اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

ساخت مخازن سقف ثابت

ساخت مخازن سقف ثابت

گردآوری :

حمیدرضا امیری کارشناس عمران

با صنعتی شدن جوامع امروزی ، ذخیره سازی جهت برقرای تولید و عرضه ، امری ضروری می باشد لذا جهت ذخیره سازی موادی همچون آب ، روغن و نفت کوره و با در نظر گرفتن خصوصیات ماده ذخیره شونده از مخازن سقف ثابت استفاده می گردد. مراحل طراحی مخازن با توجه به استانداردهای موجود انجام گرفته و نقشه های اجرایی و دستورالعمل ها تهیه می گردد.

در این جزوه مراحل ساخت مخازن سقف ثابت که جهت ذخیره سازی روغن ، ملاس و آب استفاده می گردد به همراه تصاویر مربوطه ارائه گردیده است. لطفاً پس از مطالعه نظرات و راهنمایی خویش را دریغ نفرمایید.

Hamid4482000@yahoo.com

فهرست مطالب

صفحه

1- کاربرد مخازن سقف ثابت 5

2- انواع مخازن سقف ثابت 6

3- گمانه زنی 7

4- عملیات استحصال 8

5- عملیات اجرای ماسه بادی 9

6- عملیات اجرای مخلوط 10

7- اجرای بتن مگر 12

8- عملیات آرماتوربندی 13

9- قالب بندی فونداسیون 14

10-عملیات بتن ریزی 15

11-اجرای آسفالت زیر مخازن 16

12-ورقهای Anuular 17

13-ورقهای Bottom plate 18

14-تست وکیوم 19

15-نورد ورق های Shell 20

16-مونتاژ کورس اول 21

17-مونتاژ کورس دوم 23

18-مونتاژ کورس سوم و کورس های بالاتر 24

19-نصب Wingirder 26

20-نصب Top Angle 27

21-ساخت ستون میانی مخزن 28

22-نصب ستون میانی مخزن	30
23-نصب تیرهای سقف	31
24-نصب ورقهای Roof Plate	35
25-نصب Anchor Chair	38
26-نصب Roof manhole	39
27-نصب نرده های محافظ سقف	39
28-ساخت راه پله	40
29-ساخت پلهای ارتباطی	40
30-Inlet Nozzle	41
31-Outlet Nozzle	42
32-Hydrostatic Test	43
33-تست PT	44
34-آزمایش فراصوتی Testing Ultrasonic	45
35-آزمون رادیو گرافیRT	46
36-تست کنترل شاقولی (Plumbness)	47
37-کنترل Peaking	48
38-کنترل Banding	49
39-بازرسی چشمی (VT)	49
40-عملیات سندبلاست و رنگ آمیزی مخزن	50

1- **کاربرد مخازن با سقف ثابت:**

این مخازن در مواردی بکار می روند که:

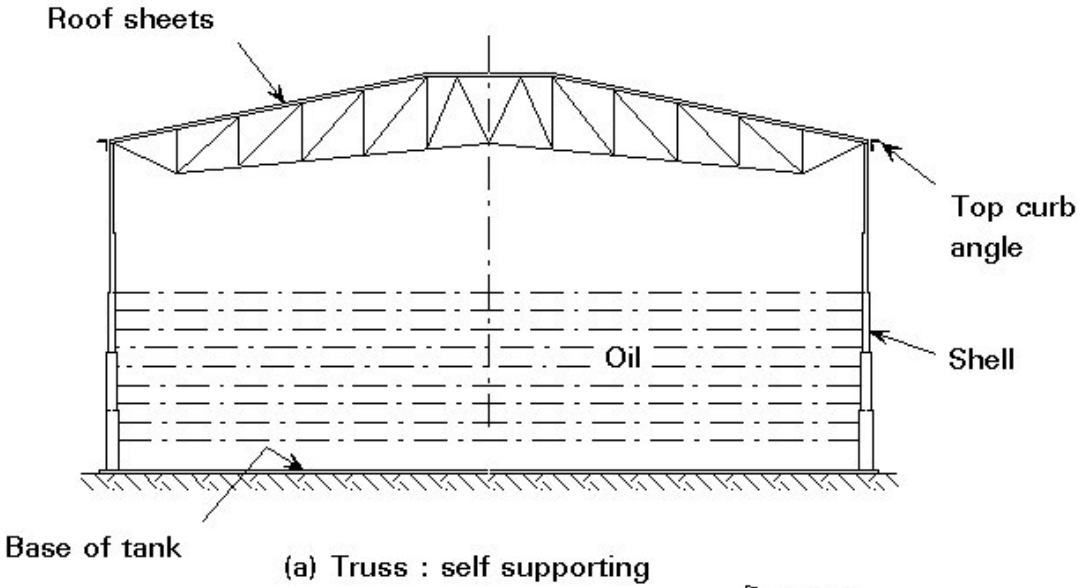
- فشار بخار مایع ذخیره شونده کم یا ناچیز باشد.

- ماده مورد نظر آتشگیر یا سمی بوده یا خواص آن اهمیت داشته باشد.

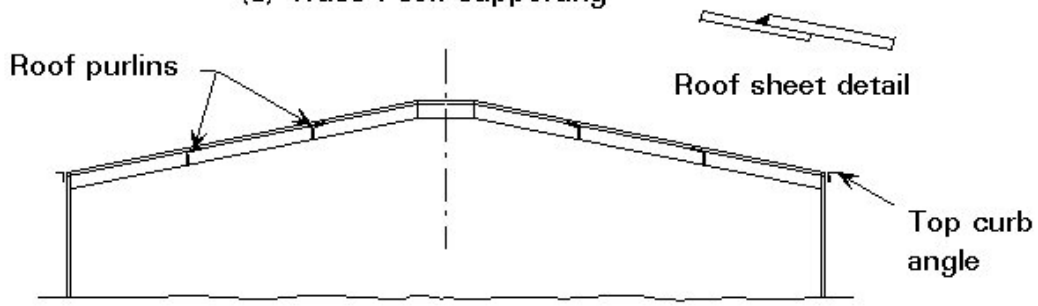
این نوع مخازن دارای دیواره ای استوانه ای شکل با کف وسقف می باشند. غالباً کف آنها را صاف و سقف را به شکل مخروطی و گنبدی می سازند.

نسبت ارتفاع به قطر در طراحی این مخازن مهم بوده وبرای بدست آوردن این نسبت نکات مختلفی مورد توجه قرار می گیرد . مانند عواملی چون کم بودن فضای موجود برای نصب مخزن ، زیاد بودن فراریت ماده ای که باید در مخزن ذخیره شود . بالا بودن سرعت ته نشین شدن مواد می تواند دلایلی برای انتخاب مخازنی باقطر کمتر وارتفاع بیشتر گردد . تحمل کم خاک زیر مخزن می تواند دلیلی برای انتخاب یک مخزن با قطر بالا و ارتفاع کم باشد.

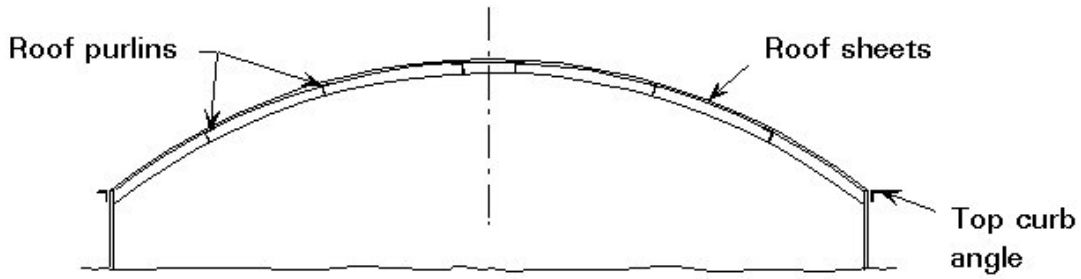
از جمله موادی که در این مخازن می توان ذخیره کرد به آب و ترکیبات سنگین مانند آکریل آمید ، دی اتیل پیروکربنات ،دی ایزو پرو پیل فلوئوروفسفات ، کاستیک ، نفت کوره ، روغن وموادی از این قبیل اشاره کرد.



(a) Truss : self supporting



(b) Cone : self supporting



(c) Dome : self supporting

Figure 10 Self-supporting fixed roofs.

انواع مخازن فلزی سقف ثابت

3- **گمانه زنی:**

با توجه به تعداد بالای مخازن در این پروژه ابتدا می بایست از اطلاعات آزمایشگاه مکانیک خاک بوسیله گمانه زنی وسونداژ به منظور شناخت جنس خاک وضخامت لایه های خاک محل احداث مخازن بهره گرفت و پس از آن نقشه برداری کامل از سایت به منظور تهیه نقشه های اجرایی پروژه انجام می شود.

شکل 1 - گمانه زنی اولیه

4- **عملیات استحصال** :

پس از انجام نقشه برداری از سایت ، عملیات استحصال زمین محل ساخت مخازن با اجرای عملیات خاکبرداری آغاز می گردد که عمق خاکبرداری بستگی به جنس لایه های زمین و میزان ارتفاع زیر سازی لازم مطابق کد های درج شده در نقشه های طراحی می باشد.

شکل 2 - عملیات خاکبرداری

5- **عملیات اجرای ماسه بادی** :

پس از انجام عملیات خاکبرداری و نقشه برداری محل های خاکبرداری شده ، اقدام به تخلیه ، تسطیح و کوبش ماسه بادی با کدهای درج شده در نقشه های اجرایی می شود.

شکل 3 - تخلیه و تسطیح ماسه بادی زیر مخازن

شکل 4 - کوبش ماسه بادی زیر مخازن تا رسیدن به تراکم لازم

6- **عملیات اجرای مخلوط** :

پس از بستر سازی و کوبش لایه های ماسه بادی اقدام به پخش مخلوط تا کد نهایی می گردد. ضخامت لایه های خاکریزی 15 **سانتی متر و حداقل ترکم مورد تایید** 97% **به روش آشتو و بر اساس دانه بندی های تایید شده می باشد.**

شکل 5 - تخلیه مخلوط زیر مخازن

شکل 6- تسطیح لایه های مخلوط زیر مخازن

شکل 7- تسطیح لایه های مخلوط زیر مخازن

شکل 8- کوبش لایه های مخلوط زیر مخازن

7- **اجرای بتن مگر** :

پس از حصول اطمینان از تراکم لایه های زیر محل مخازن روغن و اخذ تاییدیه نظارت و آزمایشگاه ، و بعد از جانمایی محل مخازن ، جهت بدست آوردن بستری مناسب برای آرماتوربندی اقدام به اجرای بتن مگر زیر فونداسیون مخازن می گردد. و به توجه به اینکه در اکثر مخازنی که فونداسیون آنها به صورت رینگی اجرا شده است و علیرغم کوبش های مطلوب ، پس از بهره برداری نشست کف مخازن رخ می دهد ، در این پروژه فونداسیون کلیه مخازن به صورت پیوسته اجرا گردید.

شکل 9 - اجرای بتن مگر

8- **عملیات آرماتوربندی** :

پس از اجرای بتن مگر عملیات آرماتوربندی فونداسیون مخازن آغاز می گردد و باید دقت شود که آرماتورهای طولی و عرضی در یک نقطه قطع یا اورلب نداشته باشند.

شکل 10 تا 13 - عملیات آرماتوربندی فونداسیون مخازن

9- **قالب بندی فونداسیون** :

پس از اتمام آرماتوربندی و تایید دستگاه نظارت ، قالب بندی فونداسیون مخازن انجام می شود و در این مقطع قالب بندی محل شستشو و تخلیه مخزن(sump) نیز تعبیه می گردد.

شکل 14 تا 16 - قالب بندی فونداسیون مخازن

10- **عملیات بتن ریزی** :

پس از آرماتوربندی ، بتن ریزی مخزن انجام می شود که در این مرحله با توجه به حجم بالای بتن و حساسیت امر می بایست بتن ریزی بدون وقفه و پیوسته صورت گیرد.

شکل 17 - بتن ریزی فونداسیون مخازن

شکل 18 - فونداسیون مخازن بعد از باز کردن قالب

11- **اجرای آسفالت زیر مخازن** :

آسفالت روی فونداسیون مخازن پس از شیب بندی سطح فونداسیون در یک لایه و به ضخامت 5 سانتیمتر اجرا می گردد.

شکل 19 – اجرای آسفالت روی فونداسیون مخازن

شکل 20 – آسفالت زیر مخازن

12- **ورقهای Anuular**:

ابتدا ورقهای Anuular plate طبق ابعاد خواسته شده در نقشه ها ، برشکاری و پخ زنی (Bevel) می شود که زاویه پخ 30 **درجه و در دو سر ورق می باشد ، سپس (Back strip) زیر لبه ورقهای Anuular plate به منظور پشت بندی ورق های آنولار و جهت تقویت جوش ، جوشکاری می شود.سپس ورقهای Anuular plate بر روی آسفالت زیر مخزن مطابق با جزئیات و جانمایی نقشه (Bottom plate) چیده می شوند و با رعایت (Gap) مورد نیاز (حدود** 5 **میلیمتر) به یکدیگر جوش می گردد.**

شکل 21 –جانمایی ورقهای Anuular plate

شکل 22 –جوشکاری ورقهای Anuular plate

13- **ورقهای Bottom plate**:

ورقهای Bottom plate طبق ابعاد خواسته شده در نقشه ها ، برشکاری و پخ زنی (Bevel) و شماره گذاری شده و مطابق جانمایی نقشه ، ورق های (Bottom plate) چیده می شوند و با رعایت (Over) مورد نیاز (حدود 5 سانتیمتر) به یکدیگر جوش می گردند.سایز الکترود مصرفی و تعداد پاسها می بایست مطابق WPS باشد.

شکل 23 –جانمایی ورقهای Bottom plate

شکل 24 –جوشکاری ورقهای Bottom plate

14- **تست وکیوم** :

پس از اتمام جوشکاری کف می بایست تست وکیوم بر روی جوش های انجام شده Bottom plate انجام شود ، دستگاه وکیوم از یک جعبه شیشه ای به همراه یک فشارسنج و یک پمپ خلاء تشکیل شده است . ابتدا بر روی جوش ها کف صابون ریخته می شود . سپس دستگاه وکیوم به صورت متوالی بر روی جوشها قرارداده شده و با ایجاد خلاء (حدود 4 Psi -) جوش ها تست می گردند. اگر هرگونه حفره یا سوراخی در جوش وجود داشته باشد در اثر مکش ، حباب صابون ایجاد می شود و می بایست سطح جوش تمییز شده و پس از سنگ زنی ، محل عیب دوباره جوشکاری شده و مجدداً تست وکیوم انجام شود.

شکل 25 –عملیات تست وکیوم ورق های Bottom plate

15- **نورد ورق های Shell** :

پس از اینکه ورقهای Shell پخ زنی و گونیا شده اند ، توسط دستگاه نورد به اندازه شعاع مخزن نورد می شوند و mini shell هم پس از برش و پخ زنی نورد می گردد.

شکل 26 –دستگاه نورد ورقها

شکل 27 –عملیات نورد ورقها

16- **مونتاژ کورس اول** :

پس از اتمام جوشکاری آنولارها و تایید جوشها ، ورق های نورد شده کورس اول نصب (Fit up)می گردند که تراز بودن کورس اول حائز اهمیت می باشد.

شکل 28 –مونتاژ کورس اول

شکل 29 –مونتاژ کورس اول

یکی از مهمتری جزئیات ساخت مخازن اتصال کلنگی ها به بدنه داخلی مخزن جهت نصب تخته داربست ها می باشد

شکل 30 –نصب تخته داربست کورس اول

شکل 31 –نصب تخته داربست درکورس های بالاتر

17- **مونتاژ کورس دوم** :

پس از تایید مونتاژ کورس اول توسط ناظرین نسبت به مونتاژکورس دوم اقدام می شود و پس از آن می توان جوشکاری درزهای عمودی کورس اول را شروع کرد و ترتیب جوشکاری درزهای بدنه بدین صورت خواهد بودکه ابتدا از بیرون جوشکاری درزهای افقی انجام شده و سپس از سمت داخلی مخزن ، سرباره جوشهای پاس اول سنگ زنی می شود و سپس جوشکاری Backweld از سمت داخل طبق WPS انجام می شود.

شکل 32 –جوشکاری درزهای عمودی کورس اول

شکل 33 –جوشکاری درزهای عمودی کورس اول

18- **مونتاژ کورس سوم و کورس های بالاتر** :

پس از اتمام جوشکاری عمودی کورس اول و قبل از جوشکاری کورس دوم ، بایستی کورس سوم نصب گردد تا بتوان جوشکاری Vertical کورس دوم و Horizontal مابین کورس اول و دوم را انجام داد و پس از مونتاژ کورس سوم و تایید گروه نظارت و اتمام جوشکاری های کورس دوم ، می توان عملیات مربوط به مونتاژ و جوشکاری کورس های بالاتر را به همین صورت تا کورس آخر ادامه داد.

شکل 34 –رعایت فاصله (Gap) بین ورقها

شکل 35 –مونتاژ و نصب ورق های shell

شکل 36 –جوشکاری ورق های shell

19- **نصب Wingirder** :

در طراحی مخازن برای مقابله با نیروی باد که به بدنه مخزن وارد می شود و همچنین کم شدن اعوجاج های موجود در مخزن و کنترل دفرمگی ایجاد شده در اثر حرارت جوش از Wingirder استفاده می شود. که تعداد و نوع و فاصله آنها با توجه به ارتفاع و قطر مخزن ، ضخامت ورقهای مخزن و همچنین سرعت باد در منطقه محاسبه می گردد.

شکل 37 – جوشکاری **Wingirder**

20- **نصب Top Angle** :

با توجه به اینکه در کورس های بالایی مخزن ، ضخامت ورق های بدنه کمتر می شود . لذا احتمال ایجاد اعوجاج در ورق های بدنه و خارج شدن مخزن از حالت گردی وجود دارد ، به همین دلیل در بالاترین نقطه کورس آخر ، بر روی قسمت خارجی بدنه مخزن یک نبشی با توجه به شرایط طراحی نصب و جوشکاری می گردد.

شکل 38 – نصب **Top Angle**

21- **ساخت ستون میانی مخزن:**

برای نگهداری تیرهای سقف مخازن با سقف ثابت ، با توجه به شرایط طراحی و قطر و ارتفاع مخازن ستون میانی نگهداری می شود که معمولاً از لوله های با ضخامت بالا برای ساخت ستون میانی (Pipe Columan) استفاده می شود. که قسمت پایینی آن به کف مخزن مهار شده و به قسمت فوقانی آن Centeral Compression Ring متصل شده که توسط تیرهای سقف (Roof Beam) به قسمت داخلی بدنه مخزن متصل می شوند.

شکل 39 – نورد ورق جهت ساخت **Centeral Compression Ring**

شکل 40 – جوشکاری **Centeral Compression Ring**

شکل 41 – ساخت **Centeral Compression Ring**

شکل 42 – تکمیل ستون میانی

شکل 43 – ساخت گلدانی محل قرارگیری ستون میانی

شکل 44 – مراحل نصب ستون میانی

22- **نصب ستون میانی مخزن:**

پس از ساخت ستون میانی مخزن ، توسط جرثقیل در محل نصب قرار داده می شود و تا هنگام نصب تیر های سقف توسط کابل به بدنه مخزن مهار می شود.

شکل 45 – نصب ستون میانی و مهار کردن آن توسط کابل به بدنه مخزن

شکل 46 – نصب ستون میانی در محل گلدانی کف مخزن

23- **نصب تیرهای سقف** :

پس از مهار موقت ستون میانی ، اقدام به نصب تیرهای سقف می شود ، به لحاظ اینکه تیرها به صورت شعاعی نصب شده و به جهت سختی کار در ارتفاع ، تیرهای سقف به صورت جفتی و بوسیله تیرهای رابط به یکدیگر متصل شده و هر دو عدد تیر با هم نصب می شوند .

شکل 47 – ساخت تیرهای سقف

شکل 48 – انتقال دو عدد تیر اول سقف برای نصب توسط جرثقیل

شکل 49 – نصب دو عدد تیر اول سقف بر روی بدنه و ستون میانی

شکل 50 – انتقال دو عدد تیر دوم سقف برای نصب توسط جرثقیل

شکل 51 – انتقال دو عدد تیر دوم سقف برای نصب توسط جرثقیل

شکل 52 – نصب دو عدد تیر اول سقف بر روی بدنه و ستون میانی

شکل 53 – نصب تیر های سقف بر روی بدنه و ستون میانی

شکل 54 – تیر های نصب شده سقف

24- **نصب ورقهای Roof Plate:**

ابتدا ورقهای Roof Plate طبق ابعاد درج شده در نقشه ها ، برشکاری و پخ زنی و شماره گذاری می شود و مطابق جانمایی نقشه ، ورق های (Roof Plate) بر روی تیرهای سقف چیده می شوند و با رعایت (Over) مورد نیاز (حدود 5 سانتیمتر) به یکدیگر جوش می گردند.سایز الکترود مصرفی و تعداد پاسها می بایست مطابق WPS باشد.

شکل 55 – برشکاری و شماره گذاری ورق های Roof Plate

شکل 56 – جانمایی ورق های Roof Plate

شکل های 57 تا 60 - نصب ورق های Roof Plate

شکل 61 - نصب ورق های Roof Plate

شکل 62 - نصب ورق های Roof Plate

25- **نصب Anchor Chair**:

به منظور کنترل ایستایی و کنترل حرکت های جانبی مخزن ، توسط انکر چیر بدنه مخزن به فونداسیون متصل می گردد.

شکل های 63 تا 65 - نصب Anchor Chair

26- **نصب Roof manhole**:

به منظور کنترل و بازرسی از مخزن Roof manhole در نظر گرفته می شود

شکل 66 - نصب Roof manhole

27- **نصب نرده های محافظ سقف**:

به منظور ایمنی تردد بر روی مخازن نرده های محافظ بر روی سقف مخازن نصب می گردد.

شکل 67 - نصب نرده های محافظ پیرامونی سقف مخازن

28- **ساخت راه پله**:

با توجه به ضوابط طراحی و به منظور امکان دسترسی به بالای مخازن راه پله فلزی ساخته و نصب می گردد.

شکل 68 - نصب راه پله مخازن

29- **ساخت پلهای ارتباطی**:

به منظور امکان دسترسی و سهولت تردد مابین مخازن ، پل های ارتباطی بر روی مخازن ساخته و نصب می شود

شکل 69 - نصب پل های ارتباطی مخازن

30- **Inlet Nozzle** :

برای پرکردن مخازن می بایست ، مخزن توسط یک لوله به سیستم Piping متصل شود که برای این کار یک نازل با قطر مشخص به سقف مخزن جوش می شود و روی آن فلنج با همان سایز نصب می گردد. در صورتی که قطر نازل بیشتر از سه اینچ باشد و سیستم Piping توسط یک شیر به فلنج Inlet Nozzle متصل می شود می بایست در محل اتصال نازل به سقف از ورق تقویتی (Reinforce Pad) استفاده نمود.

شکل 70 - نصب Inlet Nozzle به سقف مخزن

شکل 71 - نصب Inlet Nozzle به سیستم Piping

31- **Outlet Nozzle** :

برای تخلیه مخزن می بایست ، مخزن توسط یک لوله به سیستم Piping متصل شود که برای این کار یک یا چند نازل با قطر مشخص به بدنه مخزن جوش می شود و روی آن فلنج با همان سایز نصب می گردد و سیستم Piping توسط یک شیر به فلنج Outlet Nozzle متصل می شود در صورتی که قطر نازل بیشتر از سه اینچ باشد می بایست در محل اتصال نازل به Shell از ورق تقویتی (Reinforce Pad) استفاده نمود.

شکل 72 - نصب Outlet Nozzle به بدنه مخزن

شکل 73 - نصب Outlet Nozzle به سیستم Piping

: **Hydrostatic Test** -32

آزمایش هیدرولیکی یا تست آب مخازن روشی معمول و مورد تایید کارشناسان ژئوتکنیک بوده و جزء مکمل در طراحی ژئوتکنیکی شالوده مخازن و روند کنترل نشست آنها است. این آزمایش نوعی بارگذاری است که با پر کردن مخازن با آب در شرایط کنترل و برداشت دقیق جهت اطمینان از کفایت باربری ، عدم گسیختگی و نشست های غیر عادی و پیش بینی نشده خاک زیر شالوده می شود. این آزمایش با ثبت مقادیر نشست تحت بار ناشی از پر نمودن تدریجی مخازن با آب صورت می پذیرد. برای انجام این آزمایش حداقل 4 نقطه نشانه بر روی مخازن با قطرکمتر از 25 متر و 8 نشانه برای مخازن با قطر بیش از 25 متر در نظر گرفته می شود ، قرائت و ثبت تراز نقاط نشانه در هنگام آزمایش باید از نقاطی خارج از حوزه تنش ناشی از مخزن صورت پذیرد تا نشست آن نقطه بر پایش نقاط نشانه بدون تاثیر باشد.روش انجام این آزمایش در ساختگاه های مختلف با مشخصات ژئوتکنیکی مختلف ، متفاوت و مطابق دستورالعمل های مشخص می باشد.بخش قابل توجه از نشست آنی مجموعه مخازن در هنگام تست آب مخزن اتفاق می افتد. بنابراین در صورت عدم کنترل در آرایش و نحوه اجرای تست آب ، وقوع نشست های نامتقارن محتمل بوده و جبران آنها ، هزینه های زیادی را در بر خواهد داشت.

۱) 33- تست liquid penetration Testing (P.T) :

تست مایع نافذ ، یکی از روشهای آزمایش غیر مخرب است که موجب آشکارسازی عیوب سطحی می شود و لذا تست مایع نافذ روشی است که در جهت پیدا کردن ناپیوستگی های سطحی به کار برده می شود. عموما همه مواد (به جز مواد با سطح متخلخل) را می توان به وسیله این روش و به طور معمول تست نمود .

ابتدا مایع نافذ بر روی سطح قطعه اعمال می شود. سپس بعد از گذشت مدت زمان معینی ، مایع نافذ اعمال شده از سطح پاک می شود و ماده ظاهر کننده بر روی سطح اعمال می شود. بعد از مدت زمان معین ، مایع نافذ نفوذ کرده در ناپیوستگی های سطحی بیرون کشیده شده و علائم کاملا مشخص را در روی سطح آشکار می کند.با استفاده از این روش می توان عیوبی از قبیل ترکها ، حفرات گازی و درزهای به سطح رسیده را آشکار نمود.

شکل 74 - انجام آزمایش PT

34- آزمایش فراصوتی **Testing Ultrasonic (U.T)** :

در این روش، امواج صوتی با بسامد 0/5 تا 20 مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می‌شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه باز تابیده می‌شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج، می‌توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول ، محل عیب را مشخص می کند .

روشهای فراصوتی به طور گسترده‌ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می‌روند ولی می‌توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.

شکل های 75 تا 77 - انجام آزمایش **Ultrasonic**

35- آزمون رادیو گرافیRT :

پرتو نگاری یکی از روش های آزمایشات غیر مخرب می باشد که نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز (میکروسکوپی) جوش را نشان می دهد . در این روش از دو نوع پرتو نگاری X یا گاما مورد استفاده قرار می گیرد . اشعه گاما بخاطر طول موج کوتاه خود می تواند در ضخامت های نسبتا زیادی از مواد نفوذ کند ، در ضمن زمان تابش اشعه گاما نسبت به اشعه X بسیار طولانی تر می باشد . در آزمایش پرتو نگاری از فیلم و بصورت نگاتیو از جوش عکس گرفته می شود

روش کار:

در حین عکس برداری فیلم در یک طرف و منبع پرتو زا در سمت دیگر قطعه قرار می گیرد . پرتو رادیویی در ضخامت فلز نفوذ کرده و پس از عبو از این ضخامت لکه ای را بر روی فیلم ایجاد می کند.

میزان جذب پرتو های رادیویی توسط مواد مختلف متفاوت است . نفوذ گل ، حفره گازی ، ترک ها ، بریدگی کناره جوش و قسمت های نفوذ ناقص جوش ، تراکم کمتری نسبت به فولاد سالم دارند. بنابراین در حوالی این قسمت ها پرتو بیشتری به سطح فیلم می رسد و عیوب فلز جوش ، بصورت لکه های تاریکی بر روی فیلم ثبت می شوند . در این شیوه تست ، حضور معایب مختلف در فلز جوش و فلز پایه را مشخص و اندازه و محل قرار گرفتن و شکل آنها را روی فیلم ثبت می کند .حداکثر تا 75 میلی متر را می تواند تست نمود.

توجه : در هنگام پرتو نگاری نباید به محل اجرای تست نزدیک شود و تا چند ساعت پس از پرتو نگاری از ورود افراد به محل تست بایستی جلو گیری کرد.

36- تست کنترل شاقولی (Plumbness)

پس از مونتاژ هرکورس یکی از تستهایی که باید انجام شود ، تست شاقولی می باشد . برای این کار توسط یک شاقول معمولی که به سر بالایی ورق مچسبانده می شود ، میزان انحراف نخ شاقول را از پایین اندازه گرفته می شود 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.

37- **کنترل Peaking** :

پس از نصب کورس اول وقبل ازاینکه جوشکاری انجام شود ، بایستی در محل جوشهای عمودی تست Peaking انجام شود. 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 باید نحوه Fit up ورق در محل اتصال درز عمودی اصلاح و تنظیم گردد.

شکل 78 - کنترل Peaking

38- **کنترل Banding** :

مراحل اجرا مشابه تست Peaking می باشد با این تفاوت که در مورد جوشهای افقی انجام می شود.

شکل 79 - کنترل Banding

39- **بازرسی چشمی Visual Testing (VT)** :

اولین مرحله در آزمایش یک قطعه ، بازرسی چشمی است که معمولی ترین و کم هزینه ترین و کاربردی ترین آزمایش در سازه های فلزی محسوب می شود بازرسی توسط فردی که دارای تجربه و اطلاعات و دانش زیاد از جوش و دارای دید قوی و ورزیده باشد انجام می شود در این بازرسی ناظر با توجه به تجارب واستانداردها کلیه عیوب سطحی و ظاهری جوش که قابل مشاهده میباشند از قبیل , Slag, Prosity Undercut و ترک ها را طی مراحل مختلف جوشکاری مشاهده نموده و نسبت به اصلاح آنها در هر مرحله اقدام میشود.

40- **عملیات سندبلاست و رنگ آمیزی مخزن:**

بعد از داربست بندی و آماده سازی سطح جهت رنگ آمیزی مخزن(به ضخامت حدود 250 میکرون) با لحاظ شرایط جوی و مساعد بودن هوا سندبلاست که عمدتاً بر اساس استاندارد سوئدی SA 2/5 انجام می گیرد، شروع و پس از اتمام سندبلاست هر ناحیه در همان روز 20 دقیقه بعد از هواگیری و تمیز نمودن سطح کار لایه اولیه رنگ (پرایمر) اتیل سیلیکات یا زینک ریچ اعمال می گردد. اجرای رنگ آمیزی مراحل بعدی و لایه های میانی (اپوکسی) و نهایی (پلی یورتان) باید پس از شتشوی سطح کار با دستگاه واتر جت و خشک شدن سطح صورت می پذیرد. البته قبل از رنگ آمیزی هر لایه عملیات تاچ آپ در محل هایی مثل لبه ها و گوشه های کار و محل درز جوشها و نقاطی که احیاناً عیوبی وجود داشته باشد انجام می شود. در هر مرحله و پس از 24 تا 48 ساعت بر روی سطح خارجی مخزن و تا 72 ساعت برروی سطح داخلی مخزن البته پس از تایید دستگاه نظارت و رعایت مسائل فنی از قبیل ضخامت مناسب لایه، تمیزی کار و عدم وجود شُره رنگ، آور اسپری (Over Spray) ، خلل و فرج سطح رنگ و هر نوع عیب دیگر، عملیات رنگ آمیزی لایه بعدی اجرا می شود.

به منظور رعایت ایمنی در داخل مخزن باید از فن های ضد جرقه استاندارد و داربست بندی مطمئن استفاده گردد. کلیه تستها از قبیل ضخامت سنجی بر اساس روشهای اعلام شده در استاندارد 2SSPC-PA انجام می گیرد.

شکل 80 – سندبلاست مخازن

شکل 81 – رنگ آمیزی مخازن

شکل 82 – رنگ آمیزی مخازن