

مبانی طراحی

- طراحی سیستم حفاظت کاتدی این پروژه مبتنی بر مبانی و معیارهای مندرج در کتاب "کنترل خوردگی خطوط لوله" نوشته آقای PEA BODY و استانداردهای ذیل می باشد:

IPS-E-TP-820: ELECTROCHEMICAL PROTECTION

NACE PR-01-69-92 : CONTROL OF EXTERNAL CORROSION ON UNDER GROUND OR SUBMERGED METALLIC PIPING SYSTEM.

- طراحی سیستم حفاظت کاتدی بر اساس حداقل عمر مفید 20 ساله لوله و پوشش می باشد.
- نتایج حاصله از آزمایشات تعیین مقاومت الکتریکی خاک مسیر خط لوله که در فواصل یک کیلومتر از یکدیگر و اعماق 1/5 و 3 متری از سطح زمین انجام گرفته است نشانگر آن است که خاک موجود در مسیر پروژه از نوع با خوردگی بالا می باشد.
- با توجه به طول و قطر لوله، مقاومت الکتریکی خاک مسیر و در نتیجه آمپراژ حفاظتی مورد نیاز، استفاده از سیستم حفاظت کاتدی با روش تزریق جریان مستقیم IMPRESSED CURRENT در نظر گرفته شده است.

با توجه به قطر لوله‌ها، موقعیت منطقه ای و مقاومت الکتریکی خاک مسیر خطوط لوله، جنبه های اقتصادی و نیز سهولت در اجرای پوشش سرجوشها، جهت پوشش لوله های 16 اینچ و 14 اینچ این پروژه سیستم پوشش سه لایه پلی اتیلن در نظر گرفته شده است.

توجه : پوششهای استاندارد که در پروژه ها مورد کاربرد قرار می گیرد عبارتند از:

- الف- پوشش پلی اتیلن سه لایه ای که جهت لوله های 10 اینچ الی 56 اینچ استاندارد گردیده و توسط کارخانجات پوشش لوله سازی اهواز یا شرکت پوشش لوله سلفچگان یا شرکت سدید یا شرکت پوشش لوله ماهشهر و ... انجام می پذیرد.

ب - پوشش قیر پایه نفتی اصلاح شده موسوم به بیتوسیل BITUSEAL با یک لایه پلی پروپیلن تقویتی که

جهت لوله های 2 اینچ الی 48 اینچ مورد کاربرد قرار گرفته و صرفاً در کارخانه ورزیران تولید و در کارخانه سلفچگان قابل اجراء می باشد.

- خط لوله به نقاط اندازه گیری پتانسیل (TEST POINT) در فواصل یک کیلومتر از یکدیگر برای اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به زمین مجهز خواهد گردید.

- با توجه به پوشش در نظر گرفته شده جهت این پروژه (پلی اتیلن سه لایه)، حداکثر پتانسیل تزریقی به لوله در نقطه تزریق جریان (DRAIN POINT) 1/2- ولت و حداقل پتانسیل منفی لوله نسبت به زمین در مسیر پروژه 0.85- ولت نسبت به نیم پیل مس سولفات مس منظور گردیده است.

- به منظور محدود نمودن عبور جریان حفاظت کاتدی از لوله های زیرزمینی به تأسیسات روی زمینی، خط لوله مدفون به وسیله اتصالات عایقی (INSULATING JOINT) از تأسیسات روی زمینی ایزوله خواهد گردید.

- به منظور بهینه نمودن سرمایه گذاری و حداکثر استفاده از امکانات داخلی و سهولت دسترسی، محل ایستگاه حفاظت کاتدی به نحوی انتخاب شده است که علاوه بر حفاظت کامل خطوط لوله و مناسب بودن زمین محل نصب بسترهای آندی، برق رسانی به ایستگاه از طریق شبکه برق منطقه ای صورت پذیرد.

لذا باید توجه داشت که به هر صورت با استفاده از شیوه های جدید برق مورد نیاز ایستگاه توسط انرژی خورشیدی یا روش ژنراتور ترموالکتریک (TEG) قابل تأمین خواهد بود.

Cathodic.ir

الف - محاسبات سطح (کلی)

.D.L π S=

$$L_1 = \text{طول لوله 16 اینچ آب فلمن} = 6845 \text{ m}$$

$$L_2 = \text{طول لوله 16 اینچ بزن آباد} = 311 \text{ m}$$

$$L_3 = \text{طول لوله 14 اینچ قشلاق} = 1555 \text{ m}$$

16", 14" D =

$$S_{16"} = \pi \times (6845 + 311) \times 16 \times 0.0254 = 9137 \text{ m}^2$$

$$S_{14"} = \pi \times (1555 \times 14") \times 0.0254 = 1737 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{total}} = 9137 + 1737 = 10874 \text{ m}^2$$

ب - محاسبه شدت جریان حفاظتی مورد نیاز

$$I = \text{ضریب اطمینان} \times \text{درصد لختی پوشش} \times \text{دانسیته جریان} \times \frac{\text{MA}}{\text{m}^2} \times \text{حطن} \text{ m}^2$$

دانسیته جریان (جریان لازم جهت حفاظت واحد سطح) با توجه به نتایج اندازه گیری های مقاومت الکتریکی خاک

مسیر لوله در عمق های 1/5 متری و 3 متری در فواصل حدود یک کیلومتری تعیین شده و با در نظر گرفتن فاکتور 99

درصد کارائی پوشش برابر 13/1 میلی آمپر در واحد سطح در نظر گرفته شده است.

با در نظر گرفتن توسعه های احتمالی در آینده و احتمال عدم دقت کافی پیمانکار در پوشش نقاط تعمیراتی یا سرجوشها ضریب اطمینان 2 و میزان سطح بدون پوشش بعد از بیست سال (عمر خط لوله) 10 درصد در نظر گرفته شده است.

نتایج مذکور در فواصل حدوداً یک کیلومتری در جداول 1 (در سیستم نرم افزاری Excel) محاسبه گردیده و ماحصل آن در جدول شماره 2 به کار رفته است.

$$I_a = 10874 \times 13.1 \times \frac{10}{1000} \times 2 = 2.85 \text{ AMP}$$

$$I_b = 10874 \times 13.1 \times \frac{1}{100} \times 2 = 28.46 \text{ AMP}$$

$$I_T = I_a + I_b$$

$$I_T = 2.85 + 28.46 = 31.31$$

ج) تعداد آندهای مورد نیاز از روابط مقابل محاسبه می شود:

$$W_T = \frac{I_T \times C_R \times T}{U \times E}$$

1-ج) محاسبه تعداد آند مورد نیاز بر مبنای وزن:

$$W_T = \frac{31.31 \times 0.45 \times 20}{0.7 \times 0.7} = 575 \text{ KG} \quad \text{کیلوگرم}$$

$$N_{TW} = \frac{W_T}{W_A} = \frac{575}{49} = 11.73 \cong 12 \text{ (PCS)}$$

$$N_{CP} = 12 \quad \text{عدد آند}$$

تعاریف: KG مقدار کل وزنی آندها $W_T =$

$KG/A.YEAR = 0.45$ نرخ مصرف آند $C_R =$

$U = 0.7$ فاکتور بهره دهی $=$

$E = 0.7$ ضریب کار آئی $=$

تعداد کل آندها برای سیستم $N_{CP} =$

2- محاسبه تعداد آند مورد نیاز بر مبنای جریان:

$$N_1 = \frac{I}{I_1} \quad N_1: \text{حداقل تعداد آندها}$$

I : جریان مورد نیاز

$$N_1 = \frac{31.31}{4} \cong 8(\text{PCS}) \quad I_1: \text{حداکثر آمپر خروجی هر آند}$$

با مقایسه مقادیر N_1 و N_{TW} تعداد آند مورد نیاز 12 عدد می باشد.

(د) محاسبه محدوده تحت پوشش:

محدوده تحت پوشش ایستگاه حفاظت کاتدی (جهت لوله 16 اینچ) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$g_c = \left(\frac{\text{MHO}}{\text{M}} \right) \text{ ضریب هدایت الکتریکی پوشش}$$

$$r_p = \left(\frac{\text{OHM}}{\text{M}} \right) \text{ مقاومت الکتریکی یک متر طول لوله}$$

تغییرات پتانسیل لوله در ولتاژ طبیعی فولاد نسبت به زمین 0/5 ولت تا حداکثر ولتاژ مجاز قابل تزریق به خط لوله در

$$E_a = \text{ محل ایستگاه}$$

$$\Delta E_a = 0.7 \text{ ولت } L \text{ تغییرات پتانسیل لوله در نقطه ای به فاصله } L$$

نسبت ولتاژ لوله نسبت زمینی به فاصله (L) از ایستگاه از ولتاژ طبیعی فولاد تا حداقل ولتاژ تعیین شده

$$E_m = \text{ جهت حفاظت لوله}$$

$$\Delta E_m = 0.35$$

$$D = 16''$$

$$R_{CS} = 10000 \text{ OHM.m}^2 \text{ مقاومت الکتریکی پوشش لوله (پلی اتیلن)}$$

$$W_T = 0.219''$$

$$r_p = 2.56967 \times 10^{-5} \text{ OHM/M}$$

$$g_c = 1.27674 \times 10^{-4} \text{ MHO/m}$$

$$\sqrt{r_p \times g_c} = 0.05728$$

$$L = \frac{\text{ARC COSH } \frac{\Delta E_a}{\Delta E_m}}{\sqrt{r_p \times g_c}} = \frac{1.31}{0.05728 \text{ km}} = 22.99 \text{ km}$$

$$\text{تعداد ایستگاه مورد نیاز} = \frac{\text{طول خط}}{\text{طول تحت پوشش}} = \frac{7.156}{22.99} = 0.31 =$$

محدوده تحت پوشش ایستگاه حفاظت کاتدی (جهت لوله 14 اینچ) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$g_c = \left(\frac{\text{MHO}}{\text{M}} \right) \text{ ضریب هدایت الکتریکی پوشش}$$

$$r_p = \left(\frac{\text{OHM}}{\text{M}} \right) \text{ مقاومت الکتریکی یک متر طول لوله}$$

تغییرات پتانسیل لوله در ولتاژ طبیعی فولاد نسبت به زمین 0/5 ولت تا حداکثر ولتاژ مجاز قابل تزریق به خط لوله در

$$E_a = \text{محل ایستگاه}$$

$$\Delta E_a = 0.7 \text{ ولت } L \text{ تغییرات پتانسیل لوله در نقطه ای به فاصله}$$

نسبت ولتاژ لوله نسبت زمینی به فاصله (L) از ایستگاه از ولتاژ طبیعی فولاد تا حداقل ولتاژ تعیین شده

$$E_m = \text{جهت حفاظت لوله}$$

$$\Delta E_m = 0.35$$

$$D = 14''$$

مقاومت الکتریکی پوشش لوله (پلی اتیلن) $R_{CS} = 10000 \text{ OHM.m}^2$

$$W_T = 0.188''$$

$$r_p = 3.42012 \times 10^{-5} \text{ OHM/M}$$

$$g_c = 1.11715 \times 10^{-4} \text{ MHO/m}$$

$$\sqrt{r_p \times g_c} = 0.06181$$

$$L = \frac{\text{ARC COSH } \frac{\Delta E_a}{\Delta E_m}}{\sqrt{r_p \times g_c}} = \frac{1.31}{0.06181 \text{ km}} = 21.31 \text{ km}$$

$$\text{تعداد ایستگاه مورد نیاز} = \frac{\text{طول خط}}{\text{طول تحت پوشش}} = \frac{1.555}{21.31} = 0.07 =$$

با توجه به مقادیر فوق یک ایستگاه کاتدی جهت حفاظت خطوط 16 اینچ و 14 اینچ در نظر گرفته می شود.

نتایج کلیه محاسبات فوق در جدول شماره 3 و 4 (EXCEL) خلاصه و درج گردیده است.

بر اساس بررسی های به عمل آمده بر روی نقشه های مسیر و بازدید صحرایی از مسیر پروژه، بهترین محل نصب ایستگاه های حفاظت کاتدی در کیلومترهای 06+845 خط لوله انتقال آب 16 اینچ فلمن، تعیین و نسبت به انجام اندازه گیری های مقاومت الکتریکی خاک در محل نصب بستر آندی در نظر گرفته شده اقدام گردیده است.

هـ (محاسبه مقاومت‌های مدار حفاظت کاتدی

مدار الکتریکی حفاظت کاتدی شامل 4 مقاومت می باشد که به شرح زیر محاسبه می گردد.

1 - مقاومت بستر آندی به زمین (R_{GB})

2 - مقاومت فولاد لوله (R_p)

3 - مقاومت کابلها (R_w)

4 - مقاومت خاک در فاصله بین آند و لوله (R_E)

5 - مقاومت پوشش لوله (R_C)

- بستر آندی طراحی شده جهت ایستگاه کاتدی این پروژه از نوع افقی ممتد (Continuous) می باشد که آندها در عمق 2 متری از سطح زمین (با پوششی از ذغال کک) و به فاصله مرکز به مرکز 4/5 متر قرار خواهند گرفت.
- با توجه به اینکه جهت بستر آندی افقی ممتد فرمول مشخصی تعریف نشده است. در کلیه طراحی های به عمل آمده از منحنی ارائه شده در کتاب کنترل خوردگی خطوط لوله نوشته آقای PEABODY جهت مقاومت بستر آندی استفاده می شود.

1- محاسبه مقاومت بستر آندی و تعداد آندهای ایستگاه حفاظت کاتدی

$\rho = 1451 \text{ OHM} - \text{Cm}$ در عمق 2 متری

$N = 12$

آندسیلیکون 3×60

عمق بستر آندی $D = 2\text{m}$

$L = 54\text{m}$

$$C/C = 4.5m \text{ (فاصله مرکز به مرکز آنها)}$$

$$R_{GB} = 0.41 \text{ OHM}$$

$$R_P = 2.47 \times 10^{-5} \text{ OHM}$$

R_P : مقاومت فولاد لوله

$$R_W = 0.16 \text{ OHM}$$

R_W : مقاومت کابلها

R_E : با توجه به میزان هدایت الکتریکی توده خاک که به عنوان یک هادی خوب می باشد و با در نظر گرفتن شدت جریان حفاظت کاتدی که به صورت یک نیم کره به شعاع بزرگ گسترش پیدا می کند، مقاومت خاک در فاصله بین آند و لوله قابل اغماض می باشد.

$$R_C = 0.92 \text{ OHM}$$

R_C : مقاومت پوشش لوله تحت حفاظت ایستگاه

1-1) ظرفیت دستگاه مبدل یکسوکننده جریان (T/R) ایستگاه

$$V = I(R_{GB} + R_P + R_W + R_E + R_C) + V_B$$

$$V_B = 2 \text{ VOLT}$$

ولتاژ برگشت دستگاه مبدل یکسوکننده

$$I = 31.3 \text{ AMP}$$

(آمپراژ مورد نیاز ایستگاه)

$$V_{min} = 48.6 \text{ VOLT}$$

ولتاژ به دست آمده از رابطه فوق حداقل ولتاژ ترانسفورمر، رکتیفایر بوده و با توجه به آمپراژ حفاظتی مورد نیاز محدوده تحت پوشش با در نظر گرفتن مشخصات برق مورد استفاده در محل و تولیدات تجاری و ایستگاه حفاظت کاتدی طراحی شده جهت این پروژه، دستگاه مبدل یکسوکننده جریان ایستگاه از نوع $50V/50A$ که منطبق با استاندارد **IPS-M-EL-155** می باشد در نظر گرفته می شود.

سیانیت طراحی حفاظت کاتدی Cathodic.ir

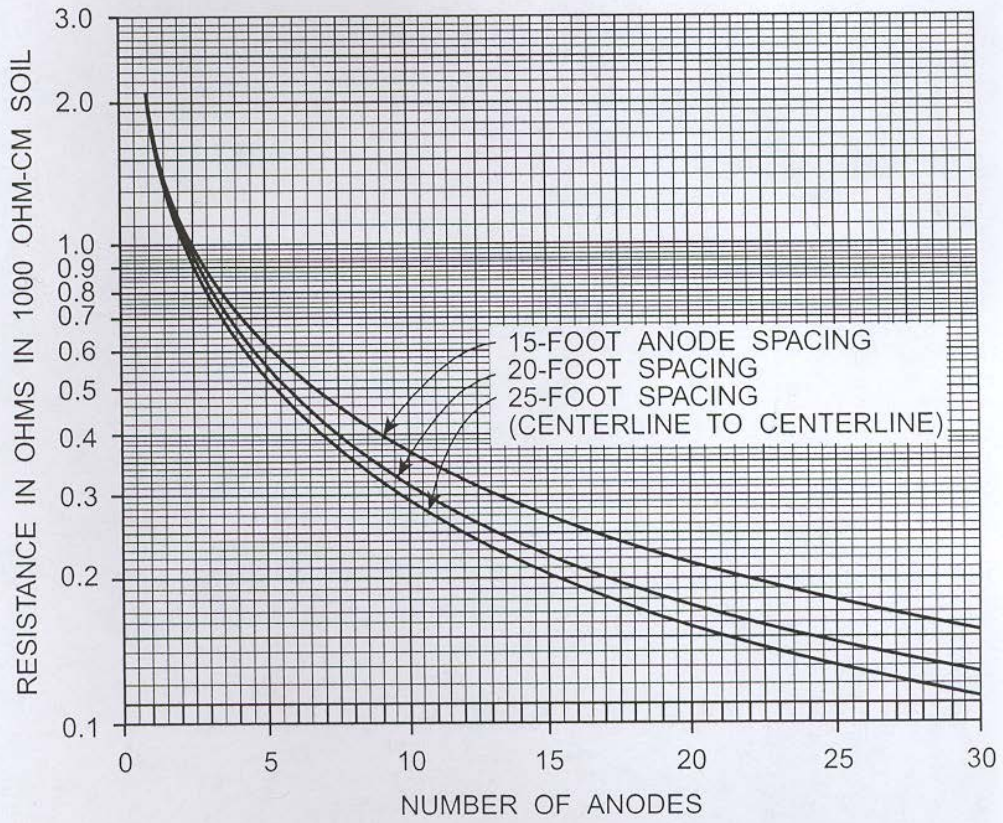


Figure 7.4 Typical horizontal anode bed design chart.

Cathodic...

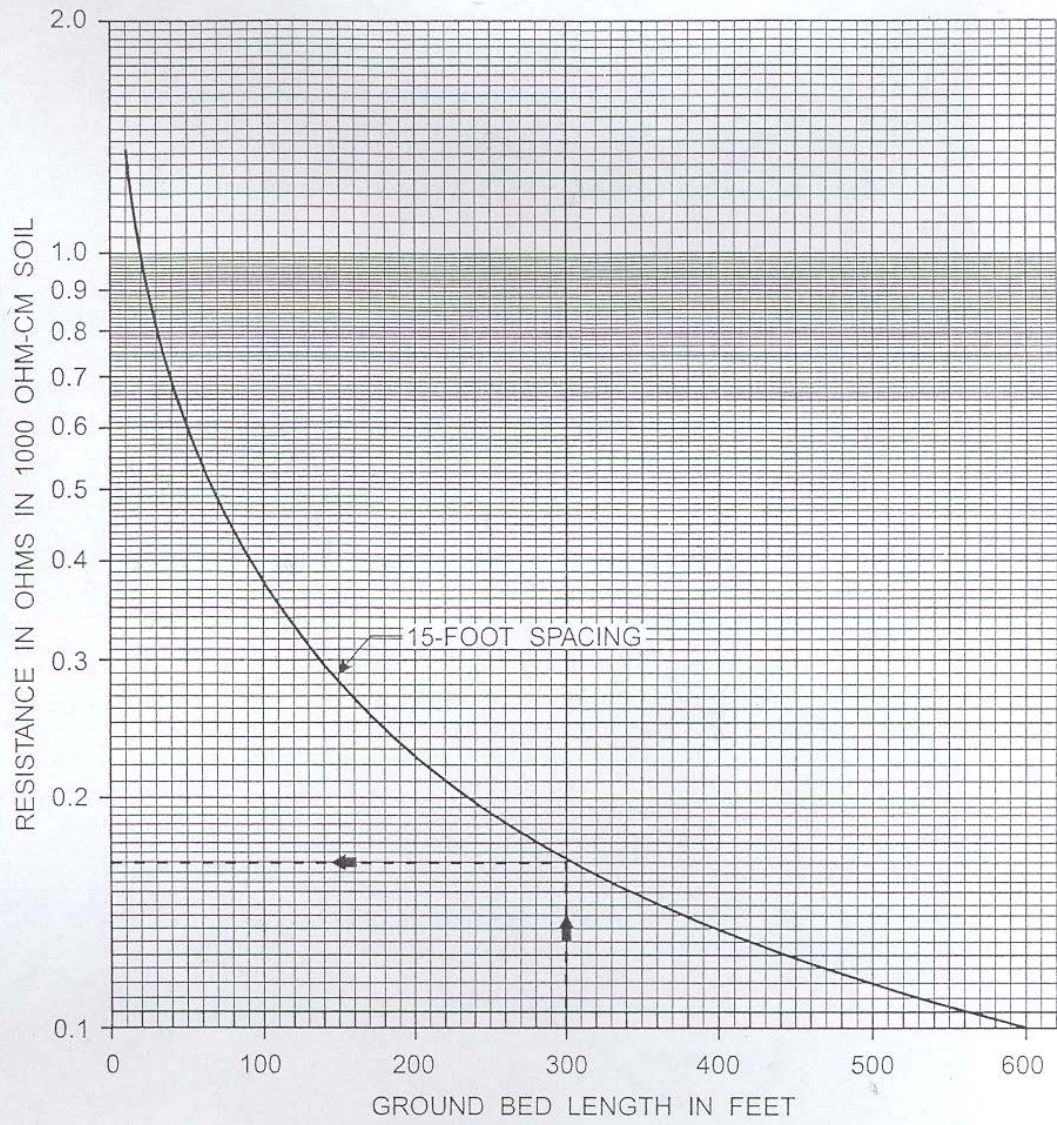


Figure 7.5 Typical design for continuous horizontal anode.

Ca

سایت طراحی حفاظت کاتدی cathodic.ir

سایت طراحی حفاظت کاتدی cathodic.ir