



Namatek
True Education

What is a reference electrode?

corrtest.en.alibaba.com

www.namatek.com

الکترود مرجع چیست؟

فهرست مطالب

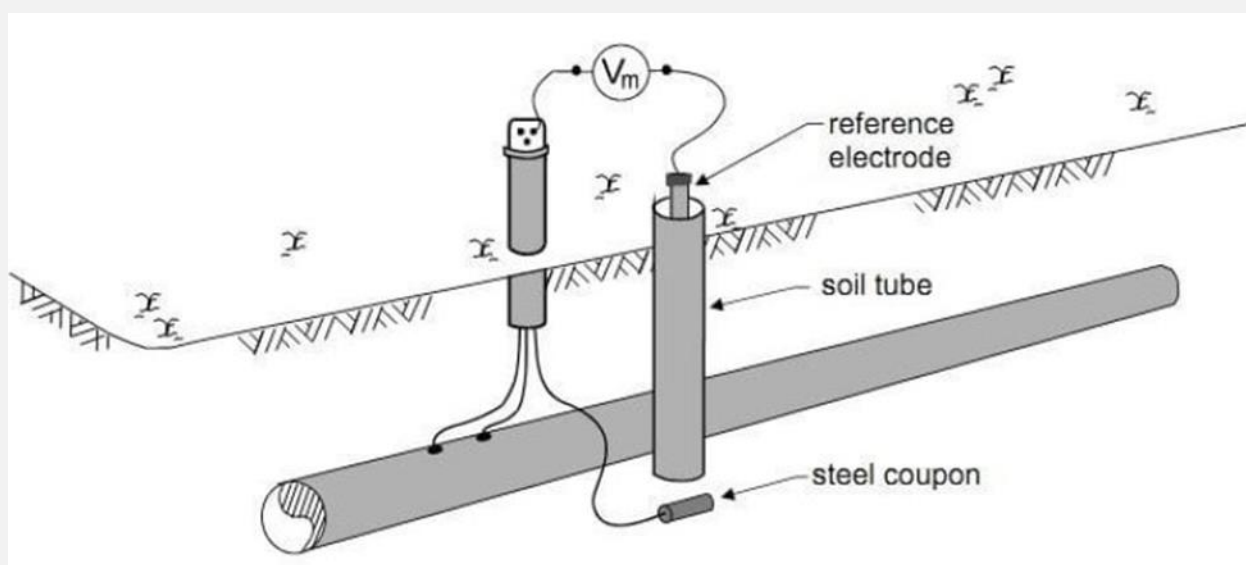
1. الکتروود مرجع چیست؟
2. ویژگی های الکتروود مرجع
3. انواع الکتروودهای مرجع
4. کاربردها
5. الکتروود مرجع مس/سولفات مس
6. الکتروود مرجع روی/سولفات روی
7. الکتروود مرجع نقره/کلرید نقره
8. الکتروود مرجع روی
9. کالیبراسیون الکتروود مرجع

الکتروود مرجع مهمترین جزء سیستم های حفاظت کاتدی است.

به منظور پایش و نظارت بر عملکرد سیستم حفاظت کاتدی طراحی و نصب الکتروود مرجع مناسب الزامی است. در ادامه با استانداردها، الزامات و کاربردهای انواع الکتروودهای مرجع آشنا خواهیم شد.

#1 الکتروود مرجع چیست؟

یکی از روش های محافظت از سازه در برابر خوردگی، نصب و اجرای سیستم حفاظت کاتدی است که الکتروودهای مرجع جزء آن لاینفک هستند.



به منظور نظارت بر صحت عملکرد سیستم حفاظت کاتدی و بررسی و مقایسه نتایج حاصل، باید پتانسیل سازه نسبت به یک الکتروود مرجع سنجیده شود.

الکترودهای مرجع به دو دسته کلی زیر تقسیم می شوند:

1. ثابت

حتی الامکان نزدیکترین مکان به سازه قرار می گیرد و از همان الکترولیتی استفاده می کند که سازه در آن قرار گرفته است. کابل متصل به الکتروود مرجع وارد تست استیشن می شود و اندازه گیری و قرائت پتانسیل همیشه مقدور خواهد بود. این نوع الکترودهای مرجع برای ارتباط با منابع تزریق جریان اتوماتیک بسیار کاربردی هستند. با نصب یک مولتی متر دیجیتال روی منبع تزریق جریان می توان همواره پتانسیل سازه نسبت به الکتروود مرجع پایش می شود و در صورت لزوم می توان براساس تغییرات مولتی متر خروجی منبع را کنترل کرد.

2. قابل حمل

در هنگام اندازه گیری همراه اپراتور است و جایی که قصد اندازه گیری دارد آن را درون الکترولیت اطراف سازه (آب یا خاک) قرار می دهد. الکترودهای مرجع در کنار سازه (کاتد) قرار می گیرند و برای اندازه گیری پتانسیل به وسیله مولتی متر به هم متصل می شوند و یک سلول را تشکیل می دهند. از آنجا که الکترودهای مرجع قابل حمل و سازه از هم جدا هستند، این نوع الکترودها به اصطلاح نیم پیل یا هافسل (Half-Cell) نامیده می شوند.

#2 ویژگی های الکترود مرجع

1. نسبت به زمان پتانسیل ثابت داشته باشد.
2. نسبت به دما پتانسیل ثابت داشته باشد.
3. نسبت به تغییرات محیط (فشار، رطوبت و ...) پتانسیل ثابت داشته باشد.
4. با عبور جریان پلاریزه نشود.
5. نباید آلوده شود و یا محیط را آلوده کند.

#3 انواع الکترودهای مرجع

1. الکترود استاندارد هیدروژن (SHE or NHE)
2. الکترود استاندارد کالومل (SCE)
3. الکترود مرجع (Cu/CuSO₄ CSE)
4. الکترود مرجع (Ag/AgCl SSE)
5. الکترود مرجع Zn یا ZSE (Zn/ZnSO₄)

#4 کاربردها

1. خاک (Cu/CuSO₄, Zn/ZnSO₄)
2. آب تازه (Ag/AgCl/0.5 M KCL, Cu/CuSO₄)

3. آب شور (Ag/AgCl/Standard KCL, Zn)

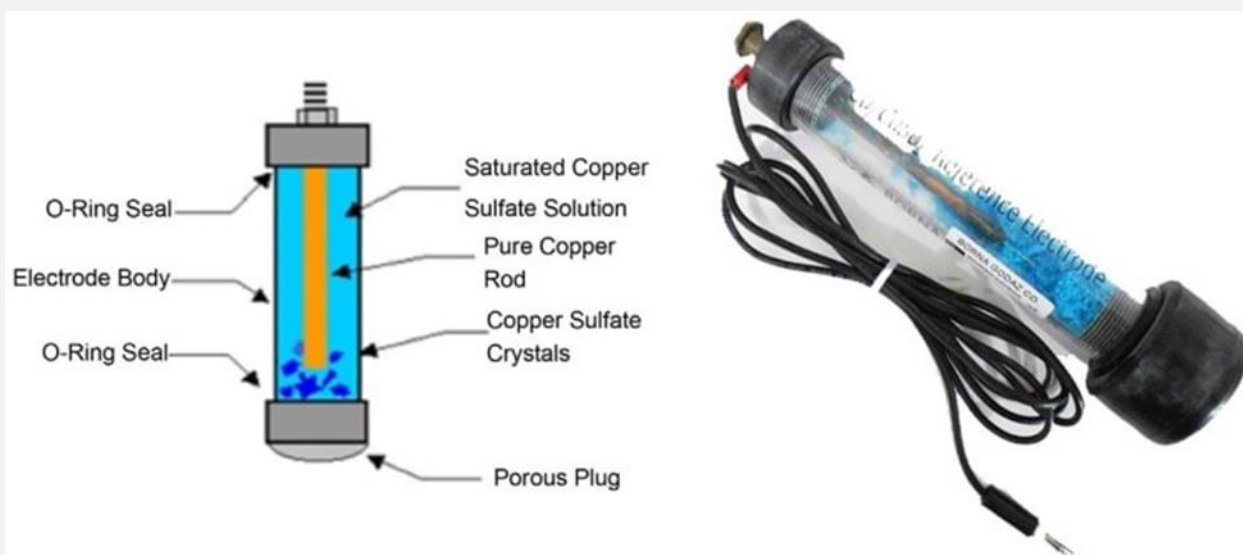
در ادامه به بررسی انواع الکترودهای مرجع رایج در صنعت حفاظت کاتدی خواهیم پرداخت.

#5 الکترود مرجع مس/سولفات مس

#5-1 قابل حمل

اولین و پر کاربردترین الکترود مرجع در صنعت حفاظت کاتدی الکترود مرجع Cu/CuSO_4 است. این نوع الکترود متشکل است از یک میله مسی با خلوص بالای 99 درصد که داخل الکترولیت سولفات مس قرار گرفته است و این الکترولیت باید اشباع یا فوق اشباع باشد.

میله و الکترولیت درون یک لوله قرار می گیرند و در انتهای لوله یک پلاگ یا غشای نیمه تراوا (معمولا سرامیکی) وجود دارد که ضمن اینکه به دلیل خیس شدن قطعه و تماس با الکترولیت می تواند رسانای یونی باشد ولی در عین حال آلودگی ایجاد نمی کند. بدین معنی که هم الکترولیت آلوده نمی شود و هم به بیرون نشت نمی کند.



قطعه سرامیکی می تواند به صورت تخت یا مخروطی باشد که نوع مخروطی برای کاربردهای خاکی بهتر است چون سطح تماس بهتری ایجاد می کند.



البته باید سطح خاک کمی مرطوب باشد اما نوع تخت برای کاربردهای صاف مثل سطوح بتنی و یا پیاده روها مناسب تر است.

در موارد بتنی بهتر است یک اسفنج مرطوب بین سرامیک و سطح قرار بگیرد. معمولا شامل یک سر پیچ با قابلیت اتصال کابل هستند و معمولا به صورت خشک هستند و یک پک حاوی کریستال های سولفات مس همراه آن است که باید با آب مقطر و یا آب شیرین مخلوط شود.

بعد از مدتی ممکن است این هافسل ها کارایی خود را از دست بدهند. بنابراین باید تعمیر و نگهداری شوند و میله مسی با سنباده از ذرات و رسوبات پاک شود و کریستال های سولفات مس تازه جایگزین شوند. این نوع هافسل ها دارای مزایای زیر هستند.

1. نگهداری آسان
2. دقت بالا
3. کارکرد ساده
4. دارای اجزای قابل تعویض
5. عمر طولانی

#2-5 ثابت

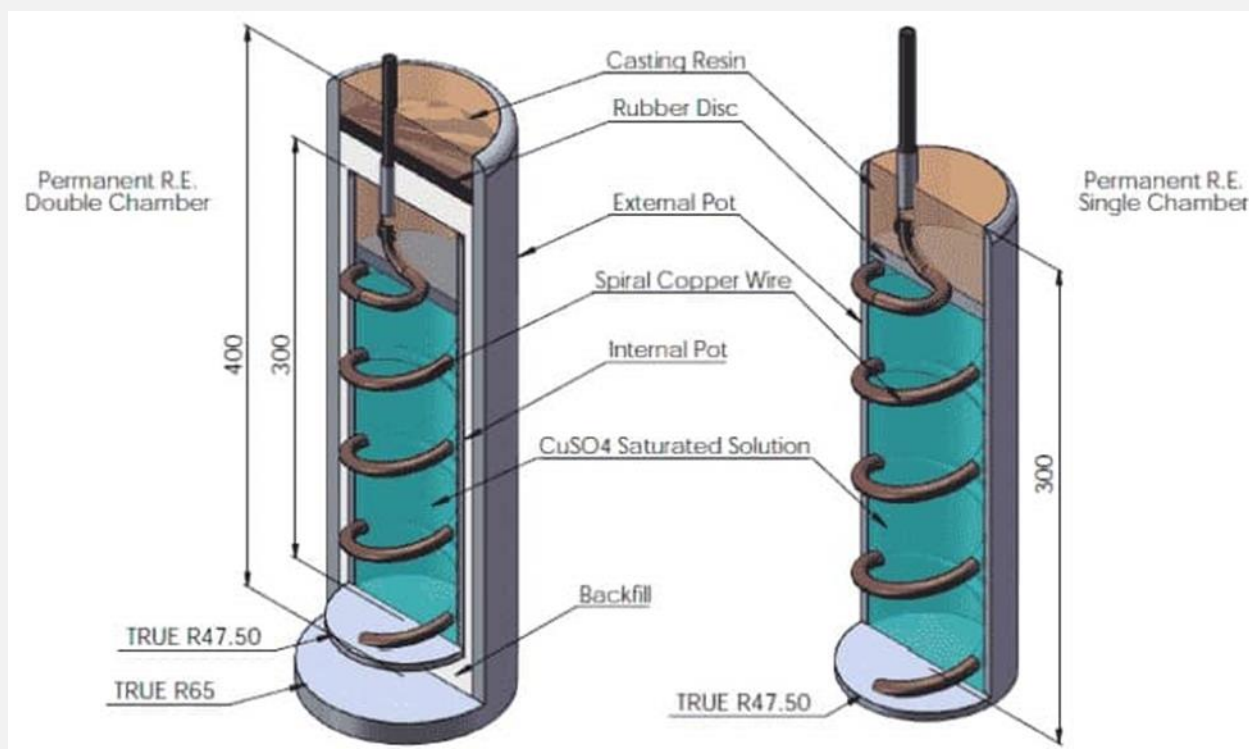
مکانیسم این نوع الکتروود مرجع نیز مشابه نوع قابل حمل است. البته در ابعاد بزرگتر و با این تفاوت که به جای لوله از یک کوزه سفالی استفاده می شود و میله مسی درون کوزه قرار گرفته و کوزه با محلول سولفات مس پر خواهد شد.

محل خروج کابل از کوزه به خوبی آب بندی می شود که مانع از نفوذ آلودگی خواهد شد.



بهتر است کوزه درون یک بکفیل (پشتبند) قرار بگیرد تا خشکی خاک محیط تحت حفاظت مانع از ارتباط الکتروود نشود.

کوزه باید حتما در شرایط مرطوب قرار بگیرد اما ممکن است خاک خشک باشد یا به صورت فصلی خشک و تر شود. خشکی بیش از حد خاک باعث خواهد شد که ارتباط الکترونی و در نتیجه قرائت پتانسیل مقدور نباشد.



پشت بند با استفاده از مواد جاذب رطوبت، رطوبت نسبی اطراف کوزه را حفظ خواهد کرد. برای پشت بند می توان از ترکیب 70 درصد بنتونیت، 20 درصد سولفات سدیم و 10 درصد ورمیکولیت استفاده کرد.

کوزه باید درون گونی پشت بند قرار گرفته و چند ساعت قبل از نصب حتما درون یک سطل آب قرار بگیرد.

#3-5 نیم پیل ثابت

گاهی این نوع الکترودهای مرجع مشابه نوع قابل حمل ساخته می شوند با این تفاوت که به جای کریستال از یک ماده ژله ای سولفات مس استفاده می شود و همچنین قسمت سرامیکی هم بزرگتر است. بنابراین

تقریباً یک هافسل دائمی است و به دلیل خاصیت ژله به کار رفته در آن دماهای زیر صفر تا 20- درجه سانتیگراد را نیز تحمل می کند.



مزایای این الکترونها عبارت است از:

1. در محیط هایی که به خاکی که سازه در آن قرار گرفته است دسترسی نداریم نمی توان از نوع قابل حمل استفاده کرد.

(در زیر کف مخازن یا خط لوله دفنی که زیر آسفالت قرار گرفته است.)

2. عمر طولانی

3. قابلیت پایش دائم پتانسیل سازه

4. قابلیت کنترل منبع تزریق جریان بر اساس پتانسیل سازه

5. پایداری پتانسیل با زمان و دمای بین 0 تا 60 درجه سانتیگراد

شکندگی حین حمل و نقل، محدودیت دما و حساسیت به یون کلر از معایب این نوع الکترودها است.

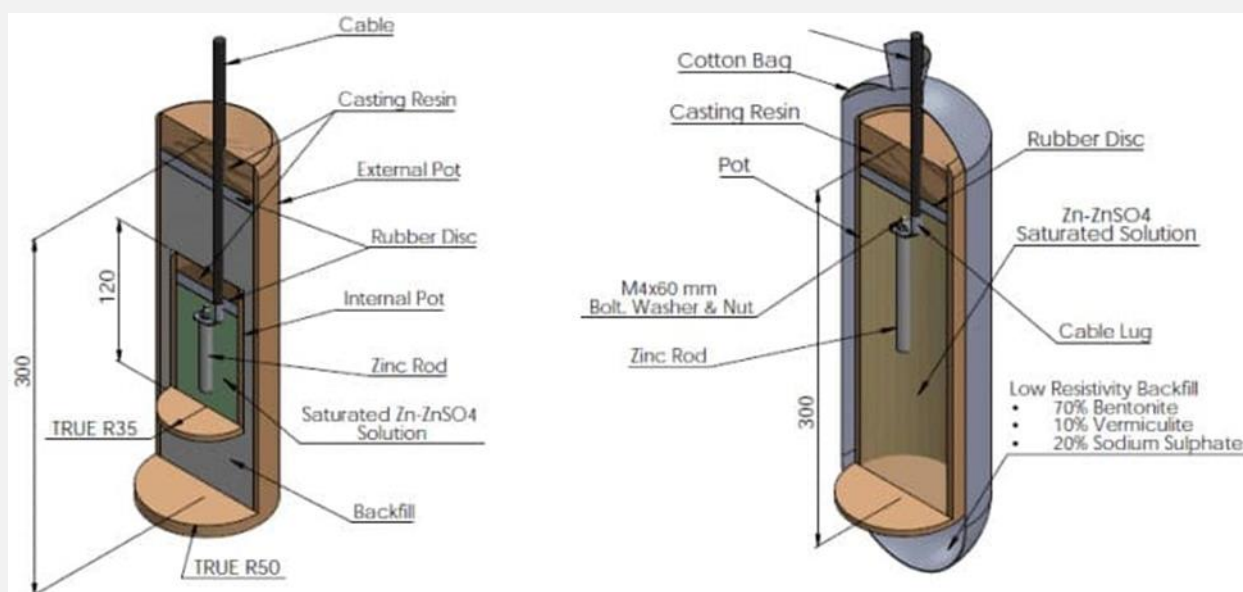
در محیط های حاوی آب شور و یا یون کلر می توان الکترودهای روی/سولفات روی را جایگزین مس/سولفات مس کرد.

#6 الکتروده مرجع روی/سولفات روی

ساختمان و نحوه عملکرد این الکتروده دقیقاً همانند نوع مسی است.



این نوع الکترود برای کاربردهای صنعتی طول عمر بیشتری دارد و مقرون به صرفه تر است.



اما از آنجا که دقت و پایداری لازم را ندارد از نظر آزمایشگاهی الکتروود مرجع قابل قبولی نیست.

#7 الکتروود مرجع نقره/کلرید نقره

به طور کلی این نوع الکتروود مرجع برای کاربردهای آبی اولین انتخاب است.

یک سیم از جنس نقره با خلوص بالای 99 درصد در محلول کلرید نقره قرار گرفته است و کل این مجموعه در نمک کلرید پتاسیم یا کلرید سدیم قرار خواهد گرفت. این الکتروود دقت بسیار بالایی دارد و حساس و گران قیمت است.



در محیط هایی مثل دریا از یک بدنه با استحکام کافی و سوراخ هایی برای نفوذ آب دریا و ارتباط با پلاگ سرامیکی استفاده می شود.

این الکترودها هم به صورت قابل حمل و هم به صورت ثابت استفاده می شوند. نمک مورد استفاده می تواند KCl یا NaCl باشد که معمولا از KCl استفاده می شود. مبنای عملکرد این الکترود بر اساس غلظت یون کلر موجود در نمک کلریدی است.

پتاسیم کلرید 0.5 مولار و اشباع شده دو ترکیب نمک کلریدی رایج در صنعت هستند. نوع 0.5 مولار معمولا در آب های تازه و شیرین و خاک مورد استفاده است.

میزان بالای یون کلر موجود در آب دریا می تواند ترکیب کلریدی را تحت تاثیر قرار داده و موجب افزایش کلر آن شود. به همین دلیل در این موارد از کلرید پتاسیم اشباع شده استفاده می شود.

پتانسیل های اندازه گیری شده توسط دو نوع 0.5 مولار و اشباع شده با هم متفاوت هستند و همواره ثابت خواهند بود. بنابراین باید حتما درجه اشباع محلول نمک کلریدی تعیین شود.

مشابه الکتروود مس/سولفات مس، این الکتروود نیز قابلیت طراحی به صورت هافسل دائم و استفاده در خاک را دارد.

در بعضی موارد به جای پلاگ سرامیکی از یک تیوب پلیمری متخلخل استفاده می شود.

#8 الکتروود مرجع روی

الکتروود مرجع روی خالص بدون الکتروولیت نیز می تواند به عنوان الکتروود مرجع در نظر گرفته شود.

روی به رغم داشتن تلورانس حدود 30 میلی ولت، نسبت به سایر فلزات پتانسیل مشخص، ثابت و پایدارتری دارد.

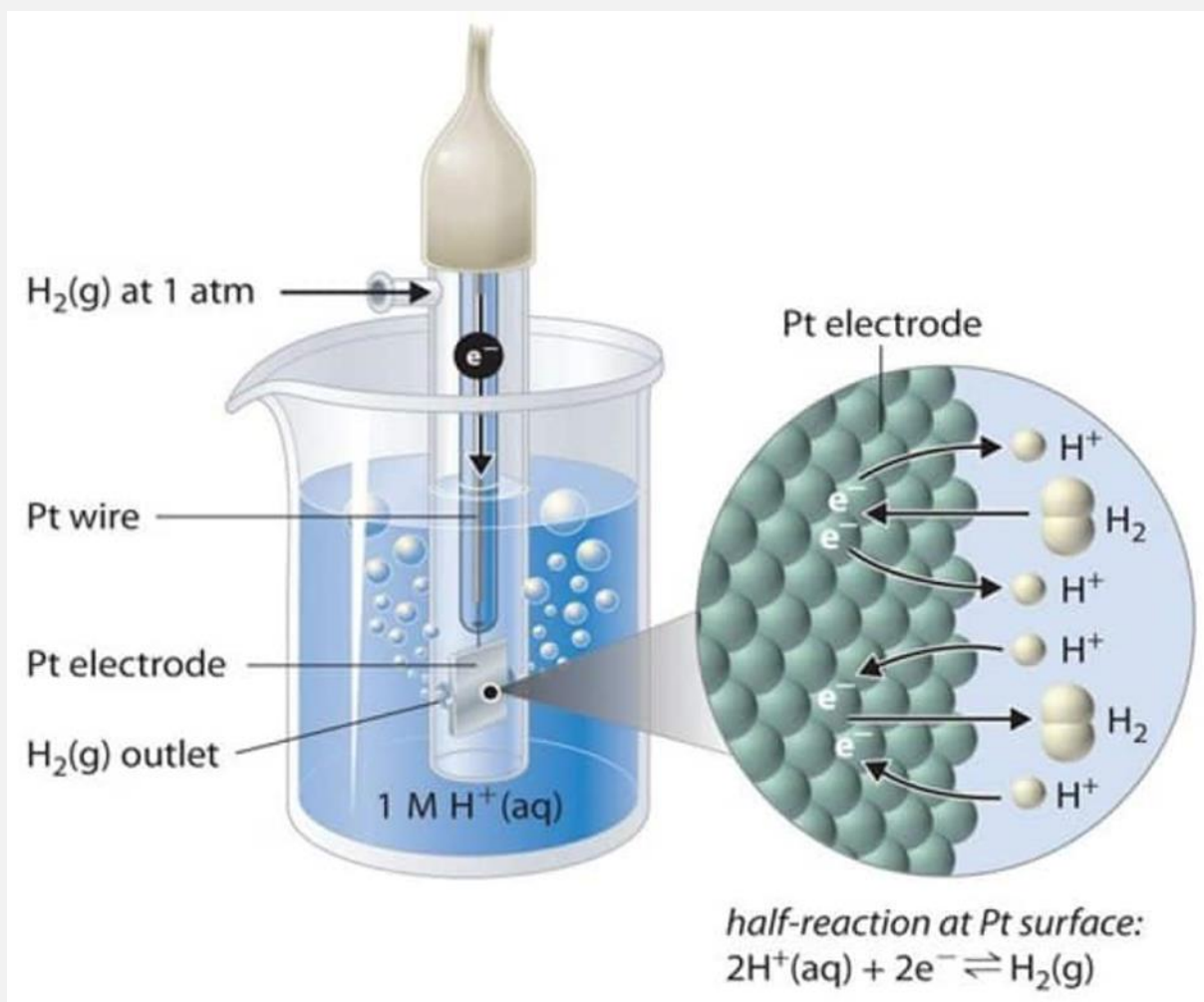


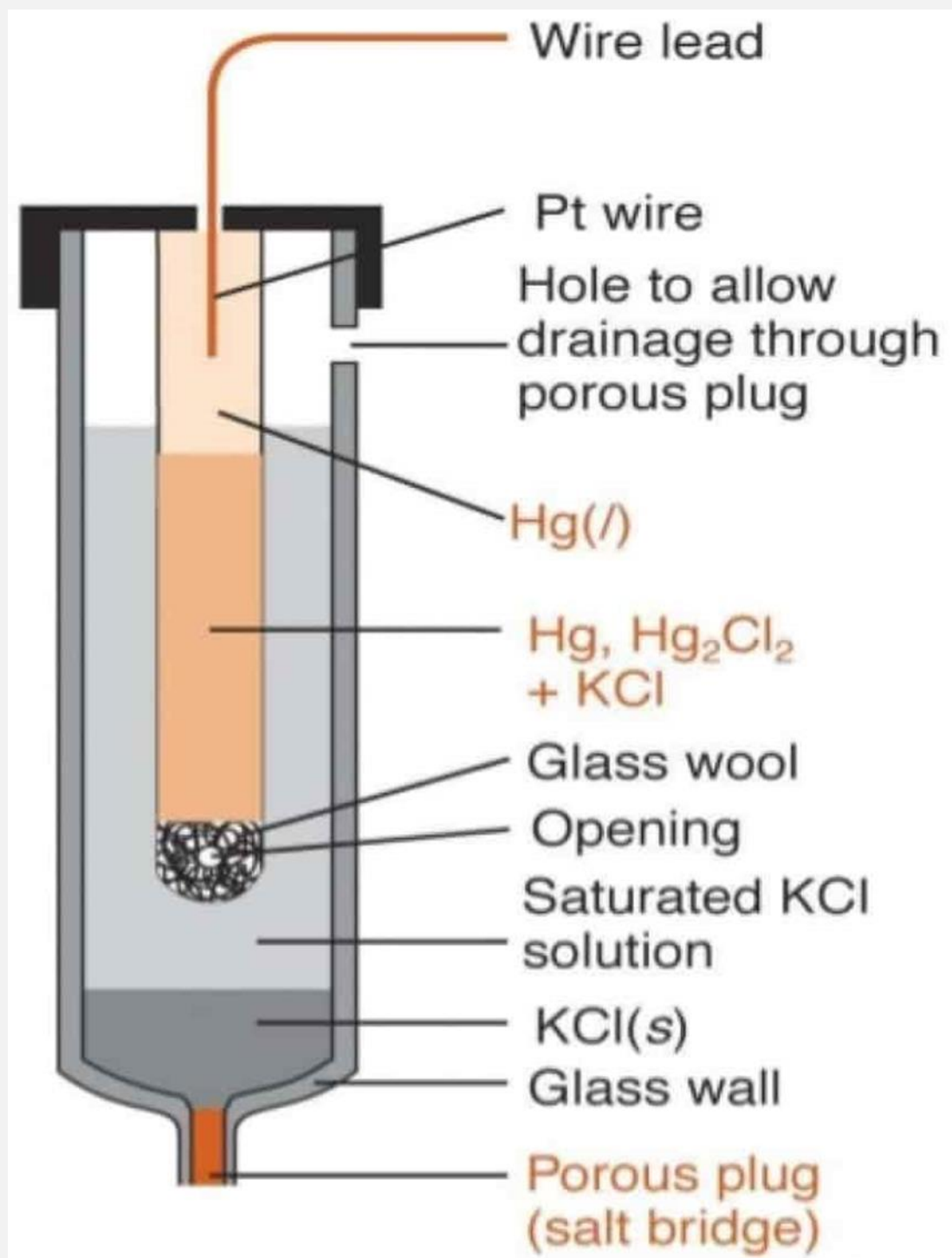
از مزایای این الکتروود می توان به قیمت ارزان، استفاده آسان و همچنین قابلیت نصب در محیط های کلریدی مثل خاک با کلر بالا و آب شور دریا اشاره کرد.

#9 کالیبراسیون الکتروود مرجع

برای کلیه الکتروودهای مرجع ثابت و دائم باید به صورت دوره ای و پیوسته پایش شود تا مطمئن شویم پتانسیل قرائت شده صحیح است.

در زیر الکتروودهای استاندارد هیدروژن و کالومل را مشاهده می کنید.





برای این کار باید یک الکترود مرجع دیگری وجود داشته باشد که پتانسیل الکترود مرجع را نسبت به آن بسنجیم.

در ادامه با چند اصطلاح مربوط به کالبراسیون آشنا خواهیم شد.

- الکتروُد مرجع اندازه گیری (Measurement Reference Electrode)

الکتروُد مرجع ثابت یا قابل حملی که پتانسیل سازه را اندازه گیری می کند.

- الکتروُد مرجع اصلی (Master Reference Electrode)

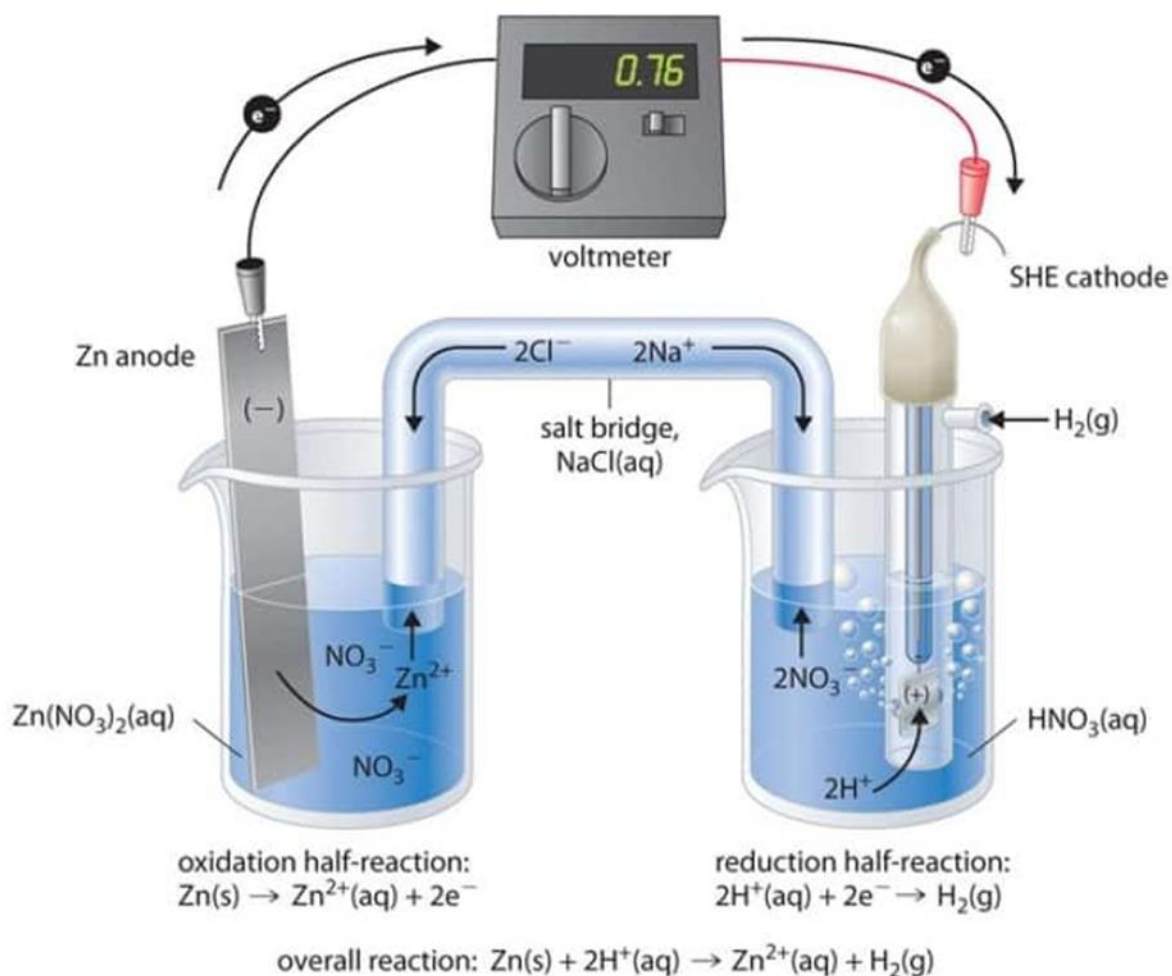
به منظور اطمینان از ثبات پتانسیل الکتروُد مرجع اندازه گیری از الکتروُد مرجع اصلی استفاده می شود. بنابراین باید دقت بالاتری داشته باشند و در شرایط بهتری نگهداری شوند.

- الکتروُد مرجع استاندارد ثانویه (Secondary Standard Reference Electrode)

الکتروُد مرجعی آزمایشگاهی است که برای کالیبره کردن الکتروُد مرجع اصلی مورد استفاده قرار می گیرد.

- الکتروُد مرجع استاندارد ثانویه (Primary Standard Reference Electrode)

این الکتروُد ها (معمولا الکتروُد مرجع هیدروژن) از دقت و درجه استاندارد بالایی برخوردارند و برای کالیبراسیون الکتروُد های مرجع استاندارد ثانویه مورد استفاده قرار می گیرند.



در این مقاله با انواع الکترودهای مرجع، ویژگی‌ها، الزامات و کاربردهای آن‌ها در سیستم‌های حفاظت کاتدی آشنا شدیم.