتن ریزی صورت می گیرد.



شکل ۱۳- بتن ریزی رینگ وال

همچنین نظر به حساسیت عملیات، لازم است بتن ریزی در شرایط مناسب آب و هوایی (از نظر گرما و سرما) صورت گرفته و استانداردهای مربوط به بتن از جمله A.C.I مورد توجه قرار گیرد. انتخاب نوع سیمان مصرفی و عیار آن تابعی از جنس زمین از نظر شیمیایی و شرایط محیطی و میزان فشارهای وارده می باشد.

در مناطقی که شرایط محیطی سخت است، می توان از افزودنیهای مجاز بتن و یا تیپ سیمانهای مناسب، برای آن شرایط محیطی استفاده کرد. بتن استفاده شده در رینگ وال دارای دانه بندی ارائه شده در استانداردهای مربوطه می باشد. لازم است حداکثر دقت در ساخت بتن، عملیات حمل، بتن ریزی و عمل آوری آن صورت گیرد.



شکل ۱۴- رینگ وال بتنی تکمیل و شن ریزی شده

نکته:

- ۱- کد روی بتن تمام شده باید کاملا منطبق با ارتفاع داده شده در نقشه ها باشد. و سراسر رینگ بتنی باید در یک ارتفاع اجرا شود. و خطای مجاز میلیمتری می باشد.
- ۲- مقاومت ۲۸ روز بتن $F'c=300$ کیلوگرم بر سانتی مربع بر روی نمونه مکعبی می باشد. و عیار آن حداقل ۳۵۰ کیلوگرم سیمان بر متر مکعب می باشد.

۳- با توجه به شرایط چنانچه مجبور به استفاده سیمان تیپ 1 به جای تیپ 2 یا 5 که ضد سولفات هستند شدیم می توان به منظور رفع نقیصه فوق به میزان 50 kg/m^3 بر عیار سیمان تیپ 1 اضافه و به بتن ریزی اقدام نمود.

۶_ اجرای شن ریزی زیر مخزن به منظور زهکشی:

پس از اتمام عملیات بتن ریزی یک لایه ۱۵ سانتی متری از مصالح شن دانه بندی شده که بزرگترین سایز آن حدوداً یک اینچ می باشد (جدول ۲) ، جهت زهکشی آنها یا نشت‌های احتمالی آینده مخزن اجرا می گردد. و با عبور لوله های بارباکان از داخل رینگ بتنی که از جنس گالوانیزه و غلاف پلاستیکی می باشد، مایعات تراوش شده از داخل محدوده رینگ به بیرون از رینگ منتقل



شکل ۱۵- اتوکشی سطح تمام شده شن (لایه فیلتر)

شده و امکان مشاهده نشستی بوجود آمده، فراهم می گردد. پس از اجرای لایه فیلتر حفره ها و منافذ سطحی آن با ماسه تمیز (رد شده از الک ۱۰) پوشیده و اتوکشی می شود.

جدول (۲) دانه بندی جهت لایه سنگ شکسته زیر مخزن

u.s sieve size	3/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	÷
Crushed rock	100	90-100	20-55	0-10	0-5

۷_ اجرای آسفالت زیر مخزن :

اجرای آسفالت زیر مخزن جزء حساس ترین بخش های سیویل می باشد. پس از اجرای لایه شن زهکش، یک لایه ماسه به ضخامت ۲ الی ۳ سانتی متر جهت پر کردن فضای سطحی بین سنگدانه ها انجام می گیرد. پس از اجرای قیر پاشی زیر لایه آسفالت که به مقدار ۲ کیلوگرم بر متر مربع (MC-250) می باشد.

عملیات آسفالت ریزی در یک لایه و با ضخامت ۵ سانتی متر انجام می شود. این اجرا به صورت شعاعی و در قاچهایی از مرکز به سمت حاشیه مخزن می باشد که پس از میخ کوبی سطح کار توسط نقشه بردار و به منظور تنظیم شیب و کد ارتفاعی انتهایی ترین بخش سیویل زیر مخزن انجام می شود.



شکل ۱۶- اجرای لایه آسفالت



شکل ۱۷- آسفالت زیر مخزن

آسفالت مورد نظر باید مطابق با دانه بندی ارائه شده در نقشه ها (جدول ۳) باشد. که از خصوصیات این دانه بندی آن است که ریز دانه و در حد توپکا می باشد. به طوری که در اثر فشار مایع داخل مخزن باعث صدمه به ورق کف مخزن نشود. و حداکثر سایز دانه های شن مصرفی ۱۰ میلیمتر می باشد. و کوبش لایه آسفالت به نحو مطلوب صورت می گیرد. لازم به ذکر است برای اجرای مناسب این آسفالت از شمشه هایی جهت کدینگ کردن و شیب بندی روی آسفالت می توان استفاده نمود.

جدول ۳ _ دانه بندی جهت اسفالت زیر مخزن

u.s sieve size	1/2 "	3/8 "	NO.4	NO.10	NO.25	NO.40	NO.100	NO.200
Asphalt concrete	100	84-100	61-74	_	27-38	_	10-17	4-8

۸_ اجرای باند واله‌های خاکی اطراف سایت :

جهت جلوگیری از پخش و یا سرازیر شدن سوخت به دلیل نشت و یا شکست احتمالی مخازن در دوران بهره برداری، در اطراف سایت دیوارهایی از جنس بتن یا خاکهای رس کوبیده شده ایجاد می گردد که دیوارهای خاکی شامل لایه های ۲۰ سانتی متری با خاک طبیعی مرغوب و قابل تراکم بوده و همراه با آبپاشی و غلتک زنی توسط کمپکتور تا حصول حداکثر تراکم ایجاد می گردند.

همچنین جهت استحکام دیواره های خاکی، تورهای گالوانیزه با چشمه های ۷×۷ سانتی متر در ارتفاع 1/2 دیواره باند وال اجرا می گردد. علاوه بر این در مناطقی که خاک مناسب در دسترس

نباشد و حجم دیواره کم باشد و یا بنا بر نیاز کارفرما، می توان دیوارهای باندوال را از جنس بتن اجرا کرد. ارتفاع دیواره بستگی به حجم و ظرفیت مخازن محصور شده دارد. مطابق استانداردهای جدید ایمنی حجم داخل باندوال می بایست به میزان ۲۰٪ بیشتر از حجم مخازن محصور باشد.



شکل ۱۸_ باند وال خاکی

۹_ اجرای خیابانهای اطراف سایت :

جهت تردد ماشین آلات و دسترسی به سایت در دوران بهره برداری در اطراف محدوده مخازن، خیابانها احداث می گردند. که این خیابانها پس از زیر سازی و اجرای لایه زیر اساس و اساس، جدول گذاری و آسفالت، در دو لایه بیندر و توپکا اجرا می گردد. (لایه بیندر ۶ و توپکا ۴ سانتی متر). مصالح مورد استفاده در زیر سازی خیابانها از نوع مصالح مرغوب و در لایه های ۱۵ سانتی متری تا تراکم ۹۵٪ کوبیده می شود.

نکته: ۱_ مصالح اساس با دانه بندی ۰-۲۵ میلیمتر

۲_ مصالح زیر اساس با دانه بندی ۰-۳۸ میلیمتر

۳_ قیر M.C به مقدار ۲ کیلوگرم بر متر مربع در زیر آسفالت اجرا می شود.

۴_ قشر بیندر با دانه بندی مصالح از ۰-۲۵ میلیمتر

۵_ قشر توپکا با دانه بندی مصالح از ۰-۱۲/۵ میلیمتر



شکل ۱۹_ زیر سازی خیابان



شکل ۲۰_ نصب جدول خیابان

۱۰_ اجرای پیاده روهای داخل سایت :

جهت تردد نفرات و بازرسی های لازم در دوران بهره برداری مخازن ، پیاده روهایی به عرض ۱ متر در داخل سایت احداث می گردد. که این پیاده روها علاوه بر زیرسازی و نصب جدول در آخرین مرحله اجرائی، سنگ فرش یا بتن می گردد.

۱۱_ اجرای دیوارهای حائل اطراف سایت :

پس از انجام خاکبرداری اولیه سایت و ایجاد ترانشه ها در اطراف مخازن به منظور جلوگیری از ریزش خاکهای سست ترانشه ها، دیوارهای حائل در این نقاط اجرا می گردد که این دیواره ها را می توان از جنس بتن و یا ملات ماسه سیمان همراه با سنگ بنایی اجرا کرد.



شکل ۲۱_ عملیات بتن ریزی دیوار حائل



شکل ۲۲_ دیوار حائل

۱۲_ اجرای سیستم روشنایی خیابانهای اطراف سایت :

به منظور تامین روشنایی خیابانهای اطراف سایت مخازن و محوطه های آن چراغ های روشنایی و نور افکنها در پیاده رو خیابانها نصب می گردد. در این بخش نور افکنها تامین کننده روشنایی محوطه مخزن و چراغ های روشنایی، روشن کننده خیابانهای اطراف سایت می باشند.

در این راستا ابتدا پایه های بتنی مسلح همراه با صفحه و انکربولت احداث شده و سپس تیرهای روشنایی بر روی آن نصب می گردد. همچنین این تیرها دارای سیم اتصال ارت جهت تخلیه الکتریسیته ساکن ایجاد شده و یا اتصال کوتاه سیمهای برق می باشند.



شکل ۲۳_ چراغ روشنایی و نور افکن



شکل ۲۴_ کابل‌های برق و ارت

۱۳_ اجرای پله های سایت :

به منظور ارتباط بین سایت و خیابانهای اطراف و یا عبور از باند والهای اجرا شده اطراف سایت، پله هایی در این نقاط تعبیه می گردد. که در این راستا لازم است جهت جلوگیری از نشست احتمالی خاک باندوالها یا دیوار ترانشه ها قبل از اجرای پله ها، یک لایه ۵ سانتی متری بتن به همراه شبکه میلگرد، اجرا شود. و سپس پله ها بر روی بتن مذکور احداث گردد.

مناسب ترین اندازه برای کف پله ها 30cm و برای ارتفاع پله 20cm می باشد.



شکل ۲۵_ زیرسازی محل احداث پله های سایت بر روی باند وال



شکل ۲۶_ پله های سایت

یکی از مسائل مهم در ساخت مخازن فلزی بحث فرسایش شیمیایی یا خوردگی (corrosion) فلز می باشد. به منظور پیشگیری از چنین واکنشی راه حل حفاظت کاتدی مورد نظر می باشد. که با ارسال یک جریان الکتریکی مستقیم و خنثی نمودن بارهای الکتریکی زمین زیر مخزن ، مانع از خوردگی آن می شوند.

به دلیل تفاوت در پتانسیل الکتریکی طبیعی در مخزن دو قطب آند و کاتد ایجاد می شود. که عامل خوردگی می باشد. مبنای عملکرد سیستم حفاظت کاتدی قرار دادن آندهای بیرونی (خارج از سطح سازه) به منظور محافظت از سطوح فلزی سازه است. در حقیقت آندها با عبور دادن جریان الکتریکی DC باعث می شوند که تمامی سطوح فلزی سازه نقش کاتد ایفا نموده و در نتیجه دچار خوردگی نگردد. از مزایای این روش، سهولت در برقراری یک مدار الکتریکی DC جهت اعمال به سازه فلزی بوده و تاثیر گذاری این سیستم به طور پیوسته قابل نمایش می باشد (monitoring).

برای این کار کیسه های حاوی سولفات روی در دو نقطه در زیر مخزن به عنوان الکترود مرجع (reference electrode) نصب می شوند. و سپس توسط یک کابل هادی به بیرون از مخزن به صفحه نمایش منتقل می شود تا میزان جریان الکتریکی القاء شده به زمین زیر فلز سازه کنترل گردد.



شکل ۲۷_ اجرای سیستم حفاظت کاتدیک (نصب الکتروود مرجع)

یکی دیگر از روشهای سیستم حفاظت کاتدی ، سیستم حفاظت کاتدی گالوانیک می باشد. در این روش آندهای حفاظت کاتدی ممکن است گالوانیک یا فدا شونده باشند. که در این صورت، آندها از جنس آلومینیوم، روی و یا منیزیم و به شکل میله ای، تسمه ای و یا سیمی می باشند. و در بیرون از مخزن به صورت دور تا دور کار گذاشته شده و توسط کابلهایی به سازه متصل می گردد.

اختلاف پتانسیل بین آنود و فلز سازه موجب برقراری یک جریان الکتریکی مثبت در خاک یا بتن شده و در نتیجه تمامی سطح سازه نقش کاتد را ایفا می کند. و به تبع آن از خوردگی مصون می ماند.

روش دیگر سیستم حفاظت کاتدی، سیستم حفاظت کاتدی جریان موثر می باشد. که در این روش از آنودهای جریان موثر استفاده می شود. و جریان الکتریکی جهت تغییر پتانسیل سطح سازه و کاتد نمودن آن از یک منبع قدرت الکتریکی DC خارجی تامین می گردد.

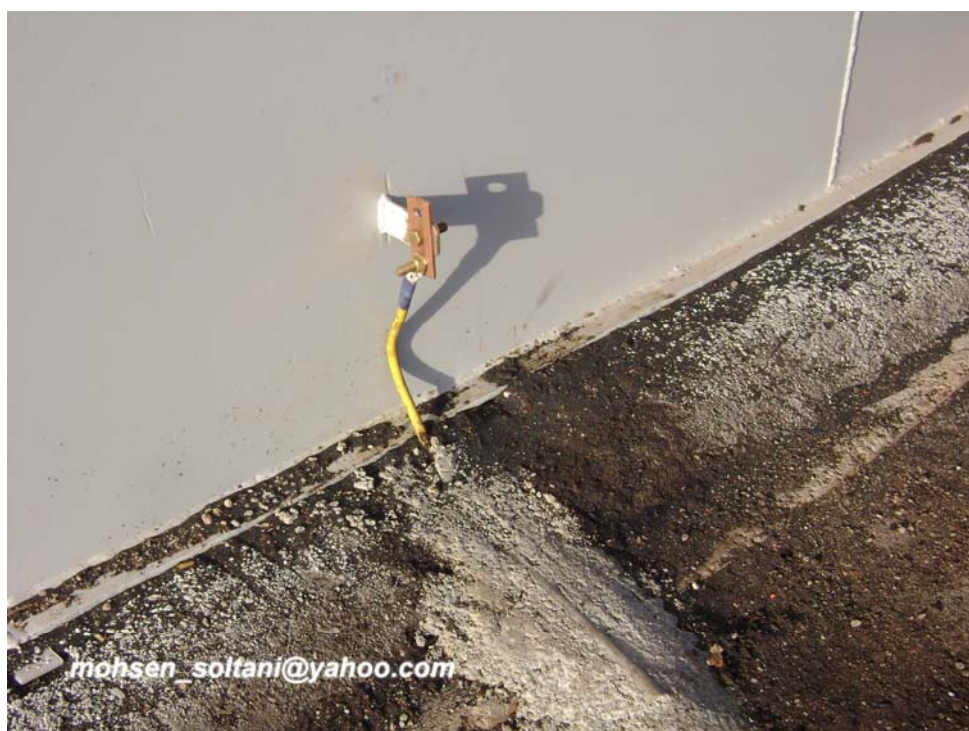
۱۵_ اجرای سیستم ارتینگ مخازن:

جهت انتقال هر گونه الکتریسیته ساکن یا برق ایجاد شده در مخزن فلزی به زمین و جلوگیری از هرگونه حادثه و یا انفجار، چاههایی در اطراف مخازن و در فاصله ای حدود ۳۰ الی ۴۰ متر حفر می گردد.

پس از حفر چاهها که برای هر مخزن تعداد ۴ حلقه و به عمق ۶-۷ متر می باشد، یک لوله از جنس گالوانیزه در داخل این چاهها قرار داده شده و اطراف لوله بوسیله نمک و ذغال چوب به همراه خاک مرطوب پر می شود. سپس کابلهای مربوطه از چهار سمت مخزن به بدنه آن وصل شده و سر دیگر کابل توسط یک صفحه برنجی که در انتهای لوله گالوانیزه قرار دارد به چاه ارت متصل می گردد.



شکل ۲۸- حوضچه مربوط به چاه سیستم ارتینگ



شکل ۲۹- اتصال کابل ارت به بدنه مخزن

۱۶_ اجرای پلهای خیابانها و سایت مخازن :

در نقاطی از خیابانهای سایت که با لوله تقاطع دارند به منظور حفاظت از لوله های حامل سوخت پلها اجرا می گردند. در این راستا معمولا دال پلها به صورت پیش ساخته و به صورت slab هایی به عرض نیم متر ساخته می شود. تا به آسانی قابل حمل و نقل بوده و یا در زمان تعمیرات احتمالی لوله ها، سقف قابل برداشتن و قرار دادن مجدد باشد. دهانه، ارتفاع، و طول این پلها تابعی از تعداد خط لوله عبوری از زیر پل و نیز عرض جاده عبوری از روی آن می باشد.



شکل ۳۰_ آرماتور بندی پل

همچنین به منظور عبور لوله های فراورده از داخل این پلها، تعدادی پلیت در داخل دیواره بتنی پل نصب می شود. سپس ساپورت های فلزی زیر لوله که وظیفه نگهداری لوله ها را به عهده دارد بر روی این صفحه های فلزی جوش شده و لوله های حامل سوخت بر روی این ساپورتها قرار می گیرد.

همچنین جهت جلوگیری از سقوط وسایل نقلیه عبوری در کنار دیواره بتنی پل گاردهای فلزی قرار داده می شود تا محدوده گذرگاه پل را مشخص نماید.



شکل ۳۱_ نصب ساپورت‌های فلزی زیر لوله های داخل پل ها



شکل ۳۲_ بتن ریزی slab



شکل ۳۳_ قرار دادن Slab ها بر روی پل



شکل ۳۴_ گاردهای فلزی روی پل

۱۷_ اجرای ساپورتهای بتنی زیر لوله فرآورده :

به منظور محافظت لوله های فلزی از رطوبت و مواد شیمیایی خاک این لوله ها با فاصله مشخص از زمین و بر روی ساپورتهای بتنی و یا گاه فلزی نصب می گردد. که این ساپورتهای با فاصله مناسب تامین کننده شیب طولی و موقعیت ارتفاعی لوله ها می باشند.



شکل ۳۵- ساپورتهای بتنی زیر لوله فرآورده

بخش دوم: مکانیکال (Mechanical)

پس از اتمام عملیات زیر سازی مخازن و اجرای آسفالت به عنوان آخرین مرحله از سیویل ، بخش مکانیکال آغاز می گردد.

۱- ورقهای Annular :

ابتدا ورقهای Annular plate طبق نقشه ها و ابعاد خواسته شده در نقشه، برشکاری و Bevel می شود که زاویه پخ حدود ۳۰ درجه و در دو سر ورق می باشد. سپس ورقهای Annular plate بر روی رینگ بتنی مطابق با نقشه (Bottom plate) نصب می گردند.



شکل ۱- ورقهای Annular

نکته: قبل از نصب بایستی (Back strip)، روی ورقها جوشکاری شود که این بخش به منظور پشت بند ورقهای آنولار و جهت تقویت جوش نصب می گردد و مطابق نقشه در هنگام نصب رعایت (Gap) مورد نیاز بین ورقهای Annular بسیار مهم می باشد که این مقدار حدود ۵ میلیمتر لحاظ می گردد. از دیگر موارد کنترل میزان زاویه پخ و Hi-low بودن محل اتصال می باشد.

پس از اتمام نصب و (Fit up) ورقهای Annular ، جوشکاری درزجوشها، به مقدار 25-30cm از سمت بیرون به طرف داخل انجام می شود. الکتروود مصرفی در این مرحله جوشکاری از نوع E7018 می باشد. خشک و گرم بودن الکتروود الزامی می باشد که برای این منظور از انواع آون های بزرگ و کوچک استفاده می گردد.



شکل ۲- دستگاه آون بزرگ

پس از اتمام جوشکاری می بایست ۵۰٪ از جوشهای Annular رادیوگرافی شوند.

آون بزرگ یا آون مادر جهت پخت اولیه الکتروود در دمای 300-350 درجه و به مدت ۲ ساعت به منظور کاهش هیدروژن بکار رفته موجود در الکتروود، استفاده می شود. همچنین پس از خارج نمودن الکتروود از آون بزرگ، از آون کوچک یا ۷ کیلویی جهت نگهداری و مصرف الکتروود در دمای ۱۰۰ درجه استفاده می شود.

۲- ورقهای Bottom plate :

در این مرحله می توان شروع به چیدمان ورقهای کف نمود البته تقدم و تاخر خاص در مورد چیدمان ورقهای کف و آنولار وجود ندارد ولی الزاماً قبل از نصب ورقهای کناری یا Sketch می بایست آنولارها نصب شده باشند.

پس از اتمام ورق چینی ورقهای کف که از مرکز به سمت خارج می باشد، Sketch های دور نیز برشکاری شده و نصب می گردد. پس از Stright یا صاف کردن ورقهای کف، ورقها با توجه به دستورالعمل ارائه شده (Sequence)، جوشکاری می شوند. لازم به ذکر است، سائز الکتروود مصرفی و تعداد پاسها برای جوشکاری می بایست طبق WPS باشد.



شکل ۳_ عملیات چیدمان ورقهای کف



شکل ۴_ تکمیل چیدمان ورقهای کف

در هنگام جوشکاری ورقهای کف، ابتدا درز های عرضی به صورت یک در میان و سپس درزهای طولی نیز به صورت یک در میان جوشکاری خواهند شد. ضمناً شروع جوشکاری از مرکز به سمت پیرامون می باشد و جوشکاری به صورت متناوب و Interval صورت می پذیرد. تا از اعوجاج حاصل از تنش حرارتی جوشکاری جلوگیری شود. جهت جوشکاری ورقهای کف، طبق WPS پروژه برای ورق با ضخامت 9mm از الکتروود ϕ_3 و ϕ_4 استفاده می شود.



شکل ۵- جوشکاری ورقهای
Bottom plate

شکل ۶- دستگاه جوش (رکتیفایر)



۳- نصب میز موقت:

در این مرحله میز موقت سقف شناور نصب می شود. برای این کار از نبشی و لوله استفاده می شود. (نبشی $5 \times 5 \times 5$) و لوله $2\frac{1}{2}$ ، 2" ، جهت تنظیم ارتفاعی سطح میز موقت به کار می روند. در هنگام نصب نبشی های میز موقت بایستی با دوربین نقشه برداری نقاط پیرامون مخزن را از نظر ارتفاعی مشخص کرد و طبق شیبی که در نقشه مشخص شده نقاط را شناسایی کرد.

میز موقت و سطح زیرین سقف شناور دارای یک شیب ملایم به طرف مرکز مخزن می باشد. فاصله پایه های میز موقت از یکدیگر حداکثر بایستی ۱,۵ متر باشد. نحوه چیدمان به گونه ای باشد که ورقهای Lower Deck هنگام قرار گرفتن بر روی میز دچار اعوجاج نشوند و وزن سقف شناور را تحمل نمایند.



شکل ۷-
نصب میز موقت

۴_ گونیا کردن ورقهای Shell :

در این مرحله ورقهای shell با توجه به ابعاد و اندازه های موجود در نقشه ها، گونیا و bevel

می شوند. عملیات گونیا کردن و پخ زدن ورق از بخشهای مهم و حساس کار می باشد.

سپس mini shell هر کورس هم بریده می شود. لازم به ذکر است که عملیات پخ زدن هر ورق در

لبه پایینی و در یال کناری آن انجام شده و زاویه پخ مطابق نقشه بوده و برای ورقهای با ضخامت ۱۶

میلیمتر به بالا از دو طرف پخ زنی شده و برای ورقهای با ضخامت پایین تر از یک طرف پخ زنی

انجام می شود.



شکل ۸ - برشکاری و گونیا کردن ورقها

شکل ۹ - پخ زدن لبه ورقها



۵- نورد ورقهای Shell:

در این مرحله ورقهای shell که بریده و گونیا شده اند، توسط یک دستگاه نورد، به اندازه شعاع مخزن، نورد می شوند. برای کنترل شعاع ورقهای نورد شده، از قبل یک شابلون، با استفاده از چوب ساخته می شود که شعاع داخلی مخزن روی آن تراشیده شده است.

برای نگهداری ورقهای نورد شده تا مرحله نصب، می بایستی سدل ساخته شود، تا ورقها از حالت خود (حالت نورد) خارج نشوند که هر گونه تغییر شکل (deformation) ورقها به خصوص در سائزهای بالا غیر قابل تعمیر و جبران می باشد. که به همین دلیل اعوجاج در بدنه مخزن پس از ساخت را موجب خواهد شد.



شکل ۱۰- عملیات نورد ورقها

پس از اینکه جوشکاری ورقهای کف انجام شد، قبل از هر اقدامی می بایست، تست و کیوم انجام شود. دستگاه و کیوم از یک جعبه شیشه ای مطابق شکل زیر به همراه یک فشار سنج نصب شده و یک پمپ ایجاد خلا (مکنده) تشکیل شده است. ابتدا روی جوشها، کف صابون ریخته می شود. سپس دستگاه و کیوم که ابعادی حدوداً ۷۵×۳۰ سانتی متر دارد، به صورت متوالی بر روی جوشها گذاشته شده و با ایجاد خلا، جوشها آزمایش می شوند (حدود 4 Psi -).



شکل ۱۱- عملیات تست و کیوم ورقهای کف مخزن

اگر حفره و یا سوراخی در جوش وجود داشته باشد، در اثر مکش حباب صابون ایجاد شده و محل نقص مشخص می شود. در صورت مشاهده هرگونه سوراخ و یا عیبی در جوشهای کف، می بایستی

اقدام به تعمیر آن نمود. برای این کار، سطح جوش تمییز کاری شده و زنگ زدایی می شود و سپس بعد از سنگ زنی و رسیدن به محل عیب، مجددا جوشکاری می شود.

۷_ Lower Deck :

از محیط به طرف مرکز دارای شیب ملایم می باشد. دلیل وجود شیب در lower deck به دلیل استفاده از قانون شناوری برای شناور کردن مخزن به همراه خروج گازهای احتمالی از مرکز به سمت پیرامون می باشد. واضح است که به دلیل وجود شیب در Upper deck و Lower deck و Bottom می بایست پایه ساپورتها دارای اندازه متغیر باشند. در مورد تعداد پایه ساپورتها در هر مخزن، با توجه به نظر طراح و محاسبات طراح (که بستگی به وزن سقف و نیز ابعاد آن دارد) ، مشخص می گردد. طراح باید به گونه ای پایه ساپورتها را Arrange کند که سقف دچار اعوجاج نگردد.



شکل ۱۲- عملیات چیدمان ورقهای Lower Deck

۸- جوشکاری Lower Deck :

ورقهای سقف زیرین مطابق با نقشه چیده شده و می بایست ورقها 2.5-5 cm overlap داشته

باشند. سپس ورقها را تنظیم و تک بندی (خال جوش) کرده و اعوجاج آنها را اصلاح می نماییم.

ورقهای lower deck از زیر نیز به صورت 5cm جوش و 30cm فاصله، جوشکاری می شود.

الکتروود مورد استفاده در این مرحله، الکتروود E6013 (طبق WPS) بوده و در دو پاس، جوشکاری

می شود. سایز الکتروود مصرفی، طبق دستورالعمل جوشکاری ϕ_3 می باشد. و جوشکاری باید با دقت

تمام جهت آب بند کردن سقف انجام شود.



mohsen_soltani@yahoo.com

شکل ۱۳- عملیات جوشکاری lower deck

۹- عملیات مونتاژ Rim ، Truss و Compartment :

در این مرحله قبل از اینکه جوشکاری lower deck آغاز شود، می بایست از مرکز به طرف محیط مخزن، شروع به نصب ریم ، تراس و کامپارتم نمود تا بتوان اعوجاج موجود در ورقهای دک پایین را به حداقل رسانید و حذف نمود. و آخرین ریم را پس از اجرای کورس اول و دوم و انجام جوشکاری از داخل نصب می نمایند.

فاصله بین تراسها و کامپارتمها و تعداد آنها در نقشه های طراحی مشخص گردیده و به نظر طراح بستگی دارد. جوشکاری ریم ها و کامپارتمها ، از یک طرف کامل جوشکاری و آب بندی می شود. و از طرف دیگر به صورت متناوب یا Interval می باشد. تراسها هم به صورت متناوب (5cm جوش، در فواصل 20cm) جوشکاری می شوند.



شکل ۱۴- مونتاژ Rim ، Truss و Compartment

لازم به ذکر است در سقفهای شناور از دو سطح ورق با نامهای Lowerdeck و Upperdeck (که فاصله بین این دو ورق به محاسبات طراحی بستگی دارد)، ساخته می شوند. و تمام سقف از بخشهایی جدا جدا (compart) تشکیل شده که با هدف جلوگیری از غرق شدن سقف در زمان هر گونه نشستی، طراحی شده است.

۱۰- مونتاژ کورس اول:

پس از نصب و جوشکاری آنولارها و تایید جوشها توسط رادیوگرافی، چنانچه ورقهای بدنه برشکاری و نورد شده و آماده نصب باشند، می توان کورس اول را نصب نمود. البته همزمان با نصب کورس اول می توان ورق گذاری سقف را انجام داد.

لازم به ذکر است به دلیل اینکه می بایست جوشکاری اتصال درزهای عمودی کورس اول بدون برخورد با ورقهای lower deck انجام شود، جوشکاری کورس اول shell مخزن باید قبل از نصب Sketch های lower deck انجام گیرد. پس از نصب و Fit up کورس اول و مهار ورقها توسط لوازم نصب و تجهیزات مربوطه و رعایت فاصله (Gap) 2-3 mm مابین ورقها، نصب کورس دوم آغاز می گردد.



شکل ۱۵- مونتاژ کورس اول

۱۱_ Erection Tools :

ابزار آلات نصب مخزن شامل مان، ناودانی، گوه، سنبه، جا کلنگی و کلنگی، تخته داربست و غیره می باشد. در زمان نصب (مونتاژ) ورقهای Shell ، برای قراردادن و تنظیم ورقها بر روی هم تا زمان جوشکاری از ناودانی و مان و گوه استفاده می کنند.

به این صورت که در دو طرف محل اتصال ، دو عدد مان به بدنه جوشکاری شده و توسط ناودانی های به طول حدودا ۷۰ تا ۶۰ سانتی متر این اتصال ایجاد می شود. از دیگر کاربردهای این اتصال مهار ورقها در هنگام جوشکاری برای جلوگیری از اعوجاج و دفرمگی می باشد.



شکل ۱۶_ Erection Tools



شکل ۱۷_ اتصالات کلنگی جهت نصب تخته داربست درونی مخزن

در این مرحله می بایست کلیه تنظیمات QC از قبیل Roundness ، Plumbness, Levelness و Peaking بر روی کورس اول انجام شده باشد. و اگر موارد فوق مورد تایید ناظرین بود و در رنج قرار گرفت ، آنگاه می توان کورس دوم را نصب نمود.

از مراحل دیگر تست جوشکاری انجام تست P.T یا (Penetration test) می باشد. که در صفحات بعد نحوه انجام تست گفته می شود. پس از نصب کورس دوم، می توان جوشکاری درزهای عمودی کورس اول را شروع کرد. جوشکاری روی بدنه در تمام وضعیتها با الکتروود E7018 صورت می گیرد و اندازه الکتروود مصرفی، با توجه به ضخامت ورقها و موقعیت جوشکاری سایزهای ϕ_3 و ϕ_4 و ϕ_5 می باشد.



شکل ۱۸- رعایت فاصله بین ورقها (Gap)

الکتروود E7018 به دلیل نوع ترکیبات تشکیل دهنده می بایست قبل از جوشکاری ۲ الی ۳ ساعت در دستگاه آون مادر (گرمکن ۲۵۰ کیلویی) در دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد نگهداری و پخته شود و در هنگام استفاده جهت جوشکاری، در آون های دستی ۷ کیلویی در دمای ۱۰۰ درجه نگهداری شده و استفاده شود.

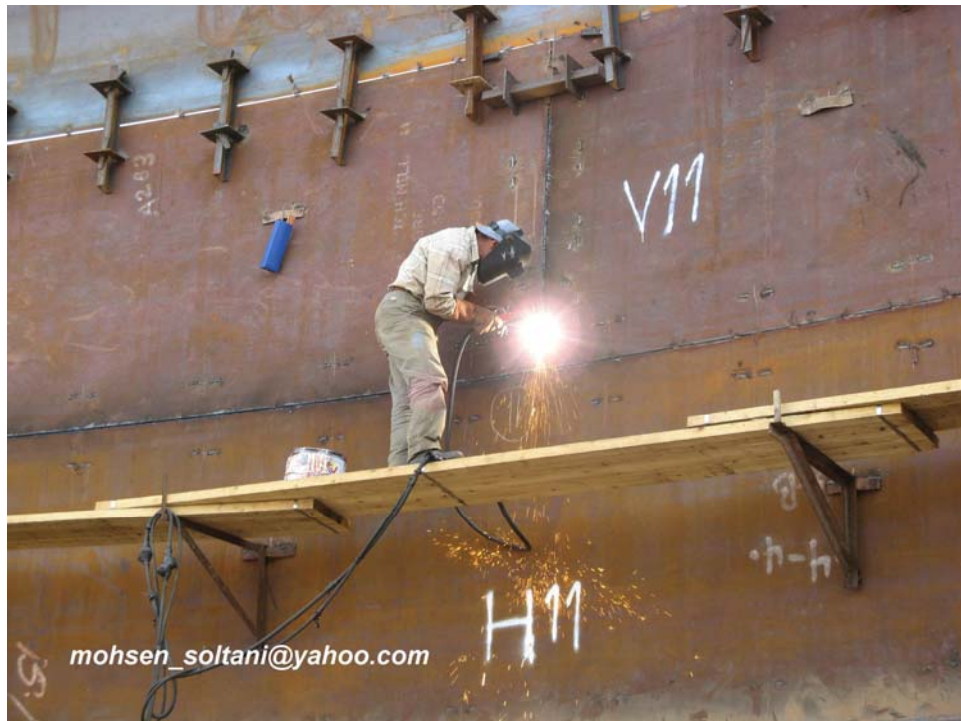


شکل ۱۹_ دستگاه آون دستی

ترتیب جوشکاری ورقهای بدنه به این صورت خواهد بود که ابتدا از بیرون جوشکاری درزها کامل شده و سپس جهت BackWeld ، توسط سنگ (و یا دستگاه گوج) گل و سرباره جوشهای پاس اول سمت داخل مخزن به صورت کامل برداشته می شود و سطحی صاف و صیقلی و آماده جوشکاری در سمت داخل مخزن مهیا می شود.



شکل ۲۰- جوشکاری درزهای عمودی کورس اول



شکل ۲۱- عملیات گوج کاری بر روی ورقها

بعد از اینکه عملیات سنگ زنی به اتمام رسید به صورت Random چندین نقطه که از نظر ظاهر جوشکاری مورد تردید است را به صلاح دید نظارت (میزان و تعداد نقاط در استاندارد مشخص نشده است) ، تست PT یا مواد نفوذپذیر صورت می گیرد، که در صورت مشاهده هر گونه عیب و مشکلی در جوش، تعمیرات لازم انجام می شود.



شکل ۲۲- عملیات جوشکاری Backweld

نکته: به منظور جلوگیری از Peaking بیش از حد در جوشهای عمودی، لازم می باشد قبل از شروع جوشکاری Backweld ، ناودانی های اتصال را محکم نموده و جوشکاری به صورت متناوب صورت گرفته و در نهایت ناودانی ها آزاد گشته و جوشکاری داخل تکمیل می گردد.

پس از اتمام جوشکاری عمودی کورس اول و قبل از جوشکاری کورس دوم، بایستی کورس سوم نصب گردد تا بتوان vertical کورس دوم و horizontal کورس اول به دوم را جوشکاری کرد.

به عبارت دیگر همواره مرحله نصب shell یک مرحله از جوش آن جلوتر خواهد بود و دلیل این کار این است که قسمت فوقانی ورق در حال جوشکاری مهار بوده و در هنگام جوشکاری تنشهای حرارتی بدین وسیله مهار می گردند.

۱۳- مونتاژ کورس سوم و کورسهای بالاتر:

پس از اینکه جوش عمودی کورس اول به اتمام رسید، کورس سوم طبق نقشه مونتاژ خواهد شد. پس از آن جوشکاری عمودی کورس دوم و افقی کورس اول به دوم انجام خواهد شد. پس از مونتاژ کورس سوم و تایید آن توسط گروه نظارت و اتمام جوشکاری های کورس دوم، می توان عملیات رادیوگرافی و دیگر تستهای QC را انجام داد. بعد از انجام عملیات مربوط به کورس سوم ، مونتاژ و جوشکاری کورس های بالاتر نیز به همین صورت تا کورس آخر ادامه می یابد.



شکل ۲۳- مونتاژ و نصب ورقهای Shell



شکل ۲۴- عملیات جوشکاری ورقهای Shell

وقتی که مونتاژ ورقهای Shell به کورس چهارم می رسد ، به دلیل اینکه همواره تعداد کورسهای مونتاژ ، یک یا دو کورس جلوتر از جوش می باشد و این کورسها(مونتاژ شده) صرفا توسط تک خال و مان و ناودانی نگهداری می شوند، لذا با ارتفاع گرفتن بدنه مخزن برای جلوگیری از نوسان و تغییر شکل ورقهای بدنه و آسیب های جبران ناپذیر در اثر وزش باد و طوفان، ورقهای Shell توسط سیم بکسل به موانعی در پایین مخزن متصل شده و نگهداری می شوند.

این مهاربندها هنگام جوشکاری باز می شوند. مهارها به صورت موقتی بوده و تعداد آنها حداقل ۸ عدد می باشد که در زوایای ۴۵ درجه دور مخزن نصب می شوند. جهت نصب مهارها ، مقدار زاویه ۳۵ درجه با سطح افق، مناسب می باشد تا عملکرد آن موثر واقع گردد.



شکل ۲۵- مهار بند

در تست PT از سه نوع اسپری که اولی تمیز کننده محل جوش (cleaner) و دومی مواد نفوذ کننده (penetrant) و سومی پودر نمایان کننده (developer) عیب می باشد، استفاده می گردد. پس از تمیز کردن محل جوش با اسپری مربوطه (cleaner) ، اسپری قرمز رنگ (penetrant) روی سطح صیقلی و سنگ زده شده محل جوش پاشیده شده و در صورت داشتن ترک در محل جوش به داخل ترک نفوذ کرده و سپس خود را بر روی پودر سفید (developer) به شکل یک خط نمایان می سازد.



شکل ۲۶_ مواد مورد استفاده در تست PT



شکل ۲۷_ سطح تست PT

۱۶- تست رادیوگرافی:

طبق استاندارد API و برای ضخامت ورقهای بیشتر از 10mm برای کورس اول، تمامی محل های T-joint ها ، بایستی رادیوگرافی شوند. علاوه بر آن یک نقطه در اواسط خط جوش عمودی کورس اول و یک نقطه نزدیک به کف مخزن بر روی جوش عمودی رادیوگرافی می شود.

در مورد خط جوش افقی ، به ازای هر ۶۰ متر یک نقطه رادیوگرافی خواهد شد و در بقیه جوشهای عمودی به ازای هر ۳۰ متر یک نقطه ، رادیوگرافی می شود. در بقیه کورس ها کلیه Tee.joint ها تا ضخامت ۱۰ میلیمتر بطور کامل رادیوگرافی شده و از ۱۰ میلیمتر به پایین ۲۵ درصد آنها رادیوگرافی خواهند شد. همچنین تعداد نقاط مورد نیاز جهت RT با توجه به ضخامتهای مختلف ورق ها، به طور کامل در API 650 بیان گردیده است.



mohsen _soltani@yahoo.com

شکل ۲۸- تست رادیوگرافی

اندازه فیلم رادیوگرافی:

اندازه فیلمهای رادیوگرافی طبق استاندارد، باید حداقل $150\text{mm} \times 100\text{mm}$ باشد.

۱۷- تست گازوییل:

پس از اینکه سقف زیرین جوشکاری شد، برای اینکه از صحت جوشکاری و بدون عیب بودن آن

اطمینان حاصل شود، توسط یک پمپ دستی ، گازوییل از زیر به محل درز جوشهای سقف، پاشیده

می شود. و پس از حداقل ۲۴ ساعت از بالا جوشها بازرسی شده و بررسی می گردد. در صورت وجود

هرگونه سوراخ یا حفره، گازوییل به طرف بالا نفوذ کرده و نشت می نماید و در طرف مقابل به

صورت لکه نمایان خواهد شد.

پس از اینکه سقف ها تست گازوییل شدند، نوبت به تست رییم و کامپارتهای می رسد که از یک طرف گازوییل زده می شوند و از طرف دیگر مورد بازرسی قرار می گیرند. در صورت مشاهده هرگونه نشتی، باید محل مورد نظر تمییز شده، سنگ زنی شود و با مجددا جوشکاری گردد.



شکل ۲۹- عملیات تست گازوییل

۱۸- تست کنترل گردی (Roundness) :

برای این کار می بایست از قبل نقاطی را در نزدیکی shell مخزن با فاصله شعاعی مساوی به عنوان نقاط کمکی تعیین نمود (سنبه زده شود). پس از نصب و Fit up ورق های کورس اول ، اقدام به تست (Roundness) می نماییم که مقدار انحراف آن برای مخزن به قطر $(12 < D < 45)$ ، ۱۹ میلیمتر می باشد. و برای $45 < D < 75$ این مقدار ۲۵ میلیمتر می باشد.

۱۹- تست کنترل شاقولی (Plumbness) :

پس از نصب هر کورس یکی از تستهایی که باید انجام شود، تست شاقولی می باشد. برای این کار از یک شاقول معمولی استفاده می شود.

روش کار بدین صورت است که برای این کار بالای شاقول را به سر بالایی ورق می چسبانیم و یک فاصله معین نخ شاقول را از بدنه فاصله می دهیم (مثلا 10cm). سپس میزان انحراف نخ شاقول را از پایین ورق اندازه می زنیم. در صورتی که فاصله پایینی بیشتر باشد، به همان اندازه بایستی سر ورق به طرف داخل هدایت شود. و اگر کم باشد، بایستی سر ورق بیرون بیاید. میزان انحراف مجاز برای ناشاقولی بر اساس استاندارد API ، H/200 می باشد. یعنی به ازای هر ارتفاعی که مورد آزمایش قرار می گیرد 1/200 آن تolerانس مجاز ناشاقولی می باشد.



mohsen_soltani@yahoo.com

شکل ۳۰- تست Plumbness

۲۰- کنترل Peaking :

پس از نصب shell و Fit up و قبل از اینکه جوشکاری انجام شود، بایستی در محل جوشهای عمودی، تست Peaking صورت پذیرد. برای این کار از قبل یک شابلون با شعاع داخلی مخزن ساخته می شود. و در محل درزهای عمودی قرار داده می شود. اگر به هر دلیلی شابلون بر قوس ورق مخزن منطبق نشد (البته با تolerانس 13mm) باید نحوه تنظیم و Fit up ورق در محل اتصال درز عمودی مجددا اصلاح و تنظیم گردد.



شکل ۳۱- تست Peaking



شکل ۳۲- تست Banding

۲۱- کنترل Banding :

مراحل اجرا و تفرانس دقیقا شبیه به تست peaking می باشد. با این تفاوت که در مورد جوشهای افقی انجام می شود. اگر به هر دلیلی شابلون بر ورق مخزن منطبق نشد (البته با تفرانس 13mm) باید نحوه Fit up ورق مجددا اصلاح گردد.

۲۲- بازرسی چشمی (VT) :

در این بازرسی ناظر با توجه به تجربه و استانداردها کلیه عیوب سطحی و ظاهری جوش که قابل رویت می باشند، از قبیل Prosimy و ترکها و Slag و Undercut را طی مراحل مختلف جوشکاری مشاهده نموده و نسبت به اصلاح آنها در هر مرحله اقدام می شود.

۲۳_ سقف شناور:

وقتی سیالی که باید درون مخزن ذخیره شود، بنزین یا نفت سفید باشد. به دلیل اینکه درجه حرارت تبخیر سیال پایین می باشد، در اثر تبخیر گاز تولید می نماید. لذا برای اینکه این عمل، باعث رخ دادن حادثه(انفجار) نگردد، از سقف شناور استفاده می شود. بدین صورت که در اثر تماس سقف با مایع داخل مخزن حجم فضای خالی جهت ایجاد گاز در مخزن به صفر می رسد. و از تجمع گاز و در نهایت انفجار احتمالی جلوگیری می کند. و یکی از دلایل شیب دار بودن Lower deck هم به این منظور می باشد.



شکل ۳۳- سقف شناور

۲۴_ ساپورت‌های نگهدارنده سقف شناور:

این ساپورت‌ها از لوله های 3" تشکیل شده که دارای یک غلاف 4" بوده که غلاف در داخل سقف جوش شده (یعنی ثابت می باشد) و لوله 3" از بین آن حرکت می کند. لازم به ذکر است که سقف مخازن سقف شناور در دو وضعیت می تواند قرار گیرد: در وضعیت سرویس (operation or lower position) و در وضعیت تعمیرات (maintenance or upper position).

الف) در وضعیت تعمیرات که در این حالت سقف مخزن از کف آن 200 cm فاصله دارد. برای ایجاد این حالت بایستی سوراخ غلاف روبروی سوراخ بالایی که روی لوله Deck support (3") وجود دارد قرار گیرد. در این حالت تعمیرکار با توجه به فاصله ۲ متری ایجاد شده زیر سقف، می تواند به راحتی مشغول به تعمیرات باشد.

ب) در وضعیت سرویس که همان وضعیت اولیه در حین ساخت مخزن می باشد، و فاصله سقف از

کف 120 cm می باشد. و جهت تخلیه بهتر و بیشتر مایع داخل مخزن در هنگام استفاده از مخزن

می باشد.



شکل ۳۴- ساپورت‌های سقف شناور

تعداد منهولهای سقف، با توجه به نظر طراح و نیز تعداد کامپارتهای مشخص می شود. این منهولها برای دسترسی راحت به داخل کامپارتهای می باشد. برای هر کامپارت بایستی یک منهول وجود داشته باشد. سایز منهول ها مطابق با نقشه بوده و به قطر ۵۰ سانتی متر می باشد.



شکل ۳۵- Pontoon manhol

این منهول جهت دسترسی از روی سقف به زیر آن و بر عکس می باشد. سایز آن 24" بوده و داخل آن دارای یک نردبان می باشد. در هر مخزن نیز دو عدد Roof manhole در نظر گرفته شده است.



شکل ۳۶- Roof manhole

: Roof drain -۲۷

برای هدایت آب باران و برف که بر روی سقف جمع می شود، از Roof Drain استفاده می کنند. که از یک استوانه تشکیل شده که شیب سقف به طرف آن می باشد. و در زیر آن یک سوراخ 4" یا 6" بسته به وسعت سقف مخزن وجود دارد که به یک لوله 4" یا 6" وصل می شود و از بدنه خارج می گردد. لوله Roof Drain دارای مفصل های انعطاف پذیر می باشد و آن هم به این دلیل است که

در هنگام حرکت سقف به بالا و پایین، اندازه ارتفاعی آن تغییر یابد. این لوله ها در انتهای محل مورد نظر از بدنه مخزن خارج می شوند و آب باران باریده شده بر روی سقف را به بیرون هدایت می کنند.



شکل ۳۷- لوله Roof drain

روی سقف از توری های مخصوص بر روی حوضچه یا سامپ Roof drain استفاده می کنند،

تا اجسام دیگر وارد آن نشده و باعث گرفتگی لوله ها نشوند



شکل ۳۸- سیستم
Roof drain
بر روی سقف

یک لوله 6" می باشد که بر روی سقف و در رینگ آخر کامپارتهای نزدیک به بدنه نصب می شود.

Rimvent در داخل سقف به یک محفظه به شکل جعبه مکعبی وصل می شود و گازهای حبس

شده در محدوده سقف و دیواره مخزن در قسمت زیرین Seal را به صورت کنترل شده به بیرون

هدایت می کند.



شکل ۳۹- Rimvent

برای مواقعی که Roofdrain ها خوب عمل نکنند و یا در اثر گرفتگی آب را به بیرون هدایت نکنند این احتمال وجود دارد که در اثر انباشته شدن آب بر روی سقف، سقف غرق شود. لذا برای جلوگیری از این حالت، از یک سیستم تخلیه آب باران (Drain) در مواقع ضروری استفاده می نمایند که آب را در نهایت به داخل مخزن هدایت می کند.



شکل ۴۰- Emergency roof drain

بین سقف و بدنه مخزن فاصله 20 cm وجود دارد. و دلیل این فاصله آن است که در حالی که ارتفاع سیال درون مخزن تغییر می کند، سقف بتواند به راحتی به بالا و پایین حرکت کند. فاصله بین سقف و بدنه مخزن توسط Seal احاطه می گردد. جنس این Seal از قطعات فلزی مفصلی و نوعی لاستیک مخصوص بوده که توسط یک سری ساپورت هایی از جنس استیل ضد زنگ به سقف مخزن متصل شده و بر روی بدنه مخزن به صورت لغزشی حرکت می نماید. و عملکرد آن موجب هدایت سقف و نگه داری سقف در حد فاصل مشخص شده می گردد. همچنین Seal از تبخیر مایع



داخل مخزن، نفوذ گرد و غبار و آب باران به داخل مخزن جلوگیری می کند.

شکل ۴۱- قطعات فلزی مفصلی Seal



شکل ۴۲- سیستم تکمیل شده Seal سقف شناور

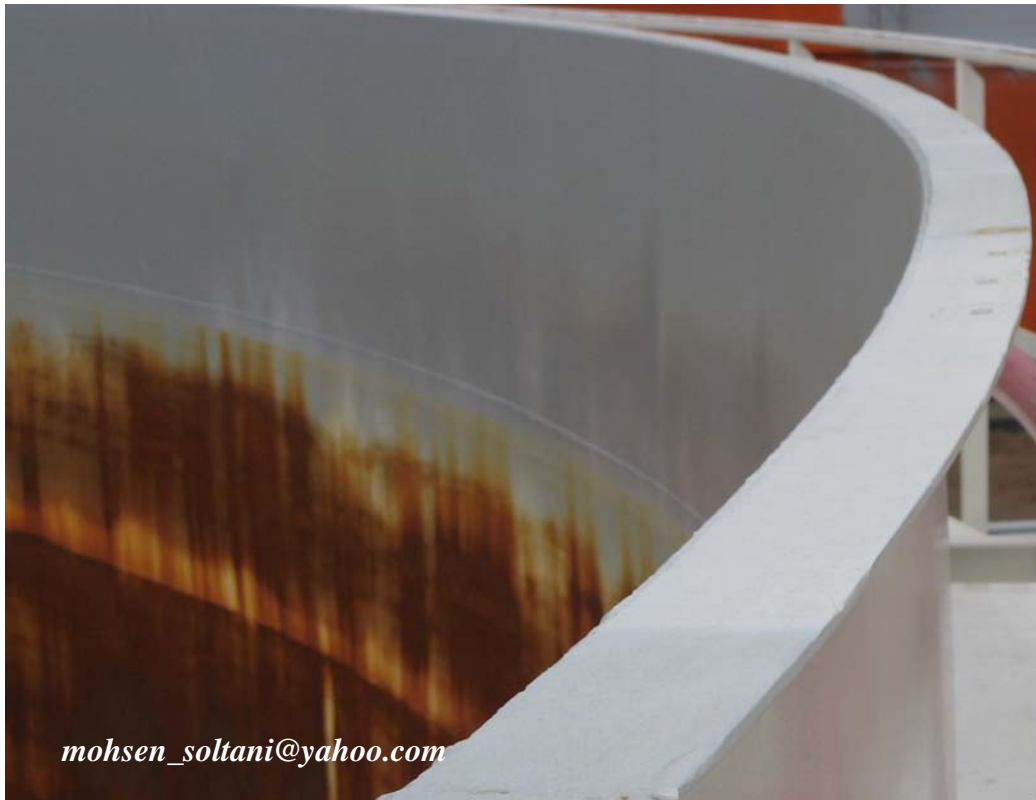
اگر درون سیال نفتی (مثل بنزین_ نفت سفید و)، آب و یا دیگر ناخالصیها وجود داشته باشد. به دلیل اینکه وزن مخصوص آب از مشتقات نفتی بیشتر می باشد، آب موجود در کف مخزن به سمت کناره های مخزن جمع آوری شده واز داخل سامپ تخلیه و به وسیله شیر تخلیه به بیرون مخزن هدایت می شود. برای این کار یک Sump یا چاهک در کف مخزن تعبیه گردیده که یک استوانه با قطر حدودا 1.5 m می باشد و توسط یک لوله 6" که از درون Sump به بیرون نصب شده است، محتویات آن تخلیه می گردد. بدیهی است که در مرحله سیویل، بایستی محل چاهک روی کف مخزن حفر شده باشد تا در مراحل بعد بتوان آن را نصب کرد. لوله Sump بعد از خروج از بدنه مخزن به یک فلنج متصل می شود که بر روی آن یک شیر نصب می گردد. این شیر فقط در زمان تخلیه Sump باز می شود.



شکل ۴۳- سیستم Draw of sump

در یک مخزن به دلیل اینکه در کورسهای بالایی مخزن، ضخامت ورقهای بدنه کمتر می شود. لذا احتمال ایجاد اعوجاج در ورقهای بدنه و خارج شدن مخزن از حالت گردی، وجود دارد. به همین دلیل در کورس آخر و در بالاترین نقطه مخزن بر روی بدنه یک نبشی (که سایز نبشی بسته به شرایط طراحی معلوم می شود) نورد شده و از طرف بیرون روی بدنه جوش می شود. این کار باعث می شود که مخزن گردی خود را در نقاط بالایی حفظ نموده و مقاومت ورقها بیشتر شود.

نکته: می بایست در زمان نورد کردن نبشی دقت شود. زیرا برگرداندن نورد نبشی کار مشکلی است.

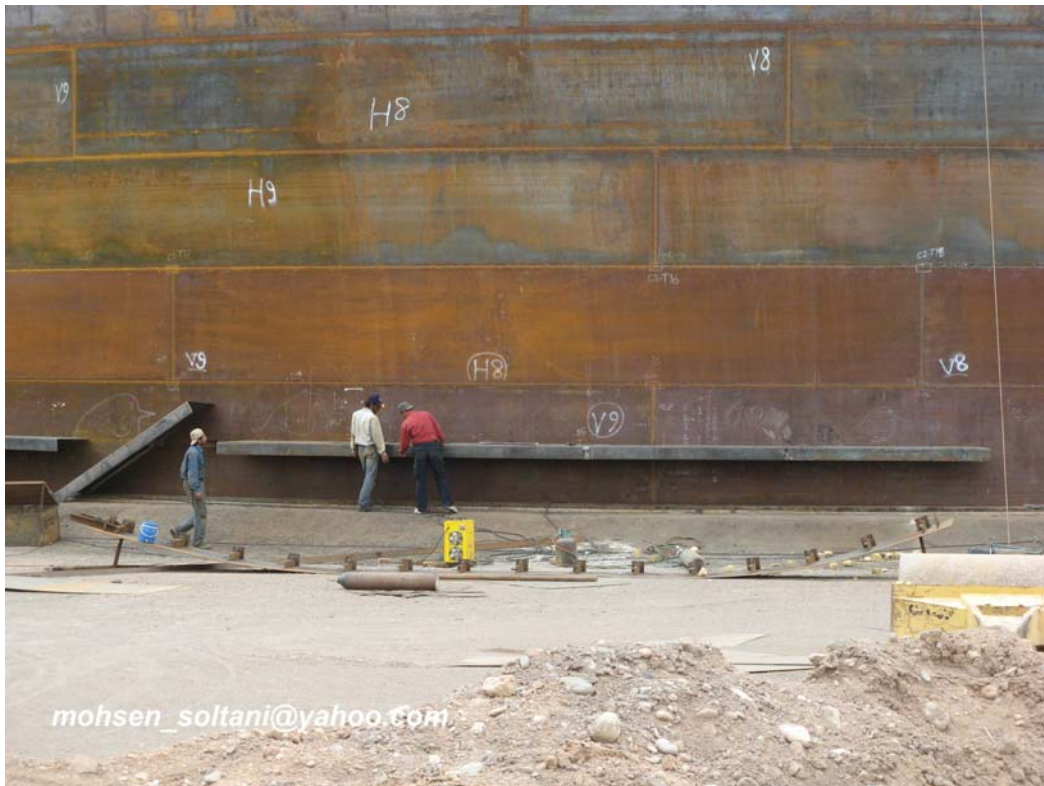


mohsen_soltani@yahoo.com

شکل ۴۴- Top angle در کورس آخر

در طراحی مخازن اتمسفریک، برای مقابله با نیروی باد که به بدنه مخزن وارد می شود، و ممکن است باعث اعوجاج و حتی واژگونی مخزن شود از Windgirder استفاده می شود.

با توجه به ارتفاع مخزن، ضخامت ورقهای مخزن و نیز سرعت باد در منطقه و نیز قطر مخزن تعداد Windgirder، و نیز فاصله آن از Topangle بدست می آید. یکی دیگر از فواید W.G این است که در هنگام ساخت مخزن، نصب آن باعث کم شدن اعوجاج های موجود در مخزن شده و موجب کنترل دفرمگی های ایجاد شده در اثر حرارت جوش می شود. برای ساخت W.G از ورق استفاده می شود و معمولا به حالت L ساخته شده و بر روی مخزن نصب می شود.



شکل ۴۵- آماده سازی Windgirder در پایین مخزن



شکل ۴۶- Windgirder نصب و جوش شده

۳۴- Dip & Guide pole :

هنگامیکه سقف مخزن در حال حرکت به طرف بالا و پایین می باشد. این احتمال وجود دارد که به اصطلاح از Center خارج شود و از یک طرف بدنه مخزن فاصله گرفته و از طرف دیگر به بدنه مخزن بچسبد. لذا برای هدایت سقف مخزن در موقع بالا و پایین رفتن از یک لوله 12" که در یک طرف مخزن به صورت عمودی نصب شده و از درون سقف عبور کرده و بر روی کف مخزن نصب می شود، استفاده می کنند. ضمناً از این سیستم جهت اندازه گیری سطح مایع نیز استفاده می شود.

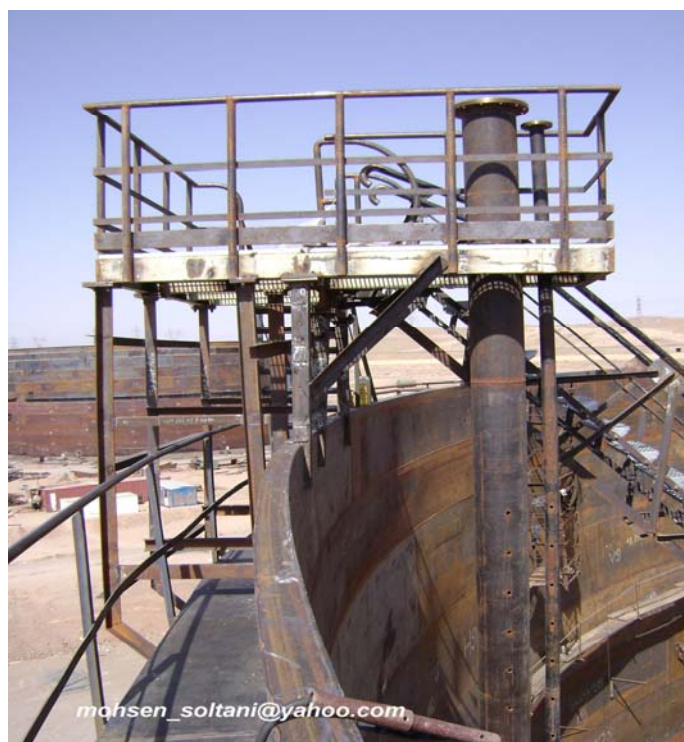
لازم به ذکر است که G.P از بالا فقط به Top platform و از پایین به بدنه و کف متصل می باشد. همچنین بر روی G.P سوراخ هایی به قطر 2 cm و با فواصلی معین ایجاد شده که این کار برای خارج شدن گازهای تولید شده از سیال و حبس شده در داخل Guide pole می باشد.



شکل ۴۷- Guide pole

۳۵_ Top platform :

اسکلت فلزی است که در اطراف لوله گاید پل قرار گرفته و نردبان داخلی مخزن از یک طرف و انتهای پله های بیرونی بدنه مخزن از طرف دیگر به آن متصل می باشد. و به عنوان ایستگاهی جهت اندازه گیری سطح مایع و تردد به داخل مخزن از آن استفاده می شود.



شکل ۴۸ - Top platform

ابعاد و سایز پروفیل‌های مصرفی Top platform توسط طراح مشخص می‌شود. (T.P.F) بوسیله نبشی‌ها و ناودانی‌های متعدد به بدنه مخزن متصل می‌شود.



شکل ۴۹ - نصب پله‌های بیرونی بدنه مخزن

از آنجا که ارتفاع سقف مخازن سقف شناور، متناسب با ارتفاع سیال درون آن تغییر می کند، لذا برای دسترسی به روی سقف این مخازن به نردبانی با خاصیت متحرک بودن نیاز می باشد. به همین دلیل R.ladder به گونه ای طراحی و ساخت می شود که بتواند متناسب با موقعیت سقف حرکت کرده و امکان دسترسی به سقف را در همه حالت ها ایجاد نماید. R.ladder دارای دو چرخ می باشد که بر روی ریل نصب شده روی سقف، حرکت می نماید و از طرف بالا توسط یک سیستم لولایی به Top platform متصل می باشد. و کلیه پله های آن نیز، وضعیت خود را متناسب با موقعیت R.ladder تغییر می دهند. و همیشه در هر ارتفاع و زاویه ای به صورت افقی می باشند.



شکل _۵۰ Rolling ladder

بدیهی است برای پر کردن مخزن می بایست، مخزن توسط یک لوله به سیستم Piping متصل شود که برای این کار یک نازل با قطر مشخص به بدنه مخزن جوش شده و روی آن یک فلنج با همان سایز نصب و جوش می شود. لازم به ذکر است که اگر Nozzle بیش از 3" قطر داشته باشد، بایستی در محل اتصال نازل به Shell از ورق تقویتی (Reinforce Pad) استفاده کرد.

سیستم Piping محوطه توسط یک شیر به فلنج inlet nozzle مخزن متصل می شود. تمام توضیحات ارائه شده برای Inlet nozzle در مورد Outlet nozzle نیز قابل بیان بوده و تنها قطر آن متفاوت می باشد.



شکل ۵۱- Inlet & Outlet Nozzle

پس از اتمام کلیه مراحل نصب و جوش روی مخزن، به دلیل کنترل استحکام بدنه مخزن و میزان نشست فونداسیون مخزن و کنترل وجود سوراخهای احتمالی در مخزن و نیز عملکرد سقف شناور، قبل از تزریق سیال واقعی به درون مخزن، طی یک دستورالعمل مشخص، آب را به داخل مخزن وارد کرده و هیدروتست انجام می شود. بعد از اتمام تست، آب را خارج کرده، تمیز کاری و خشک کردن مخزن انجام می شود و سپس مخزن سندبلاست و رنگ می شود. شرح مراحل عملیات رنگ و سندبلاست در قسمت های بعد ارائه شده است.



شکل ۵۲- شناور شدن سقف مخزن

نحوه آبیگری مخزن در هیدروتست :

ابتدا تا ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر آب به داخل مخزن وارد شده و سپس نشتی در محل اتصال کف به بدنه مخزن کنترل می شود. پس از حصول اطمینان از عدم وجود نشتی در کف مخزن، تزریق آب به مخزن تا هنگامی که سقف مخزن ۱۰ سانتی متر شناور شود، ادامه می یابد. نشتی احتمالی در سقف مخزن از طریق کنترل کامپارته‌ها، چک می گردد. بعد از این مرحله مخزن تا نیمه پر شده و میزان نشست فونداسیون مخزن بررسی می گردد. میزان نشست اندازه گیری شده با مقادیر مجاز استانداردها مقایسه شده و سپس عملیات تزریق آب تا پر شدن مخزن ادامه می یابد. سپس مجدداً میزان نشست مخزن مورد بررسی قرار می گیرد.



شکل ۵۳- تکمیل هیدروتست و شناور شدن سقف مخزن در بالاترین حد آن

عملیات سندبلاست (S.B) برای زنگ زدایی روی سطح انجام می شود. فلزات وقتی در هوای آزاد می مانند در اثر وجود رطوبت موجود در هوا، سطح فلزات اکسید می شود که اگر این اکسید فلز از روی آن برداشته نشود، امکان چسبیدن رنگ بر روی فلز به خوبی فراهم نمی شود. لذا یکسری Sand ریز (که البته اندازه Sand هم مهم بوده و بایستی طبق استاندارد باشد). توسط یک کمپرسور هوا و لوازم مربوطه، و با فشار هوا بر روی سطح فلز پرتاب شده و ذرات اکسید را از روی آن جدا می کند.



شکل ۵۴- سندبلاست بدنه مخزن

پس از اتمام S.B می بایست در همان روز، عملیات رنگ لایه اول انجام شود. که ضخامت آن مطابق استاندارد می باشد. دلیل اینکه سطح S.B شده باید همان روز رنگ شده و به روز دیگر موکول نشود، این است که سطح فلز در مجاورت هوا سریعاً اکسید شده و دوباره نیاز به زنگ زدایی خواهد داشت. پس از خشک شدن رنگ لایه اول، لایه دوم بر روی لایه اول پاشیده می شود. و در نهایت رنگ لایه نهایی پاشیده می شود. قسمتهایی که باید رنگ شوند:

- (۱) کف مخزن، به دلیل اینکه کلیه آبهای احتمالی موجود در سیال بر روی کف مخزن می نشیند.
- (۲) یک متر پایین بدنه، به دلیل این که این قسمت نیز در مجاورت آب و لجن ایجاد شده می باشد. و احتمال خوردگی ورقهای بدنه در آن بالا می باشد.
- (۳) یک متر بالایی بدنه، به دلیل این که این قسمت هم در اکثر مواقع در بیرون از پوشش سقف می باشد و احتمال خوردگی در آن زیاد است.



شکل ۵۵- دستگاه ایرلس جهت انجام عملیات رنگ آمیزی

در مورد ضخامت کل رنگها لازم به ذکر است که ضخامت رنگ بیرونی ۲۳۰ میکرون و ضخامت رنگ

درونی مخزن ۲۴۰ میکرون می باشد که این رنگ طی سه مرحله بر روی فلز پاشیده می شود.



شکل ۵۶- عملیات رنگ آمیزی لایه نهایی رنگ سقف شناور



شکل ۵۷- تکمیل رنگ لایه نهایی بدنه مخزن



شکل ۵۸- مخازن رنگ آمیزی شده به صورت کامل

۴۰- اجرای خط لوله های هیدرانت شامل (آتش نشانی ، Watercooling ، Foam)

الف _ لوله های آتش نشانی: به منظور تامین آب اطفاء حریق مخازن در کلیه پیاده روهای اطراف سایت یک خط لوله آب 12" کشیده شده است که در بین مسیر لوله ها، شیرهای هیدرانت در داخل پیاده رو و در یک حوضچه با دیوارک های آجری نصب می گردد. که این شیرها در زمان نیاز، آب را در دسترس گروه آتش نشان قرار می دهند. از سوی دیگر این خط لوله تامین کننده آب لوله های Watercooling روی دیواره مخزن نیز می باشد. لازم به ذکر است که در کلیه مراحل عملیات Piping انجام R.T سرجوشها با توجه به ملزومات استانداردها و نیز هیدروتست خط لوله الزامی

است.



شکل ۵۹- خط لوله آتش نشانی



شکل ۶۰- شیر هیدرانت

ب_ لوله های Watercooling :

در صورت بروز هرگونه حادثه و یا آتش سوزی مخزن لازم است دیواره فلزی مخزن خنک نگه داشته شود. که به این منظور بر روی محیط اطراف مخزن یک خط لوله 4" (سایز خط لوله با توجه به استانداردها معین می گردد) که دارای تعدادی نازل خروجی بوده نصب می شود. این لوله توسط رایزن نصب شده بر روی دیواره مخزن و خط لوله WaterCooling محوطه مخازن که به صورت Underground است، به خط لوله 12" آتش نشانی متصل می گردد. با قرار دادن شیرهای قطع و وصل در طول خط، ورود آب به این سیستم کنترل می گردد.



شکل ۶۱- لوله های Watercooling بر روی بدنه مخزن

یکی دیگر از راههای کنترل آتش روی دیواره مخزن استفاده و نصب سیستم فوم می باشد. در این روش مشابه سیستم watercooling بر روی محیط فلزی مخزن یک لوله 4" به صورت دور تا دور بر روی ساپورتهای فلزی جوش شده روی مخزن، نصب می گردد. در این لوله ها، نازل خروجی جهت پاشیدن ماده فوم در مخزن به FoamChamber متصل می گردد. همچنین این لوله ها توسط لوله رایزر به Collector فوم در کنار پیاده رو متصل می گردد.



شکل ۶۲- نصب ساپورتهای خط
لوله سیستم فوم

شکل ۶۳- سیستم Foam



د_ لوله های OilyDrain :

جهت تخلیه آب و لجنها و رسوبهای کف Sump مخزن یک خط لوله 8" از مخازن تا حوضچه تبخیر ساخته می شود. در این روش یک خط لوله از خروجی Sump شروع شده و با شیب لازمه که در حدود (۱-۰,۵) در صد است تا حوضچه تبخیر در خارج از سایت ادامه می یابد. همچنین در طول این خط لوله، Pit هایی از جنس بتن مسلح و با فاصله هر یک حدود ۴۰ متر ساخته شده است. تا عملیات دفع و خروج مایعات و لجنها به آسانی صورت گیرد. در این سیستم مواد و مایعات نفتی به همراه رسوبات آن به محل حوضچه منتقل می شود و در مجاورت نور خورشید مایع آن تبخیر و رسوبات باقی مانده جمع آوری می گردد.



شکل ۶۴- ساخت Pit خط لوله OilyDrain



شکل ۶۵- خروجی Sump کف مخزن به خط لوله OilyDrain



شکل ۶۶- خط لوله سیستم OilyDrain

ه_ عایق کاری لوله ها:

برای محافظت از خوردگی، لوله های فلزی که درون زمین قرار می گیرند را باید عایق کاری نمود. لوله به کار رفته برای این منظور، معمولاً به صورت عایق کاری شده تهیه می گردند و در هنگام ساخت و نصب فقط سرجوشها نیاز به عایق کاری دارند. در غیر این صورت باید تمام سطح لوله عایق کاری گردد. برای این کار ابتدا سطح فلز را تمیزکاری نموده و سپس سطح لوله پرایمر زده می شود. و در نهایت با استفاده از نوار عایق سطح فلز پوشیده می شود. تمامی لوله های به کار رفته در watercooling ، oilydrain و خطوط آتش نشانی می بایست عایق کاری شوند.



شکل ۶۷- عایق کاری لوله های خط آتش نشانی

۴۱_ اجرای لوله های سوخت یا فرآورده مخازن :

به منظور بارگیری مخزن و انتقال سوخت مایع به داخل آن و یا خروج فرآورده ها از مخزن به محل تخلیه بین Inlet و Outlet مخازن و محل‌های مذکور لوله کشی (Piping) صورت می گیرد. پس از نصب این لوله ها بر روی ساپورت‌های مربوطه و جوش آنها و نصب فلنج‌ها و شیرهای قطع و وصل سوخت، خط لوله تست رادیوگرافی شده و هیدروتست می گردد. پس از انجام تست‌های مورد نیاز و اجرای لایه های پایانی رنگ آمیزی روی لوله ها و تایید ناظر، این بخش آماده بهره برداری می گردد.



شکل ۶۸- رنگ آمیزی لایه اول رنگ لوله های سوخت



شکل ۶۹- خط لوله سوخت



شکل ۷۰- آبیگری خط لوله سوخت جهت هیدروتست

پس از تکمیل مراحل ساخت مخازن و رنگ آمیزی آنها و نیز تکمیل اجرای خطوط لوله محوطه مخازن شامل خطوط لوله آتش نشانی و فوم و خط لوله سوخت، کف محوطه مخازن شن ریزی می شود. برای انجام شن ریزی ابتدا زمین محوطه مخازن تمیزکاری شده و توسط گریدر تسطیح می گردد. سپس زمین توسط غلطک کوبیده شده و شن ریزی انجام می شود. شن ریخته شده در محوطه توسط گریدر پخش گردیده و تسطیح می شود.



شکل ۷۱- مخازن تکمیل شده پس از شن ریزی

به دلیل اینکه کار در مخازن، همراه با کار در ارتفاع می باشد، لذا رعایت اصول ایمنی در این کار حائز اهمیت می باشد. داربست و تخته بندی که جوشکاران و سایر نفرات روی آن کار می کنند، توسط یک سری کلنگی و جاکلنگی به بدنه مخزن متصل شده است که بایستی از نحوه اتصال آنها اطمینان حاصل گردد. تخته ها بایستی دو به دو به هم بسته شوند. لوله های هندریل بر روی کلنگی ها نصب شود. و با دو سری طناب محصور شوند. استفاده از تخته های معیوب (کج، فرسوده) ممنوع می باشد. نفرات حتما از کفش کار و کلاه ایمنی استفاده نمایند.

همچنین اگر در محوطه انبار نفت یا مکان هایی که دارای مخازن عملیاتی حاوی بنزین و گازوییل می باشد، ساخت مخازن انجام گیرد، به دلیل وجود بخارات قابل اشتعال منتشر شده در هوا برای جلوگیری از هرگونه حادثه ناگوار، روشن کردن آتش در محوطه باز ممنوع می باشد.



شکل ۷۲- تخته بندی و لوله های هندریل به همراه طناب آنها