

طرح سیستم حفاظت کاتدیک  
تانک سوخت کارخانه سیمان نهاوند

|                    |         |                            |              |              |              |
|--------------------|---------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                    |         |                            |              |              |              |
|                    |         |                            |              |              |              |
| 00                 | 10/2023 | Design Report For Approval | M.Bozorgpour | M.Bozorgpour | R.Hasheminia |
| Rev                | Date    | STATUS                     | Prepared BY  | CHECKED BY   | APPROVED BY  |
| DOCUMENT REVISIONS |         |                            |              |              |              |

- الف: هدف طراحی ..... ۴
- ب: نمای کلی پروژه ..... ۵
- ج : داده های طراحی ..... ۶
- ۱- مقاومت ویژه الکتریکی خاک ..... ۶
- ۲- مقاومت موثر پوشش ..... ۶
- ۳- راندمان پوشش ..... ۶
- ۴- عمر طراحی ..... ۷
- ۵- دانسیته مورد نیاز جهت مواضع فاقد پوشش ..... ۷
- ۶- دانسیته مورد نیاز جهت مواضع پوشش دار و پولاریزه کردن مخزن ..... ۷
- ۷- نوع آند مورد استفاده ..... ۷
- ۸- وضعیت ایزولاسیون مخزن ..... ۷
- د- طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش آندهای فداشونده ..... ۸
- ۱- محاسبه کل سطح مدفون ..... ۸
- ۲- جریان کل مورد نیاز : ..... ۸
- ۳- محاسبه تعداد آند ..... ۹
- ۳-۱) محاسبه تعداد آند جهت بر آورده کردن نیاز وزنی ..... ۹
- ۳-۲) محاسبه تعداد آند از لحاظ جریان دهی ..... ۱۰
- ۳-۳) محاسبه تعداد آند از لحاظ مقاومت بستر ..... ۱۱
- ۴- مشخصات فنی و وسایل مورد نیاز سیستم حفاظت کاتدی (آندهای فدا شونده): ..... ۱۴
- ه- طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش جریان تزریقی موثر ..... ۱۵
- ۱- میزان شدت جریان مورد نیاز حفاظت کاتدی: ..... ۱۵
- ۲- طرح سیستم حفاظت کاتدی شبکه ..... ۱۵
- ۲-۱ مشخصات ایستگاه حفاظت کاتدی ..... ۱۶
- ۲-۲ سیستم کنترل حفاظت کاتدی ..... ۱۶
- ۳- محاسبات ایستگاه حفاظت کاتدی ..... ۱۶
- ۳-۱ محاسبه مقاومت مدار ..... ۱۶
- الف) مقاومت بستر آندی و تعیین تعداد آندها ..... ۱۷
- ب) مقاومت پوشش ..... ۱۸

- ۱۸ ..... (ج) مقاومت کابل‌های ارتباطی
- ۱۸ ..... (د) مقاومت سطح مخزن
- ۱۸ ..... ۲-۳ مقاومت کل مدار ( $R_T$ )
- ۱۹ ..... ۴- مشخصات فنی و وسایل سیستم حفاظت کاتدی (جریان تزریقی موثر)
- ۱۹ ..... ۴-۱- مبدل یکسوکننده جریان (ترانسفورمر رکتیفایر)
- ۲۰ ..... ۴-۲- آندها و بستر آندی
- ۲۰ ..... ۴-۳- ذغال کک
- ۲۰ ..... ۴-۴- کابل
- ۲۱ ..... ۴-۵- سیستم ارت
- ۲۱ ..... ۴-۶- جعبه های اتصال مثبت و منفی
- ۲۱ ..... ۴-۷- لوازم جانبی
- ۲۱ ..... ۴-۸- برق رسانی ایستگاه
- ۲۳ ..... ه- نقشه های استاندارد و نمونه نصب تجهیزات حفاظت کاتدیک
- ۲۴ ..... ۶- نقشه مخزن سوخت

## الف: هدف طراحی

اصول حفاظت کاتدی مبتنی بر حذف نقاط آندی روی سطح فلز می باشد. و چنانچه بتوان الکترونها را آزاد شده را که در اثر میل ترکیبی فلز با محیط اطراف خود، که از فلز جدا گردیده اند را با القاء الکترون از یک منبع الکترون خارجی جایگزین نمود و تعادل لازم را برقرار نمود، در این صورت سطح تاسیسات فلزی در مقابل منبع الکترون خارجی به حالت کاتدی درآمده و در برابر زنگ خوردگی حفاظت می گردد. منبع الکترون خارجی در اینگونه موارد آند و یا بستر آندی نامیده میشود. هدف از طراحی و نصب سیستم حفاظت کاتدیک جهت بخش مدفون و در تماس با زمین پروژه مزبور و رساندن ولتاژ طبیعی نسبت به الکترولیت خاک از حدود ۰/۵۵ - ولت (پتانسیل طبیعی) به ۰/۸۵ - ولت تا ۱/۱ - ولت در تمام طول عمر طراحی میباشد، چنانچه در طی مدت نصب پوشش و عایق ها آسیب ببینند یا مناطقی مورد تهاجم جریانهای سرگردان قرار بگیرند به هیچ وجه این مواضع آندی نشده و بصورت کاتدی باقی بمانند، بدین ترتیب بخش در تماس در برابر خوردگیهای گالوانیک و جریانهای سرگردان بخوبی محافظت خواهد شد.

برای جلوگیری از خوردگی اصولاً دو مدل حفاظت کاتدیک پیشنهاد می گردد و شامل:

۱. حفاظت کاتدیک آندهای فداشونده (Sacrificial anode Cathodic protection)

۲. حفاظت کاتدیک جریان تزریقی (Impressed current Cathodic protection)

با توجه به مشخصات پروژه و معیارهای بهره برداری و اقتصادی یکی از روشهای فوق انتخاب می گردد. در این طراحی به علت شرایط موجود به هر دو روش محاسبات انجام گرفته است ولی به علت شرایط اجرا شده پروژه، میزان جریان مورد نیاز، تعمیر و نگهداری راحتتر و هزینه تامین و نصب مدل آندهای فداشونده پیشنهاد می گردد.

طراحی سیستم حفاظت کاتدی برای قسمت تحتانی بیرونی تانک سوخت مازوت کارخانه با توجه به عوامل و معیارهای زیر انجام گردیده است:

- ابعاد و سطح تحتانی مخزن.
- نوع و کیفیت پوشش و عایق بندی ها.
- مقاومت الکتریکی زمین در موقعیتهای مختلف محوطه.
- وضعیت آبهای زیرزمینی محوطه.
- عمر مفید سیستم حفاظت کاتدی حداقل ۲۰ سال.

**ب: نمای کلی پروژه**

پروژه مورد طراحی عبارتست از مخزن از جنس فلز فولادی ST37 با ضخامت مشخص که سایر مشخصات آن به صورت ذیل خلاصه میشود:

❖ سیال داخل تانک : مازوت

❖ نوع اتصالات لوله ها به مخزن : فلنج ایزوله

❖ پیکره بندی : (( بر اساس نقشه دریافتی شماره 4.108.UO.14.5.16.00/A))

- قطر مخزن ۲۳۵۰۰ سانتی متر
- قطر نشیمنگاه (کف مخزن) ۲۳۵۰۰ سانتی متر
- ارتفاع دیواره مخزن ۱۲۰۵۰ سانتی متر
- جنس مخزن از فولاد ST37

سطح تقریبی خارجی ۴۳۳,۷۵ متر مربع در تماس با سطح زمین می باشد و با احتساب ضرابی جهت اتصالات و همچنین احتمالات آتی آینده به میزان ۱۰ درصد در طراحی ها اضافه می گردد.

❖ وضعیت پوشش مخزن : لایه داخلی و بیرونی دیواره مخزن با پوشش رنگ محافظت شده و کف و نشیمنگاه مخزن به از داخل توسط رنگ حفاظت و از بیرون به صورت بدون پوشش و بر بستر آسفالت قرار گرفته است.

❖ وضعیت ایزولاسیون لوله و اتصالات : در این طرح فرض بر ایزوله بودن لوله و اتصالات متصل به مخزن توسط فلنج ها و همچنین پوشش آنها می باشد.

❖ وضعیت خاک منطقه : با توجه به این که گزارش و اطلاعات کلی مبنی بر آزمایشات ژئوالکتریک محل احداث پروژه می باشد و بر اساس تجربه و بررسی اعداد ارائه شده تنها گزارش

موجود و همچنین در نظر گرفتن ضریب ایمنی و موقعیت تقریبی تانک، مقاومت ویژه الکتریکی خاک ۷۵۰۰ اهم-سانتیمتر در نظر گرفته می شود. لذا با توجه به معیارهای خاک و خوردگی NACE و DIN و استاندارد شرکت ملی گاز ایران، خاک منطقه دارای خوردگی می باشد، لذا نصب سیستم حفاظت کاتدی پیشنهاد می گردد.

❖ **وضعیت سازه های مدفون مجاور:** از وضعیت خط لوله آب و سازه های مدفون دیگر را حوالی مخزن سوخت در این مرحله اطلاعی در دست نمیباشد ضمن اینکه سیستم از نوع فداشونده طراحی شده است که تداخل سیستم های دیگر روی طرح و بر عکس قابل اغماض خواهد بود.

## ج: داده های طراحی

### ۱- مقاومت ویژه الکتریکی خاک: ۷۵ اهم متر

۲- **مقاومت موثر پوشش:** در طی ۲۰ سال با توجه به نوع پوشش و سایر پارامترها برای بدترین شرایط ۲۰۰ اهم برمتر مربع (۲۱۵۰ اهم بر فوت مربع) در نظر گرفته میشود.

۳- **راندمان پوشش:** با توجه به وضعیت بیان شده در رابطه با مشخصات ایزولاسیون مخزن ۹۰ درصد با احتساب تمامی احتمالات و اتصالات فرض میشود که بر مبنای تجارب طراحی و پروژه های مشابه انتخاب شده است. این عدد بدین معنی است که از کل سطح جانبی مخزن که ۴۳۵,۷۵ متر مربع می باشد، حدود ۴۳,۵ متر مربع در طی سالهای آتی بدایلی فاقد پوشش خواهد شد که قطعاً این فرض بسیار بدبینانه و با ضریب اطمینان بالا لحاظ گردیده است، زیرا احتمال صدمات شیمیایی و باکتریهای بی هوازی و نظائر آن که در این منطقه کم بوده و صدمات مکانیکی نیز در حدی نیست که آسیب جدی به مخزن سوخت بزند و نیز مشکل جدایش پوشش (disbanding) بخاطر بالا بردن ولتاژ حفاظت کاتدیک نیز چون نوع طراحی آندهای فداشونده است موضوعیت ندارد.

**۴- عمر طراحی : ۲۰ سال**

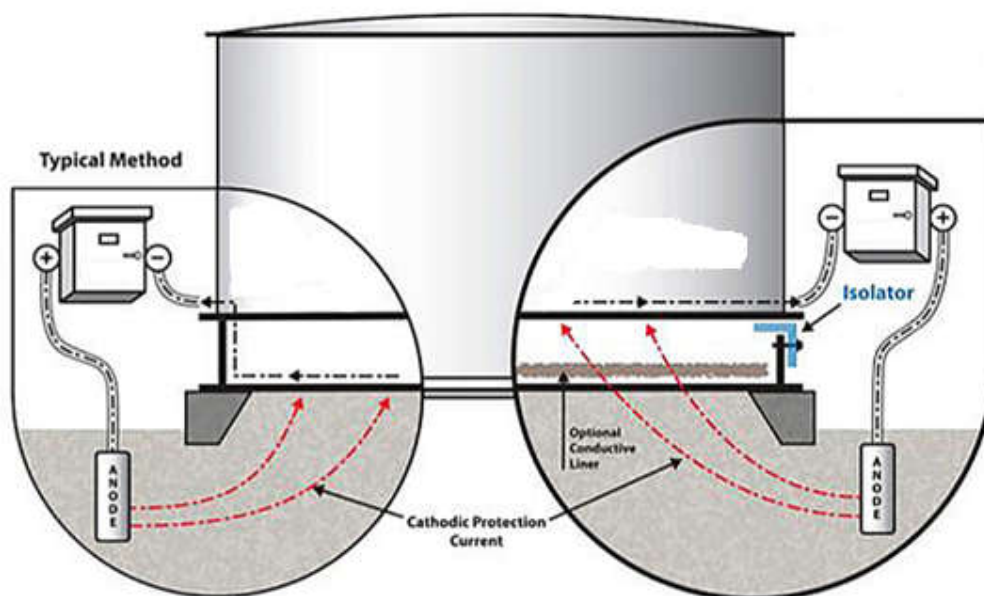
**۵- دانسیته مورد نیاز جهت مواضع فاقد پوشش :** این میزان جریان در این پروژه ۲۰ میلی آمپر بر متر مربع در نظر گرفته میشود که این عدد را کتاب Peabody ، استاندارد ملی ایران در زمینه حفاظت کاتدیک و نیز استاندارد IPS برای حفاظت در خاک توصیه کرده اند.

**۶- دانسیته مورد نیاز جهت مواضع پوشش دار و پولاریزه کردن مخزن :** در بدترین شرایط و با در نظر گرفتن تمامی ضرائب ایمنی ۲ میلی آمپر بر متر مربع لحاظ خواهد شد.

**۷- نوع آند مورد استفاده :** با توجه به نوع طراحی و وضعیت خاک و نیز مقاومت ویژه الکتریکی خاک، از آند منیزیم خلوص بالا (High purity) بک فیل شده استفاده خواهد شد و انتظار این است که پتانسیل مدار باز این آند نسبت به الکتروود مرجع بین ۱/۴۵- تا ۱/۶۵- ولت باشد.

**۸- وضعیت ایزولاسیون مخزن :** به نظر می رسد کامل است و چون خط توزیع انتهائی است صرفاً در نقاط مختلف مخزن قبل از شیرها، توسط کیت عایق فلنچ (Flange insulating) یا فلنچ عایق (Insulating flange)، ایزولاسیون انجام می شود.

## د- طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش آندهای فداشونده



### ۱- محاسبه کل سطح مدفون

با لحاظ کردن توسعه احتمالی آینده، زانو و دیگر فیتینگ ها و موارد پیش بینی نشده:

$$۴۷۷ \text{ متر مربع} \approx ۱/۱ \times ۴۳۳,۷۵$$

### ۲- جریان کل مورد نیاز:

این جریان از رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$I_1 = S[CD_1 * CE + CD_2 * (1 - CE)]$$

که در این رابطه

$I_1$ : جریان مورد نیاز حفاظت کاتدیک

$S$ : سطح کل در تماس با سطح زمین که در بند ۱ محاسبه شده است

$CD_1$ : دانسیته مورد نیاز مخزن پوشش دار که در بند (ج۶) داده های طراحی بیان شده است

$CD_2$ : دانسیته مورد نیاز بدون پوشش که در بند (ج۵) داده های طراحی بیان شده است

$CE$ : راندمان پوشش که در بند (۳) داده های طراحی بیان شده است

بنابراین :

میزان جریان مورد نیاز در بدترین حالت سال اول:

$$I_1 = 477(2 \times 0.95 + 20 \times 0.05) = 1384 \text{ mA}$$

میزان جریان مورد نیاز در بدترین حالت سال بیستم:

$$I_2 = 477(2 \times 0.9 + 20 \times 0.1) = 1810 \text{ mA}$$

میزان جریان مورد نیاز جهت طراحی از میانگین حسابی این دو جریان بدست خواهد آمد:

$$I_t = (I_1 + I_2) / 2 = 1594 \text{ mA} \approx 1.6 \text{ A}$$

که از میزان کم جریان مورد نیاز نیز میتوان نتیجه گرفت که سیستم بهینه حفاظت کاتدیک جهت این پروژه سیستم فداشونده می باشد.

با اعمال ضرائب اطمینان (Safety factor) ، ضریب توسعه (Development factor) و ضریب هم بندی (Bonding factor) به  $I_t$  می توان جریان واقعی را برای کل عمر طراحی محاسبه نمود. در این پروژه با توجه به اینکه lock s,oj در یک منطقه صنعتی و کارخانه سیمان نصب شده است که قطعاً سیستم ارت مدفون و نیز فونداسیون و شمع کوبیهای صنعتی در محوطه وجود دارد لذا ضریب ۲۵ درصد را به عنوان برآیند هر سه ضریب فوق به این جریان اعمال میکنیم تا جریان نهائی به دست آید.

$$I_t = 1.25 \times 1.6 \approx 2 \text{ A}$$

لذا :

### ۳- محاسبه تعداد آند

تعداد آند مورد نیاز در این پروژه جهت برآورد نمودن ۳ هدف و از ۳ رابطه جداگانه محاسبه میشود و تعداد آند بایستی از بزرگترین عدد بدست آمده از ۳ رابطه مزبور بیشتر باشد.

### ۳-۱) محاسبه تعداد آند جهت برآورده کردن نیاز وزنی

$$N = \frac{L \cdot I_t \cdot Ca}{Wa \cdot Ua}$$

که در این رابطه

N : تعداد آند

L : طول عمر طراحی بر حسب سال

I<sub>t</sub> : کل جریان مورد نیاز بر حسب آمپر

Ca : میزان مصرف آند (Consumption rate) بر حسب Kg/A.year

Wa : وزن آند انتخاب شده بر حسب کیلو گرم

Ua : ضریب بهره برداری آند (Utility factor) می باشد

در صورت انتخاب آند منیزیم ۳۲ پوندی یا ۱۴/۵ کیلو گرمی و با مراجعه به کاتالوگ سازندگان خارجی یا داخلی این آندها، ضریب بهره برداری را در بدترین شرایط برابر با ۰/۵ لحاظ می کنیم یعنی آند به نصف وزن خود رسید دیگر قابل استفاده نباشد و جایگزین شود زیرا در طول مصرف نصف آن ممکن است کابل اتصال قطع شده باشد یا آند از بالا خورده شده و بخش متصل به مخزن قطع شود و از وزن موثر آند کاسته شود. هر چند آندهای جدید دارای هسته میانی (Insert) پیوسته هستند و این مشکل کمتر پیش خواهد آمد.

Ca نیز جهت آندهای منیزیم ۷/۳ کیلوگرم بر آمپر سال داده شده است.

بنابراین

$$N = 20 \times 2 \times 7.3 / (14.5 \times 0.5) = \sim 41$$

## ۲-۳) محاسبه تعداد آند از لحاظ جریان دهی

جریان عبوری از آندهای منیزیم با مراجعه به جداول سازندگان برای تیپ High Purity و در راندمان یا ضریب بهره برداری ۵۰٪ برابر با ۵۰۰ mA/sq.ft خواهد بود، یعنی تا وقتی که آند به نصف وزن خود هم برسد ۵۰۰ میلی آمپر را به ازاء یک فوت مربع از سطح جانبی خود خواهد داد.

ابعاد آند ۳۲ پوندی با مقطع D بدون بک فیل بصورت زیر می باشد.

قطر موثر: حدود ۱۴۰ میلیمتر

طول موثر: حدود ۵۴۰ میلیمتر

لذا :

$$Sa = \pi \times 140 \times 540 \times 10^{-6} = 0.02 \text{ sq.m} = 0.18 \text{ sq.ft}$$

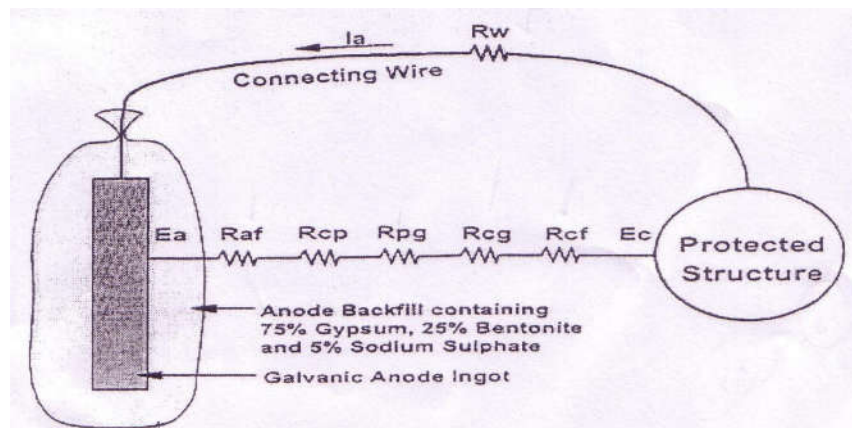
$$Ia = 500 \times 0.18 = 90 \text{ mA}$$

در این صورت حداقل تعداد آند جهت جریان دهی موثر طی ۲۰ سال خواهد شد:

$$N = \frac{I_t}{I_a} = \frac{2000}{90} = 23 \text{ عدد}$$

### ۳-۳ محاسبه تعداد آند از لحاظ مقاومت بستر

مهم ترین معیار در سیستم های حفاظت کاتدیک فداشونده مقاومت آند نسبت به الکترولیت است طوری که جریان براحتی بتواند از آند به مخزن از مسیر کابل و مخزن به آند از مسیر الکترولیت خاک عبور کرده و یک حلقه بسته را تشکیل دهد و طی سالها این تبادل یون و الکترون ادامه داشته باشد تا یک حفاظت مطلوب بوجود آید.



با توجه به این شکل و تعریف پارامترهای زیر

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| $R_{cf}$ : مقاومت فیلم کاتد     | $E_a$ : پتانسیل آند        |
| $R_{cg}$ : مقاومت کاتد به ارت   | $E_c$ : پتانسیل کاتد       |
| $R_{pg}$ : مقاومت بک فیل به ارت | $I_a$ : جریان آند          |
| $R_w$ : مقاومت سیم های رابط     | $R_{af}$ : مقاومت فیلم آند |
|                                 | $R_{cp}$ : مقاومت بک فیل   |

$R_{cf}$  معمولاً در مقایسه به بقیه مقاومتها قابل اغماض خواهد بود.

$R_{af}$  و  $R_{cp}$  برای یک آند مشخص با یک فیل مشخص (آند منیزیم با یک فیل - سدیم سولفات - گچ) ثابت هستند.

$R_{cg}$  مقاومت کاتد به الکترولیت است که بستگی به کیفیت پوشش دارد و برای مخازن بدون پوشش صفر است و برای مخازن پوشش دار مقدار بالایی دارد که در بند ج-۲ مقدار آن ۲۰۰ اهم متر مربع تخمین زده شده است.

$R_w$  هم مقاومت سیم رابط است که با توجه به این که کابل آندها نمره ۱۶ میلیمتر مربع انتخاب می شود مقدار آن بسیار ناچیز و در حد صفر است.

مجموع  $R_{af} + R_{cp} + R_{pg}$  را اصطلاحاً مقاومت بستر آندی می گوئیم و برای سادگی با  $R_{gb}$  نشان می دهیم و برای یک آند با ابعاد مشخص که بصورت عمودی نصب شده از رابطه معروف H.B. Dwight بصورت زیر محاسبه می شود.

$$R_{gb} = \frac{1.59}{L} \rho \left[ \left( \ln \frac{8L}{d} \right) - 1 \right]$$

که  $\rho$  در این رابطه مقاومت ویژه الکتریکی خاک،  $L$  طول آند و  $d$  قطر آند با یک فیل می باشد. با توجه به اینکه مقاومت خاک ۷۵ اهم متر در نظر گرفته شده و قطر آند پس از یک فیل ۲۰۳ میلیمتر و طول آن ۷۶۲ میلیمتر از روی کاتالوگ سازنده مشخص می شود لذا :

$$R_{gb} = \frac{1.59}{762} * 7500 \left[ \left( \ln \frac{8 * 762}{203} \right) - 1 \right]$$

$$R_{gb} = 37.6 \Omega$$

مقدار  $R_{cg}$  هم با توجه به کل سطح پوشش محاسبه خواهد شد. چنانچه مقاومت پوشش در واحد سطح  $200 \Omega \cdot m^2$  منظور گردد (که این عدد مربوط به بدترین حالت میباشد مطابق بند ۲ قسمت داده های طراحی)، مقاومت پوشش برابر خواهد بود با:

$$R_{cg} = 200/477 = 0.42 \Omega$$

که این مقدار  $R_{cg}$  قابل صرف نظر می باشد.

حال حداقل مقاومت مسیر حفاظت کاتدی از رابطه زیر بدست می آید:

$$R_T = \frac{U_a - U_{cp}}{I_a}$$

که در این رابطه

$R_T$ : حداقل مقاومت مسیر حفاظت کاتدی است

$U_a$ : پتانسیل مدار باز آند می باشد که با توجه به نوع آند انتخابی ۱/۷۵- لحاظ خواهد شد.

$U_{cp}$ : حداقل پتانسیل مورد نیاز جهت کاتدیک می باشد که ۰/۸۵- در نظر گرفته شده است.

$I_a$ : جریان موثر عبوری مورد نیاز از یک آند خواهد بود.

نتیجه اینکه جهت اطمینان از جریان دهی ممتد و موثر آندها، مقدار  $R_T$  که از رابطه بالا محاسبه شده بایستی برابر یا بیشتر از مقدار  $R_{gb}$  آندها یعنی ۳۷ اهم باشد بنابراین:

$$R_T \geq R_{gb} \geq 37\Omega \Rightarrow I_a \approx 0.03A$$

که مشاهده می شود با توجه به میزان جریان دهی هر آند که در بند ۲-۳ به دست آمده است می توان نتیجه گرفت که در خاک ۷۵ اهم متری یک آند می تواند در طول سالها جریان مورد نظر را عبور دهد و از لحاظ مقاومت مسیر مشکلی ندارد.

#### تعیین تعداد آند مورد نیاز:

نتیجه طراحی اینکه، تعداد آند منیزیم مورد نیاز با توجه به محاسبات سه گانه فوق بیشترین مقدار یعنی ۴۱ عدد آند منیزیم ۳۲ پوندی خواهد بود.

حال با توجه به اینکه محدودیت طراحی از لحاظ تامین گارانتی کردن فرمول وزنی بود و با علم به این نکته که آندهای ۵۰ پوندی یا ۲۲/۵ کیلوئی نیز در بازار یافت میشود لذا جهت رعایت نکات فنی و اقتصادی از قبیل حفاری کمتر و نصب باکس های کمتر و غیره طراحی را بر مبنای استفاده از آندهای ۲۲/۵ کیلوئی نیز انجام میدهیم:

$$N = \frac{L.I_t.Ca}{Wa.Ua} = \frac{20*2*7.3}{22.5*0.5} \approx 26 \text{ عدد}$$

لذا نهایتاً تعداد ۲۶ عدد آند منیزیم ۵۰ پوندی خالص یا ۲۲/۵ کیلوئی را برای این پروژه انتخاب می گردد.

#### ۴- مشخصات فنی و وسایل مورد نیاز سیستم حفاظت کاتدی (آندهای فدا شونده):

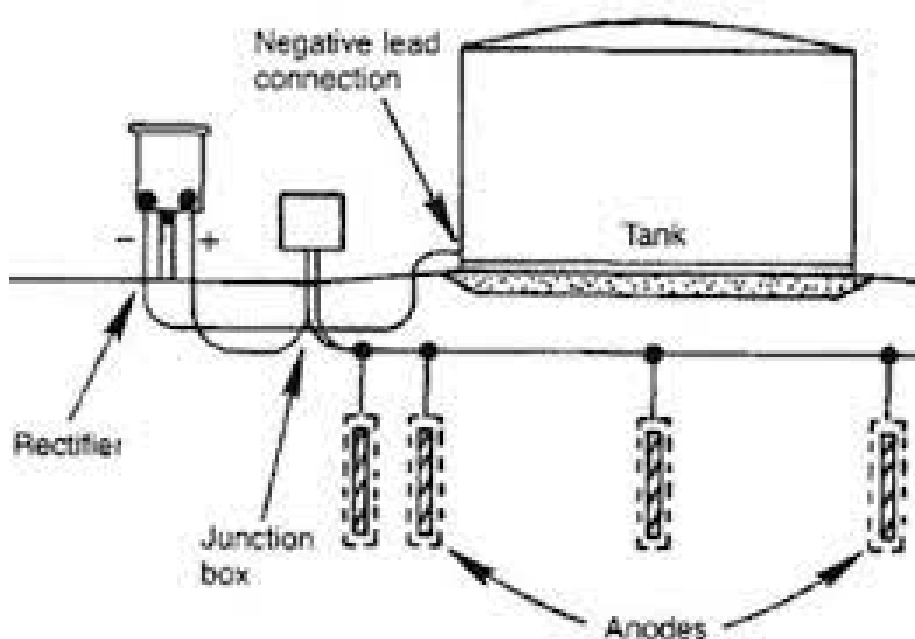
- ۱- تعداد ۲۶ عدد آند منیزیم ۵۰ پوندی که به صورت مجموعه آماده بک فیل شده یا مجزا به همراه کابل متصل شده سایز حداقل  $10\text{mm}^2$  و طول 15 m جهت بستر آندی پروژه مورد نیاز می باشد این آندها باید به فاصله حداقل 3 m از هم و فواصل مناسب و تقریباً مساوی در بیرون دیواره حفاظتی مخزن در داخل چاله ۳ متری نصب گردد.
- ۲- تعداد ۴ عدد جعبه اتصال آند شامل محفظه مناسب، شینه اتصال مسی و مقاومت متغیر در صورت نیاز جهت اتصال کابل ۷ آند و کابل متصل به مخزن می بایست تعبیه گردد.
- ۳- تعداد ۲ عدد جعبه تست محفظه مناسب، شینه اتصال مسی جهت اندازه گیری ولتاژ مخرم سوخت نسبت به زمین مرجع مورد نیاز می باشد.
- ۴- کابل XLPE/PVC با دو روکش با سطح مقطع حداقل  $10\text{mm}^2$  به مقدار لازم-(تخمین اولیه ۲۵۰ متر)- جهت اتصالات می باید تأمین گردد.
- ۵- تجهیزات لازم جهت اتصال کابل ها به مخزن مورد حفاظت برای حداقل ۲ اتصال مورد نیاز می باشد.
- ۶- کلیه کابل های زیرزمینی در عمق حداقل ۷۰ سانتیمتر کار گذاشته میشود. بمنظور رعایت موارد ایمنی، کابل در لایه ای از خاک نرم به ضخامت ۲۰ سانتیمتر قرار گرفته و روی خاک نرم آجرچینی می شود. و مسیر کابل بوسیله علائم فلزی (در فواصل مناسب) علامتگذاری می شود
- ۷- لوله فلزی و یا پلی اتیلن سایز حداقل ۲ اینچ به مقدار مورد نیاز جهت حفاظت کابل های آند در زیر زمین به مقدار لازم تأمین گردد.

#### List of Material

- Magnesium Anode with Backfil 50 pound W.cable 15m .... 26 unit
- Anode Connection Box for 7 anode ..... 4 unit
- Test box ..... 2 unit
- Cable XLPE  $1 \times 10\text{mm}^2$  ..... 250 m
- Connection Accessories ..... 35 unit

## ۵- طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش جریان تزریقی موثر

“با توجه به میزان کم جریان مورد نیاز این روش توصیه نمی گردد”



### ۱- میزان شدت جریان مورد نیاز حفاظت کاتدی:

مطابق محاسبات بند ۲ حالت قبل (طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش آندهای فداشونده) برابر 2 A در نظر گرفته می شود.

### ۲- طرح سیستم حفاظت کاتدی شبکه

با توجه به بررسیهای فوق الذکر، سیستم حفاظت کاتدی طراحی شده جهت جلوگیری از زنگ زدگی بخش تحتانی بیرونی مخزن سوخت مازوت کارخانه شامل قسمتهای زیر می باشد:

۱- ایستگاه حفاظت کاتدی.

۲- سیستم کنترل حفاظت کاتدی.

## ۱-۲ مشخصات ایستگاه حفاظت کاتدی

ایستگاه حفاظت کاتدی طراحی شده شامل قسمت‌های زیر می‌باشد:

الف) یکدستگاه مبدل یکسوکننده جریان الکتریکی (TRANSFORMER RECTIFIER).

ب) بستر آندی (GROUND BED) از نوع افقی.

ج) جعبه های اتصال و کنترل.

د) سیستم اتصال زمین.

## ۲-۲ سیستم کنترل حفاظت کاتدی

بمنظور حفظ یکنواختی پوشش عایق مخزن ، نقاط لخت همچون علمک و فلنج ها بعنوان نقاط اندازه گیری پتانسیل مخزن و نیز تعدادی نقاط اندازه گیری پتانسیل مخزن نسبت به خاک (Test point) در نظر گرفته شده است.

یادآوری : اعمال صحیح سیستم حفاظت کاتدی منوط به برقراری صحیح موارد ذیل می باشد:

۱- عایق بودن فلنجهای و انشعابات در اولین نقطه مناسب که مخزن را از لوله ها جدا میشود.

۳- عایق بودن نشیمنگاه مخزن و همچنین عدم آبگرفتی طولانی مدت و یا سر ریز نمودن مازوت به بیرون و نشیمنگاه.

## ۳- محاسبات ایستگاه حفاظت کاتدی

### ۳-۱ محاسبه مقاومت مدار

مقاومت مدار ایستگاه شامل موارد ذیل می‌باشد:

- مقاومت بستر آندی (و تعیین تعداد آندها)

- مقاومت پوشش

- مقاومت کابل های ارتباطی

- مقاومت اتصال مخزن

**الف) مقاومت بستر آندی و تعیین تعداد آندها**

مقدار این مقاومت با استفاده از فرمول زیر (اخذ شده از کتاب کنترل خوردگی ، نام مولف : A.W.Peabody) قابل محاسبه میباشد :

$$R_H = \frac{0.00521 * P}{L} \left( 2.3 \log \left( \frac{4L^2 + 4L\sqrt{S^2 + L^2}}{d * S} \right) + \frac{S}{L} - \frac{\sqrt{S^2 + L^2}}{L} - 1 \right)$$

که در آن :

$R_H$  : مقاومت بستر آندی بر حسب ( $\Omega$ )

$P$  : مقاومت ویژه زمین بر حسب ( $\Omega$ -cm)

$L$  : طول بستر آندی بر حسب (f t)

$S$  : دو برابر عمق بستر آندی بر حسب (f t)

$d$  : قطر آندی بر حسب (f t)

و یا فرمول زیر که با مبنای متریک متغیرها بیان گردیده است:

$$R_H = \frac{0.00159 * P}{L} \left( \ln \left( \frac{4L^2 + 4L\sqrt{S^2 + L^2}}{d * S} \right) + \frac{S}{L} - \frac{\sqrt{S^2 + L^2}}{L} - 1 \right)$$

با استفاده از روش سعی و خطا و با جایگزینی اعداد متفاوت برای طول بستر، عمق بستر و نیز مقاومت زمین، بهترین حالت چنین است :

به ازای : مقاومت زمین ( $P$ ) 7500 اهم – سانتیمتر، عمق بستر 3 m ، طول بستر آندی ( $L$ ) 30 m و قطر آند ( $d$ ) 0.051 m خواهیم داشت :

مقاومت بستر آندی ( $R_H$ ) 3.29 اهم خواهد بود.

با توجه به بهترین فاصله مرکزی به مرکز آندها ۳ متر تعداد آندهای لازم ۱۰ عدد آند از نوع چدن پرسلیسیم ۶۰" \* ۳" میباشد.

**(ب) مقاومت پوشش**

چنانچه مقاومت پوشش در واحد سطح  $200\Omega\text{-m}^2$  پس از سالها استفاده و از بین رفتن بخش های از پوشش ، منظور گردد (که این عدد مربوط به بدترین حالت میباشد مطابق بند ۲ قسمت داده های طراحی)، مقاومت پوشش برابر خواهد بود با :

$$R_c = 200/477 = 0.42 \Omega$$

(477 متر مربع مساحت سطح جانبی مخزن که مطابق محاسبات بند ۱ حالت قبل-طراحی سیستم حفاظت کاتدیک بر مبنای روش آندهای فداشونده- در نظر گرفته شده است).

**(ج) مقاومت کابلهای ارتباطی**

جمع کل کابل های ارتباطی مثبت و منفی مدار ایستگاه حداکثر ۲۵۰ متر با سطح مقطع حداقل ۱۰ میلیمتر مربعی می باشد.  
علیهذا مقاومت کابلهای ارتباطی ( $R_w$ ) برابر خواهد بود با :

$$R_w = P \frac{L}{S} = 0.1786 \frac{250}{10} = 4.5 \Omega$$

**(د) مقاومت سطح مخزن**

برای محاسبه مقاومت سطح اتصال مخزن از قانون اهم استفاده می شود. با توجه به مقاومت ویژه فولاد، ۱۸ میکرواوم – سانتیمتر، مقاومت سطح قابل محاسبه بوده، ولی با توجه به اینکه مقاومت های سطح تحتانی مخزن سری و موازی می باشد، و مقاومت ویژه فولاد بسیار کم میباشد، علیهذا حداکثر مقاومت سطح کل ( $R_p$ ) بمیزان  $0.1 \Omega$  منظور میشود :

$$R_p = 0.1 \Omega$$

**۳-۲ مقاومت کل مدار ( $R_T$ )**

مقاومت کل معادل است با جمع : مقاومت های بستر آندی ( $R_H$ ) ، مقاومت پوشش ( $R_C$ ) ، مقاومت کابل های ارتباطی ( $R_w$ ) ، و مقاومت سطوح تحتانی مخزن ( $R_p$ ) میباشد.

$$R_T = R_H + R_C + R_w + R_p \\ = 3/29 + 0.42 + 4/5 + 0.1 = 8/31 \Omega$$

ولتاژ مورد نیاز

$$V = R.I + V_B$$

همانطور که دربندهای فوق الذکر محاسبه گردیده میزان شدت جریان مورد نیاز ۵/۴ آمپر می باشد ،  
از این رو با جایگزینی اعداد ذیل در فرمول فوق :

$$R = ۸/۳۱ \Omega$$

$$V_B = ۲V$$

$$I = ۲ A$$

$$V = ۱۸/۶۲ \text{ ولت}$$

با توجه به ترانسفورمررکتیفایرهای موجود در بازار : ظرفیت منظور شده جهت T/R ۵۰ ولت و ۲۵ آمپر خواهد بود.

#### ۴- مشخصات فنی و وسایل سیستم حفاظت کاتدی (جریان تزریقی موثر)

##### ۴-۱- مبدل یکسوکننده جریان (ترانسفورمررکتیفایر)

۱-۱- مبدل یکسوکننده با برق ورودی ۲۲۰ ولت، تکفاز، ۵۰ سیکل / ثانیه و برق مستقیم خروجی ۵۰ ولت و حداکثر ۲۵ آمپر.

۲-۱- مبدل مطابق با استانداردهای شناخته شده و قادر به کار ممتد و دائم با قدرت خروجی دائم ۹۰ درصد قدرت کل مبدل میباشد.

۳-۱- مبدل دارای لوازم کنترل قابل تنظیم میباشد.

۴-۱- مبدل دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه بوده و هسته آن متصل به زمین می باشد. یک عدد یکسوکننده، تمام موج از نوع دیودسیلیکون، جریان برق متناوب را به جریان مستقیم تبدیل مینماید. مدار جریان متناوب دارای فیوز سریع العمل می باشد.

۵-۱- نیروی برق خروجی (مستقیم) توسط کلیدهایی برای تنظیم های کم، متوسط و زیاد یا به صورت یک کلید دوار از نوع رئوستائی (رگاولت) کنترل می شود.

۶-۱- دستگاههای اندازه گیری برق خروجی (مستقیم) شامل ولت متر و آمپر متر دیجیتال بوده که در مواقع دلخواه بکمک کلید مخصوص میتوان آنها را روشن و یا خاموش نمود.

۷-۱- دستگاه مبدل مجهز به پلاک مشخصات و ترمینال برای اتصال بدنه می باشد.

۸-۱- دستگاه مبدل مجهز به سایبان و محافظ در برابر باران می باشد.

## ۲-۴- آندها و بستر آندی

۲-۱- آندها از نوع چدن پرسیلیسیم (High silicon Iron Anode) و در ابعاد "۲ قطر و "۶۰ طول می باشد.

۲-۲- آندها دارای کابل به طول مناسب به سطح مقطع حداقل ۱۰ میلی متر مربع و با دورکش پی، وی، سی می باشد.

۲-۳- کابل آندها در محل اتصال در مقابل نفوذ آب عایق بندی می باشد.

۲-۴- بستر آندی شامل ۱۰ عدد آند و بغواصل (مرکز به مرکز) سه متر از یکدیگر.

۲-۵- بستر آندی در داخل لایه ای (حداقل به ضخامت ۳۰ سانتیمتر) از ذغال کک و در عمق ۳ متری سطح زمین قرار می گیرد در صورتی که آندها به صورت اولیه دارای بک فیل باشد نیازی به ذغال کک نمی باشد.

۲-۶- ابتدا و انتهای بستر آندی بوسیله علائم فلزی مناسب علامتگذاری میشود.  
۲-۷- آندها و بستر آندی باید در فاصله ۱۰۰ الی ۱۵۰ متری از مخزن مورد حفاظت (کاتد) نصب گردد.

۲-۸- روی هر یک از آندها و با ارتفاع حدود ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح زمین مجاور، هواکشی از جنس لوله PVC، آربستوز یا سیمانی قرار داده می شود.

## ۳-۴- ذغال کک

در صورت عدم استفاده از بک فیلهای آماده می توان از ترکیب زیر استفاده نمود.

۳-۱- ذغال کک از نوع سوخته در درجه حرارت بالا بوده و حداقل ۸۰٪ وزن خشک آن را کربن تشکیل میدهد. حداکثر مقاومت الکتریکی آن در زمان خشک بودن و کمی فشرده شدن ۵۰ اهم - سانتیمتر مکعب می باشد.

۳-۲- دانه بندی ذغال کک به گونه ایست که ۱۰۰٪ از الک نمبر ۱۶ رد میشود و ۸۵٪ آن روی الک شماره ۱ باقی می ماند.

## ۴-۴- کابل

۴-۱- کابلهای مثبت و منفی به سطح مقطع حداقل ۱۰ میلیمتر مربع و دارای دو روکش پی، وی، سی طبق استانداردهای شناخته شده می باشد.

۴-۲- کابلها باید برای ولتاژ  $1000V - 600V$  مناسب باشد.

۴-۳- کابلهای جریان برق متناوب مسی سه رشته ای هر یک به سطح مقطع ۴ میلیمترمربع با پوشش پی، وی، سی می باشد.

۴-۴- کلیه کابل‌های زیرزمینی در عمق حداقل ۷۰ سانتیمتر کار گذاشته میشود. بمنظور رعایت موارد ایمنی، کابل در لایه ای از خاک نرم به ضخامت ۲۰ سانتیمتر قرار گرفته و روی خاک نرم آجرچینی می شود. و مسیر کابل بوسیله علائم فلزی (در فواصل مناسب) علامتگذاری می شود.

#### ۴-۵- سیستم ارت

۱-۵- الکتروود اتصال زمین بطول ۳۰۰ سانتیمتر بوده که پس از کارگذاری در زمین، برای آن حوضچه ارت بایستی ساخته شود.

۲-۵- کابل اتصال زمین به سطح ۳۵ میلیمتر مربع و بدون پوشش بوده و به الکتروود فوق اتصال داده شده و از طرف دیگر به بدنه دستگاه مبدل یکسوکننده جریان اتصال داده می شود.

#### ۴-۶- جعبه های اتصال مثبت و منفی

۱-۶- جعبه اتصال مثبت در ابتدای بستر آندی نصب و کابل های ورودی از بستر بوسیله قطعه مسی به کابل مثبت دستگاه مبدل یکسوکننده اتصال داده می شود.

۲-۶- جعبه اتصال منفی در محل ایستگاه نصب و کابل ورودی دستگاه مبدل یکسوکننده بوسیله قطعه مسی به کابل منفی که به طرف مخزن (جهت تزریق جریان) کابل کشی میشود، اتصال داده می شود.

۳-۶- کابل‌های در داخل جعبه ها علامتگذاری می شود.

۴-۶- هر یک از جعبه ها بر روی لوله فولادی ۳" و در ارتفاع حدود ۸۰ سانتیمتری سطح زمین نصب می شود.

#### ۴-۷- لوازم جانبی

۱- تجهیزات جهت جوش احتراقی کابل ها به مخزن مورد حفاظت به میزان لازم می باید تهیه و استفاده گردد.

۲- نوار و tape های مناسب جهت ایزوله سازی و عایق کاری به مقدار لازم می بایست تأمین گردد.

#### ۴-۸- برق رسانی ایستگاه

بمنظور تغذیه دستگاه مبدل یکسو کننده جریان (ترانسفورمر رکتیفایر)، یک انشعاب برق ورودی تکفاز ۲۲۰ ولت ، ۲۵ آمپر که بوسیله کلید مینیاتوری کنترل می شود، در محل نصب دستگاه مبدل مطابق طرح مورد نیاز می باشد، که بایستی توسط مسئولین کارخانه تهیه شود.

## List of Material

- High Silicon cast Iron Anode.....10 unit
- Transformer rectifier 50 V- 25 A.....1 unit
- Anode junction box.....4 unit
- Bond Box.....4 unit
- Test Station.....8 unit
- Permanent Reference Electrode (option).....4 unit
- 1\* 10 mm<sup>2</sup> 0.6/1kv cable .....350 m
- Splicing kit.....6 unit
- Welding mould and Powder.....1 set
- Anode Vent(PVC pipe 2 inch)..... 14 m
- T/R Earthing Set .....1 set
- Handy Cap..... 5 unit

## ه- نقشه های استاندارد و نمونه نصب تجهیزات حفاظت کاتدیک

استاندارد و آئین کار سیستم های حفاظت کاتدی  
قسمت هفدهم- نقشه های اتصالات عایقی و نقشه های مربوط به Piping  
مخازن و محل استقرار آندها و کابلها

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد نقشه های مهندسی و طراحی سیستمهای حفاظت کاتدی را ارائه می نماید. این استاندارد باید با استاندارد شماره ۶۹-۴۰۱ که در ارتباط با دستورالعملهای نصب و راه اندازی و بهره برداری و تعمیرات و نگهداری می باشد بطور همزمان مد نظر قرار گیرد.

## ۲ مراجع الزامی

- 1- BS 7361, Part 1 (1995) Cathodic Protection, Code of Practice for Land and Marine Applications.
- 2- NACE RP 0286(1986) The Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines.
- 3- NACE RP 069 (1983) Recommended Praticce , Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- 4- NACE RP 05 72 Design, Installation, Operatation and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds.
- 5- W.G. Baeckmann and W.Schwenk, Handbook of Cathodic Protection, Redhill, Press (1975)Surrey, Portellis
- 6- IPS – D- TP –700 Cathodic Protection Drawings.

# تکات

- ۱- تمامی ابعاد بر حسب میلیمتر می باشند، بجز مواردی که بیان شده باشد.
- ۲- ارتفاع پایه بتونی (C) در مناطق عادی ۳۰۰ میلیمتر و در مناطق دارای طنینان ۶۰۰ میلیمتر می باشد.
- ۳- لوله های فولادی با قطر ۵۰ میلیمتر بر اساس مکان ورودی کابل که توسط سازنده مبدل - یکسوکننده (ها) بیان شده، جا داده می شوند.
- ۴- پس از نصب کابلها باید انتهای لوله های ۵۰ میلیمتری توسط ترکیبات رزین پر شود.
- ۵- مقادیر ابعاد A، B، D و E باید بر اساس اندازه های مبدل-یکسو کننده(ها) که توسط سازنده بیان شده، تعیین گردد.
- ۶- مقادیر ابعاد F، G و H که به نصب جعبه برق مصرفی AC مربوط می شوند، مطابق با دستورات سازنده تعیین می گردد.

## فهرست مواد

پایه بتونی مبدل - یکسوکننده:

| شماره | مواد                             | مقدار              | مشخصات           |
|-------|----------------------------------|--------------------|------------------|
| ۱     | میله فولادی به قطر ۱۶ میلیمتر    | ۳۰ m               |                  |
| ۲     | پیچ و مهره                       | ۴                  | طبق دستور سازنده |
| ۳     | لوله گالوانیزه با قطر ۵۰ میلیمتر | ۴ m                |                  |
| ۴     | آب بندی پلاستیکی انتهای لوله     | ۴                  |                  |
| ۵     | سنگریزه                          | ۰.۷ m <sup>۳</sup> |                  |
| ۶     | بتن (مخلوط) ۱:۲:۴                | ۱ m <sup>۳</sup>   |                  |

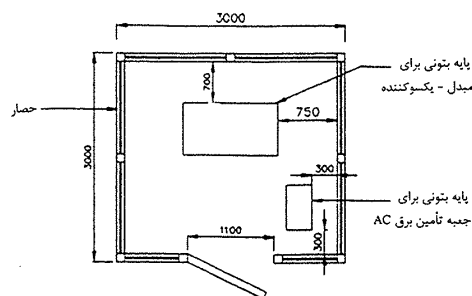
جعبه برق مصرفی AC:

| شماره | مواد                                       | مقدار               | مشخصات                  |
|-------|--------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| ۱     | پیچ و مهره                                 | ۴                   | طبق دستور سازنده        |
| ۲     | لوله گالوانیزه با قطر ۵۰ میلیمتر           | ۱                   | طول بر اساس جعبه برق AC |
| ۳     | گیره نگهدارنده برای لوله با قطر ۵۰ میلیمتر | ۱                   |                         |
| ۴     | پیچ و مهره برای مورد شماره ۳               | ۳                   |                         |
| ۵     | آب بندی پلاستیکی انتهای لوله               | ۲                   |                         |
| ۶     | نگهدارنده جعبه برق AC                      | ۱                   | طبق دستور سازنده        |
| ۷     | بتن (مخلوط) ۱:۲:۴                          | ۰.۱۵ m <sup>۳</sup> |                         |

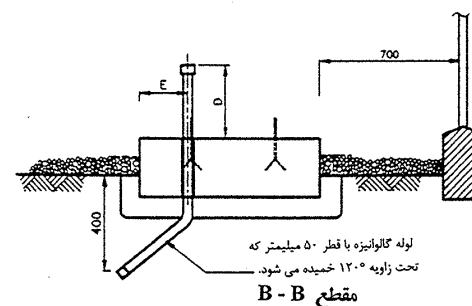
سیستم حفاظت کاتدی  
روش نصب مبدل - یکسوکننده برای  
ایستگاههای حفاظت کاتدی

نقشه طراحی شماره ۱

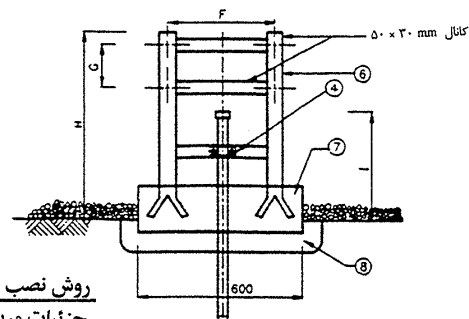
صفحه  
۱



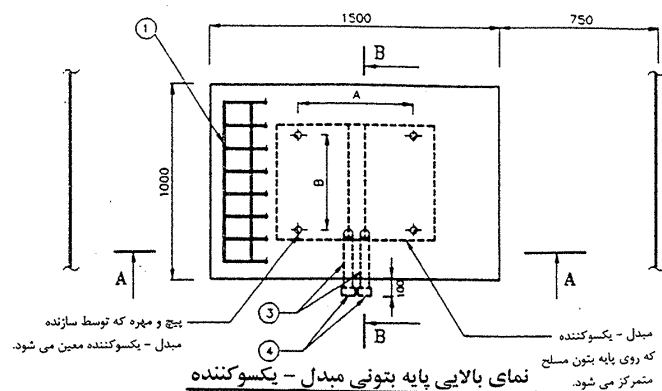
## طرح و ترتیب کلی برای ایستگاههای حفاظت کاتدی



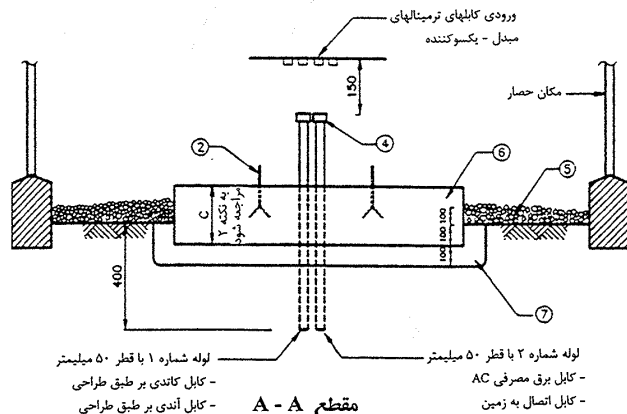
### مقطع B - B



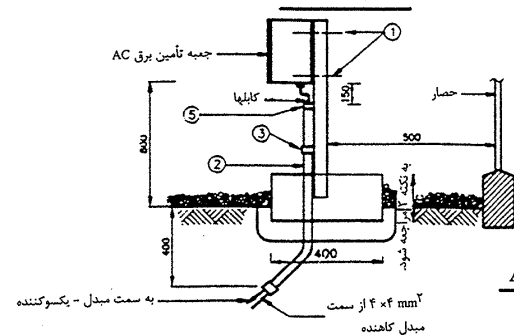
روش نصب جعبه تأمین برق AC  
جزئیات مربوط به نگهدارنده  
به نکته ۶ مراجعه شود.



## نمای بالایی پایه بتونی مبدل - یکسوکننده



### مقطع A - A



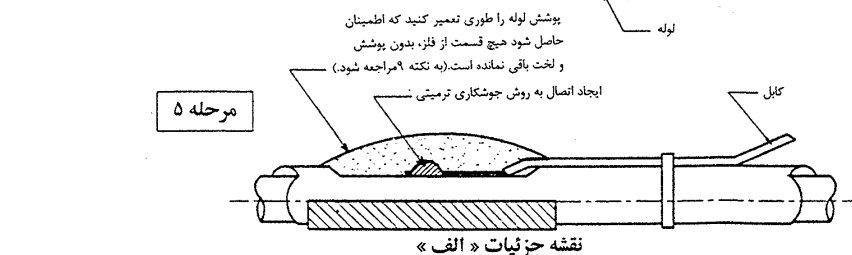
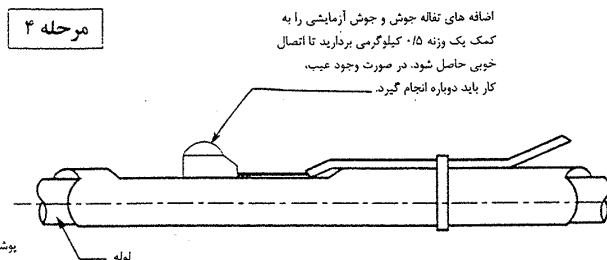
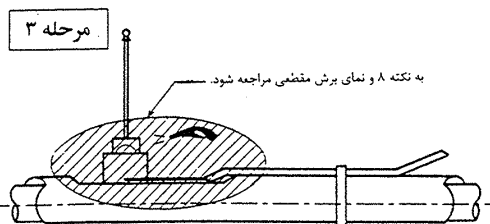
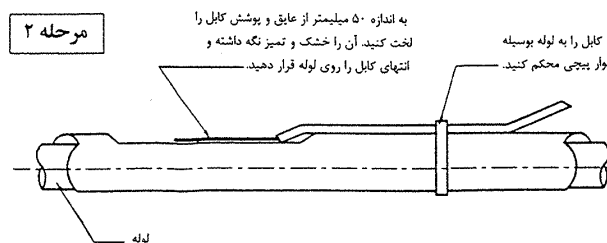
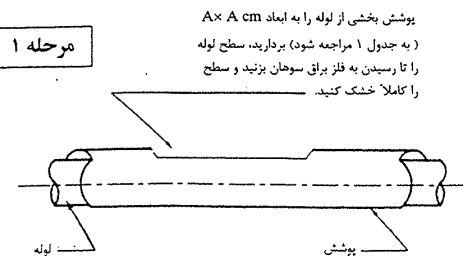
## نکات

- ۱- جوشکاری ترمیتی باید تنها توسط کارکنان ماهر و با تجربه انجام گیرد.
- ۲- جوشکاری ترمیتی را نباید روی لوله های دارای پوشش داخلی پلاستیکی یا لوله های چدنی گرافیت شده انجام داد (به نقشه جزئیات «ج» مراجعه شود).
- ۳- مواد جوش ترمیتی باید تنها به بسته های جوش حرارتی شماره ۱۵ (۱۵ گرمی) یا معادل آن، محدود شود.
- ۴- تمامی کابل های روی خط لوله انتقال با ضخامت کمتر از ۴/۷۸ میلیمتر (۱/۸۸۸) باید به یک ورقه بریده شده از لوله به ابعاد ۵۰ میلیمتر × ۵۰ میلیمتر جوش داده شود (جوش ترمیتی یا جوش لحیم سخت) این ورقه باید تنها در طول اضلاع پیرامون ورقه، به لوله اصلی جوش داده شود (به نقشه جزئیات «ب» مراجعه شود). ورقه جوشکاری شده در نقاط جوش باید سوهان زده شود تا فلز براق ظاهر شود.
- ۵- در صورتیکه لوله های با سطح مقطع بزرگتر از ۲۵ میلیمتر مربع تحت جوشکاری قرار بگیرند، هادی کابل افزایش باید به دو یا چند دسته تقسیم شده و هر دسته بطور جداگانه به لوله جوشکاری ترمیتی شود. در اینصورت فاصله بین نقاط اتصال نباید کمتر از ۱۰۰ میلیمتر باشد. تعداد بسته های مواد جوش ترمیتی ۱۵ گرمی برای هر اتصال باید طبق جدول ۱ انتخاب شود.
- ۶- در صورت امکان، جوشهای ترمیتی باید به لوله های افقی اعمال شوند.
- ۷- جوشکاری ترمیتی باید مطابق با مراحل بیان شده در نقشه جزئیات «الف» انجام گیرد.
- ۸- روش ایجاد اتصالات افقی و عمودی به شرح زیر است:
  - الف - پیش از جوشکاری ترمیتی، قالب گرافیتی را باید از مواد جوش ترمیتی تخلیه کرده و کاملاً خشک نمود.
  - ب - جوش دهنده را محکم در بالای هادی نگهدارید و مکان انتهایی هادی را امتحان کنید.
  - ج - دیسک فلزی درون قالب گرافیتی را پایین آورده و مطمئن شوید که روی سوراخ اتصال نشسته و آن را پوشانده است.
  - د - پودر فلز جوش را درون قالب گرافیتی بریزید.
  - د - پودر آغازگر را روی پودر فلز جوش و مقداری هم روی لبه قالب گرافیتی زیر درپوش بپاشید.
  - ه - درپوش فلزی را بسته و جوش دهنده را محکم در محل ایجاد اتصال نگه دارید.
  - و - پودر آغازگر را توسط فندک آتش بزنید، بطوریکه روزنه فندک دور از کارگر قرار داشته باشد.
  - ح - به مدت ۳۰ ثانیه صبر کنید تا سرد شود و سپس قالب را بردارید.
  - ط - پس از پایان کار، تمامی لوله ای که جهت اتصال کابل لخت شده بود و نیز همه سیمهای هادی لخت شده باید بدقت تمیز شده و توسط حلال مناسب چربی زدایی گردد. سپس باید مواد پوشش (سازگار با پوشش موجود) را تا اندازه حداقل ۵۰ میلیمتر بر کرده و حفاظت را ایجاد نمود. این پوشش باید از اطراف روی پوشش قبلی آورده شود.

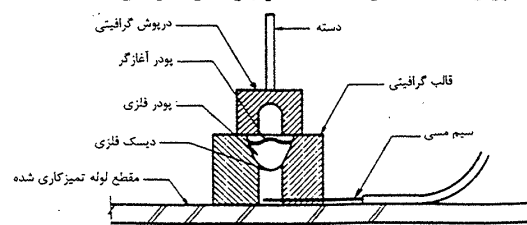
## سیستم حفاظت کاتدی

## روش اتصال کابل به لوله

نقشه طراحی شماره ۲

صفحه  
۱  
۲

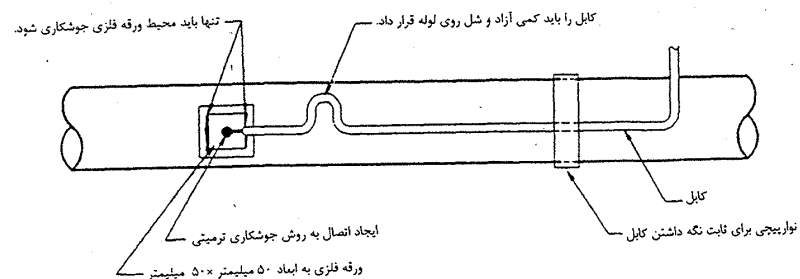
## روش ایجاد اتصال با استفاده از جوشکاری ترمیتی



- نمای برش مقطعی از جوشکاری ترمیتی

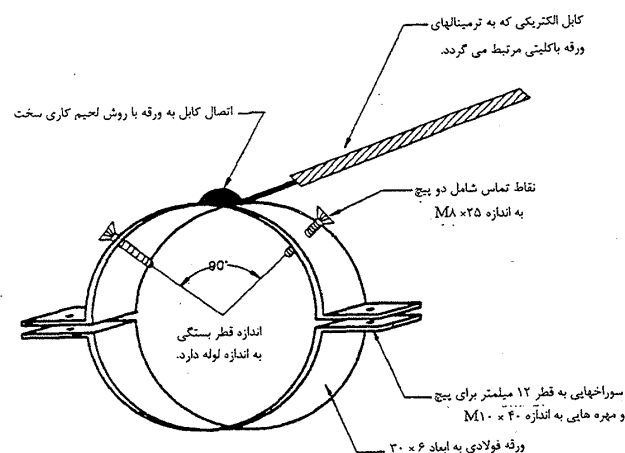
## تکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود.



## نقشه جزئیات « ب »

اتصال کابل به صفحه فولادی جوش داده شده به لوله



## نقشه جزئیات « ج »

اتصال توسط لحیم کاری سخت

جدول ۱

| اندازه کابل<br>(mm <sup>2</sup> ) | تعداد دسته ها<br>در کابل افشان | تعداد بسته های<br>مواد جوش<br>ترجینی ۱۵ گرمی | A × A<br>(مربوط به مرحله ۱) |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| ۱۰                                | ۱                              | ۱                                            | ۷×۷                         |
| ۱۶                                | ۱                              | ۱                                            | ۷×۷                         |
| ۲۵                                | ۱                              | ۱ (الف)                                      | ۷×۷                         |
| ۳۵                                | ۲                              | ۲                                            | ۲۰×۲۰                       |
| ۵۰                                | ۴                              | ۴                                            | ۲۰×۲۰                       |
| ۷۰                                | ۴                              | ۴                                            | ۲۰×۲۰                       |

(الف)- برای جوشکاری عمودی دو کارتریج مورد نیاز است.

سیستم حفاظت کاتدی  
روش اتصال کابل به لوله

نقشه طراحی شماره ۲

صفحه

۲

# نکات

- ۱- تمامی ابعاد برحسب سانتیمتر می باشند، بجز مواردی که واحد دیگری برای آنها بیان شده باشد.
- ۲- مقدار D حداقل ۷۰ سانتیمتر است، مگر آنکه طرح مقدار دیگری را بیان کرده باشد.
- ۳- برای مشاهده جزئیات و روش نصب به نقشه طراحی شماره ۱ مراجعه شود.
- ۴- برای استفاده از اسپلایسینگ کیت به نقشه طراحی شماره ۱۱ مراجعه شود.
- ۵- استفاده از اسپلایسینگ کیت بین مبدل - یکسوکننده و جمیع مثبت مجاز نمی باشد.
- ۶- لوله تهویه باید توسط شن های به قطر تقریبی ۵۰ میلیمتر پر شود.
- ۷- کابل منفی و کابل اصلی باید به سطح خط لوله جوشکاری ترمیمی شوند و فاصله بین آنها باید ۲۰ سانتیمتر باشد.
- ۸- اندازه های کابل بستگی به شرایط طراحی دارد.
- ۹- در نقاط تقاطع مسیرها باید کابلها را در مجراهایی از جنس پلی اتیلن یا PVC قرار داد.
- ۱۰- انتهای کابل ها را باید بطور منظم بطور برجسته در آورد، رنگ کابلها بصورت زیر تعیین می شود:

بین مبدل - یکسوکننده و جمیع مثبت : قرمز

بین مبدل - یکسوکننده و جمیع منفی : سیاه

بین جمیع مثبت و بستر آندی: سیاه

بین جمیع منفی و خط لوله: قرمز

۱۱- مکان جمیع مثبت را می توان براساس شرایط محلی تغییر داد.

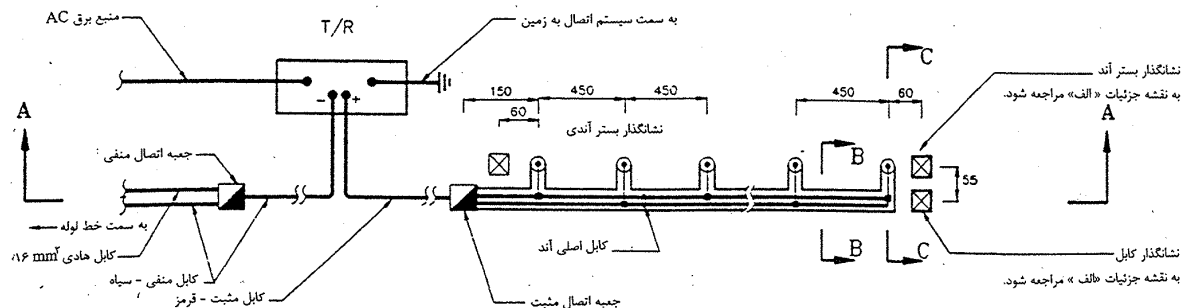
## سیستم حفاظت کاتدی

نمونه روش نصب بستر آند از نوع عمودی

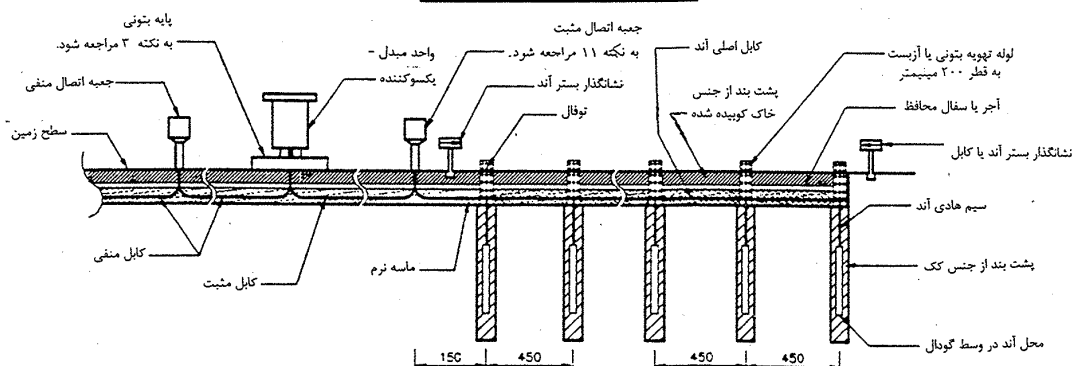
نقشه طراحی شماره ۳

صفحه

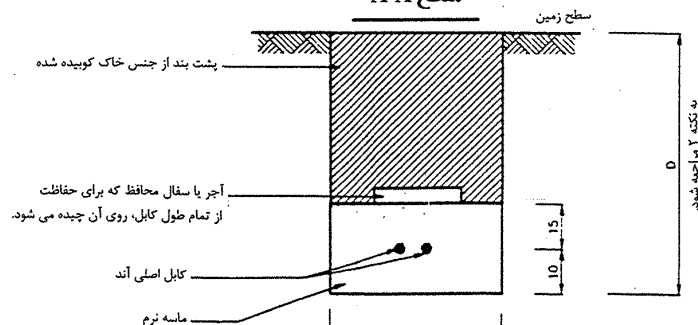
۱ ۲



## طرح بستر آند حفاظت کاتدی



## مقطع A-A



## نمونه ای از گودال کابل



1/





# نکات

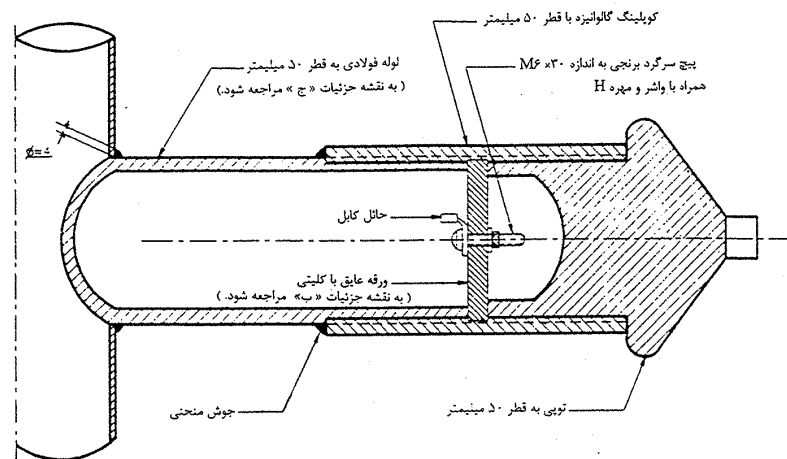
۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود.

سیستم حفاظت کاتدی  
ایستگاه آزمون پتانسیل و نشانگذار  
لوله برای خطوط انتقال

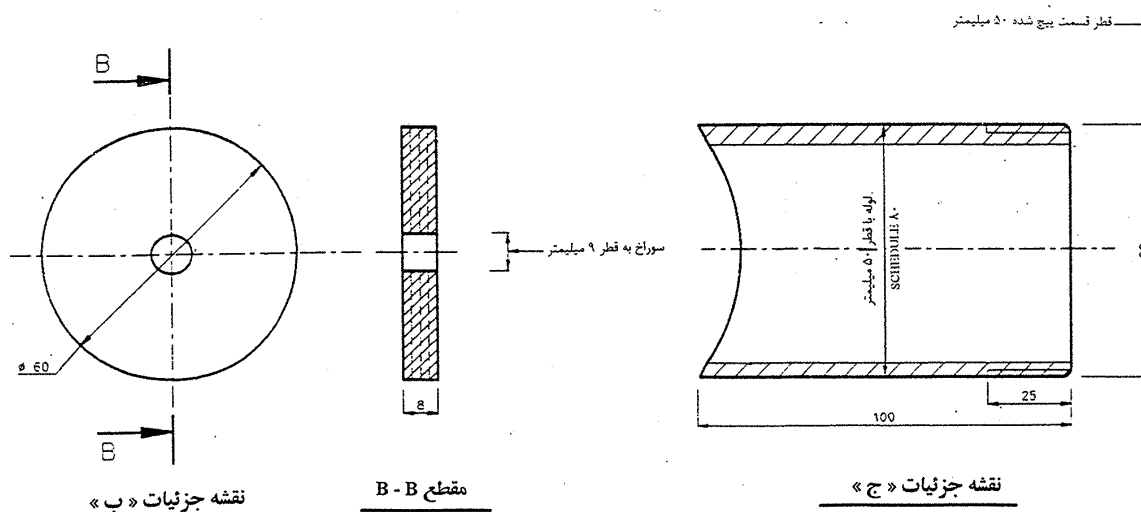
نقشه طراحی شماره ۵

صفحه

۲  
۲



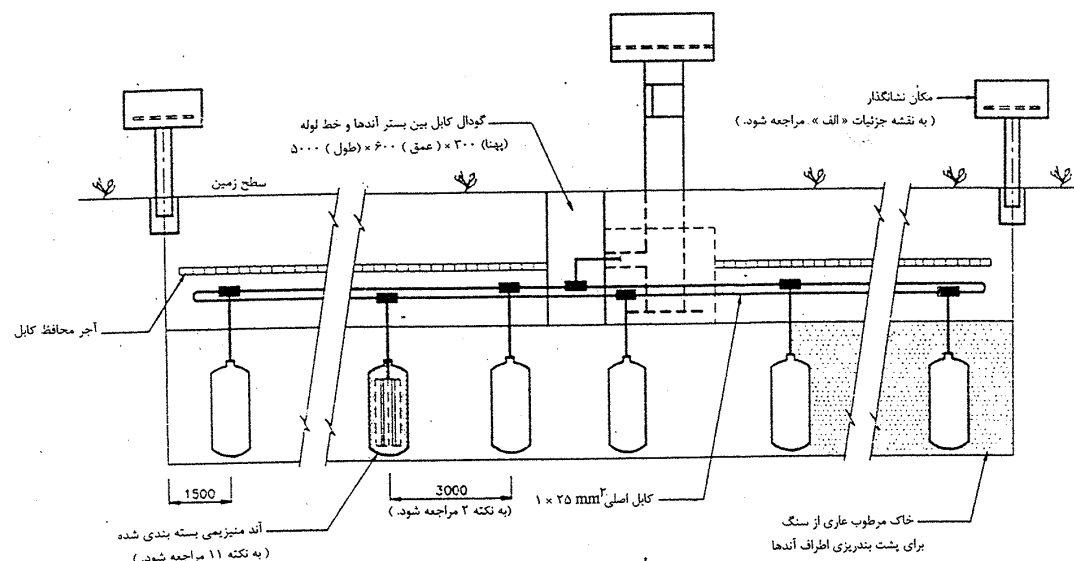
نقشه جزئیات «الف»



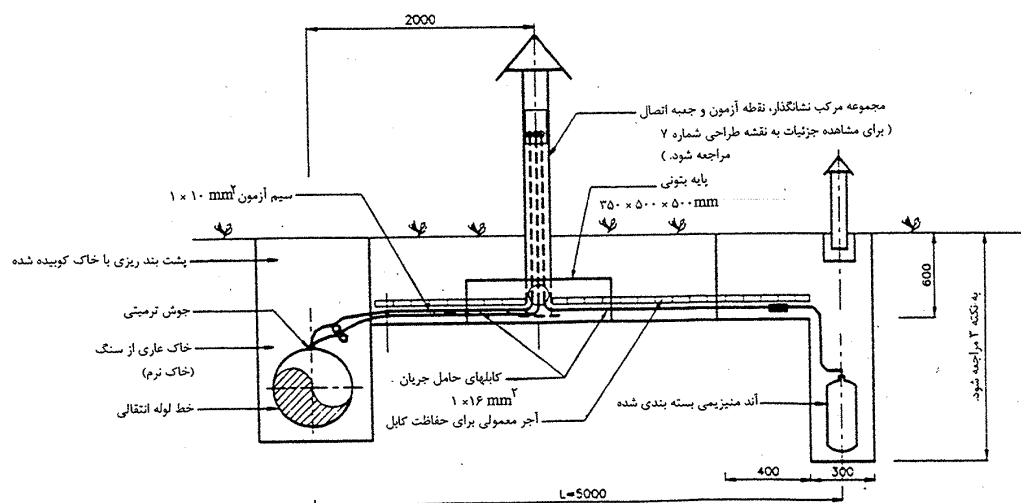


# نکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود



مقطع A - A



مقطع B - B

سیستم حفاظت کاتدی  
نصب آند منیزیمی خوشه ای

نقشه طراحی شماره ۶

صفحه

۲



# نکات

- ۱- تمامی ابعاد برحسب میلیمتر می باشند، بجز مواردی که بیان شده باشد.
- ۲- به منظور نمایش جزئیات جمیع ترمینال، در آن برداشته شده است.

## سیستم حفاظت کاتدی

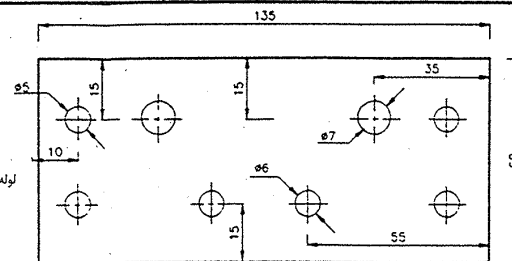
مجموعه مرکب «نشانگذار، ایستگاه آزمون،  
جعبه اتصال» برای آیندهای فدا شونده

نقشه طراحی شماره ۷

صفحه

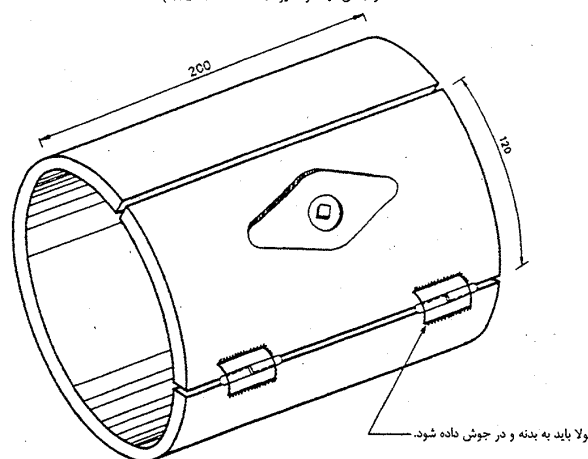
۲

۲



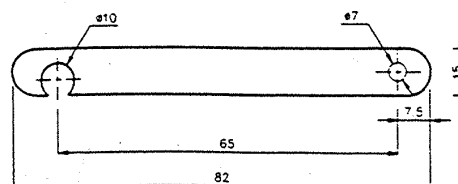
نقشه جزئیات «ج»

صفحه از جنس آلایف ولکانیزه (۶۰ × ۶ × ۱۳۵)

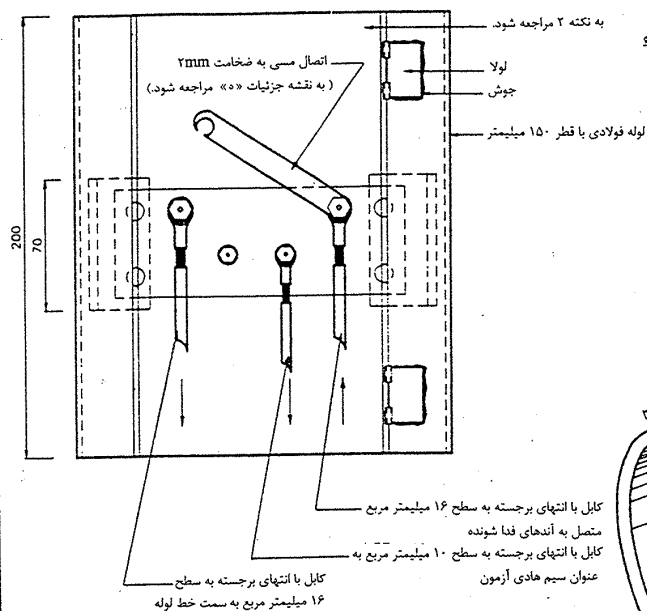


نقشه جزئیات «د»

نمای ایزومتریک از قطعه ارتباطی ترمینال  
همراه با در و وسیله قفل آن

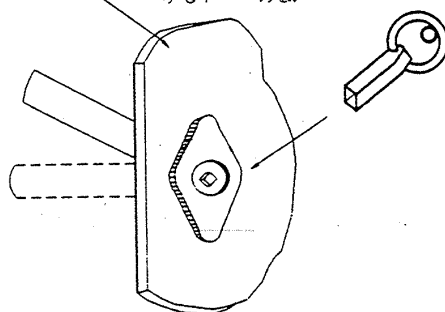


نقشه جزئیات «ه»



نقشه جزئیات «ب»

وسيله قفل کردن که با دو  
پیچ از پشت محکم می شود.



نقشه جزئیات «و»

# نکات

- ۱- تمامی ابعاد و ضخامت‌ها برحسب میلی‌متر می‌باشند، بجز مواردی که اشاره شده باشد.
- ۲- مشخصات مواد باید توسط طراح و با ارجاع به استانداردهای مربوطه معین شود.
- ۳- فاصله بین آندها (مرکز تا مرکز) باید ۳۰۰۰ میلی‌متر باشد، مگر آنکه طراح براساس شرایط طراحی مقدار دیگری را بیان نماید.
- ۴- هر آند باید بطور مرکزی از طناب اصلی آویزان شده و محکم به طناب‌کرة زده شود. محل گره ها و قسمت بالایی آند باید توسط ماستیک پوشش داده شود.
- ۵- سطح خارجی غلاف فولادی در اتصالات جوشکاری شده (افقی و محیطی) باید با ماستیک پوشش داده شود.
- ۶- ضخامت پوشش (لایه خشک) باید حداقل ۳ میلی‌متر باشد اما تا ۲۵ میلی‌متر می‌تواند گسترش یابد. پیش از پوشش دهی باید هر دو طرف جوش تمیز شود.
- ۷- حفره های بین غلاف فولادی و چاه باید با استفاده از مخلوط ۱/۵ بنتونیت با گل دودآب پر شود.
- ۸- محل ارتباط کابل روی سطح داخلی غلاف فولادی باید با استفاده از آستر و لعاب داغ (قیر یا قطران ذغال سنگ) پوشش داده شود.
- ۹- تمامی کابل‌های مثبت و منفی جیمه های آزمون باید بطور مشخصی معلوم شوند.
- ۱۰- قسمت کاری چاه باید بدقت با تک ترم پر و فشرده شود.
- ۱۱- در صورتیکه عمق طراحی چاه به بستر آب می‌رسد، باید آندها را در آب ملق نمود (طبق نقشه طراحی شماره ۱۱).
- ۱۲- در مرتبط کردن سیم آند به کابل تغذیه باید از ارتباط دهنده پیچی و اسپلاسینگ کیت دو شعبه استفاده شود.
- ۱۳- برای استفاده از اسپلاسینگ کیت به نقشه طراحی شماره ۱۱ مراجعه شود.
- ۱۴- تمامی قسمتهای فولادی باید تمیز شده و تحت رنگ آمیزی آستری و اصلی به شرح زیر قرار گیرد:
  - الف) آماده سازی سطحی طبق استاندارد سوندی S ۳
  - ب) یک لایه آستری ضد زنگ آلکیدی به ضخامت ۷۵ میکرون (حداقل)
  - ج) یک لایه میانی رنگ آلکیدی به ضخامت ۱۰۰ میکرون (حداقل)
  - د) یک لایه رنگ آلکیدی پراق به عنوان پوشش رویی به ضخامت ۱۰۰ میکرون (حداقل)
- ۱۵- رنگها باید از بهترین کیفیت موجود در دسترس بوده و در مورد رنگ آن در محل تصمیم گیری می‌شود.

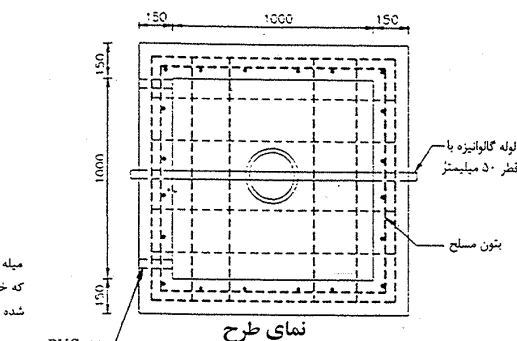
## سیستم حفاظت کاتدی نصب بستر آندی چاه عمیق (نوع خشک)

نقشه طراحی شماره ۸

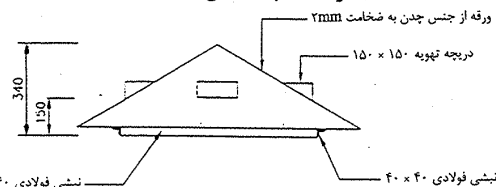
صفحه

۱/۲

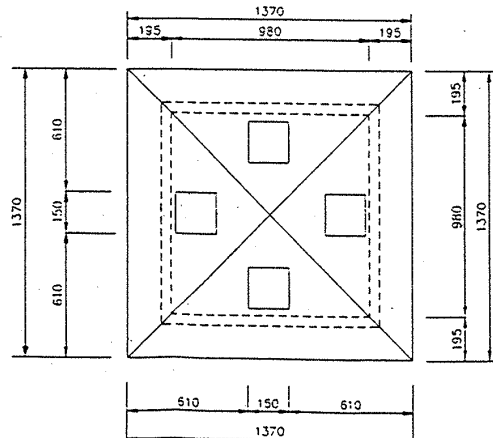
### نمای طرح



### بستر آندی چاه عمیق



### مقطع عمودی

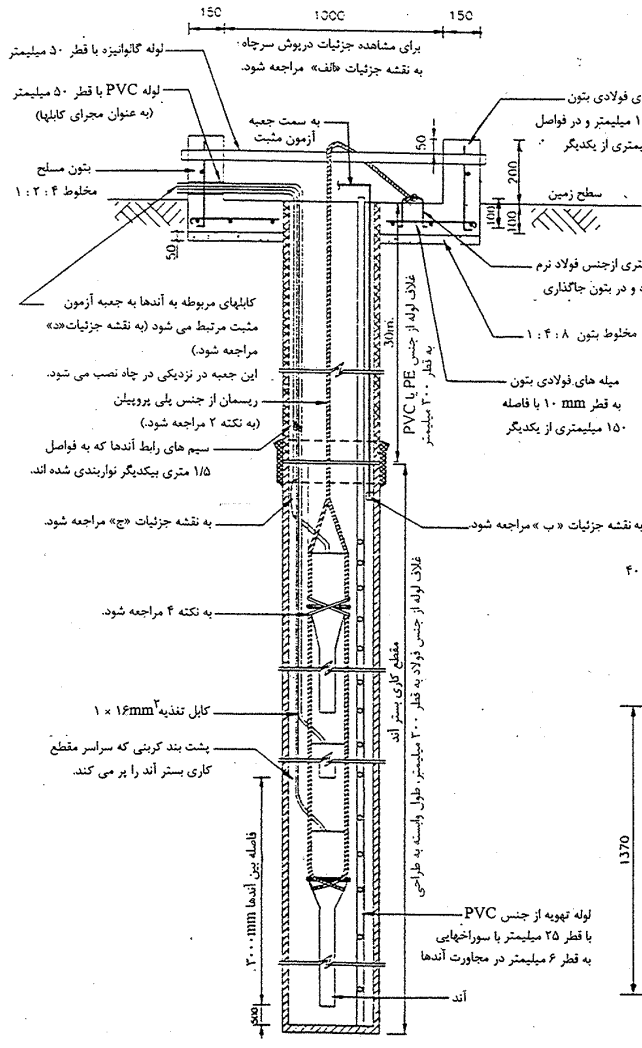


### نقشه جزئیات «الف»

(به نکته ۱۳ مراجعه شود)

### نمای مقطع

### بستر آندی چاه عمیق



# نکات

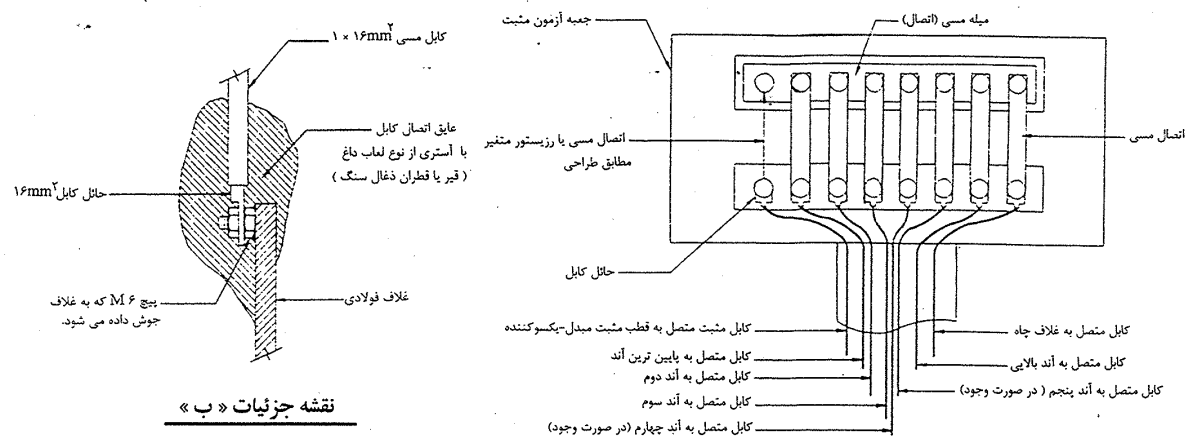
۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود.

سیستم حفاظت کاتدی  
نصب بستر آندی چاه عمیق  
(نوع خشک)

نقشه طراحی شماره ۸

صفحه

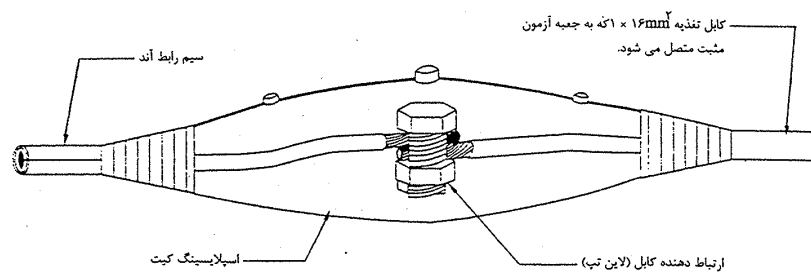
۲



نقشه جزئیات « ب »

## نقشه جزئیات «د»

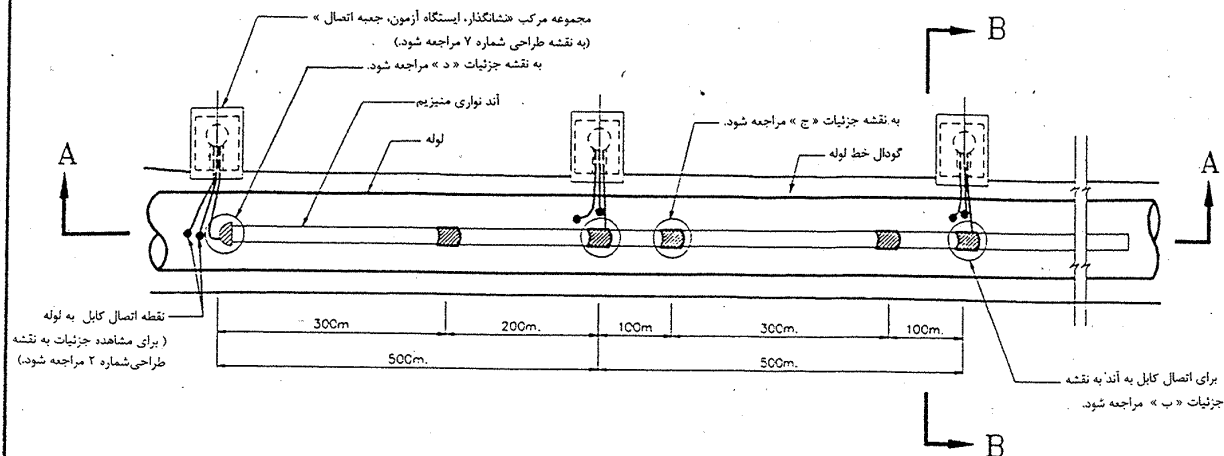
مرتبط کردن کابلها در جعبه آزمون مثبت  
(به نکته ۸ مراجعه شود.)



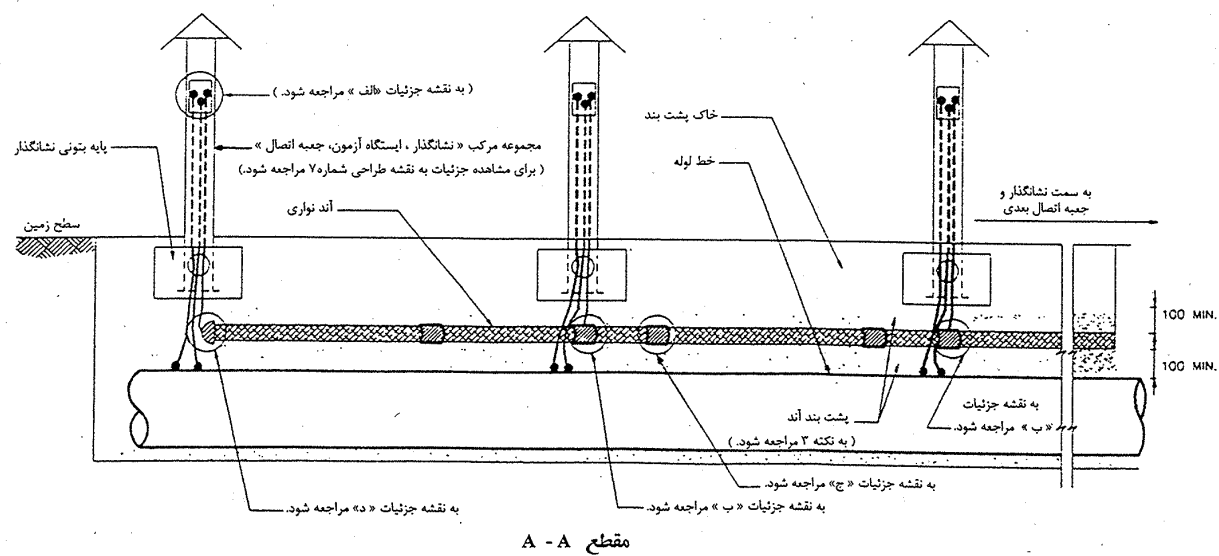
نقشه جزئیات « ج »

## تکات

- ۱- تمامی ابعاد برحسب میلیمتر می باشند، بجز مواردی که بیان شده است.
- ۲- روش نصب آند منیزیمی و خط لوله باید با توافقی نظر اجرا شود.
- ۳- پشت بند آند باید شامل ۷۵٪ بنتونیت، ۲۰٪ گچ هیدراته و ۵٪ سولفات سدیم باشد.



## نمای بالایی گودال خط لوله، لوله و نوار منیزیمی



سیستم حفاظت کاتدی  
جزئیات روش نصب آند نواری منیزیم

نقشه طراحی شماره ۹

صفحه  
۱ ۲

# نکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود.

## سیستم حفاظت کاتدی جزئیات روش نصب آند نواری منیزیم

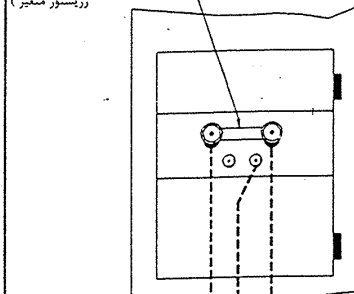
نقشه طراحی شماره ۹

صفحه

۲

۲

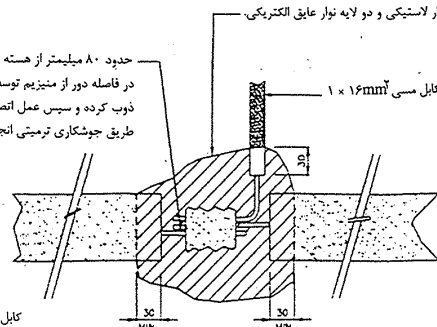
اتصال مسی ( یا در صورت نیاز،  
ریزیستور متغیر )



کابل مسی  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  که به لوله متصل می شود.  
(به عنوان حامل جریان)  
کابل مسی  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  که به لوله متصل می شود.  
(به عنوان سیم آزمون پتانسیل)

### نقشه جزئیات « الف »

حدود ۸۰ میلیمتر از هسته فولادی آند را در فاصله دور از منیزیم توسط مشعل ذوب کرده و سپس عمل اتصال را از طریق جوشکاری ترمیتی انجام دهید.



### نقشه جزئیات « ب »

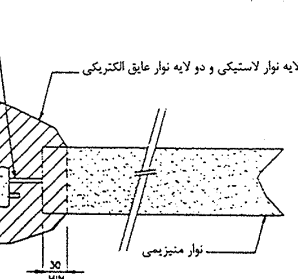
دو لایه نوار لاستیکی و دو لایه نوار عایق الکتریکی

کابل مسی  $1 \times 16 \text{ mm}^2$

30 MIN.

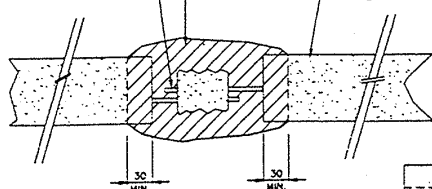
30 MIN.

حدود ۸۰ میلیمتر از هسته فولادی آند را در فاصله دور از منیزیم توسط مشعل ذوب کرده و سپس عمل اتصال را از طریق جوشکاری ترمیتی انجام دهید.



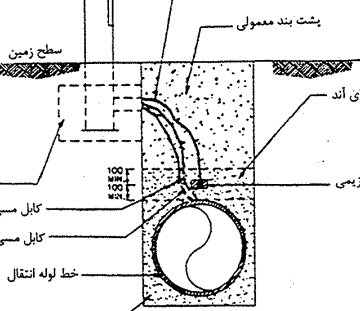
### نقشه جزئیات « د »

بر روی نقطه اتصال از دو لایه لاستیکی و دو لایه عایق الکتریکی استفاده می شود.  
۵۰ میلیمتر از هسته فولادی هر دو انتها را برداشته و توسط جوشکاری ترمیتی اتصال را ایجاد کنید.



### نقشه جزئیات « ج »

کابل مسی  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  که به آند متصل می شود.  
پشت بند معمولی



### مقطع B - B

حدداقل ۱۰۰ میلیمتر از زیر و ۱۰۰ میلیمتر از بالای آند نواری باید با پشت بند پر و سپس کوبیده شود.  
(به نکته ۳ مراجعه شود.)  
آند نواری منیزیمی  
پایه بتونی  
کابل مسی  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  (به عنوان حامل جریان)  
کابل مسی  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  (به عنوان سیم آزمون)  
خط لوله انتقال  
خاک عاری از سنگ  
(خاک نرم)

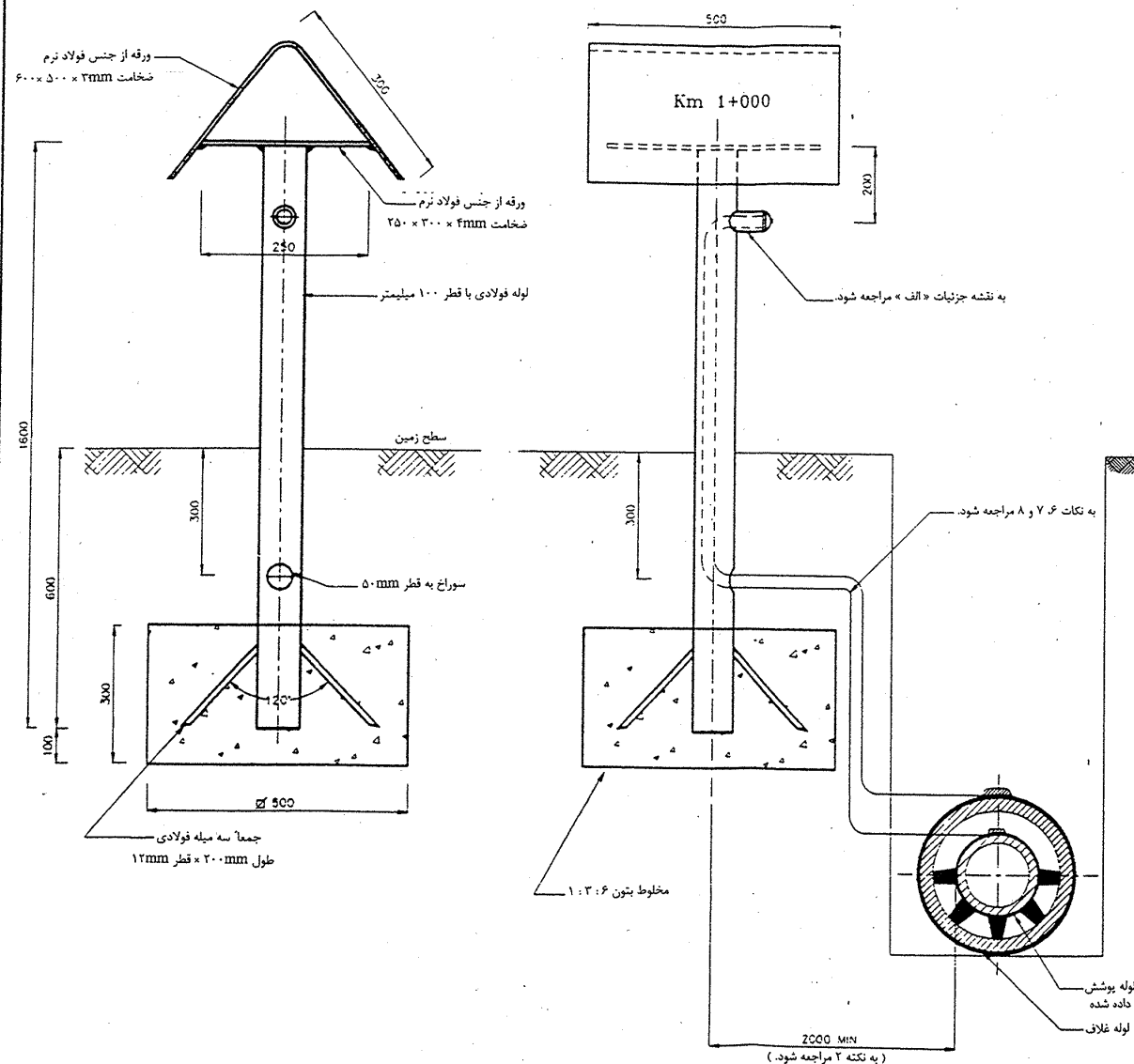
# نکات

- ۱- تمامی ابعاد برحسب میلیمتر می باشند، بجز مواردی که بیان شده باشد.
- ۲- نشاگذار باید در محیطی ایمن نصب شود.
- ۳- ورقه نشاگذار، ارتباط ترمینال و فلز ستون باید تمیز شده و تحت رنگ آمیزی آستر و اصلی به شرح زیر قرار گیرد.
  - الف) آماده سازی سطحی طبق استاندارد سوندی  $Sa \frac{2}{3}$
  - ب) یک رنگ آستر قرمز (۷۰ میکرون)
  - ج) یک پوشش مینایی از رنگ آنکیدی (۱۰۰ میکرون)
  - د) یک پوشش تکمیلی از رنگ زرد براق آنکیدی (۱۰۰ میکرون) طبق استاندارد BS ۲۸۱C شماره ۳۰۹ (کل ضخامت رنگ حداقل ۲۷۰ میکرون می باشد).
- ۴- تمامی قسمت های فلزی مدفون باید با ماستیک (۳ میلیمتر) پوشش داده شوند.
- ۵- شماره کیلومتر باید بوضوح روی هر دو سمت نشاگذار با رنگ سیاه روغنی و به فارسی و انگلیسی نوشته شود.
- ۶- طول کابل باید توسط طراحی سیستم حفاظت کاتدی و براساس اندازه خط لوله تعیین شود.
- ۷- اندازه کابل بستگی به شرایط طراحی دارد.
- ۸- رنگ مشخصه کابلها عبارت است از:
  - بین نقطه آزمون و خط لوله: سیاه
  - بین نقطه آزمون و غلاف: قرمز
- ۹- تغییرات ابعاد پایه بتونی بسته به شرایط محلی خاک و با تأیید مهندسین کارفرما مجاز می باشد.

سیستم حفاظت کاتدی  
ایستگاه آزمون پتانسیل و نشاگذار لوله  
برای خطوط انتقال

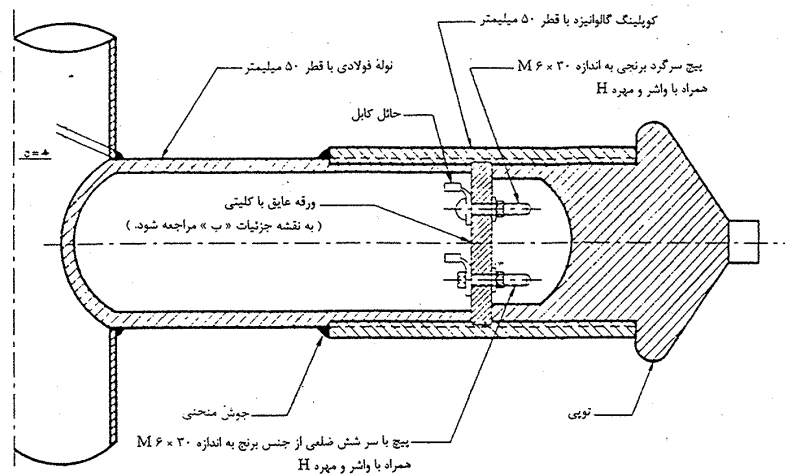
نقشه طراحی شماره ۱۰

صفحه  
۱  
۲

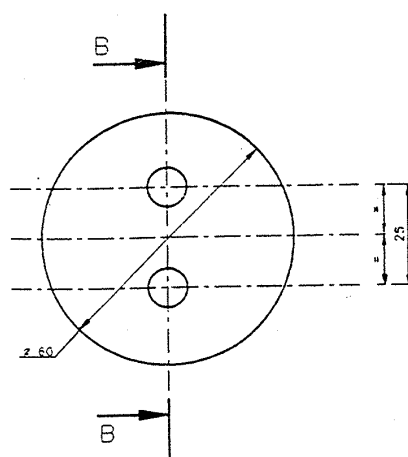


# نکات

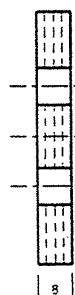
۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ مراجعه شود.



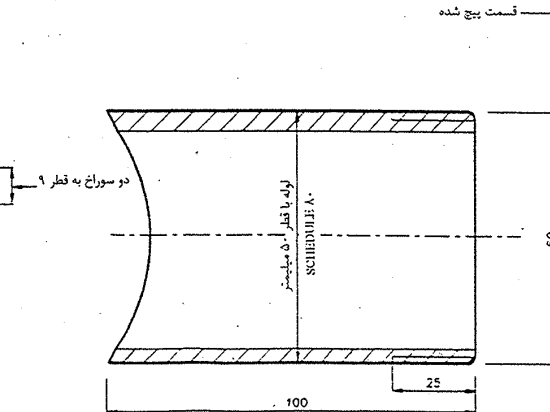
نقشه جزئیات «الف»



نقشه جزئیات «ب»



مقطع B-B



نقشه جزئیات «ج»

سیستم حفاظت کاتدی  
ایستگاه آزمون پتانسیل و نشانگذار لوله  
برای خطوط انتقال

نقشه طراحی شماره ۱۰

صفحه  
۲  
۲

# تکات

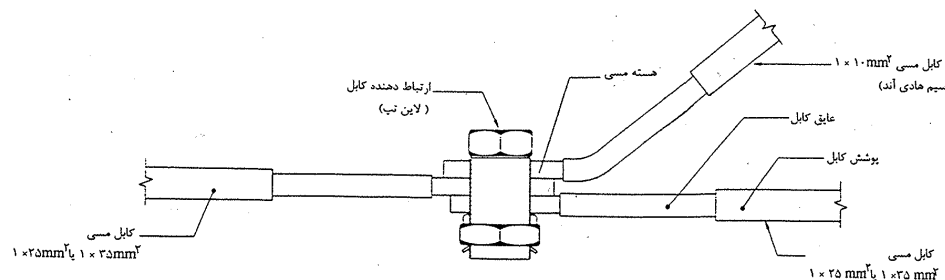
- ۱- اسپلاستیک کیت باید پیش از استفاده مورد بازرسی و آزمایش قرار گیرد.
- ۲- ترکیب رزین نباید از تاریخ مصرف خود گذشته باشد.
- ۳- در تمامی اوقات باید کوشش شود که هیچ جرمی در اتصال به تله نبیند. ابزار بکار رفته باید به روشی منظم چیده شوند و در زمانی که از آنها استفاده نمی گردد، در محل مناسب خود قرار داده شوند. اشیاء اضافی باید در مکان از قبل تعیین شده برای این منظور، جای داده شوند.
- ۴- مراحل اتصال به شرح زیر می باشد:
  - الف) کابلپای متصل شونده باید بطور تقریبی در محل مربوطه قرار داده شوند.
  - ب) پوشش (های) بیرونی کابل (ها) باید به اندازه بیان شده در دستورات اتصال برداشته شوند. سپس باید پوششهای دیگر کابل برداشته شود تا جایی که هسته ظاهر شود. پس از آن، باید عایق (های) هسته بطور کامل یا جزئی به اندازه طول کافی برای رسیدن به ارتباط دهنده، برداشته شوند. عایق پلمبری باید توسط چاقو برداشته شود و باید مراقبت گردد که به هادی آسبی وارد نشود. پوششهای PVC باید توسط یک چاقوی تیز یا ابزار مخصوص برداشته شود، بدین ترتیب که برای دو انتهای کابل، یک برش محیطی یا دو برش در محلهای اتصال داده شود، و سپس یک برش طولی داده شود. در ابتدا برش (های) محیطی ایجاد می شوند که در آن، پوشش PVC به اندازه دو سوم ضخامت خود برش داده می شود تا به اجزای از کابل که در زیر پوشش هستند، آسبی نرسد. پس از آن، به کمک تیغه چاقو یک برش طولی تقریباً مماس با کابل ایجاد می گردد. هنگام ایجاد این برش، تمامی ضخامتهای کابل مورد نظر قرار می گیرد. بدین ترتیب می توان پوشش را از قسمت برش (های) محیطی یا کشیدن پوشش، جدا کرد. مواد پلمبری در صورتی که کمی گرم شوند، به آسانی بریده می شوند، اما باید دقت شود که بیش از اندازه گرم نشوند.
  - ج) هادیها و ارتباط دهنده ها باید پیش از ایجاد اتصال، تمیز شوند. در صورتی که بر اساس دستورات، نیاز به عایق بندی مجدد هادیها و ارتباط دهنده ها باشد، لازم است که این کار انجام گیرد.
  - د) ارتباط الکتریکی مرحله ۱ را بطور استاندارد ایجاد کنید.
  - ه) آن قسمت از کابل که در قالب قرار می گیرد، باید تمیز گردد.
  - و) قالب را طوری آماده کنید که متناسب قطر خارجی کابل باشد. سپس دو نیمه قالب را به یکدیگر ببندید.
  - ز) روی عایق کابل در محلهایی که دو انتهای قالب با عایق کابل جفت می شود، وشر آب بندی کننده از جنس نوار عایق الکتریکی بگذارید.
  - ح) دو انتهای قالب باید کاملاً با نوارهای نشان داده شده در مرحله ۲ پیچانده شود(اول با نوار عایق الکتریکی و سپس با نوار لاستیکی).
  - ط) قیف (ها) را در سوراخ (های) آماده شده قرار دهید.
  - ی) ترکیب رزین را طبق دستور سازنده مخلوط کرده و در قالب بریزید.
  - ک) رزین را بریزید.
  - ل) اجازه دهید که رزین سفت و سرد گردد.

## سیستم حفاظت کاتدی

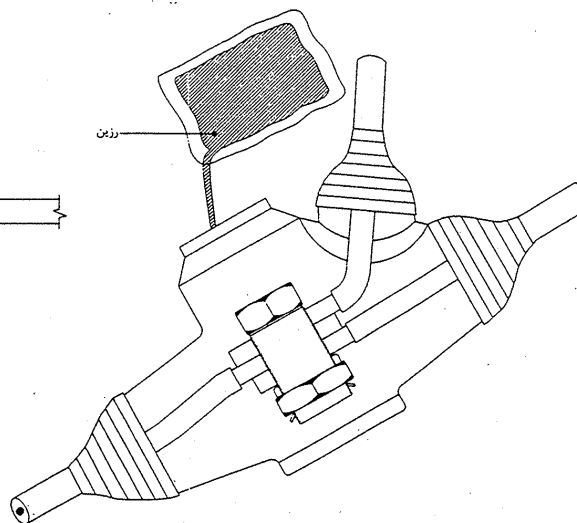
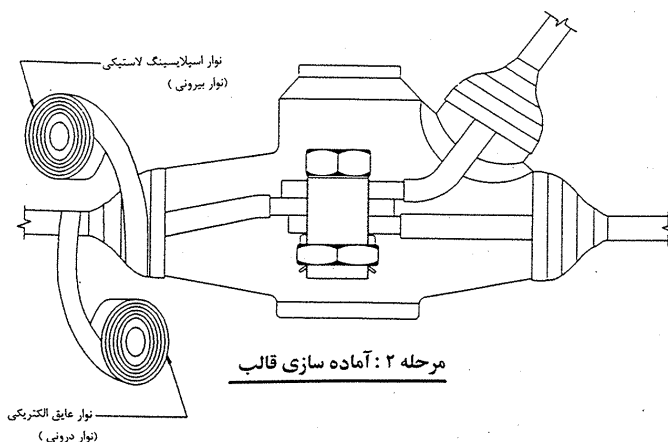
نمونه ای از ایجاد اتصال بوسیله اسپلاستیک کیت

نقشه طراحی شماره ۱۱

صفحه  
۱  
۲



مرحله ۱: مرتبط کردن کابلها توسط ارتباط دهنده پیچی (Line Tap)



مرحله ۳: پر کردن قالب با ترکیب رزین

اسپلاستیک کیت سه شعبه

نکات (ادامه)

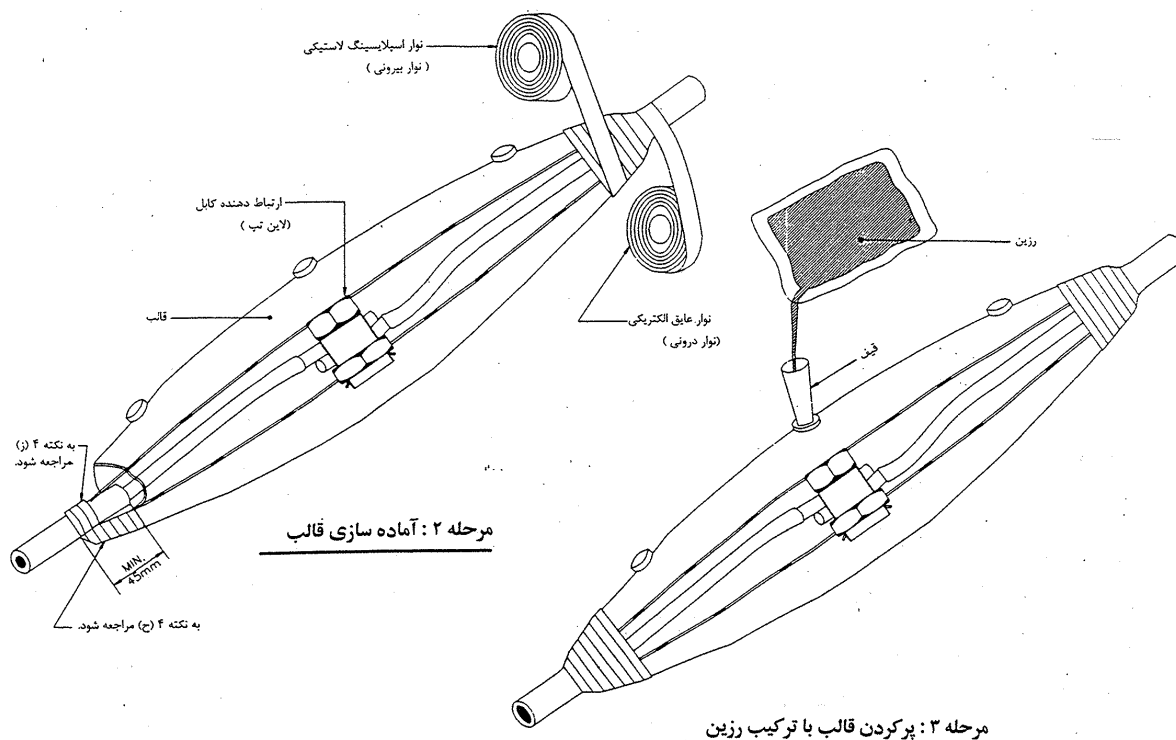
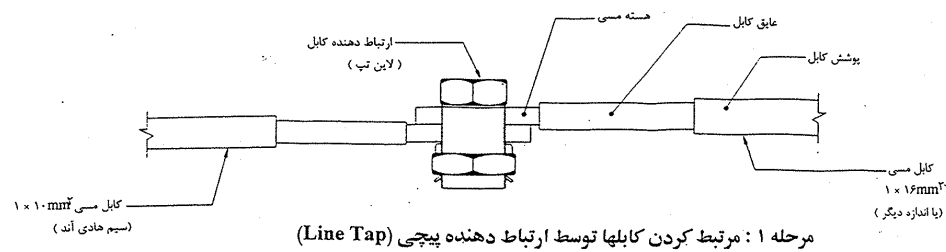
- ۵- قالب و کابل باید به خوبی ثابت نگهداشته شوند تا در زمان پر کردن رزین دچار جابجایی نشوند.
- ۶- در دماهای پایین، ترکیبات سرد به سختی مخلوط شده و به زمان آماده سازی بیشتری نیاز خواهند داشت. بنابراین این باید کوشش شود که این ترکیبات در محیطی با دمای بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شوند و در تمامی اوقات باید به دستورات سازنده در مورد انبارش آنها عمل شود.

سیستم حفاظت کاتدی

نمونه ای از ایجاد اتصال بوسیله اسپلایسینگ کیت

نقشه طراحی شماره ۱۱

صفحه  
۲



اسپلایسینگ کیت دو شعبه

# تکات

- ۱- در هنگام انتخاب وسیله ایزوله کننده با تصمیم گیری در مورد روش آن، لازم است که بدقت به عوامل زیر توجه شود:  
(الف) محتویات خط لوله  
(ب) درجه حرارت خط لوله  
(ج) مقدار فشار خط لوله  
(د) محل و موقعیت وسیله ایزوله کننده  
(ه) مشخصات هندسی خط لوله  
(و) ایزوله بودن از تماس با سازه های غریبه  
(ز) نیاز به تعمیرات میدانی

(ح) نیازمندیهای اتصال ایزوله کننده از لحاظ بار کششی، فشاری و خمشی  
۲- جنس، طرح، ساخت، آزمایش و نحوه نشانه گذاری فلانجهای ایزوله کننده باید براساس توافق فروشنده و خریدار بوده و مطابق با استانداردهای مربوطه باشد.  
۳- وسایل ایزوله کننده نامبرده شده، تنها جهت استفاده در حفاظت کاتدی و در مواردی که ولتاژ دو طرف وسیله ایزوله کننده برای برق DC حدود ۱ تا ۲ ولت و برای برق AC کمتر از مقدار مؤثر ۱۵ ولت است، می باشند.  
۴- این نشانه، انواع وسایل ایزوله کننده مانند فلانچها، گاسکتها، آستین ها، واشرها، اتصالات، مجموعه ها، کویلینگها و ماسوره ها را نشان می دهد. اما انواع دیگری از این وسایل نیز موجود است که در کاربردهای دیگر استفاده می شوند.  
انواع وسایل ایزوله کننده عبارتند از:

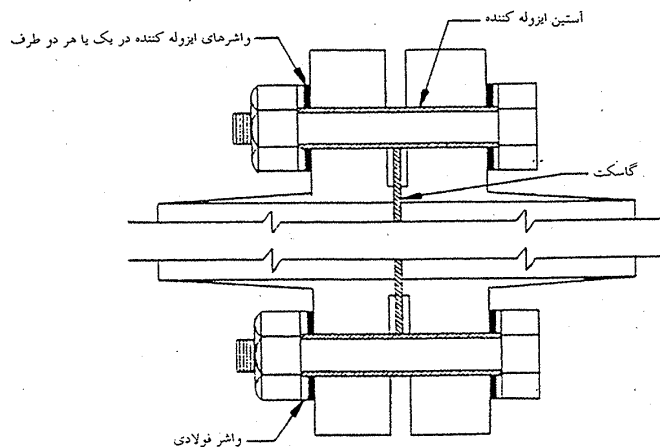
(الف) فلانجهای ایزوله کننده - هر زوج فلانج بکار رونده در خط لوله را می توان با وارد کردن یک گاسکت ایزوله کننده بین دو فلانج و آستین های ایزوله کننده دور بدنه پیچها و نیز قرار دادن واشرهای ایزوله کننده در زیر واشرهای فولادی بیرونی جهت ایزوله کردن پیچها، از نظر الکتریکی عایق بندی و ایزوله نمود.  
(ب) اتصالات ایزوله کننده پیش ساخته - وسایل ایزوله کننده ای هستند که در کارخانه سوار شده و در محل نصب می گردند و عبارتند از:  
- اتصالات ایزوله کننده منولیتیک، دارای دو توبی روی طولهای کوتاه از لوله می باشد، در یک توبی تغییر محیط داده شده و با توبی دیگر همپوشانی می کند. دو قسمت مزبور توسط مواد ایزوله کننده ثابت شده و بوسیله نیروی فشاری زیاد در محل نگه داشته می شوند. سپس به کمک جوشکاری، wedging یا سردکاری، بسته و از نظر فشار آب بندی می شوند.  
- اتصالات ایزوله کننده نوع بوغ، دارای دو مجموعه توبی می باشد. پشت یکی از توبی ها مخروطی شکل است. این دو توبی با استفاده از حلقه های O شکل، حلقه ایزوله کننده یا فاصله گذار، آب بندی می گردند. دو توبی با بکارگیری یک بوغ احاطه کننده و تحت فشار به همدیگر می چسبند.  
- فلانجهای ایزوله کننده پیش ساخته که در کارخانه سوار شده و در محل به طول کوتاهی از لوله جوش داده می شوند.

## سیستم حفاظت کاتدی انواع اتصالات عایق

نقشه طراحی شماره ۱۲

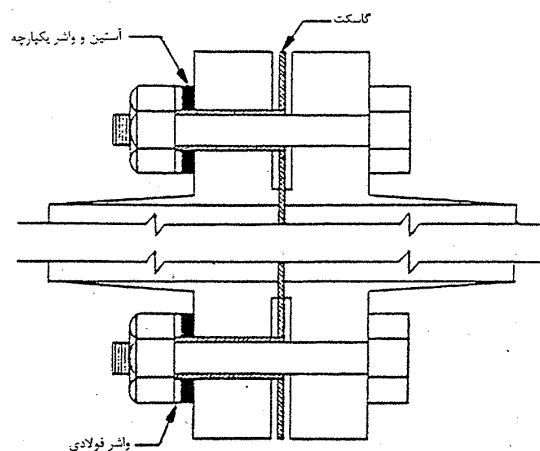
صفحه

۱۵



استفاده از آستین های پیچی تمام طول

(Full-length bolt sleeves)



استفاده از آستین های پیچی در نصف طول

(One-half-length bolt sleeves)

نمونه هایی از فلانجهای ایزوله شده با آستین ها و واشرهای ایزوله کننده

# نکات (ادامه)

ج) مجموعه - یک مجموعه ایزوله کننده شامل دو بدنه فلانژی است که روی انتهای دو لوله متصل شوند بهیچ می شود. یک انتهای فلانژی از بیرون رزوه می گردد و سپس اتصال عایق بوسیله یک مهر در محل تکه داشته می شود. آب بندی مجموعه توسط قالب گیری و یا گذاشتن یک گاسکت بین دو ناحیه جفت شوند، ایجاد می شود.

د) ماسوره در - یک ماسوره ایزوله کننده عبارت است از یک تکه لوله بلند غیر فلزی یا یک تکه لوله فلزی شامل یکی از اتصالات نام برده شده در این بند، که به درون سیستم لوله کشی وارد می گردد.

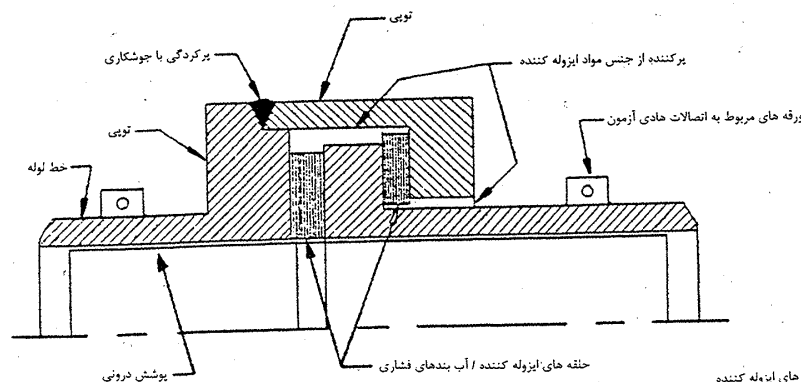
ه) کوپلینگها - کوپلینگها عبارتند از:

- کوپلینگهای دارای پیچ، شامل یک استوانه فولادی، دو گاسکت فلزی و حلقه های فولادی بادامک می باشد که توسط یک سری پیچهای فولادی متصل می شوند. کار ایزولاسیون توسط یک گاسکت در زیر یکی از حلقه های بادامک و یک استین برای انتهای یکی از لوله ها تأمین می شود.
- کوپلینگهای پیچی شامل یک بدنه فولادی فورج شده یا آهن چکش خوار، یک گاسکت ایزوله کننده، دو کاسه نگهدارنده و دو مهره انتهایی، به همراه ترکیبی از یک استین ایزوله کننده و یک فاصله گذار (برای انتهای یک لوله) می باشد.
- کوپلینگ استین همراه با یک سیستم آب بندی هیدرولیکی مشتمل بر یک استین فولادی درون یک کوپلینگ لوله است، به همراه دو گاسکت ایزوله کننده که تحت فشار هیدرولیکی درونی و بیرونی به استین آب بندی می شود. استین به یک گاسکت ایزوله کننده، یک استین ایزوله کننده و یک فاصله گذار ایزوله کننده مجهز می باشد.
- و) استین فلاپز شده ایزوله کننده - یک استین فلاپز شده ایزوله کننده مشتمل بر یک استین دو نیمه ای است که دو نیمه آن حول یک لوله توسط گاسکت و پیچ به یکدیگر متصل می شود. یک انتهای این وسیله مجهز به مواد ایزوله کننده می باشد.
- ز) فاصله گذارها - غلاف محافظ لوله ها باید به کمک فاصله گذارهایی از لوله حامل سیال، از لحاظ الکتریکی ایزوله شوند.

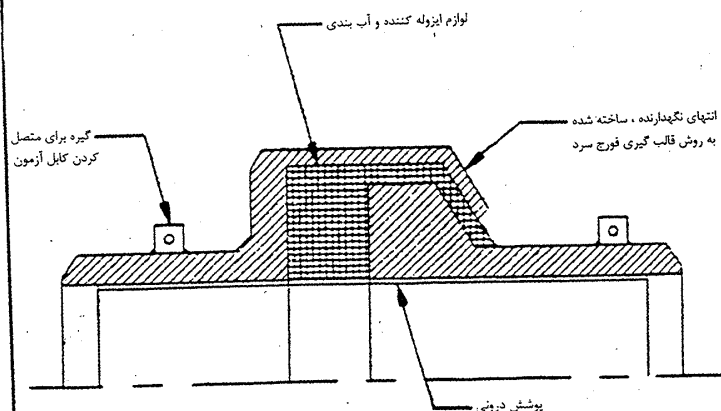
سیستم حفاظت کاتدی  
انواع اتصالات عایق

نقشه طراحی شماره ۱۲

صفحه  
۲  
۵

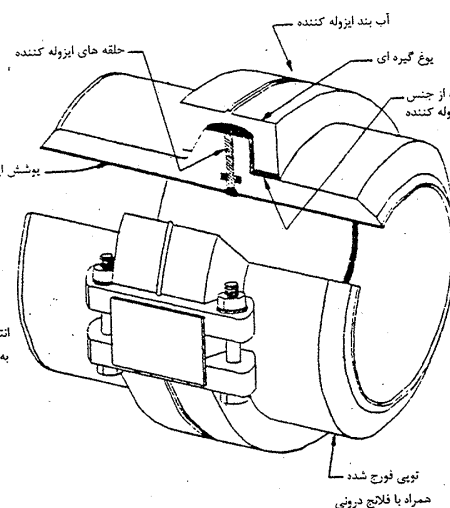


نمونه ای از اتصال ایزوله کننده منولیتیک  
برای فشارهای بالا - بیش از ۱۰۰۰ kPa (۱۵۰ psi)



نمونه ای از اتصال ایزوله کننده منولیتیک  
برای کاربردهای تحت فشار - زیر ۱۰۰۰ kPa (۱۵۰ psi)

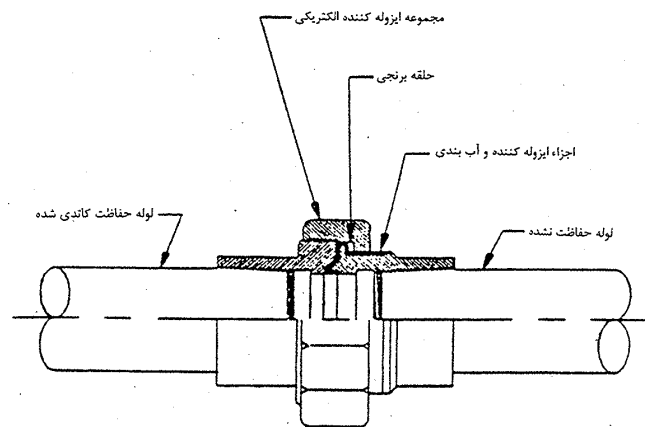
نمونه هایی از اتصالات ایزوله کننده



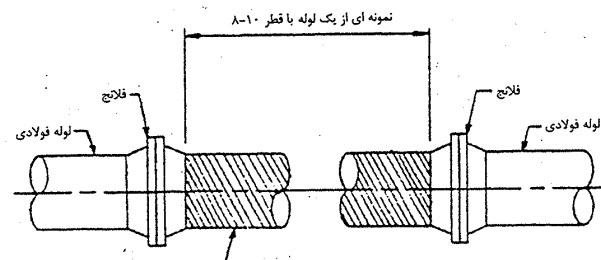
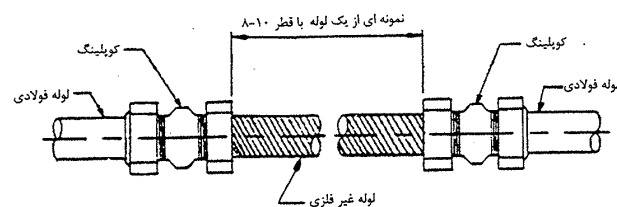
نمونه ای از وسیله ایزوله کننده نوع پیچ

## نکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۲ و ۳ مراجعه شود.



نمونه ای از مجموعه ایزوله کننده



نمونه ای از ماسوره های ایزوله کننده

سیستم حفاظت کاتدی  
انواع اتصالات عایق

نقشه طراحی شماره ۱۲

صفحه  
۳  
۵

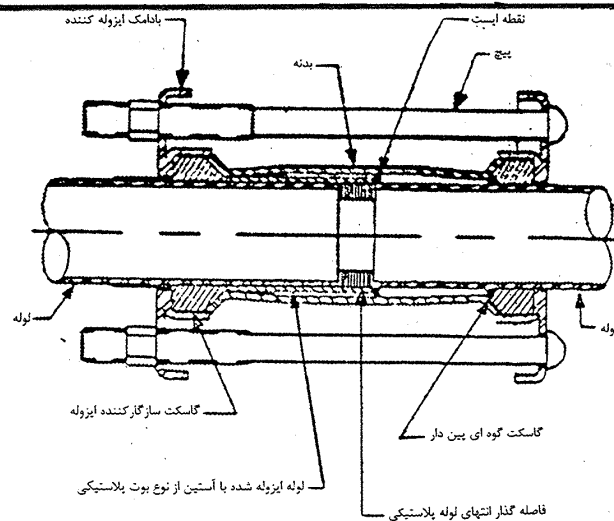
# نکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه او ۲ مراجعه شود.

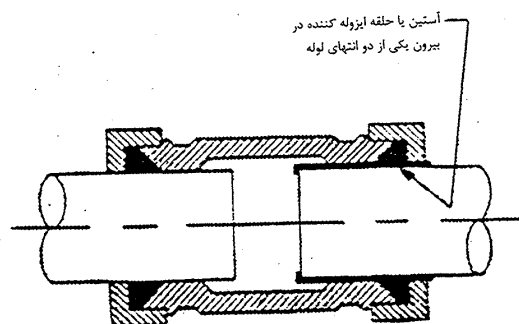
سیستم حفاظت کاتدی  
انواع اتصالات عایق

نقشه طراحی شماره ۱۲

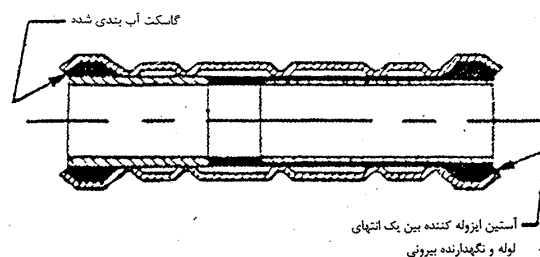
صفحه  
۴  
۵



نوع دارای سیستم آب بندی پیچی مکانیکی



نوع دارای سیستم آب بندی بدون پیچ

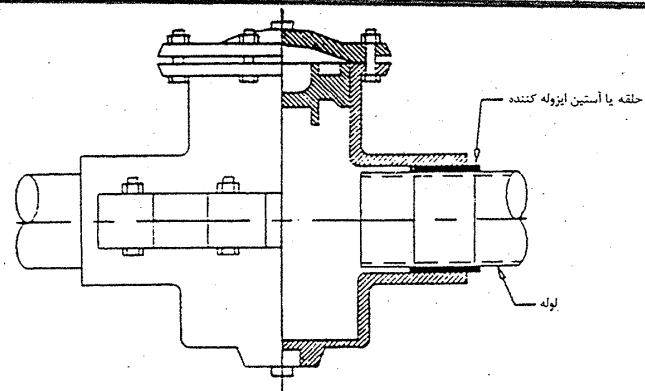


نوع دارای سیستم آب بندی هیدرولیکی

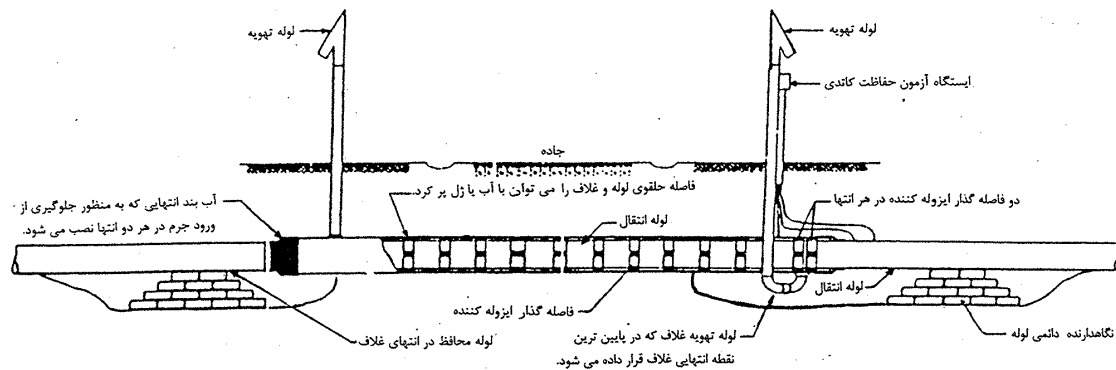
نمونه ای از کوپلینگهای ایزوله کننده

# نکات

۱- برای مشاهده نکات به صفحه ۱ و ۲ مراجعه شود.



نمونه ای از آستین قلاويز شده ايزوله کننده



نمونه نصب آستین برای غلاف لوله

سیستم حفاظت کاتدی  
انواع اتصالات عایق

نقشه طراحی شماره ۱۲

صفحه  
۵  
۵

**۶- نقشه جانمایی سیستم حفاظت کاتدیک در  
مخزن سوخت**

