به نام خدا

3-1- اصول طراحی سیستم حفاظت کاتدی

3-1-1- مقدمه :

در این زمان که قیمت فلزات و مواد اولیه روز به روز افزایش مییابد ایجاد و گسترش تأسیسات صنعتی مستلزم هزینه های هنگفت و استفاده از متخصصین و پیمانکاران میباشد. در چنین شرایطی یکی از روشهای لازم برای حفظ سرمایه های ملی کشور ، حفاظت تأسیسات صنعتی در مقابل زنگ زدگی میباشد.

یکی از علل عمده زنگ زدگی که سبب تخریب تأسیسات صنعتی میشود، میل فلزات در بازگشت به حالت اولیه خود یعنی اکسیدهای فلزات است که حالت اولیه آنها در طبیعت میباشد. این حرکت طبیعی فلزات باعث از بین رفتن خواص فیزیکی آنها شده و موجب تخریب تأسیسات صنعتی گردیده که سبب ایجاد خسارات چشمگیر جانی و مالی میشود.

برای جلوگیری از حرکت تمایلی زنگ زدگی فلزات، لازم است ابتدا این حرکت را بطور علمی مطالعه و بررسی نموده و سپس طرق جلوگیری از آنرا مشخص نمود.

عمل زنگ زدگی یا میل ترکیب فلز با محیط اطراف خود، بصورتهای گوناگون تعریف گردیده است. جامع ترین این تعاریف ، زنگ زدگی را فعل و انفعالات الکتروشیمیایی فلز، با محیط اطراف خود، تعریف می‌نماید. فلزات با آزاد نمودن الکترونهای خود و ترکیب با عناصر موجود در محیط اطراف، نظیر اکسیژن، هیدروژن، کلر و غیره از حالت خلوص خارج گردیده و بصورت اکسیدها یا نمکهای فلزات در می‌آیند. لذا چنانچه بتوان از حرکت این الکترونها جلوگیری بعمل آورد و یا الکترونهای آزاد شده را جایگزین نمود در فلز حالت تعادل الکتروشیمیایی برقرار گردیده و فلز خواص فیزیکی و شیمیایی خود را حفظ خواهد نمود، یا بعبارت دیگر زنگ نزده و ضایع نخواهد گردید. در فعل و انفعالات آزاد نمودن الکترون و جانشینی آن، دو عمل صورت می پذ یرد: اکسیداسیون و آزاد نمودن الکترون و احیاء یا جایگزینی الکترون.

در این فعل و انفعالات، همواره میزان اکسیداسیون برابر با میزان احیاء میباشد. با این مقدمه، میتوان نتیجه گرفت که چگونه تأسیساتی صنعتی که در زیر خاک قرار دارند نظیر خطوط لوله یا در آب قرار دارند، نظیر اسکله ها و تأسیسات دریایی، زنگ زده و ضایع میگردند و چگونه میتوان با جایگزینی الکترونهای آزاد شده فلزات از زنگ

سایت حفاظت کاتدی Cathodic ir

زدگی آنها جلوگیری نمود. میزان جایگزینی الکترونهای آزاد شده نموداری از میزان حفاظت تأسیسات در مقابل زنگ زدگی میباشد. از این رو اهمیت طراحی صحیح سیستمهای حفاظتی مشخص میگردد.

خلاصه محاسبات طراحی حفاظت کاتدیک

1- مقاومت ویژه خاک (اهم- سانتیمتر)مقاومت ویژه خاک از آیتم های مهم در طراحی حفاظت کاتدیک است که به روش 4 میله ونر و توسط دستگاه وایبروگراند در 4 نقطه از خاک منطقه اندازه گیری گردیده است.با توجه به مقاومتهای اندازه گیری شده و مقاومت مجموع،بافت خاک مذکور از نوع خاکهای خورنده بشمار می آید(1000~5000)دانسیته جریان جهت لوله بدون پوشش di1=20mA/m2وجهت لوله با پوشش di2=1.25 mA/m2 درخاک فوق در نظر گرفته می شود.

P1=1350 P2=1406 P3=1293 P4=2008

Pt=(P1+P2=P3+P4)/4=1514.25

2- محاسبه سطح مجموع لوله ها(متر مربع)

Size(inch)	Length(m)	Od(inch)
2	1100	2.375
4	1300	4.5
6	2500	6.625
8	2000	8.625
10	1000	10.750

cathodic.ir سایت حفاظت کاتدی

حال از رابطه ذیل جهت محاسبه سطح استفاده می کنیم(واحد متر مربع است):

S=3.14*(L*Od)*2.54/100

S1=208.36 S2=466.57 S3=1320.9 S4=1375.79 S5=857.37

St=4228.99~4229

حال سطح معیوب را بر اساس وجود شیرها و احتمال خرابی پوشش در حین اجرا و سایر موارد غیر قابل پیش بینی بدست می آوریم.سطح معیوب برابر 0.5% در نظر میگیریم.

Sdef=St*0.5%=21.145

Scoat=4229-21.145=4207.855

3- محاسبات جریان حفاظتی

با توجه به مقاومت پایین خاک منطقه و در نتیجه هدایت اکتریکی بالا،ضریب جریانهای سرگردان K=1.5 در نظر گرفته میشود.

Idef=Sdef*di1*k=21.145*20*1.5= 634.35mA= 0.634A

Icoat=Scoat*di2*k=4207.855*1.25*1.5= 7889.72mA= 7.88A

It=Idef+Icoat= 8.514A

با توجه به جریان مصرفی در مدار فوق،الزاما باید ایستگاه حفاظت کاتدی در نظر گرفته شود.

4- محاسبه تعداد آندها

الف : روش اول (روش جریانی)آند مورد استفاده،سیلیکان آیرون 2"*60" بوده که جریان خروجی آن Ia=1.93Aاست.

N=It/Ia=8.514/1.93=4.41~5 anodes

سایت حفاظت کاتدی cathodic.ir

ب : روش دوم (روش وزنی)

$$W = \frac{Y \times I \times S}{U \times E}$$

W : is anode weight in kg
Y : is anode lifetime in year
I : is total protective current in A
S : is anode consumption rate in kg/A.year
U : is utilization factor
E : is efficiency

$$W = \frac{15 * 8.514 * .05}{0.8 * 0.9} = 88.68\,kg$$

$$N = \frac{w}{a}$$

$$N = \frac{88.68}{20} = 4.43 \sim 5 anodes$$

5- محاسبه مقاومت مدار حفاظت

Vmin=It*(Rw+Rn+Rp+Rc+Re)+Vb

مقاومت کابل:Rw

مقاومت بستر:Rn

مقاومت پوشش:Rc

مقاومت لوله:Rp

مقاومت بلافصل لوله و بستر:Re

ولتاژ برگشتی از بستربه سوی ترانس(معمولا 2 ولت در نظر گرفته میشود) : Vb

مینیمم ولتاژ ترانس:Vmin

جریان حفاظتی مجموع:It

سایت حفاظت کاتدی cathodic.ir

الف:مقاومت کابل ها:کابل ها از نوع XLPE/double jocket و در دو سایز 1*16 و 1*25 میلی متر مربع هستند که بروش ذیل مقاومت آنها بدست می آید.

مقاومت یک متر کابل 1*16 برابر با 0.0015 اهم است که با توجه به طول 150 متری کابل فوق :

Rw1=150*0.0015=0.225

مقاومت یک متر کابل 1*25 برابر با 0.00727 اهم است که با توجه به طول 100 متری کابل فوق :

Rw2=100*0.00727=0.727

Rwt=0.225+0.727=0.952

ب:مقاومت بستر

Rn=0.3*Pt/1000=0.3*1514.25/1000=0.45

ج:مقاومت پوشش: که برای پوشش کلتارمقاومت ویژه برابر rcs=4000 اهم متر میباشد.

Rc=rcs/S=4000/4229=0.94

د:از مقاومت بلا فصل لوله و بستر صرفنظر شده(نزدیک به صفر است)

س:مقاومت لولهکه با توجه به وزن یک متر از لوله و از جدول مشخصات API5L بدست می آید.

Rp=3.3L/4W*.001

Rp(2")=(3.3*1100/4*3.65)*0.001=0.248

Rp(4")=(3.3*1300/4*9.11)*0.001=0.117

Rp(6")=(3.3*2500/4*18.97)*0.001=0.108

Rp(8")=(3.3*2000/4*28.55)*0.001=0.057

سایت حفاظت کاتدی cathodic.ir

Rp(10")=(3.3*1000)/4*40.48)*0.001=0.02

Rpt=0.586

حال مقاومت مدار بدست می آید:

Rt=0.952+0.45+0.94+0.586=2.928

حال Vmin را بدست می آوریم:

Vmin=(8.514*2.928)+2=26.9

ترانس مورد نظر 75 ولت و 25 آمپر انتخاب میشود.

سایت حفاظت کاتدی cathodic.ir