

Fracture: شکست مکانیکی Failure: شکست شیمیایی

خوردگی حفره‌ای: (ادامه)

مثال: فولاد زیر خاک - زیر پوشش هاورسوبات - آلیاژهای Al در محیط حاوی Cl^-

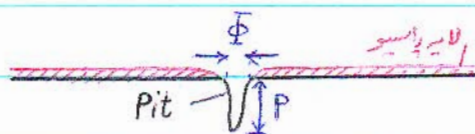
آنیون کلرید بر اکتیو لایه‌های passive رالزین می‌برد از جمله Al_2O_3 - فولادهای زنگ

زن در محیط حاوی Cl^- . این فولادها در همه محیط‌ها بجز Cl^- پایدارند. Cl^- لایه پسیو

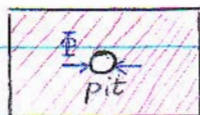
Cr_2O_3 رالزین می‌برد - آلیاژهای نیکل و کبالت - آلیاژهای Ti در محیط حاوی Cl^- .

آلیاژهای Ti از همدی مورد فوق پسیو ترند.

معیارهای خوردگی حفره‌ای:



معیارهای خوردگی بگونه‌ای در اینجا صادق نیست.



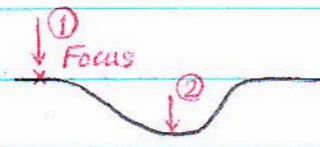
حفره: $P \gg \Phi$

اگر $P < \Phi$ باشد، Pit نداریم بلکه shallow (گودال) داریم.

$$\text{Pitting Factor} = P.F = \frac{P}{\Phi}$$

هرچه P.F بیشتر باشد، حساسیت به خوردگی حفره‌ای بیشتر است.

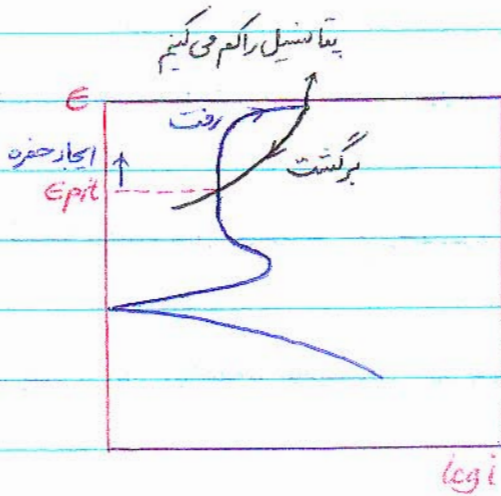
بامیکروسکوپ نوری: $\text{فاصله حرکت گاگه} = \frac{\text{عمق حفزه}}{\text{بزرگنمایی}}$



حساسیت به حفزه دار شدن:

آلتراراد محیط مورد نظر قرار می دهیم و بعد از مدتی آنرا آنالیز می کنیم. اثر درجه حرارت، زمان،

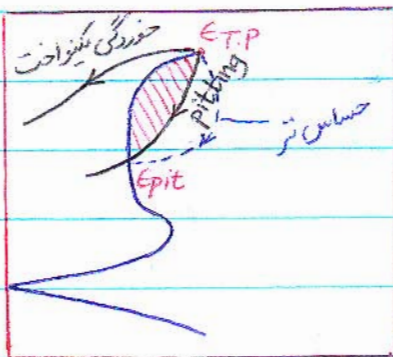
غلظت، PH و آمون های مهاجم و ... راد Pitting بررسی می کنیم



روش 2. استفاده از منحنی پلاریزاسیون:

محل برخورد رفت و برگشت: Epit

منطقه بالای Epit یعنی ایجاد حفزه



اما اگر منحنی از بالا برگردد یعنی حفزه شکل نمیگیرد.

اما ممکن است یکواخت خورده شود و شدید

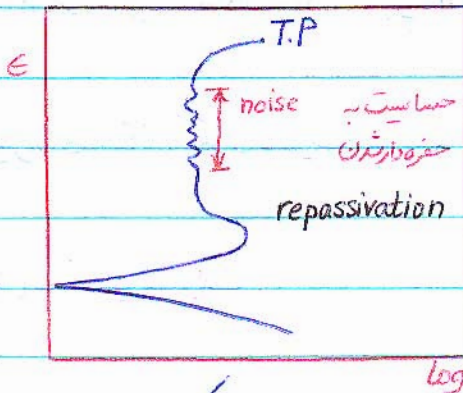
سطح مشخص شده، کولن بار مصرفی جهت

حساسیت به حفزه دار شدن است. هرچه مسیر

برگشت سطح بیشتری ایجاد کند، حساسیت به Pitting هم بیشتر است:

$$Q_{\text{Pit}} = \int_{\text{Epit}}^{E_{T.P}} i dE$$

اغلب اوقات نمودار بصورت مقابل است ؟



در محدوده‌های noise داریم . هر چقدر که جریان

زیاد می‌شود یعنی حفزه بوجود می‌آید و هر چقدر که

جریان کم می‌شود یعنی حفزات پاسیو شده‌اند . سپس لایه‌ی پاسیو می‌شکند و جریان زیاد می‌شود

در این منطقه واثر اکسید شدن ، لایه‌ی passive ایجاد شده و دوباره از پس می‌رود . از T.P

به بعد کل لایه‌ی passive می‌شکند . هر چقدر دامنه‌ی این noise ها بیشتر شد یعنی آلودگی

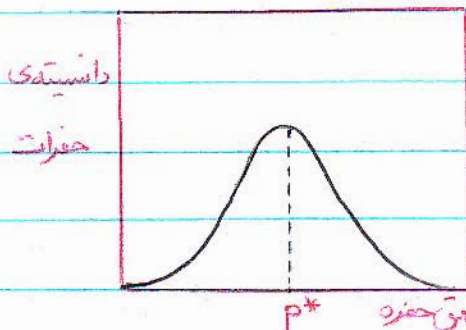
نسبت به Pit حساس تر است . البته چون دیاگرام لگاریتمی است این تغییرات کوچک است

معیارهای دیگر : متوسط اندازه‌ی حفزات ← حفزات تقریباً هم اندازه باشند

عمیق ترین حفزات ← عمیق ترین حفزه مشکل ایجاد می‌کند

(مهم) دانسیته‌ی حفزات ← تعداد حفزات در واحد سطح برای حفزات مشابه

پروفل حفزات :



بیشترین تعداد حفزات با اندازه‌ی P^* است . یعنی

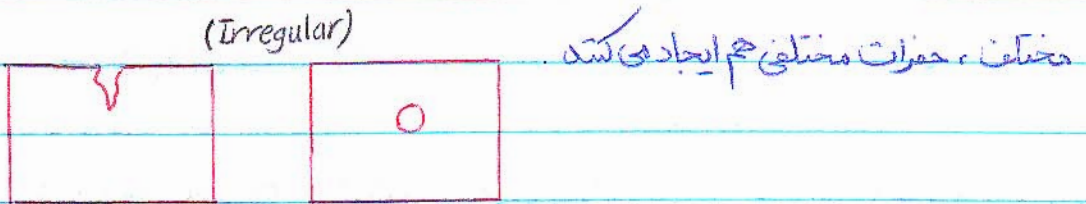
عمق متوسطی ها ، هم هستند اگر این حفزه معر

به شکست شود ، تعدادشان نیز زیاد است .

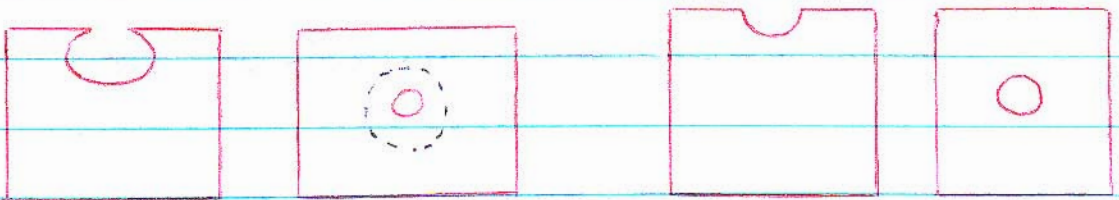
در آلیاژهای Ti ، تعداد حفرات زیاد نیست و از معیار عمیق ترین حفره استفاده می کنیم .

شکل هندسی حفرات :

1- حفرات بی نظم : شکل حفره وابسته به نوع آلیاژ است و هم چنین محیط محیطی های

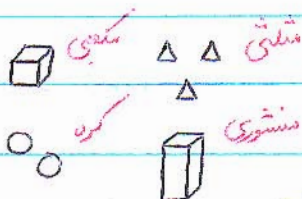


2- حفرات به شکل نیم کره :
3- حفره بسته شده (closed) :



4- حفرات منظم :

این حفرات کریستالوگرافیک هستند و تکرار میشوند . بصورت 4 شکل هستند :



گاهی یک فاز منظم داریم (فاز کریستالوگرافیک) اگر این

فاز آند واقع شود و خورده شود چون آند منظم بوده ، حفرات هم منظم میشوند .

مثال - حساسیت آلیاژها به حفره دار شدن :

به ترتیب حساسیت کم می شود: Fe-17/Cr (گروه 400) ، Fe-18/Cr-8/Ni (304)

، Ti-Al-Va ، Ni-Cr ، (316) Fe-18/Cr-8/Ni-2/Mo

به طرف Ti که می رویم ، حساسیت کم می شود چون لایه های passive پایدارتر ، چسبندگی

مقاوم تر و سترکم تر می شوند. (مشخصات لایه جون)

آنیون های مهاجم حجت حفره دار شدن: (آنیون های گروه هالوژن ها) : Cl^- ، Br^- ، F^-

F^- از همه کمتر ، Cl^- از همه شدیدتر. (حجم یاری دارد ، 3-5% آب دریا) بقیه درصد

صدم درصد است.

آنیون های OH^- ، SO_4^{2-} ، NO_3^- ، غالباً عامل Pitting نیستند و اگر هم حفره ایجاد

کنند ، رشد نمی کنند چون در حفره اسید ایجاد نمی کنند. این عوامل اکسید کننده هستند پس

گاهی اوقات به تشکیل لایه های پاسیو کمک می کنند. با اسید نیتریک لایه پاسیو را افزایش می دهند

راه های جلوگیری از حفره دار شدن :

حفره سرعت رشد بالایی دارد و زمان تشکیل آن قابل پیش بینی نیست. منشأ آن نامحالی

داخل ساختار، شیار، باقی مانده‌ی رسوب روی سطح می‌تواند باشد.

1- کاهش خوردگی محیط (حذف یا کاهش آنتیون کلر از محیط)

1-2. کاهش درجه حرارت 3-1. کاهش اسیدیته یا افزایش PH

1-4. حذف اکسیژن (مثلاً)

T در روابط سینتیکی، رابطه آرنیومی دارد: $\uparrow T \leftarrow$ سرعت حل شدن فلز \uparrow

2- انتخاب ماده‌ی مقاوم‌تر: آلیاژهای تیتیم (حلی مهم)

مثال: فولاد 316LC (کم کربن):

316LC تیتیم، ناخالصی‌های کوره از جمله سولفید (MnS مثلاً) و pit (فولاد زنگ‌زن)،

گرافیت و... را ندارد. ساختار آستنیتی همراه فریت مضراست برای

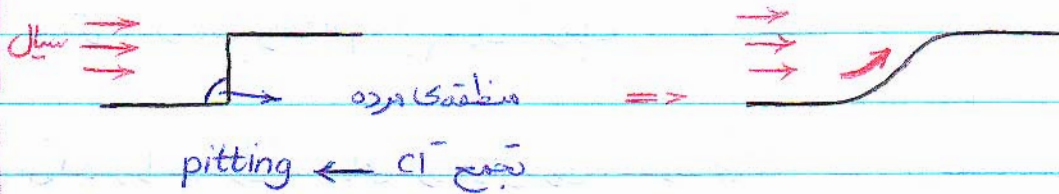
فولادهای زنگ‌زن

316LC \leftarrow ^{پروبیپ} 1-6 سال در آب خلیج فارس

316LC تیتیم \leftarrow " " " 30-40 سال

316LC تیتیم ساختار یکدست آستنیتی دارد.

3- تغییر طراحی: مناطق مستعد حفره دار شدن حذف گردد.

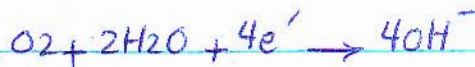


پس اگر سیال داشته باشیم، باید همه جا چرخش کند.

4- حفاظت کاتدی: داخل حفرت را کاندکنیم تا غیر فعال شود.

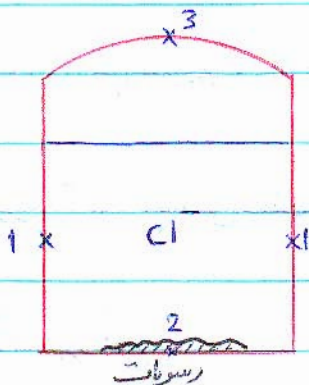
5- جایگزینی آنیون‌های OH^- ، NO_3^- ← سبب کاهش جذب اکسیژن و ترمیم لایه‌ی پالسیس

OH^- موجب می‌شود O_2 کمتر جذب شود (طبق قانون لوشاتلیه)



6- افزودن مانع کننده‌ها: ترکیبات آلی (عالباً) و معدنی که لایه‌هایی تشکیل دانه

و جلوی خوردگی را می‌گیرند. یکسری مانع کننده‌ها عمری اند اما یکسری مخصوص pitting



یون Cl^- که در آب تبدیل گندزدایی وجود دارد برای

سیستم دفای بدن مضراست.

مخزن آب
(فولاد 304)

در منطقه 3، حساسیت به pitting نداریم. در مخازن تلاطم نداریم پس Cl_2 کمی تولید می شود. در سقف pitting نداریم چون اگر یون Cl^- هم در سقف وجود داشته باشد، سقوط می کند زیرا هر چقدری که جدا می شود در اثر وزن، سقوط می کند. حفزه در جهت جاذبه رشد می کند. در خلاف جاذبه، حفزه نمی تواند رشد کند. در بدنه ها و کف خوردگی حفزه ای داریم.

خوردگی فیلامنتی: (کری شکل) *filiform corr.*

خیلی کم بوجود می آید. معمولاً در زیر پوشش ها است؛ مثل رنگ، لاک، رزین، پلیمری، فلزی (کنسروها)، کرومات، سفید کننده.

شرط اینکه رطوبت روی سطح کنش شود این است که درصد رطوبت بالای نقطه شبنم

یعنی (60%) باشد. ($60\% > \text{٪ رطوبت}$)

پوشش های فوق خیلی چسبیده نیستند. اگر درصد رطوبت زیر 60% باشد، این خوردگی

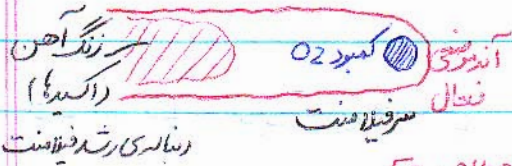
را نداریم. در غیر این صورت خواهیم داشت. در اثر ترک های میکروسکوپی روی سطح، منافذ میکروسکوپی



مثلاً در مورد آهن:

Fe

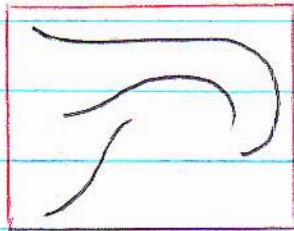
در بناله‌ی آند، محصولات خوردگی وجود دارد.



اگر رطوبت فراخ باشد، سرعت رشد نیز بالاست.



نسته به اینکه عیوب سطح کجا باشد و کجا رطوبت حس شود، این خوردگی دیده می‌شود.



یک فیلامنت اگر به فیلامنت دیگری برخورد کند مسدود می‌شود.



و اگر در محیط بسته گیر کند نیز مسدود می‌شود.



فیلامنت می‌تواند زیاد شود.

اگر سرفیلامنت تیغ بزیم، کمیون O₂ رفع شده و فیلامنت کوری شود. در ابتدا فقط یک نقطه

آنداست و بعداً رطوبت رشد می‌کند.

این نوع خوردگی در هیچ عنوان منجر به تخریب سازه نمی‌شود و فقط پوشش در این مناطق بلند

می‌شود. چون محصولات حجم زیر پوشش بوجود می‌آید، رنگ بلند می‌شود. به همین دلیل

پوشش‌های تزئینی را خراب می‌کند. در مناطق جنوب این نوع خوردگی زیاد است.

راه‌های پیش‌گیری:

1- کاهش رطوبت زیر 60 درصد: رطوبت گیر

2- کاهش درجه حرارت (با کاهش دما، نقطه شبنم کاهش می یابد) (دما کم ← رطوبت بیشتر)

3- استفاده از پوشش های چسبنده یا چند لایه

4- استفاده از رنگ های زیر لایه (واش پلیمر، مثل ضد رنگ : لایه چسبنده روی سطح)

رنگ سه لایه دارد:

چسبنده - پرکننده (پرکردن پستی و بلندی) آستر - رنگ بیرونی : متالیک

86. 8. 22

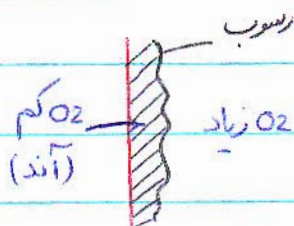
خوردگی بیولوژی:

در مورد خوردگی توسط موجودات زنده است. موجودات میکروسکوپی و میکروسکوپی

مانند: جلبک ها، قارچ ها، صدف ها، دوکفه ای ها، باکتری ها.

جلبک ها: میکروسکوپی - میکروسکوپی

1) غالباً جلبک ها، قارچ ها، دوکفه ای ها، صدف ها رسوب تولید می کنند (روی سطح فلز



می چسبند) مثل کشتی ها ← ایجاد خوردگی زیر رسوبی

این موارد اگر خیلی چسبنده باشند می توانند نوعی محافظ

باشند و حجم یون کلر را متوقف کنند. این گونه های زنده مستقیماً در خوردگی تأثیر ندارند.

باکتری‌ها در وقت بشدت تکثیر می‌شوند تا وقتی که غذا باشد. اگر هم غذا نباشد، می‌میرند و لجن تولید می‌کنند.

(2) مصرف‌کننده‌ها: (موردی) موجودات زنده، فلزات منبع غذایی آنهاست.

مثل: باکتری‌های آهن خوار: آهن را مصرف می‌کند. این باکتری هیدروکسید آهن تولید

می‌کند. باکتری‌های مصرف‌کننده گوگرد: قیو باسیلوس. هرچاکه گوگرد باشد مثل واشرها

قطعات لاستیکی و ($S^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$) (سولفید ← سولفات) و در نتیجه اسید سولفوریک

(H_2SO_4) تولید می‌شود و محیط را اسیدی می‌کند ← تشدید خوردگی.

(3) تولیدکننده مواد شیمیایی خورنده: برخی باکتری‌ها مواد شیمیایی تولید می‌کنند مثل:

H_2S ، CO_2 ، NH_3 ← باکتری‌های ازت خوار ← تولید آمونیاک

در استخراج هم از این باکتری‌ها استفاده می‌شود.

(4) باکتری‌ها: هواری ← باکتری مصرف‌کننده گوگرد، بی‌هواری ← باکتری زیرسولفات

باکتری احیاءکننده سولفات (SRB) بی‌هواری است: در محیط آبی و تفتی. هرچاکه محیط

مرده‌ای از آب یافت باشد این باکتری زندگی می‌کند. $SO_4^{2-} + 8H \rightarrow S^{2-} + H_2O$



SRB در آب شیرین کن ها هم وجود دارد. نام دیگر SRB، دی ویدر سولفو است.

برای حذف رسوبات بیولوژی و باکتری ها (دیگر رسوبات باید اسید شوئی شوند) از مواد

کشنده استفاده می‌شود. محلول $NaClO$ ، 12٪ (هیپوکلریت سدیم) را به آب می‌زنند. قبلاً

$HClO$ می‌زدند اما چون اسیدی است اثرات مضر روی دیگر موجودات می‌گذارد پس از تک

آن استفاده می‌کنند. بعد از مدتی این باکتری‌ها باعث بسته شدن معاری می‌شوند پس

این محلول را می‌زنند.

خوردگی بین دانه‌های درون دانه‌ای: *Inter granular corr.*

Trans granular corr.

این خوردگی میکروسکوپی است. گاهی بین دانه‌های و گاهی از داخل دانه، خوردگی شروع می‌شود.

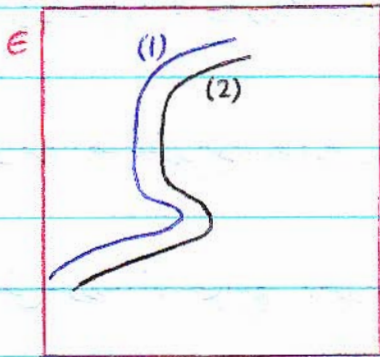
برخی آلیاژها، خوردانه آندی شود و برخی دیگر، مرز آندی شود. این نوع خوردگی می‌تواند منشا

خوردگی ماکروسکوپی شود: شیار، حفزدای، خوردگی تشیی.

مثال: در فولاد 304:

۱- آلیاژ با دانه‌های بزرگ: بیشتر دانه و کمتر مرز دارد.

2- آلیاژ بادانه‌های بسیار ریز: دانسیته‌ی مرز بالا است.



در این مورد، نمودار مثل (1) است اما کلی نمودار به سمت

جریان بیشتر رفته است. پس خوردگی زیاد می‌شود.

حتی در لایه‌ی passive اگر مرز زیاد باشد، خوردگی *log*

شدیدتر است. چون در مرزها نقص شبکه‌ی کریستالی داریم؛ ناخالصی‌های بیشتری داریم. در

واقع ناخالصی‌ها، ناهمگنی‌ها در مرزها جمع کرده اند و منطقه‌ی کاتدی‌تری ایجاد کرده اند. در

مرز تعداد پیوندها کم است پس راحت پیوندها شکسته شده و واکنش می‌دهند.

(درون داننه) $C.R > C.R$ (مرز داننه): سرعت خوردگی

در این حالت خوردگی مرز داننه‌ای داریم. (Inter...) که به ساختار بستگی دارد و اینکه

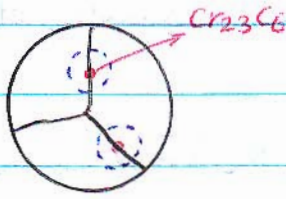
چقدر ناخالصی در مرز داشته باشیم.

عوامل موثر بر خوردگی مرز داننه‌ای:

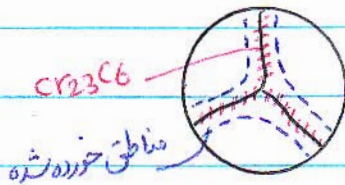
1- رسوب فلزها در مرز داننه و کاهش فلز موثر در مقاومت به خوردگی در نواحی اطراف.

مثال کاربرد کروم که در مرز رسوب کرده و نواحی اطراف فقیر از Cr شده و میزان Cr در این نواحی

کثیر از حد نیاز شده و خوردگی روی می دهد.



اگر کروم ها بطور پیوسته در مرز رسوب کنند، مرزها را بصورت



مناطق خورده شده می بینیم (مرز ضخیم میشود)

(2) فازهای رسوب شده در مرزها تمایل دارند که با محیط واکنش دهند (تمایل شدید) مانند

رسوبات MnS. خود این فاز ضعیف است و خورده می شود (رسوبات ضعیف) در نتیجه

جای آن را حفره می گیرد و محصول خوردگی حفره است. و این منشأ pitting است. و همچنین

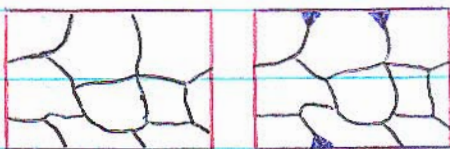
منشأ ترک خوردگی تشریحی.

(3) جدایش در مرزها: خود این جدایش سبب تشدید خوردگی می شود. دو فاز در مرز به هم

می رسند، ترکیب برابر ندارند در نتیجه شبکه ی یکسانی ندارند و مرز بوجود می آورند.

بین α و β در فولاد مرز موجود می آید پس جدایش داریم و پیوند مناسب بین دو فاز موجود

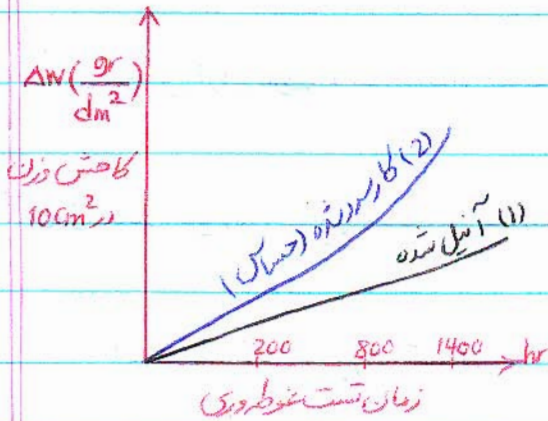
نی آید و خوردگی تشدید می شود. در خوردگی مرز دانهای



قبل از خوردگی مرز بازنده بعد

مرز ماز می شود رالته با چشم هم دیده نمی شود

مثال. فولاد 304 در محلول 10٪ اسید سولفوریک در دو شرایط:



1- فولاد آئیل شده (حذف تنش)

2- فولاد کار سخت شده (تحت تنش)

برای دومی میزان خوردگی زیاد شده و مرزها در سطح

قطعه باز شده‌اند. چون تنش‌ها وجود دارند به باز شدن مرزها کمک می‌کنند. اگر مرز کاملاً

باز نشود، دانه از سطح کنده می‌شود و وزن کم می‌شود. مرزها نوعی حساس به خوردگی‌اند.

خوردگی درون دانه‌ای:

در این حالت در مرز یک فاز مقاوم به خوردگی داریم (در اثر رسوب) این اتفاق خیلی کم می‌افتد.

در آلیاژهای پایه نیکل و پایه Cr این مورد دیده می‌شود. یک فاز مقاوم مثل Ni_3Cr در

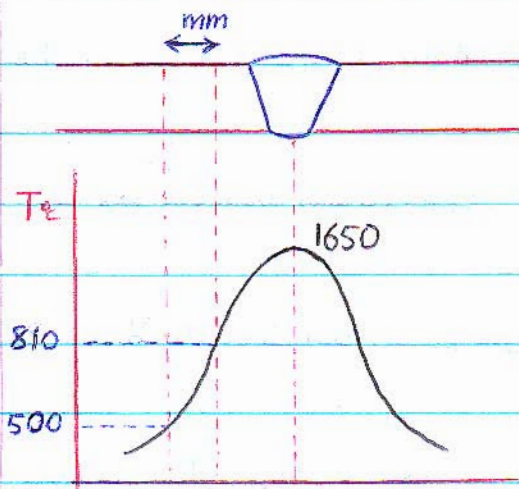


آلیاژ $Ni-Cr$ در مرز رسوب می‌کند. چون مقاوم است

در درون دانه Cr کمتری داریم، درون دانه خورده می‌شود.

خوردگی ناحیه‌ی جوش:

در این مورد قبلاً نیز بحث شده است. که در جوشکاری فولادهای زنگ‌زن ناحیه‌ای اتفاق می‌افتد.



در محور خط جوش، دما به نقطه ذوب می‌رسد. در

فاصله‌ای کمی از دو طرف (چند mm) دما به محدوده‌ی

$500-810^{\circ}\text{C}$ می‌رسد این منطقه HAZ نام دارد.

(Heat Affected Zone)

لایه‌ی تحت تأثیر این دما: فولادهای زنگ‌نزن ($0.03\% \text{C} + 18\% \text{Cr} - 8\% \text{Ni}$) روی

سطح فولاد Cr_2O_3 تشکیل می‌شود. برای تشکیل این لایه یک شرط داریم؛ حرعلا لیت

کروم در آهن (در دیاگرام Fe-Cr) 11% است. min کروم مورد نیاز جهت این لایه 14%

است. یعنی باید 3% کروم بیشتری داشت. این مازاد حد اشباع، روی سطح رسیده و اکسید

می‌شود. ضخامت Cr_2O_3 مورد نیاز 10 nm است. با همین مقدار پایداری می‌شود.

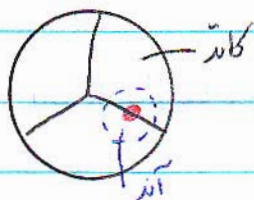
در ناحیه‌ی HAZ، کاربید کروم (Cr_{23}C_6) رسوب می‌کند. در جوشکاری، در نواحی کناری

(تقریباً 1 mm کنار خط جوش) هرچه آلیاژ آرام‌تر سرد شود این محدوده بزرگ‌تر می‌شود. در

جوشکاری این سرد شدن، سریع‌تر است. پس حدود چند mm می‌شود.

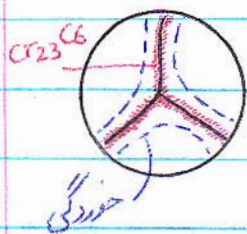
کاربید کروم در مرز دانه تشکیل می‌شود. پس نواحی اطراف از Cr فقیرتر می‌شود. درصد

Cr از 14٪ مورد نیاز کمتری شود. مناطق فقیر آند و بقیه کاند می شود. ضعیف ترین



عضو در این ناحیه آهن است پس آهن اکسید می شود.

در زمان های زیاد، کاربرد ها بطور پیوسته در می آید و در مرز تشکیل



فاز پیوسته می دهند. (نوار پیوسته در مرز) در نتیجه خوردگی نواحی

اطراف ایجاد می شود. فولاد گروه 300 نسبت به این خوردگی

خیلی حساس است. مرزها بازی شود و تیار فرم می گیرد و خط جوش استحکام خود را از دست

می دهد و خط جوش خارج می شود. این نوع خوردگی را گاهی خوردگی خط جوش می نامند.

(weld decay)

راه های جلوگیری از خوردگی خط جوش:

1- کاهش درصد کربن: تشکیل کاربید کروم مشکل می شود (مداخله مقدار کاربید کروم)

اگر درصد کربن کمتر از 0.03٪ باشد.

گروه 300: بین 0.03-0.05 درصد کربن دارد. گروه 300LC، کمتر از 0.03

و گروه 300XLC یا 300(ELC) کمتر از 0.01 درصد کربن دارد.

هرچه درصد کربن کمتر باشد، فولاد گران تر است.

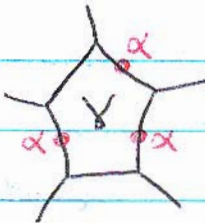
2- استفاده از عناصر آلفاژن: آلفاژن یعنی تولید کننده ی آلفا. در فولادهای آستنیتی

(گروه 300) ساختار باید لا باشد. بهر حال یک مقدار فاز فریت و پرلیت هم تشکیل میشود.

درصد فاز α باید کمتر از 10٪ باشد. حضور α را با هم از لحاظ خوردگی مجاز نیست.

هرچه α کمتر باشد، بهتر است. (α : آند - γ : کاتد)

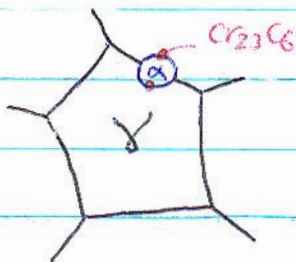
عناصر آلفاژن مثل Mo، بمقدار خیلی کم فازهای کوچک α را در مرز لا ایجاد میکنند.



فضاهای خالی در b.c.c بیشتر است پس کروم ها در α

حل میشوند. کربن ها تمایل دارند در لا حل شوند چون فضای کمتری می خواهند.

پس در α ، کروم بیشتر و در لا کربن بیشتری داریم. اگر بخواهد کاربید تشکیل شود، در مرز

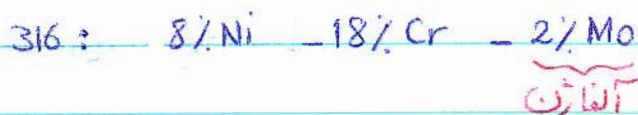


α و لا تشکیل می شود. پس کاربیدها ر جای اینکه

در مرز بطور میوه شده باشند، در مرز α و لا تشکیل میشود.

مهم ترین عامل خوردگی فولادهای زنگ نزن، کاربید کروم است که منشا pitting است.

درواقع با Mo این کاربیدها را توزیع کرده ایم.



(3) استفاده از پایدارکننده های کاربید :

یکسری عناصر مثل Ti ، Va ، Nb پایدارکننده ی کاربید هستند. یعنی با کربن واکنش

داده و کاربید ایجاد می کنند که از کاربید کروم پایدارتر است. چون ΔG کمتری دارند.

درین ترتیب دیگر کاربید کروم تشکیل نمی شود. چون کاربید Ti پایدارتر است. این فولادها

رافولادهای رنگ نزن پایدار شده می نامند.

اگرچه 304 ، Ti بزرگیم ، فولاد 321 و اگرچه 304 ، Nb بزرگیم ، فولاد 347 ایجاد میشود.

هرچه شماره ی فولاد بالای 316 باشد ، فولاد پایدار شده است.

$$\% \text{ Ti} = 5 \times \% \text{ C} + \% \text{ N} \quad \% \text{ Nb} = 8 \times \% \text{ C}$$

معمولاً مقدارشان کمتر از 1٪ است.

(4) عملیات حرارتی : گرم کردن تا بالای 810°C . در نتیجه کاربیدها حل میشوند. سپس سریع

سرد کردن تا زیر 500°C . بعد از آن ، سرد کردن معمولی تا دما ی محیط.

فولادهای آلیاژی را اگر در آب سرد کنیم، مارتنزیت تشکیل می‌شود و ترک برمی‌دارد.

(5) شستشوی اسیدی سطح:

با اسید 50٪ HNO_3 کربن شوئی می‌کنیم. سطح فقیر از کربن می‌شود پس سطح خورده

امنی‌تر شود. چون خوردگی از سطح فلز کم می‌کند و داخل هم نیست. پس مشکل حل می‌شود.

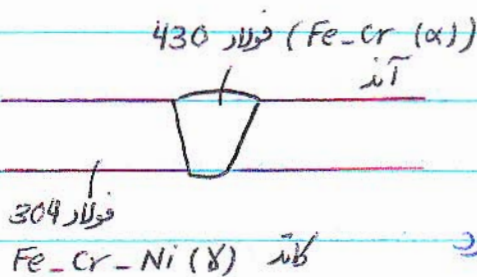
86.8.27

خوردگی‌های جوشکاری:

1- کوپل گالوانیک: ماده‌ی جوش و زمینه با هم فرق کنند. اگر ترکیب هم نزدیک باشد،

داخلی‌هایشان با هم فرق میکند. ممکن است عیوبشان با هم فرق کند. اما از همه مهم‌تر

تفاوت در ترکیبشان است.



اگر خط جوش ضعیف باشد:

آند موضعی داریم (خط جوش) و شدت خورده می‌شود.

تا خط اتصال قطع شود. در حالت عکس، خط جوش کاتد بوده و از حالت تبلی بهتر است.

2- خوردگی بین دانه‌ای: ناشی از رسوب کاربید کروم ($Cr_{23}C_6$) است. این کاربید

مزر رسوب میکند ← اطراف آن از Cr فقیر شده و خوردگی اتفاق می‌افتد؛ و از دو طرف

خط جوش را قطع می‌کند. (weld decay). برای رفع این مورد:

عملیات حرارتی: بالای 800°C می‌رویم و سریع سرد می‌کنیم. هرچه سریع‌تر ← منطقه HAZ کمتر

پایدار کننده‌ی کاربید: Fe-Cr-Ni-C-Nb ← فولاد 347
 فولاد های پایدار شده }
 Fe-Cr-Ni-C-Ti ← فولاد 321

در فولادهای پایدار شده با حیدهای که کاربید کروم تشکیل می‌شود تغییر می‌کند:

منطقه‌ی HAZ بازیگر می‌شود. کاربیدهای Ti و Nb در دمای بالای 1230°C حل می‌شوند.

درست چسبیده به خط جوش ($0.1-1\text{mm}$) ممکن است Nb و Ti نتوانند تمام کربن را مصرف

کند در نتیجه تمام کاربیدها پایدار شده‌اند. بعد در فاصله‌ی دورتری دما از $500-800^{\circ}\text{C}$ عبور

می‌کند در نتیجه کاربید کروم تشکیل می‌شود.

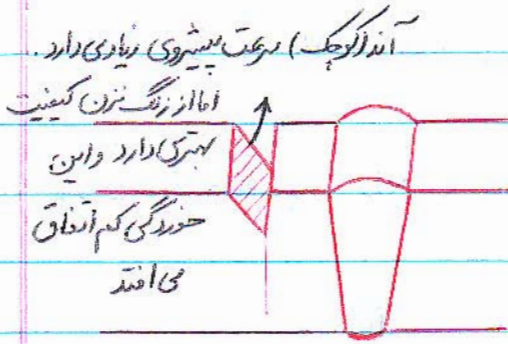
مکانیزم: 1- از نقطه ذوب تا 1230°C : کاربیدهای Ti و Nb حل می‌شوند.

2- از 1230°C تا $790-800^{\circ}\text{C}$: کاربیدهای Ti و Nb راسب می‌شوند.

3- از دمای 790°C تا 510°C : کاربیدهای Cr راسب می‌شوند.

4- در دمای پائینی 510°C : احتمال تشکیل کاربید کروم وجود ندارد.

پس باید پدیدار کردن همه ی کربن ها مصرف نمی شوند در نتیجه منطقه ی باریک ایجاد می شود:



خوردگی شیار چاقویی: knife corr.

خط در فولادهای پدیدار شده دیده می شود.

انگار با چاقو بریده شده است. براق و شارپ (sharp)

است. ادامه می یابد تا به چاقویی برسد. (در مورد فولاد رنگ نزن منطقه ی HAZ وسیع بوده

است. در این حالت پدیدار کننده ها کم بوده و باید اضافه میشد. اما راه حل دیگر:

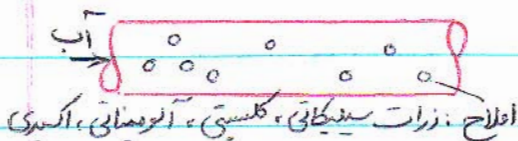
گرم کردن تا بالای 1230°C . از 1230°C تا 800°C آرام سرد شود و از $740-800-510^{\circ}\text{C}$

سریع سرد شود و از 510°C کمتر هم به طور معمولی سرد شود.

غیر از این عملیات حرارتی می توان کربن شویی هم کرد.

خوردگی سایشی:

خوردگی شیمی - فیزیکی است. عوامل شیمیایی خورنده + عوامل فیزیکی ساینده



در اثر عبور سیال خورنده بوجود می آید. این املاح

ذرات ساینده اند و بر روی سطح سایش ایجاد می کنند. حضور سیال با محلول خورنده پدیدها

راضعین می‌کند و با این ذرات مابنده، سطح‌کننده می‌شود. مایش در سطح رخ می‌دهد بیشتر در کف. چون نیروی ثقل وجود دارد و ذرات به پائین می‌رود.

یک راه این است که رسوب زدایی کنیم: با شستشوی اسیدی، رسوب‌ها را حذف کرد.

رسوب‌ها در کف حلی چسبیده هستند. سطح روی در اثر مایش بلند می‌شود اما سطح زیرین نه. راه‌های حذف رسوبات:

1- اسید شوئی یا رسوب زدائی
2- فیلتراسیون: حذف ذرات در چند مرحله

3- سند بلاست: حذف رسوبات اکسیدی در اثر توج با ساچمه یا ماسه سند بلاست مایش

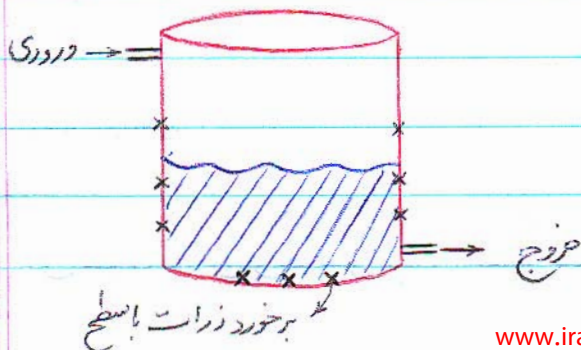


تمزیک است. در اثر این کار لایه‌های اکسیدی و محصولات

خوردگی حذف می‌شوند.

4- پوشش‌های نرم: لاستیک، سرب: پوشش نرم در اثر این ضربه‌ها کنده نمی‌شوند چون

انعطاف پذیرند.



5- پوشش سخت و مقاوم به مایش تا در اثر

برخورد کنده نشود.

خوردگی حبابی : cavitation corr.

در اثر تلاطم شدید سیال بر روی سطح بوجود می آید . (سرعت بالای سیال)

مثال . پروانه ها - پمپ ها - پروپلر ها - شیرهای تحت فشار (در سدها)



سیال با سرعت بالا

در اثر برخورد به سطح ، حباب هوا بوجود می آید . تشکیل حباب

در اثر اختلاف فشار است . اختلاف فشار موجب می شود اکسیژن حل شده در آب ، حباب بوجود

آورد . (جوانه زنی در رشد حباب) مثل تلاطم صابون در آب که کف و حباب بوجود می آورد

این ΔP می تواند در پی جاهای بزرگتر از 10^6 MPa شود . چون سطح کوچک است ، فشار

بر روی آن می تواند خیلی بزرگ شود . در مرحله ی بعد : ترکیدن حباب در نتیجه این نیرو



ΔP راه آن سطح اعمال می کند . با ترکیدن حباب :

اگر حباب بعدی در پله ایجاد شود :

بعین ترتیب ، حباب ها سطح پله ای ایجاد می کنند . به مرور زمان روی سطح کلی خراش

ایجاد می شود .

این حباب ها می تواند تنش زیادی ایجاد کند و جایش روی سطح بماند .

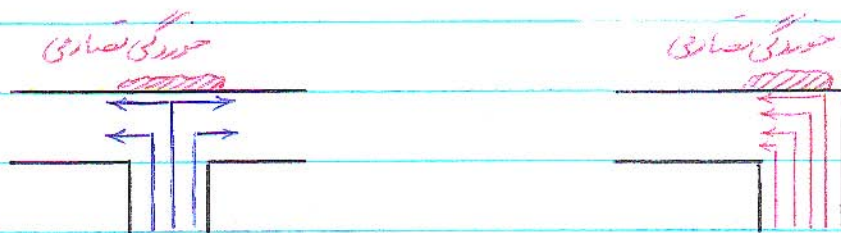
روش‌های جلوگیری از Cavitation :

- 1- پوشش‌های مقاوم به ضربه (پوشش‌های سخت) : پوشش $Ni-P$ ، $Ni-Mo$ ، Cr
- 2- پوشش‌های نرم و داکتیل : لاستیک ، PVC ، سرب ، قلع : اثری ضربه را جذب می‌کنند
- 3- در صورت امکان ، کاهش سرعت سیال (سرعت کم $\leftarrow \Delta P$ کم)
- 4- پولیش کاری سطح (کاملاً صاف)
- 5- طراحی سطح انتقال سیال \leftarrow این سطح کمتر بوجود آید.
- 6- افزایش مخاطت فلز در نواحی خوردگی جایی . (این خوردگی فزینگی است)

خوردگی تصادفی : Impact Corr.

مربوط به سیال است . در اثر برخورد شدید سیال با سطح فلز برخوردی آید . (ضربه ناشی از برخورد)

تصادفی ، جایی و سایشی در صنعت آمار بالایی دارد . این نوع خوردگی غالباً در اتصالات است



به این ترتیب جهت سیال را هم می‌توان فهمید . خوردگی تصادفی

هرچه سرعت سیال بالاتر باشد، خوردگی شدیدتر است.

اگر دما هم بالاتر باشد: (در خوردگی: دمای بالای 850°C) دیگر آب نداریم بلکه بخار داریم که

دمای آن 850°C است. (Super heat). فشار هم بالاست: $P=200^{\text{atm}}$. اگر زائتی وجود

داشته باشد: سایش. اگر زائتی سرراه باشد، تصادفی و اگر به برانه برخورد کند، جایی

دردیگ بخار که بخار تولید می شود، بخار انرژی دارد پس پرو توربین می چرخد. $T=200^{\circ}\text{C}$

دمای خوردگی تصادفی کمک می کند. $P=10^{\text{atm}}$

روش های پیش گیری از خوردگی تصادفی:

1- تغییر طراحی: بجای زائتی 90° از 120° استفاده می کنیم. (زائتی باز)



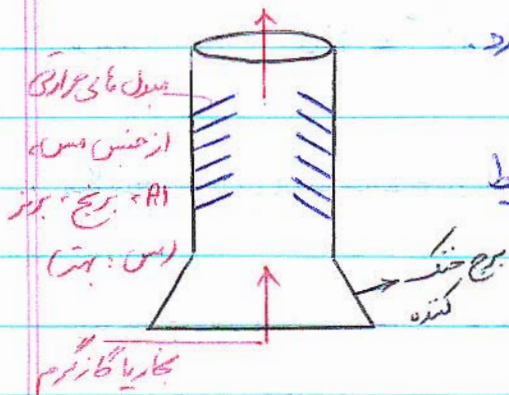
2- تعویض اتصالات: راحتی تعویض شود.

3- سیستم های خطر پیش بیان. 4- ماده ای مقاوم تر در اتصالات و یا ضخیم تر.

5- حفاظت کاتدی (از لحاظ خوردگی شیمیایی باعث کم شدن نشان میشود). 6- پوشش ها.

خوردگی داغ: High temperature corr. or Hot Corr. or Oxidation

مکان، کوره‌ها، دیگ بخار، حروری گازگرم صنایع (انگور)، نیروگاه‌ها، مبدل‌های حرارتی



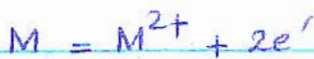
در نیروگاه‌ها برج‌های متقابل به ارتفاع 70 متری وجود دارد.

در سیستم‌های بویلر نباید املاح باشد چون در آن شرایط

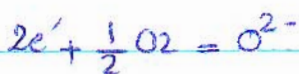
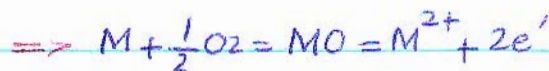
پدهای تریپین را از بین می‌برد.

$H_2O \leftarrow D_2O$ (آب سنگین) تا حجم آب برای خنک کردن کم شود. این آب قدرت

خنک‌کنندگی بالایی دارد. خوردگی داغ ناشی از دمای بالاست. روی سطح فلز در دمای بالا



مکانیزم:



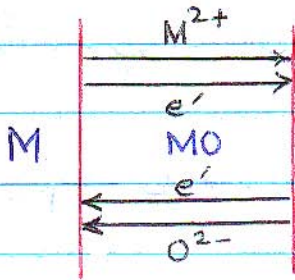
واکنش اکسیداسیون یک واکنش الکتروشیمیایی است.

وقتی لایه‌های اکسیدی روی سطح تشکیل شد این فلزات M^{2+} باید از لایه‌های اکسیدی نفوذ

کنند تا بتوانند با O_2 واکنش دهند. یکی از دو مکان زیر می‌افتد:

1- M^{2+} از MO نفوذ کرده تا به سطح O_2 -MO برسد

2- باید O_2 روی سطح بیاید. $O_2 \rightarrow O^{2-}$ و نفوذ کند و به فصل مشترک M-MO



مکانیزم رشد نیمه‌های هابن است

راه‌های جلوگیری از خوردگی داغ:

1- کاهش دما
2- پوشش‌های سطح: سرامیک، نسوز CaO, MgO

3- استفاده از اکسیدهای سطحی مقاوم: $Al_2O_3, Cr_2O_3, SiO_2, TiO_2$

Cr در آلایزهای زینم، روی سطح Cr_2O_3 تهیه می‌شود.

4- کاهش اکسیرن اتمسفر

مشکل اکسیداسیون: کنده شدن ذرات اکسیدی باعث عبور سیال ← خودایی ذرات سایش

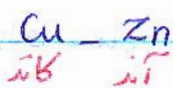
ایجاد می‌کند. دما بالاتر ← اکسیداسیون ← کنده شدن با عبور سیال ← سایش

سایش - اکسیداسیون: ذرات کنده شده و بعد گرم می‌شوند و اکسید می‌شوند

مکانیزم‌ها: اکسیداسیون - سایش

خوردگی (جداش انتخابی) : Dealloying (Selective) attack

وقتی اتفاق می افتد که یک یا چند عنصر آلیاژی اکسید شده و جدا شده و وارد محلول می شود



مثال . آلیاژهای مس : برنج ها ، برنزها

عنصر Zn خورده شده و بصورت کاتیون درآمده و در محلول می آید : dezincification

در آلیاژهای کبالت : decobaltification

در آلیاژهای Al : dealluminification

در آلیاژهای مس و روی ، جداش روی داریم ، هرچه جداش بیشتر باشد ، درصد Zn در آلیاژ

کم و کاتیون روی در محلول بیشتر می شود . این جداش از سطح است . پس درصد Zn

در سطح کم می شود . بخصوص در حضور O_2 ، این اثر تشدید می شود . هر واکنش احیائی

جداش را تشدید می کند . خود O_2 واکنش احیائی انجام می دهد : $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

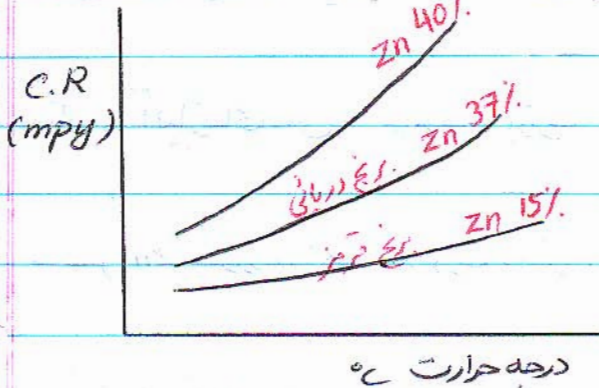
میزان جداش در مخفی و استحکام تأثیر دارد . صحت جداش بیشتر \leftarrow اخت فراس مکانیکی

هم بیشتر . آلیاژ Cu-Zn زرد رنگ است . اگر روی خارج شود ، قرمز رنگ شده

و اگر سیاه شود روی آن اکسید ایجاد می شود .

جدایش روی تحت تأثیر دمای حرارت است. و با افزایش آن، افزایش می‌یابد. هرچه

میزان روی بیشتر باشد، شیب منحنی هم بیشتر است.



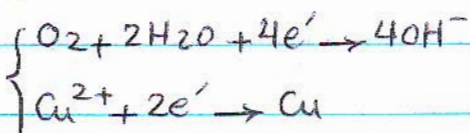
برنج α : Cu - 30% Zn

برنج β : Cu - 70% Zn

شکل پذیری برنج α بیشتر است.

مکانیزم جدایش روی:

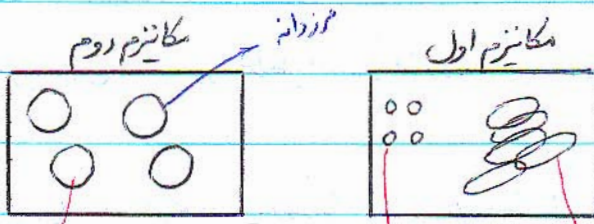
(1) هر دو فلز آلیاژ (Cu و Zn) واکنش اکسیداسیون انجام داده، وارد محلول میشوند و چون



(2) فقط روی حل میشود و اکسیرن هم احیاء میشود. این مکانیزم غالب تر است.

طبق مکانیزم دوم، مس دانه‌های هم محور دارد. در این مکانیزم، مورفولوژی، مورفولوژی

انحاز و عملیات حرارتی است. یعنی مرزدانه داریم. اما در مکانیزم اول مرزدانه دیده نمیشود.



در اثر جراثیم روی، جای آنرا

تخلخل می‌گیرد - افت خواص

رانندگی هم محور Cu

(Flake) پودت ماهی کوه برجسته

در خوردگی انتخابی، Zn جراثیم می‌کند و این به آلیاژ بستگی دارد؛ اختلاف پتانسیل Zn و Cu

انواع جراثیم:

1) موضعی (plug type):



با pitting فرق می‌کند چون کل آلیاژ (همی عناصر) خورده نمی‌شود.

2) یکینواخت:

جراثیم در منطقه‌ی وسیعی داریم. از تغییر رنگ میتوان جراثیم را فهمید. اینکه چه موقع

یکینواخت چه موقع موضعی است به تاریخچه‌ی رختگری آن برمی‌گردد.

مثال: برج α در محیط محلول NaCl به مدت 80 روز، دچار جراثیم میشود.

در محیط نمکی، NaCl حالت plug زیاد می‌شود چون NaCl در یک جاهایی

کنداشن میشود. در محیط‌های اسیدی ضعیف، حالت یکینواخت داریم؛ خاک تهران

جداش روی در حضور عوامل اکسید کننده مثل O_2 ، CO_2 ، SO_2 تشدید می شود .

جداش روی در برخی های دوفازی α و β بیش از برخی های تک فازی است . در β

جداش بیشتر است چون Zn بیشتری دارد . در دوفازی ، بین دوفاز کوپل گالوانیک هم داریم .

جداش روی می تواند سبب تشدید خوردگی تحت تنش SCC شود . در واقع تنش ترک است

عناصر آلیاژی مثل قلع (Sn) را اگر به آلیاژ برنیم ، جداش شدت کم میشود .

مثال . $Cu + 37\% Zn + (4-6)\% Sn$ برخی دریایی

Sn منطقه ای آندی برای انحلال Zn را کم می کند .

P ، As ، Sb (سفر ، آرسنیک ، آنتیموان) جداش را کم می کنند ؛ وارد محلول

جامد فازهای برخی میشوند و فاز جدیدی ایجاد می کنند ← روی براحتی از شبکه خارج نمیشود .

آلیاژهای برخی در محیط های قلیایی نسبت به جداش خیلی حساسند . بخصوص در محیط

حار NH_3 (آمونیاک) مثل محیط دریایی .

خوردگی تحت تنش (همراه با تنش) Stress Corrosion Cracking

پدیده های زیر طبقه بندی میشود :

	SCC	(1)
Hydrogen Damage	تخریب هیدروژنی	(2)
Liquid Metal Embrittlement	ترری فلز مذاب	(3)
Solid " "	ترری فلز جامد	(4)

(1) SCC :

بسیاری از تخریب‌هایی که در خوردگی می‌بینیم، SCC است؛ خیلی وسیع هم می‌باشد.

مثلاً یک لوله بعد از مدتی کاملاً در فرم می‌شود و یک مقطع بازشود.

چون لوله تحت فشار داخلی بوده و به آن تنش وارد شده است.

استحکام حوض را از دست داده است و تغییر فرم میدهد. تنش تسلیم کاهش و بدلیل تغییر فرم

تنش اعمالی زیاد میشود، در تنش کششی، ترک بازشود اما در تنش های فشاری، ترک بسته

است. با ایجاد ترک های فشاری در سطح، حساسیت به SCC کم میشود.

شکست در اثر خوردگی : failure عوامل مکانیکی : fracture

شرایط SCC : 1 - تنش کششی 2 - محیط خورنده

برای فولاد زنگ نزن $\sigma_{304} = 20 \text{ ksi (yield s.)}$ تحت تنش کم مثلاً

1.4 kg/mm² در حضور 50ppm یون CI⁻ در زمان طولانی ، شکست روی می دهد

تنش های لازم برای SCC کوچک است (0.01 y.s.) . این تنش لزوماً اعلائی نیست

می تواند توسط تنش های داخلی یا پس ماند از عملیات حرارتی ، شوک حرارتی و کار سرد فراهم شود

اما این تنش ها باید کششی باشند .

بارگذاری به در صورت است :

1) تحت تنش استاتیکی : SCC

2) تحت تنش سیکلی : Corrosion fatigue . در این حالت تنش از SCC کم تر

کمتر است : یا تاقان ، میل لنگ و قطعات چرخنده

هر فنری در هر محیطی دچار SCC نمیشود .

مثال . فولادهای کربنی ، در محیط های کربنات ها ، بی کربنات ها ، محلول های نیتراتی و

هیدروکسیدی ، حساس به SCC هستند .

فولادهای HSLA : الکترولیت های آبی ، بخصوص محلول H₂S . لوله های انتقال

و مخازن نگهداری از این جنس اند . (H₂S موجود در نفت)

استحکام بالا و کم آلیاژ

فولادهای St. St. : محیط‌های کربیدی، بخصوص در دما و غلظت‌های بالا.

آلیاژهای پایه نیکل : بخارهای خالص : بخار آب : در سیکل بویلر که super heat داریم

سرخ α : محیط‌های فلزی ← حساس به SCC ؛ بخصوص در حضور NH_3 .

آلیاژهای پایه Al : محیط‌های Cl^- ، Br^- ، I^-

آلیاژهای پایه Ti : محیط‌های Cl^- ، Br^- ، I^-

آلیاژهای Mg : محیط‌های Cl^- ، آلیاژهای Zr : محیط‌های گاز I_2 ($T > 350$)

* پره توربین : Ni - Cr - Mo - W - Al - Nb - Va - Hf - γ (Inconel 738)

محیط : بخار تحت فشار $T = 850 - 880^\circ C$

$P = 200 \text{ atm}$ $t_{GE} = 40.000 - 50.000 \text{ hr}$

سوزش باید عاری از بخار آب و Va, Na باشد در غیر این صورت با پره توربین واکنش

دارد و فلز مذاب روی سطح پره ایجاد شده ← کنده میشود.

محلول موثر برودن SCC :

1- درجه حرارت محیط خورنده

2- میزان تنش اعمالی : چه اعمالی چه سبانه ترقی نمائند

3- عدیست حرارتی : منس زرای شده ایم

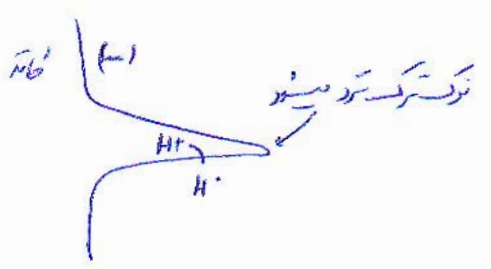
4- ترکیب سجاای فنر

5 - PH محیط
6 - عتقت لول حاک خورنده
7 - عتقت اکسین در محول

PH تهر سرعت بزرگتر
8 - تپاسل اعلا مین (منند در حنقت طدرن)

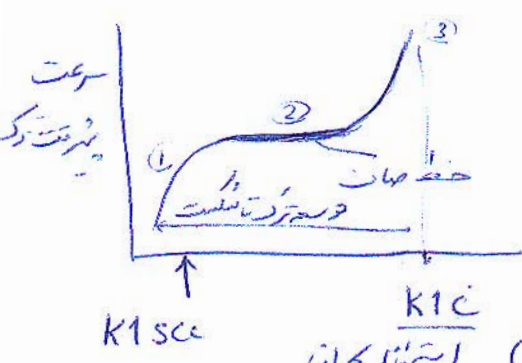
تپاسل اعمالی طاحی اقات ترک صدی استرعی می کند. منند در منطقه لول آسرا کاب کرده ایم ، حید برول

احید میور : $H^+ + e^- \rightarrow H^0$ - راقن نفوذ کرده در سوب ترورشن فاصه کارون میور.



در فداد کمر این حالت تهر صدی میور.

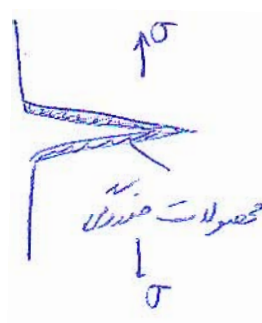
در ترک خوردن ، جواز ترقی در سواد ایم.



- 1- بوجود آمدن ترک
 - 2- توسعه ترک بصورت کینافقت
 - 3- شکست نهایی
- دامه SCC :

K1C : این میزان استقامت نخواهیم. استقامت خورنده استقامت بجزای
در محول بدون عمل حیدنه ماده تا K1C استقامت دارد.

K1SCC : این میزان در SCC جرات کترات. بدیل عوامل خورنده اصند ؛ K1C تهر ایم. در SCC



در محول جواز ترقی هم طانیات.

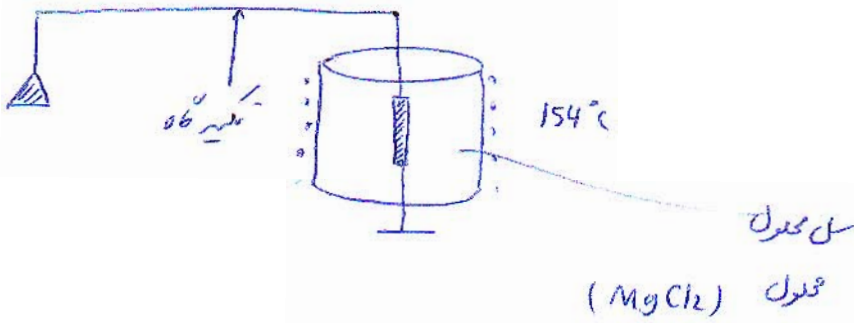
این کصولات استقامت خورنده را ندارد - شکسته و ترک
کیه بصره بیشترت کاند. تنش ضرر نیاز برابا اینی

کار کترات و نیازت خورنده در نامبر کار تغییر شکل دهد. محیط خورنده استقامت دارد را باین

صناد در SCC هم تنش داشته در هم محیط خورنده.

در K1C - ترک با طول 0.1 μm خطر ندارد اما در K1SCC خطر کارات

آزمایش SCC



میوان در فونم ناچ هم ایجا کرده
عمل شکست و از قبل بدانیم.



استحکام آتشی تحمل کرده و زمان شکست را می توان بهت آورد (k95CC) بهت می آید.

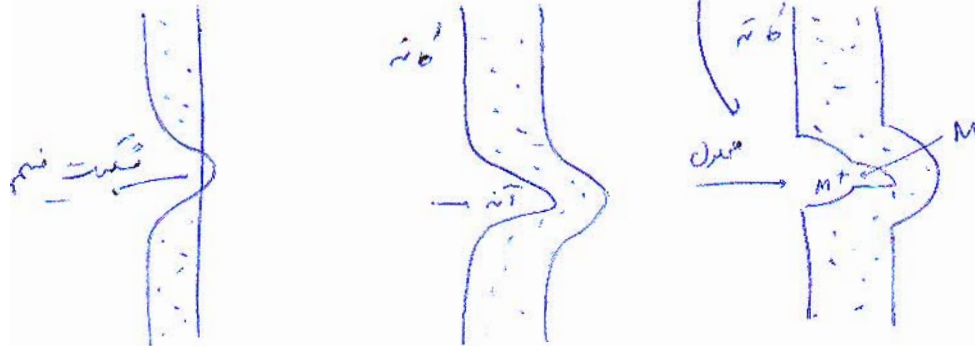
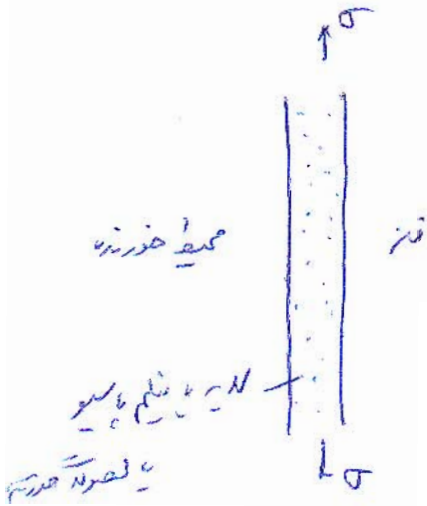
مکانیزم SCC

۱) در (۱) سیلاب یا فیلم passive و محلولات صودسی بر روی سطح تشکیل می شود.

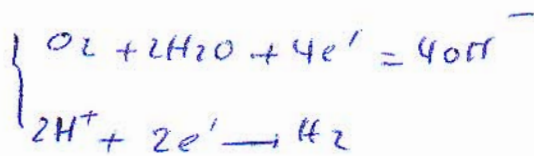
۲) فیلم هم کشیده می شود. این فیلم یا سولفید جانی شکسته می شود.

۳) می خواهد رشد کند. (در سطح فیلم)

در هر ۲۵۰۰۰۰۰ ۲ تکرار می شود



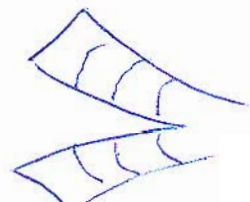
آند موضعی در رأس ترک طایع به رشد می کند. (همین فعلی است)



در صورتی که اگر محیط خوردگی را به هیچ وجه نمی توان از آن دور کرد و در رأس ترک $H^+ + e^- \rightarrow H^0$ و این هیپوکلرین ها داخل غشای شکسته

ممکنه و این هیپوکلرین در حقیقت موجب خوردگی در این محیط است. استفاده از این ماده و منطقه -

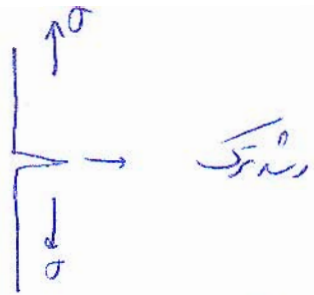
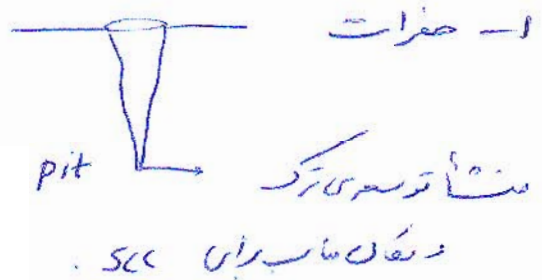
فقط را ترک می کند.



ترک در این حالت بعد از مدتی در شکسته و در سطح آن بر روی سطح پدید می آید.

مواقع مناسب برای SCC :

2- SCC از بلع شروع می شود و عمود بر جهت اعمال تنش می شود.
پس اگر چه در بعضی موارد در هنگام آلودگی در SCC میزبان است.



3- شیارها، محبوس ها، تنش کاری، انتقال منصف قطرات

درز جوش نباید در حد واسه باشد. باید پولیش شوند در غیر اینصورت منش SCC هستند.

4- صدزنی برز در افغانی 5- مایه های حاوی سولفات راس ترک تور.

راه های جلوگیری از SCC :

1- در حفاظت کاتدی، وقتاً اضافی پلازما پلئود هیدروژن برسد باید.

2- کاهش تنش اعمالی → از این حفاظت تعلم

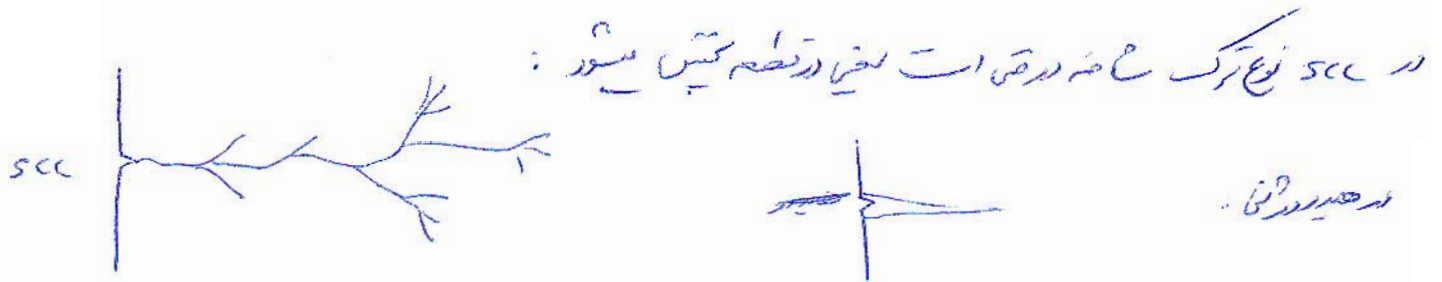
حذف تنش های اضافی توسط محیطت حرارتی (H.T.)

3- حذف ناخالصی ها، ناخالصی که از لحاظ هندسی هم با همفره به دیگران کردن - تمک زرای - اصلاح زرای

4- مادی مقاوم تر : آرنولد α ماب - نادره γ آرنولد - نایب با 0.05 آهن سولفات (فیلتراسیون) - نیت سولفات SAl -

5- مایه نیکل

5- لانتان کشته ها : مجتمع حدودی دارد SCC با این بافت کشته کاهن در هم



حشرات هیدروژنی :

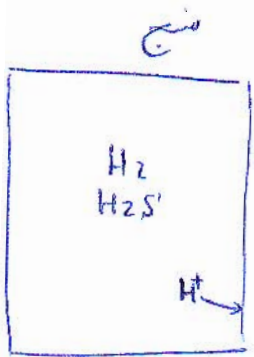
هیدروژن می تواند شکست های همراه تغییر در خواص را برسد (Hydrogen damage)

Hydrogen Blistering ۱- تاول زدگی هیدروژنی

Embrittlement ۲- تردی هیدروژن

Decarborizing ۳- دی کربوریزه شدن

Hydrogen attack ۴- خوردگی هیدروژنی

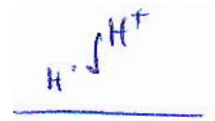


منبع دنت اینجی اتم ابرات اناوع خوردگی دت میکند - مثال

(ننت ترش) - ننت درای H₂ ات (سولفید هیدروژن) H⁺ → H⁺ . H⁺ نقت پیری بالایی دارد

نقت میکند صتا روشیمی کریستالوتر . سی اتم هتا منته آهن ذراتی

(نقدی هیدروژن)



۱- تاول زدگی هیدروژن

بین شبیهی نتر و نا خاصه ای gap وجود دارد ← H⁺ در اینجا

تجمع میکند (MnS) هیدروفلواید وجود دارد) ← H⁺ + H⁺ → H₂ (مغناطیس) MnS Al₂O₃ CaO - اکسید - اکسید منتر - سیدیک

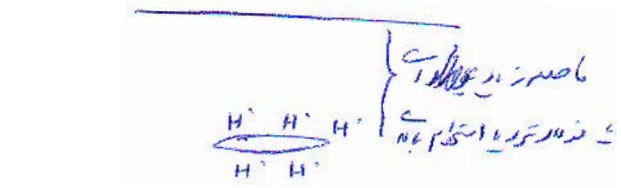
تولید گاز هیدروژن ← نتر بر روی نا خاصه کم کم زلال میور - نمن ات از استقام فتر هم نتر

استقام تر P_{H₂} > γ.S. (i) در نتر اکسیل، ندر و نا خاصه نا طاهر هتا سطح کسید (0.1mm - 3mm) حا



ای تاول ها را با ندر و ندر هیدروژن هتا ن خنتر در اثر این تاول زدگی، در واقع هم نتر ای بار میور

④ تردی هیدروژنی - آر نتر اکسیل نتر ماده ندر HSLA ریا فاصه تا سطح زید است



فولا نتر نتر ندر هیدروژن بین تاول ای بار میور

درای فاصه فولا نتر نتر (brittle)

در فولا نتر شکست نتر ای بار میور

شکست نتر همراه نتر نتر نتر

رکشی دارن cladding ، linding
 ↓
 با پود پود نرم
 ↓
 اول پس کرده ربه جوشکاری تقطه ای

3- هفت کته ها: امین هیدروژن اکم کته : آسین ها

4- سوم دفع هیدروژن : (تکیت سه هتد) سولفیدها - سیانیدها - آرسنید ، استیمول ، تسند



این ها ، H⁺ و H₂ به دلیل کته.

5- عنصر آهن من Ni ، Co از کته هیدروژن عبور کته . (محدود کاربند)

6- کاربیدها : Ti ، Vn در حدی که برای کاربید میدهند ، کاربید در سطح فولاد

توزیع میدهند ← کاربیدها (H) ← هیدروژن (H) در اصل سطح توزیع کته

← جمع نمائند .

خوردگی هیدروژنی :

هیدروژن داخل فلز رسد که با اجزای فنر آلیاژ واکنش دهد

فلز است - هیدروژن حبابزایی فاز بسیار ترد : هیدرید کربن $H^{\circ} + Cr \rightarrow CrH$

اکسید و اکسید هیدروآکسیدها را می‌کند. این نوع خوردگی در دماهای پایین (تا ۲۰۰°C)

در دماهای بالاتر (۴۰۰°C) بود. چون هیدروژن، اکسیژن و هیدروکسیدها در فلز با هم دارند.

ترانسیل (آلیاژهای کربن)، (آلیاژهای مسی)، (آلیاژهای آلومینوم ریزین) و (آلیاژهای آلومینوم ریزین)

چینی در استحکام تأثیر ندارند. همه محلولات یک فاز غیر متجانس است در زمینه‌ها که میزان نقص

موجب می‌شود.

ترک خوردگی هیدروژنی: Hydrogen stress cracking (HSC)

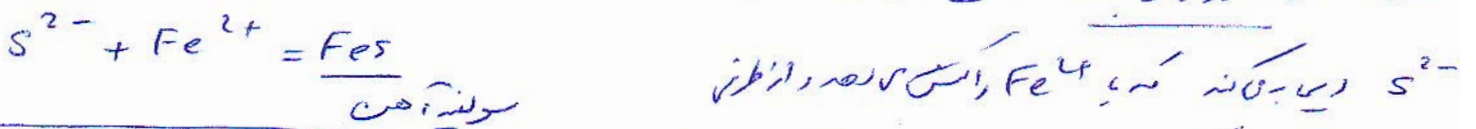
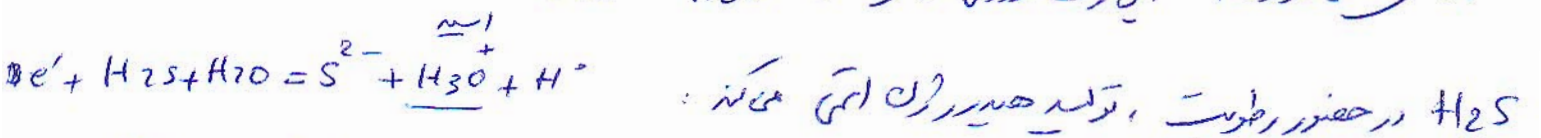
(ترک خوردگی تحت تأثیر تنش هیدروژنی) هیدروژن در داخل فلز می‌آید که فاز تراکم می‌کند.

مثل pitting غیر قابل پیش بینی است. مسامیت غیر هیدروژن در آن جمع می‌کند و عدم یکپارچگی

همراه با حرات (۱۰۱) هیدروژن را افزایش می‌دهد. (عمیقاً حاد)

یک نوع تخریب هیدروژنی است HIC. Hydrogen Induced cracking (ترک خوردگی تحت

تأثیر هیدروژن) این ترک خوردگی در اثر گاز H_2S است.



چون واکنش آنتروپی مثبت است و باید لیگاند اکسید را جایگزین کرد. سولفید آهن به دست می‌آید - هیدروژن

است - جذب هیدروژن را تسهیل می‌کند - هیدروژن به داخل فلز نفوذ می‌کند پس

ترکیبات (FeS) و (Fe_3S_4) بر روی فلز سم هستند.

ترکیب استوکیومتری است و آهن اضافی در شبکه فلز قرار نمی‌دهد.

$x=0.99$: کربن Fe کم - جابجایی - خوردگی هیدروژن (بعضی از آن سولفید رطوبت است)

H° ، FeS را جذب می‌کند - از بزرگی شدن هیدروژن هیدروژن می‌کند - واکنش تسریع می‌کند.

H₂S میزان منبع هیدروژن ، 10 برابر ضد H₂ است . رنگ ، بقد هیدروژن کند - $H^+ + H^+ \rightarrow H_2$

چوبه H⁺ جذب کننده ، H₂ تولید نمیشود - (H₂S مؤثرتر از H⁺ در منابع هیدروژن است)

مخصوص این تجمع در فولاد (بهره میدهد) تحریک هیدروژن بیشتر از سایر عوامل است . این پدیده

SSC SEE هم نامیده: (Sulphide stress cracking) (یکای {HIC})

(رنگ سفید ناشی از سولفید ناشی از H₂S)

معموداً اکثردهای فولادها در محیط های مرطوب دارند - تولید H⁺ در محیط های دارای ذرات دریا نم -

در محیط های با بار آلوده و آلوده کننده - پس اکثردهای با پیش آلودگی کم شوند تا هیدروژن کمتر

آزاد شود . منظم جوشکاری درجه اول و دو درجه اول ، بهتر است از آب است ، تحریک هیدروژن

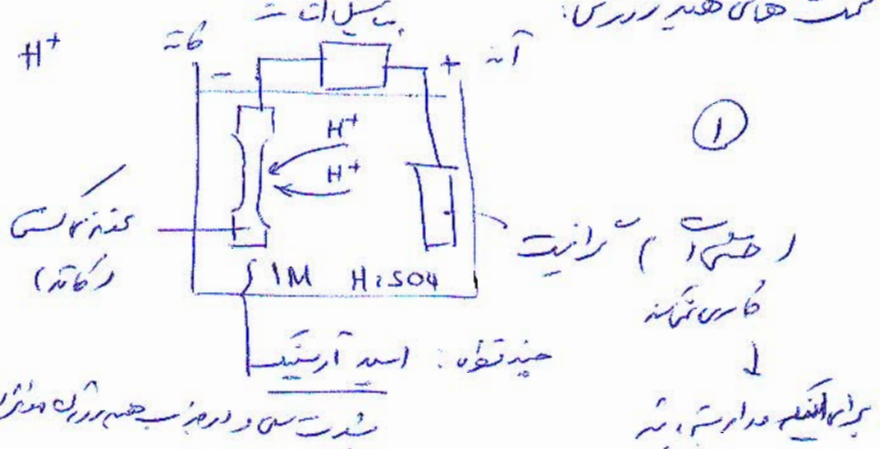
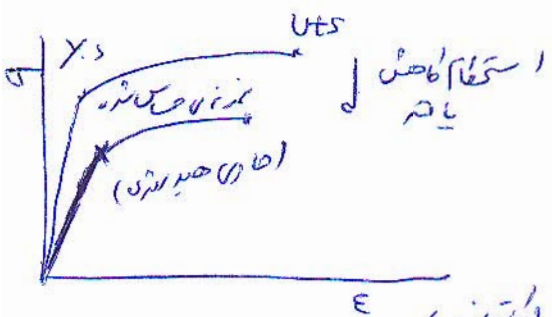
ممنوع است در امت هیدروژن شده باشد . حویله سستی به نام (فشارت) آب بر کربن

حاصل است . فولاد را هنگام آلوده در شرایط خاص موفق نمیشود همین آب هیدروژن حاصل است

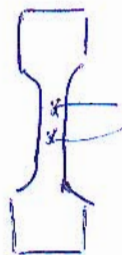
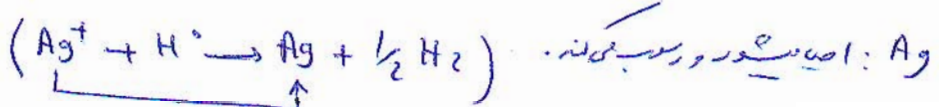
(در محیط غیر از H₂S)

در محیط H₂S از فولاد نرم و کوه شده (بهره حاصل) استکان میدهد.

تست های هیدروژن



سید: محلول (لاسیون) رنگ



در این منطقه هیدروژن زیاد تولید کرد

منطقه هیدروژن را قبل رسیدن کرده ایم (ظرف)

(بقیه را می بینیم) یکای AgBr همراه از CuSO₄ استوار کرد ...

(فصل 4، فصول فونام: آت کرندوس)

تست های خوردگی:

1- تست کرندوس آزمون و شبیه سازی

خوردگی آتسنری

خوردگی آتسنری همگن و پیتینگ آتسنری

3.5% NaCl در حین آتسنری: 100hr

در دو آتسنری 35% و 35%

در داتج شرایط را حادتر کنی تا آتسنری سریعتر

در این تست با پیتینگ همگن تست به سطح آتسنری

(salt spray)

تست آتسنری در 200hr در داتج 25% NaCl

در داتج آتسنری



تست های تبدیل یا رد محصولات HIC

پس از خوردگی، نمونه را از آتسنری خارج کنی

بعد از آنکه را به آب می کشی. این قسم بهر تستها، فقط برای خوردگی است

2- تست کرندوس در مقیاس pilot plant

شرایط لیغ را همان تران و آتسنری - مقدار آن

آتسنری، یک محلول کرندوس را در مقیاس بزرگ

آتسنری بزرگ است تا آنکه در مقیاس بزرگ

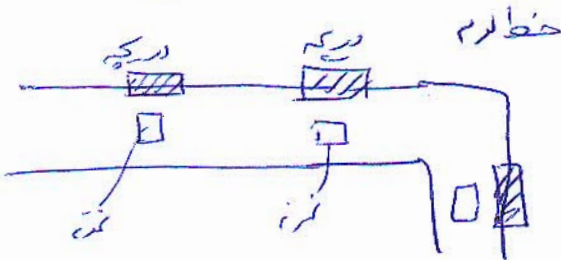
بهرای تستها که از خوردگی است

(تقاطع و داتج آتسنری - پیتینگ)

بخش 1

3- تست های میدانی

در داتج آتسنری و آتسنری



Corrosion protection

* روش های جلوگیری از خوردگی

واکنش کرندوس را در 50% است = خوردگی را به میزان 50% کاهش می دهد. این کار را می توان

سرعت خوردگی را کنترل کنی و شیب آن را کاهش دهی.

1- آتسنری - فاکتور مقیاس 2 - آتسنری در مقیاس بزرگ (آی) برون (سراسری) و آتسنری (ظرف، آتسنری)

روش‌های حفاظت:

۱- انتخاب فولاد: با توجه به محیط کاربرد ماده، انتخاب کنیم.

* محرک بزرگ زخم‌ها: 500000 لیتری؛ لغت ساکن، وزن خیلی زیادی داریم، ارتفاع قطره‌ها زیاد دارد. تحمل فشار کم باید کافی بود. از 304 نپسندیم استفاده کرد چون زان می‌شود. فولاد معمولی

* لوله‌ها انتقال نفت: تحت فشار 1-3 atm - در میان - هم وصله دارد - دما $60-70^\circ$ مگر

در دهان فولاد (304) خورده می‌شود (دما 200° در 200° فولاد HSLA

* ظروف اسید سولفیک: با PH 2 تا 2 استفاده می‌شود. اسیدهای HCl و H2SO4

St. 5t در $3XX$ - حین لایه پاسیو دارند. در $4XX$ (فرم)

(آستین)

آستین حاصل می‌شود راحت تر به خوردگی خوردگی کمتر.

* به تیرین، سربالای نیکل یا کربن: ~~inckonel~~ inckonel 738

* آلیاژهای مختلف مقاوم به خوردگی:

۱- فولادها با نیکل

- a- فولادها با نیکل کم فرم (a) $4XX$
- b- فولادها با نیکل آستین (b) $3XX$
- c- " " " (دما $8+4$)
- d- " " " (استاندارد بالا) $4XX$ محضاً

دماها بالاترند، در دما هم وصله است و به خوردگی حساس است در دما سرد و دما سرد است.

اسید نیتریک سراز $3XX$ در دما - قطعات تحت تنش
 (اسید نیتریک) \downarrow مارتنزیت

فولاد نیتریک، تغییر فرم واقع در دما - فولاد معمولی، فولاد نیتریک از نیتریک تغییر فرم کمتر می‌دهد.

تر ۴ سربالای نیکل، (d) مارتنزیت اسید نیتریک.

2- نیکل و آلیاژهای نیکل: در محیط گرم و دما 400° - محیط‌های دما $LiOH$, KOH , $NaOH$

3 - کاستلری : 60% Ni - 30% Mo
 6% Fe - 1% Mn
 مقادیر برابر لیگندها
 حلالیت کم (CI)
 - کاستلری : AB, C - مقادیر برابر لیگندها
 مقادیر برابر لیگندها
 مقادیر برابر لیگندها

4 - منیل (Monel) : 70% Ni - 30% Cu
 مقادیر برابر لیگندها HF که اکثر آلیاژها حساسند

3 x آلیاژهای Pb

مقاوم
 - سرب - اسید سولفوریک . اسیدها آکسید کننده .
 (PbO2) جیاد پایسور برای Pb (مقاوم است)

تریبس از 98% H2SO4 (اسید سولفوریک) - فولاد معمولی
 (مقاوم)
 - سرب 96% اسید (مقاوم است) - فولاد معمولی جیاد پایسور

اسیدهای معمولی در محیط
 محیط سرد دارند

4 - آلیاژهای Al : بجز در درجه انجماد قابل استفاده نیستند .
 (CI) سرب پایسور

الزین سرد

5 - کاربردهای استنول : در دینچه (سطل آبی از آلومینیم)
 صفت از لحاظ فرسایش
 دانه از لحاظ خوردن

5 - آلیاژهای منگ : موادی که در ... ترکیبات سه تنی

صنایع غذایی ، پزشکی و ... (پوشش منگ)

6 - آلیاژهای Ti : محیطهای آکسید کننده مثل اسید ...
 مقادیر برابر لیگندها

در صنایع هوافضا بخاطر سبکی است در محیط خوردن ندارد از سرب و فولاد
 در محیطهای اسیدی

7 - تانتال : بالاترین مقاومت خوردن (تندترین صنایع هسته ای) قوی الاستیک

8 - آلیاژهای Zr : مقاومت خوردن ...

لوازمی سوخت جسمه از آبیرو زر ان رساوت ZrO_2 کین لهند . سرفت UF_6 کید ماره فوق العاده حذرته ات ← لایه ZrO_2 نوزات . هم آبیرو زریں در برابر UF_6 بقاوت نمکنه . $ZrO_2 +$ لایه آبیرو Zr .
 آبیرو زر ، قوس را تحمل نمکنه ← باقی نقل بار بر روی آبیرو زریں .

اول باید محیط برقرار کرد :
 اسیکته - آبیرو کسه - رطوبت - خشک - آبیرو ها معدوم کرد

(2) تغییر شرایط محیطی :

باید بر روی پنج متراکم متغیر را در نظر گرفت :
 الف - درجه حرارت محیطی : درجه حرارت نیازت با دمای محیطی اسیکته
 ب - تغییر سرعت سیال
 ج - کاهش آبیرو و عوامل اسیکته
 د - حذف لایع
 ه - تغییر غلظت

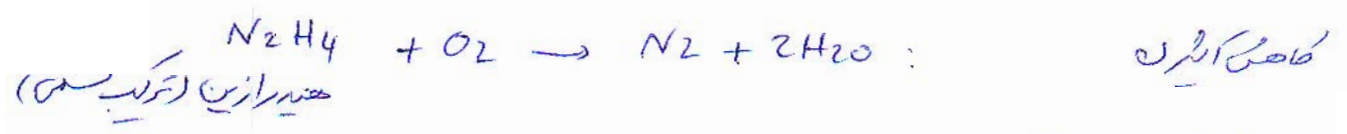
حذف آبیرو : در اینجورایه ، $air fan$.

Fe^{3+} در روغن داریم (آسیکته) ← آکاسید کنیم .
 علفت را کم کنیم . H_2SO_4 .

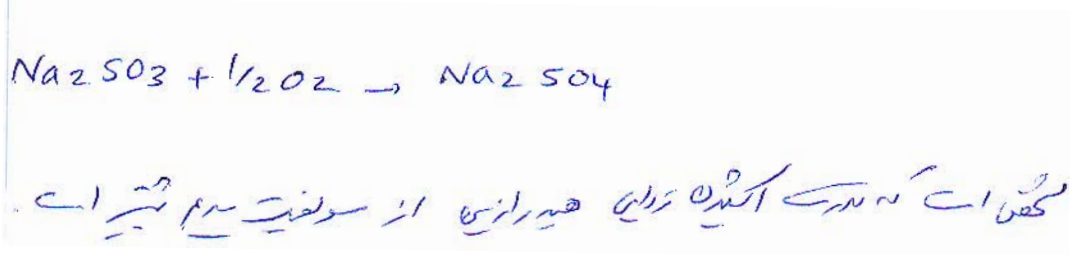
25٪ مثل داریم ← آزا 10٪ کنیم در ای درجه حرارت در ← آبیرو را کم

مکانسیم . (اینجا خود به طریقی ربط دارینه)

سرعت سیال در این آبیرو ارتشک لایه با سوخت کم می کنه ← ربط جها باقی حذف کرد



ترسیکل کاشته بینه ، شکر ندارد . Zr در سیکل با نوا ترکیب کردیم تا آب ده می کنیم :

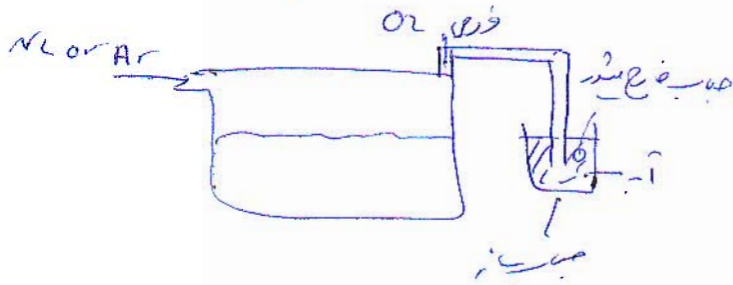


گازها $Ar = 1$ و $N_2 = 1$ و $O_2 = 0.2$ است. خنک کننده ای را میسر.

$P_{O_2} = 1 \text{ atm} \rightarrow P_{O_2} = 0.2 \text{ atm}$

در نیتروژن و آرگون نیتروژن، $P = 0.1 \text{ atm}$ هوا $P_{O_2} = 0.02 \text{ atm}$

(حد 10^{-4} است. خنک کننده است)



کارش ما به ما در حال حاضر
خنک کننده آرگون است

Ar, N_2 دارنده هوا که در 10^{-4} است. این است 10^{-4} است در 10^{-6}

حد $10^{-4} - 10^{-6}$: $10^{-6} - 10^{-9}$: حد $10^{-4} - 10^{-6}$

در نتیجه با این روش، آرگون نیتروژن می‌کنیم.
* سطح عالی سردی است. \rightarrow هدف می‌کنیم.

(3) ممانعت کننده ها : Inhibitor

برای ایزولاسیون در برابر خوردگی، آکسیداسیون و سایر عوامل، آکسیداسیون می‌کنیم.
Complex متر (نیگانه آلی که در سطح ممانعت کننده) از این جهت که با این روش سطح را از خوردگی جدا کند، مانعت کننده است.
ممانعت کننده : ممانعت کننده - نیگانه آلی

در سطح آب و اکسید (رطوبت) چسبندگی به مانعت کننده است. \rightarrow موم، گریس : مانعت کننده است.

برای قطعات که در فریم، سطح آن چسبندگی به مانعت کننده است. رطوبت زداها هم در این روش استفاده می‌کنند.
نیل : رطوبت زداها : ممانعت کننده است. رطوبت زداها هم در این روش استفاده می‌کنند.

حجم محلول زینکات - به مقدار کافی باعث گندگی زمین. در مقدار مشخصی در زمین. $\frac{9r}{kt} - 10 - 01$

محیط آب : مس (Cu) در آب - نرس : مسافت گندگی مشهور، خانواده آلودگی ها
نرس آلودگی - مرکبات و نبروت نرس آلودگی

محیط لغز : مسافت گندگی زمین فزونی در زمین. لغت یک یک زمین در مسافتات دیگر یک آب

اجزای مختلف در آب. در آب آلودگی ها قندها نرس در آب (در آب) SO_4^{2-} ، Cl^-

در بزم آلودگی در زمین ها نرس : H_2S ، قندها نرس ، قندها نرس ، Cl^- ، قندها نرس

قندها نرس pitting ... - باعث گندگی زمین در این مسافت گندگی ها نرس

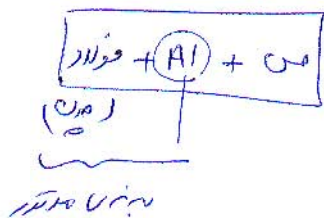
در زمین نرس مسافت گندگی در زمین نرس

علاوه بر اینها آلودگی نرس در زمین : هیدروژن

مسافت گندگی آلودگی - نرس در زمین نرس :

آب در زمین + نرس (آلودگی نرس) (آلودگی نرس) 4 در زمین نرس

وزن 4 نرس - نرس نرس گندگی + مسافت گندگی



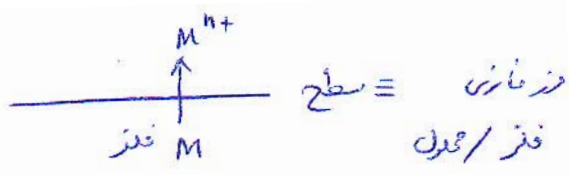
به نرس نرس مسافت گندگی نرس :

- Cu : نرس آلودگی
- Al : نرس
- Fe : نرس



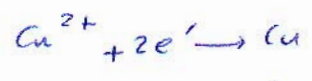
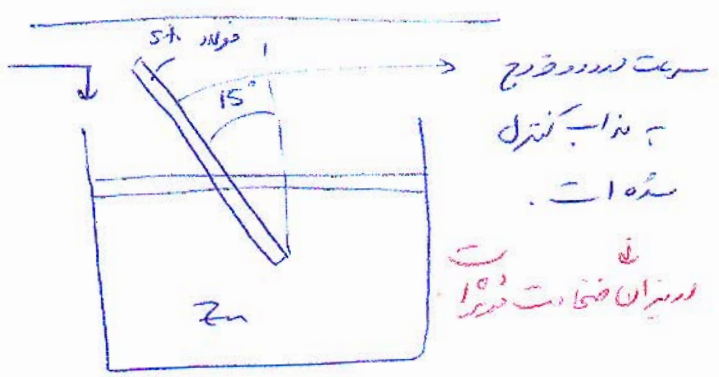
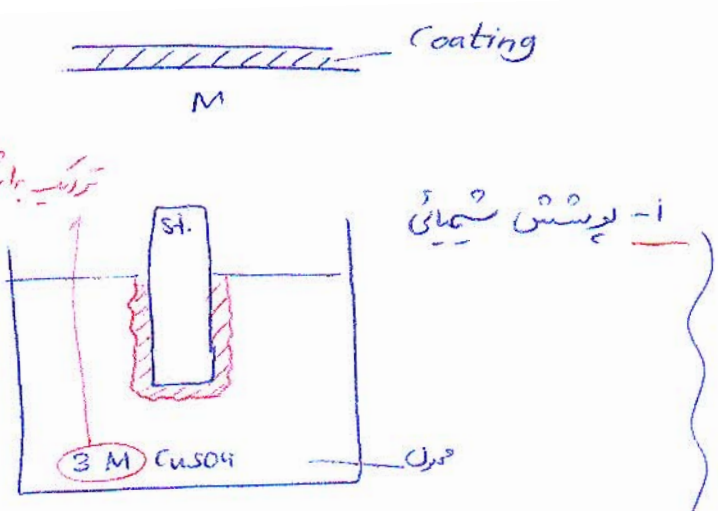
روش‌های پوشش دهی: (روش‌های شیمیایی)

در فرسایش فلزها جدول خوردگی اساسی استفاده می‌شود.

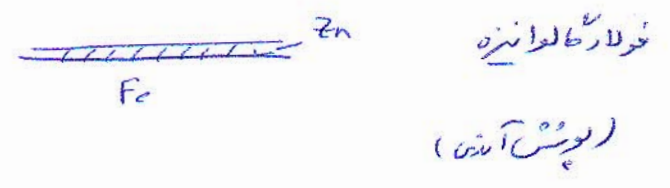


با Coating خوردگی $M \rightarrow M^{2+}$ در سطح گرفته می‌شود.

انواع پوشش‌ها: فلزی، پلیمری، سرامیکی



در سطح فولاد اسیا می‌شود. در هر سطح یک لایه نازک از مس تشکیل می‌شود. این لایه نازک باعث می‌شود که فولاد از خوردگی جلوگیری کند.

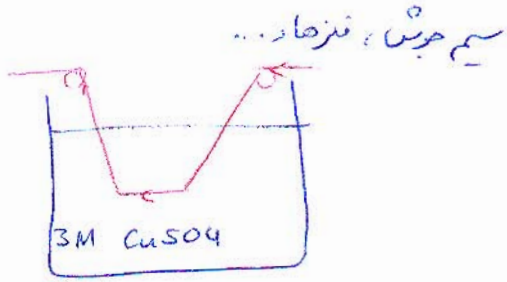


آلیاژها: Zn, Al, Ni
 $T > 720^\circ C$
آلیاژهای آلومینومگنزیوم

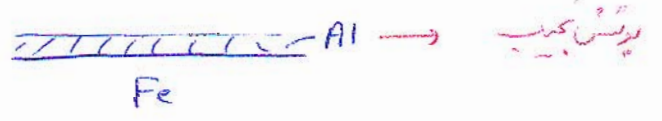
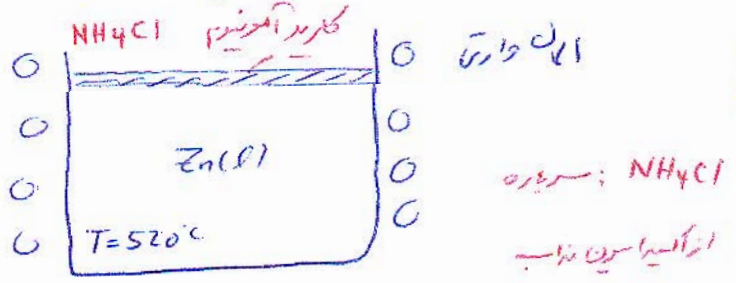
فلزات: Cd, Sn, Ag, Au هم می‌توانند باشند.

- الف - غلظت کاتیون فلز پوشش
- ب - اسیدیته محلول (PH)
- ج - ریز و ارت
- د - آلودگی‌ها

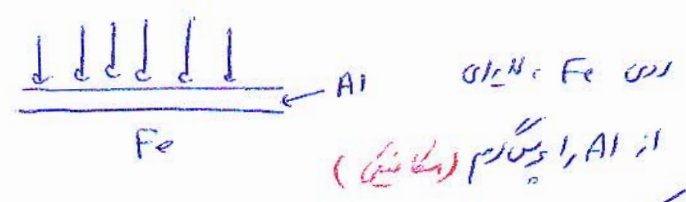
مثال: پوشش دهی سیم‌های نازک فولادی



2- پوشش دهی غوطه‌وری داغ (Hot dip)



3- روش کربن (cladding)



Zn مذاب: در $180^\circ C$ رزک است در این جا سرباره‌ها جدا می‌شوند و فلز آهنی با سرباره‌ها جدا می‌شود و فلز آهنی باقی می‌ماند.

کیم در جوش نقطه‌ای به هم می‌آیند: Al, Ni, Cu

در این حالت صورت پوشش بصورت لایه نازک است و با ابعاد بسیار کوچک و بالا لایه در سطح نشیند و در آن نفوذ هم می کند. پوشش در این حالت متراکم فولاد 304 (st.st) باشد. شکل آن در جاهای

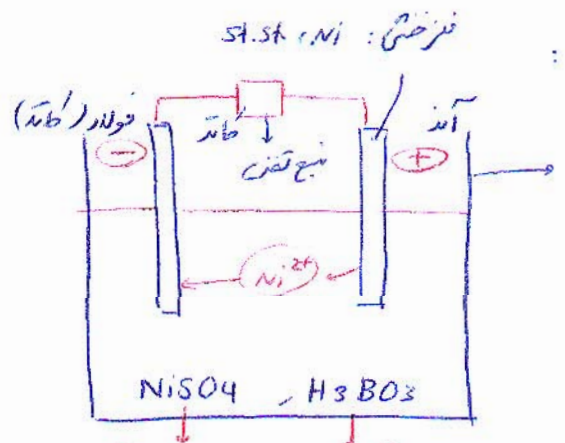


که مطلقاً آن رو بر هم:

پوشش از این موارد به زنگ می آید.

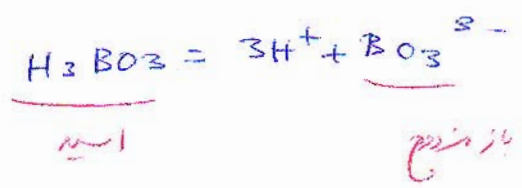
بعضاً پوشش استیل، پویش و کلاً انفصالات، پوشش از این موارد در تمام دریا و پوشش (آهن) است.

4- پوشش آنتروپاتی (آبکاری) - پوشش آنتروپاتی:



جام داغ
Watt bath

اسید بوریک یا فرکتند: تنظیم PH



سولفات نیکل 300 gr/lit
اسید بوریک 40 gr/lit

T = 40°C

PH* از 4.5 تا 5.5 (بسیار) (بسیار) (بسیار) این اسید بوریک PH

بین 3 ± 0.5 تنظیم می شود.

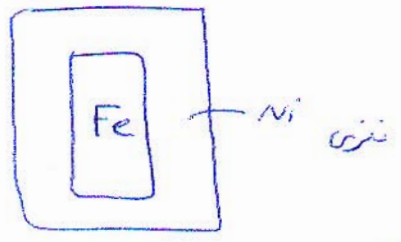
فرزخشی یا از جنس مادر است که در خواص تولید کنیم و یا فرزخشی است که تأثیر ندارد در اکسیدها پوشش از آن

آرژند Ni باشد: پوشش در هر کسب می کند. چون Ni²⁺ وارد محلول می کند. Ni²⁺ روی کاتد
اصلاً می شود که در سطح نشیند. اوقات با سرعت آبکاری را به همراه کیفیت کمتر

در آبکاری به منبع بیانش نیاز داریم. (منبع تغذیه: E) رایجاً: E = 10 Volt DC

مبیت روش کاغذ از هم جداست.

پوشش نیکل و برنج



حصول:

این روش خیلی از فرزات را می توان بعد از پوشش

تغییرات = بعد از پوشش:

بکاربرد. از Zn این روش پوشش باشد: گالوانیزه سرد

Sn - Zn - Cd - Ag - Au

در دندون خوراک

Al - Pb - Cu - Ni

پوشش‌های آلیاژی است: Fe-Cr-Ni , Fe-Cr ← st. st.

Fe-W , Fe-Mo , Ni-Mo.

Zn, Fe , Zn-Ni → Zn-Co

پوشش‌های درخشان، چینی زینک (Zn) و سرب (Pb)

A-B → 200

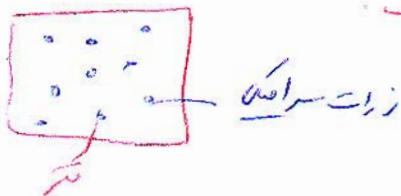
A-B-C → 250

A-B-C-D : 300

پوشش‌های آلیاژی در فرآیندها:

پوشش‌های کامپوزیتی: Ni-SiC , Ni-Al₂O₃ , Ni-B₄C , Ni-SiC

زینک فسفات و پوشش سرامیکی. پوشش بصورت ذرات است.



پوشش‌های چغاری: Ni-WC

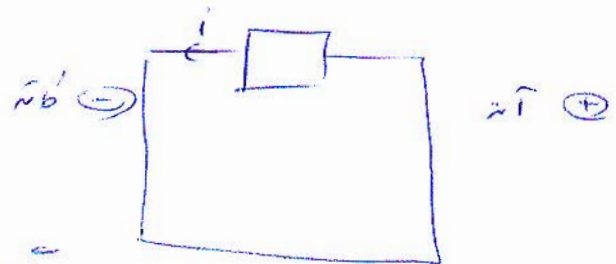
کاربرد صنعتی: قودالکاترکت بین‌المللی

استعداد برای پوشش‌های چندگانه: در میان کنترل است. عدل‌کنترل‌کننده: ε تباه‌کننده
 راننده: راننده به‌عنوان

$$\epsilon = RI$$

راننده به‌عنوان مدار دارم.

$$R = \text{مقاومت اتصال} + \text{مقاومت مدل}$$



در راننده به‌عنوان کنترل شود - حفاظت‌های به‌عنوان
 (پوشش نانو متری)

5- پوشش‌های الکترولیس (مدون جوی) در مقابل جویان در

ترانزیستور 1- فصل سازه سطح 2- جذب کیلایین‌ها در مابین 3- آلودگی الکترولیس

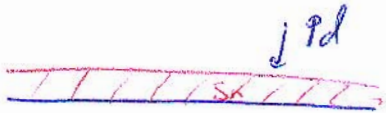
پوشش‌های در برابر پلیمرها و رسوباتها. (هم‌چنین‌ها را حذف کنید) (سطح 1) به آلودگی

① فصل سازه سطح: پوشش‌های الکترولیس نیکل این به‌عنوان کاربرد تبلیغ انجام می‌گیرد.

در برابر آلودگی Sn در سطح جویان

۱۰ تا ۳۰ نانومتر آبی (1-3 nm) Pd روی سطح کربن سیاه. سطح حاد کربن سیاه

آبکاری Ni در آن انجام می‌دهیم. اول 5 تا 10 میکرومتر Pd. Pd حفره حیدر



این جریان داریم - آنتروپس

پد جانین سطح میکرو Pd روی Ni روی Pd حفره حیدر

۳ قطع کاتینا پایداری در آن Ni در آن آنتروپس، قطع حاد می‌کند.

پوشش‌ها کاتینا:

روی سطح کاتینا شده باز شده. گسالت رتد آرسین مورد (خوردن سوراخ) - در برابر رتد آرسین

پلیمرها کاربرد در رنگ محیط دارند. (در آن Ni) در آن میکرو رتد آرسین

در محیط Indoor (بسیار پر استفاده) در آن رتد آرسین، پدین بین پلیمرها در سطح ۱۰.۷

حفره حیدر شده میکرو. (بسیار کاربرد دارند و رتد آرسین)

این پوشش پلیمری در آن نوری: Lining و Linking می‌کنند؛ مثل PE، PVC، BS

در واقع تکنولوژی هم این Lining است. هم برای این‌ها رتد آرسین، رتد پوشش

خوردن در محیط آنتروپس است. در سطح خوردن با آن، رتد ندریم بکتر پوشش پلیمری در آن رتد آرسین

PU (پولیاورتان) است. PU است که آنتروپس رتد آرسین، رتد پلیمرها دارند.

با اعمال فشار کم میتوان این‌ها را در رتد آرسین، رتد پلیمرها، فلج‌ها این نوع پوشش در آن رتد آرسین، رتد پلیمرها، فلج‌ها

پوشش‌ها کاتینا:

پایداری شیمیایی آن در واقع در آن رتد آرسین، رتد پلیمرها، فلج‌ها

مثلاً: SiO2، Al2O3، Cr2O3، TiO2: اکسیدها کاتینا

پوشش‌ها کاتینا: Cement coating: سطح‌ها کاتینا، کاتینا

پوشش‌های محافظی (پوشش‌های آکسید)

در پردازش‌های پوشش‌دهی: MgO

پوشش‌های سرامیکی: TiN و TiC

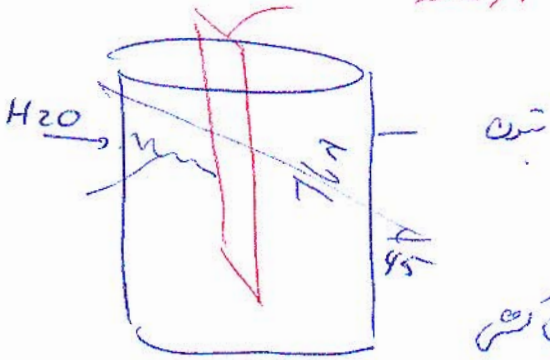
برای فولادهای اترار، پوشش
سرامیکی از طریق

تیمور Ti / کربید Ti
زرد رنگ / خاکستری

این پوشش‌ها سرامیکی اند.

سرامیک‌ها مثل بتون یک لایه دارند: برخی سرامیک‌ها جابجایی دارند: رایج‌ترین شکل است مثل بتون.

بتون عموماً از فولاد 1010 فراد 37: آرماتور



H_2O به فولادی می‌رسد: آکسیدها



تسلیخ اند - 7-12 برابر از آن حجم - سس گستر

آب - بتون سس بیجا در فولاد 45 در بتون سس در فولاد است - شکست در فولاد بتون

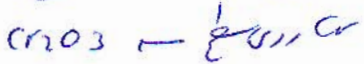
حفاظت بتون: پوشش آرماتورها مثل چاهت کته، پوشش روی ر...

گاهی فقط بتون سس در فولاد بتون سس در فولاد بتون سس در فولاد

این ۲۲

سرامیک‌ها سس و استراحتی نمی‌کنند.

۴ - پوشش‌های نشوون: کاربرد: (ماهای بالا: روی سطح یک خوبان پلیت در آل و آرسید هم: ...)



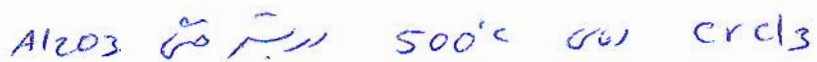
یک جبهه راد اقل فلز نشوون، نشوون هم: نشوون فلزات در فلز نشوون: Al روی سطح Al_2O_3



پوشش نیکل

می‌خواهم یک سرامیک در سطح نشوون هم (آرکسید هم)

- با فلزات کروم‌های نشوون

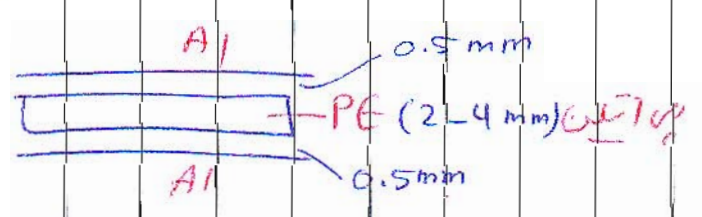
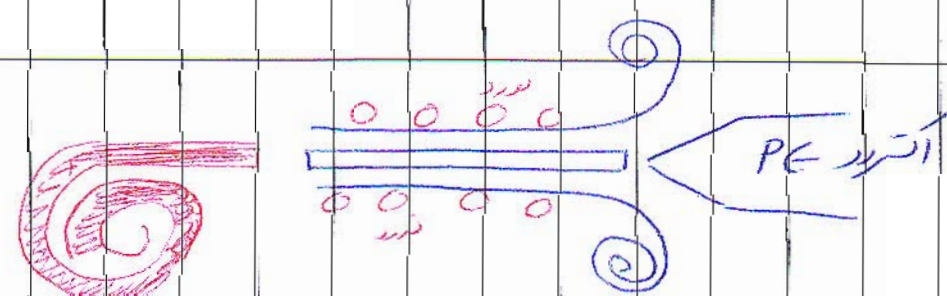


کاملاً نشوون: کاربرد
نشوون: کاربرد

پوشش‌های نشوون: Cr در سطح Al - نشوون نشوون Ni

پوشش‌های نشوون: Al نشوون: سرامیک‌های نشوون: Al در سطح Al_2O_3 + عالی نشوون: کاربرد

لیست پیوست کدینگ حسابهای "معین"

تاریخ	شماره سفارش یا فاکتور	رسید انبار	قرارداد	شماره پرسشی	شرح	نام ویز حساب	شماره حساب
					<p>Al-clad</p>  <p>PE (2-4 mm) <i>پوشش پلی اتیلن</i></p> <p>0.5 mm Al</p> <p>0.5 mm Al</p>		
					 <p>آستر PE</p>		
					<p>سین آل و PE صلب هم رنگ من PE جیبی</p>		
					<p>جیبی نوار برنج PVC</p>		
					<p>آب دریا و عرض 5 mm - میزان خوردگی قابل</p>		
					<p>آب آل اناریم سرد - عرض 50</p>		
					<p>finish</p>		

P(6)

نوع لایه Lining 1

نوع

آندازینگ

پوشش اکسید آلومینا: برعکس روش های قبلی است که سطح را پاک می کنیم. فنر در این حالت به این قابلیت برادار است

باید که در اثر اکسید شدن NH_4OH یا پیدایش کند دهد. فنر در این حالت برادارند: Ti, Al

Al را از رها کنیم، خودش Al_2O_3 شکل می دهد (لایه محافظ)

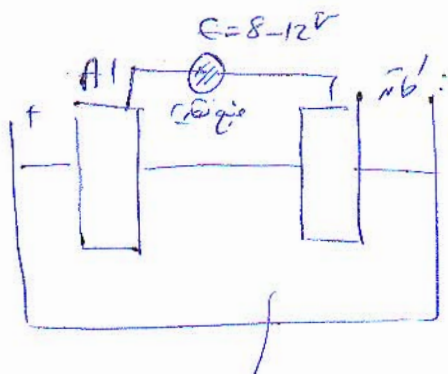


چون $1-2 nm$ است. رانندگی به رها کنیم، از این قسمت $6-10 \mu m$ تا در لایه انتقال پیدا می شود و در

پوشش می دهد تا فاصله این پوشش از $50-100$ یا پیدایش کند در محیط ها کربیدی می دهد که در

pitting می شود که آن هم حفره ها خرد و وسیع است

برای آندازینگ



حفره تا در رها کند

حفره پر سیلیس $Al_2Si_2O_7$



barrier layer: لایه محافظه کننده

حفرات شش ضلعی از روی سطح می بینیم

آندازینگ: محلول H_2SO_4 (اسید اکسی کربنیک نه)

این NH_4OH یا پیدایش کند که از روش های قبلی مختلف است - لایه های نازکی اصل مقدار را ایجاد می دهد

این حفرات را پر می کنیم (سیل کردن حفرات با صوم، واکس، ترکیبات گرداننده، در آب جوش در این صوم)

محلول های هیدروکسید Al پر می شود $(Al(OH)_3)$. اندازه حفرات در میکس می بینیم است.

این لایه ها مانع تا $3 nm$ پر می شود. اما لایه های بیرونی به روش شکل می شود. لایه های مانع، عایق الکتریکی است

البته نسبتاً عایق است (نمی تواند) با دوپینگ کردن هدایت آن NH_4OH در حفره Al خودش مانع

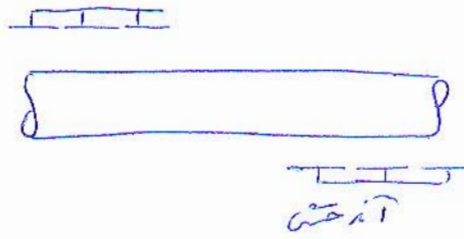
پایین است - اما لایه های مانع چون است - گرم می شود. برای NH_4OH ترک ایجاد می شود (میکرودرنگ)

به چون از ترک میزاید می شود. این حفره شکل می شود. بارش لایه های بعدی این حفرات هم رشد می کند.

تا این که ضخامت بعدی شکل می شود.

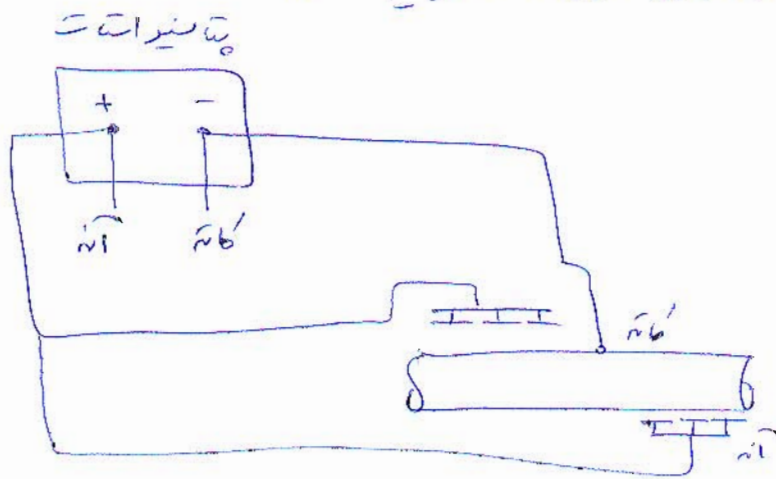
* حفاظت کاتدی: Cathodic protection

انواع حفاظت کاتدی }
 ۱- آند فداشونده (Mg, Al, Zn) (...)
 -2.1 -1.2 -0.76
 ۲- روش اعمال جریان : applied current



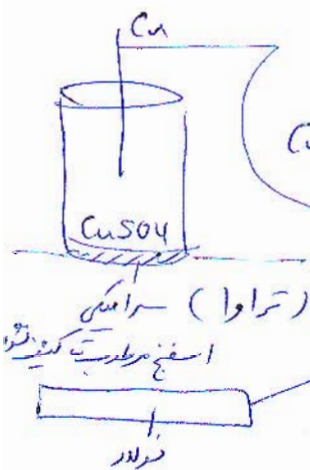
فولاد زنگ نزن و سایرین → آندها MMO آند گالنیست فکوره نمی رود.

این آندها باید هر روز مانده شسته شوند و با جین جوی را نخوبی عبور دهند. ممی اطرافشان هدایت هوش داشته باشد و جین در اثر تصادم با زنگ سطحی، تخریب شوند.



بین مقدار منبع تغذیه می داریم. خطوط فشارها در حالت رگن چاره ها رگن برق هم داریم. کیت ترانس هم می داریم (ترانسفورماتور)

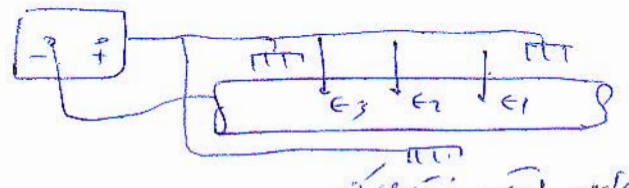
جریان شهری تبدیل به DC می شود. پتانسیل است (تبدیل آب است به سفیدی)



* معیار حفاظت : فولاد در خاک : $E = -0.6V$ نسبت به اکترو درج Cu/CuSO4 مثل PH رستن.

ملاطم می شود $E = -0.6V$ نسبت به اکترو درج

این پتانسیل در اثر حفاظت باید $E = -0.95V$ برسد پس اگر پتانسیل معیار رستن



این ها فولاد باید از 0.95 پتانسیل در 1.2 رگن و فولاد باید از 1.2 رگن اشکال نباید در 1.2 رگن

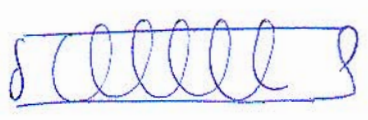
در تابلوهای بیسی از حد منفرض $\epsilon = -1.6$ (۱۶) . ادلا اقتصادری نسبت .

میل بیسی است که ریکه با جدول تیراها ۱۲ کازرات به تیراها ۲۹ استوارکنج .

در اینصورت اینکسور over protection داریم .

$\epsilon = 0.2 + 2H_{20} + 4e' = 40H^{-}$: ϵ در سطح عمیق

از جنبه مقابله به OH^{-} اینا برسیور .

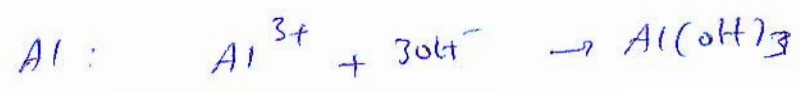


روی لوله ها ، نوارها و مسیله کاشنه ، در وقت (مقاومت با بارگیری)

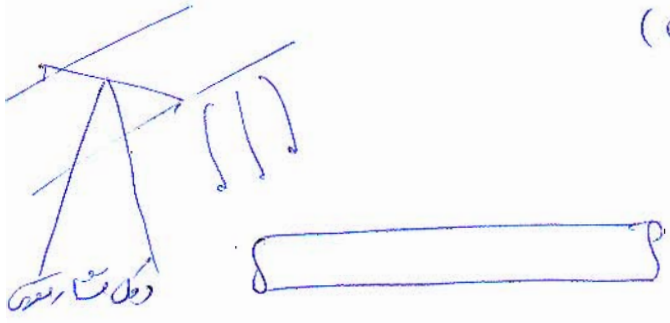
جنبه با لوله در (over protection) چون مقابله مستقیم کار داریم به این پریش ها

از این صوابد .

برای غرآهزها مثل Al ، اثر ربط قده زاینده به پریش ها را از این لوله : صده کاشنه (کاشنه)



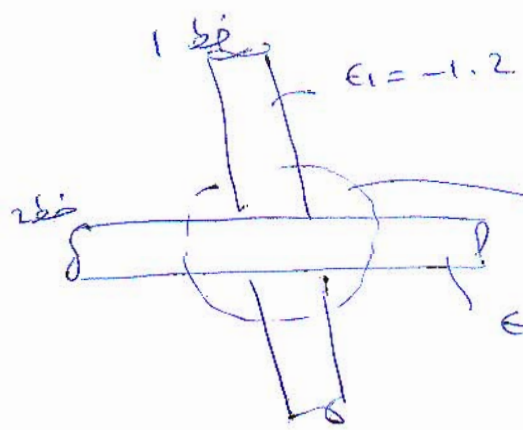
فشل دم : stray current (جول سرگردان)



در شبیه جول اگر تیرا هم داریم .

دکل های شارژی ، جول ها سرگردان ایجاد می کنه .

به بایه در فواصل در زیر این لوله ها در زیر زمین هم چنین مناطق مکنه .

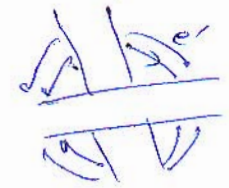


بدر از دکل ها :

در خط لوله که یکی از زیر زمین عبور می کنه .

از خط ۱ جول به خط ۲

وارد می شود (جول اضافی)



در واقع جول اضافی را به خاک

از خط ۱ جول وارد می شود و از خط ۲ این جول

به خاک وارد می شود . جنبه است از خط ۱ .

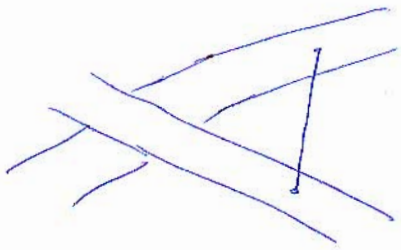
over protection از خط ۰ جنبه است .

بین خطوط مقاطع مطرب نیست

راه حل : (برای خطوط مقاطع)

۱- در طراحی فواصل رعایت شود. در عکس عموماً فاصله : 6m

۲- ابعاد در خط. اگر به هم این ریفورس وصل شود، چون در مقطع توزیع



نیست. این مورد مشهود است

و هم در محاسبه جابجایی این نیست ←

(چون بارها صرف می کند)

۳- عایق کاری (Shield) مثل سپر پلیمری، سپر بتونی (بتون پر پلیسین نه ممبران)

بین دو لوله این عایق ها را قرار می دهند. میگرد پلیسین مقادیر بتون را بیشتر به هم می یزد.

بین دو شکل دار که بر یکا اول باید به هم چسبند تا آنکه در آن overprotected است و باید

مقایسه در روش حفاظت :

روش حفاظت	چون اعمال
آسان است	پلیسین
شکلها را تمام ندارد	شکلها را تمام ندارد
در محیط حفاظت کم به عمل اعمال	در تمام محیطها
حزینتر نصب اولی کم	حزینتر نصب اولی کم

چنین آنرا ها که در استونته :

Fe	Mg
-0.44	-2.1
Δ 1.8	

برای خاک Mg مناسب است. هر چه خاک مقادیر آن کم
نیست به هم چسبند تا چون از آن عبور کند به هم
چسبند و زایل شود.

Al
-1.2
Zn
-0.76



آنرا نه خیلی سریع و نه خیلی کند باید

هندسه شود. بین به سرعت انزال آنرا، اینتیم پخته

سرعت انحلال (kg/Amp.year)

Mg	Al 7.5-8	:	AZ63	خدشهای انتخابی (کجن کف رویه)
Al	3-2	←	Al-Zn-Hg	
	5-2	←	Al-Zn-In	
	8-9	←	Al-Zn-Sn	
Zn	10.5		Zn-In	

آهن ها که مورد استفاده:

* دین پیلین : 14٪ سیلیس دارد.

Fe - 0.95٪ C - 14.5٪ Si

تعداد شکننده و مقاومت کم
 خدشهای انتخابی

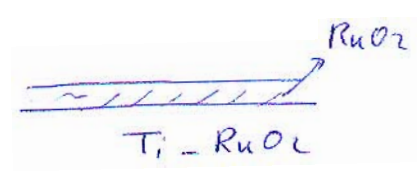
سیلیس در سطح را پایداری میکند.

* مهارت رانندگی : جیب ها در آب

* طاق ها در پلیمری

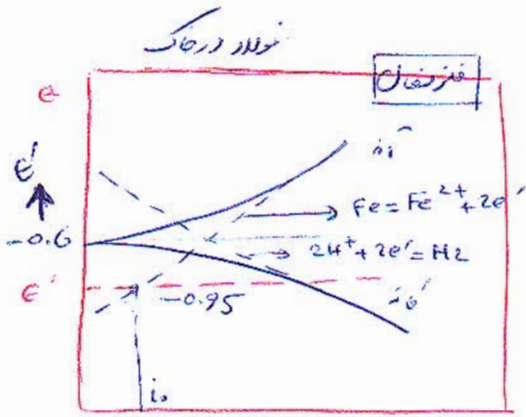
* Pb : آهن جیبی فرسایش
 (آهن + 6٪ Pb)

* St. St. : آهن زان ترساک.

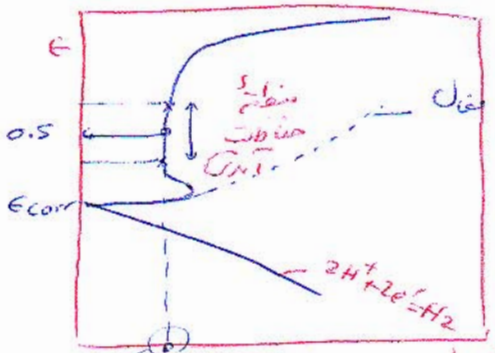


* مقاومترین آهن در grade MMP

حودتی



St. St. : آنزفول



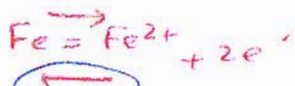
حفاظت کاتدی

حفاظت آنودی

فولاد دریا

محدودیت

پتانسیل تقویری آن (فولاد)



منطقه

آنزفول

over protection

فولاد دریا در حفاظت آنودی نمیگردد اما حفاظت کاتدی میسر است. جریان آنزفول آن را از زیر کرم خوردگی میگذرد.

بین منطقه critical و Transpassive، منطقه حفاظت آنودی در نظر میگیرند.

$i_{pass} < 1 \mu A/cm^2$ (C.R Impy) ≤ 0.5 mpy

جریان پاسیو آنجا که میتواند باشد که کمترین باشد.

بین حفاظت آنودی در منطقه critical که $i_{pass} < 1 \mu A/cm^2$

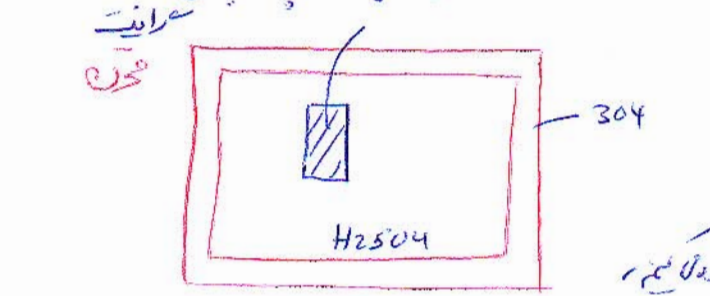
در صورت حفاظت آنودی به تشکیل passive کمک کرده ایم.

به حفاظت در نظر برسد.

400 و 300 فولاد دریا در آنزفول : Fe-Cr | Ni, Ti, V, Mo

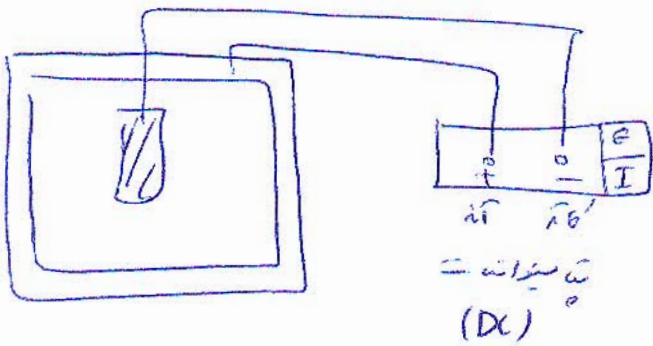
آنزفول در Ni-Cr, Co-Cr و آنزفول در Ti

حفاظت آنودی این است که $i_{pass} < 1 \mu A/cm^2$

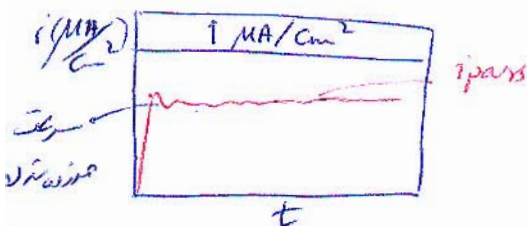


در حفاظت کاتدی، آنزفول را میزنیم و به هم میزنیم اینها را در آنزفول در نظر میگیریم.

P(2)



اندازه گیری در محلول کربن دی اکسید
 پتانسیل این پتانسیل 0.5V
 رانده 0.5mA تنظیم کنیم ← خود کرد
 جریان را تنظیم می کند.



دقت را اعمال ← جریان بر خود آمد به پتانسیل گذارد.
 برای جریان ، ipass است

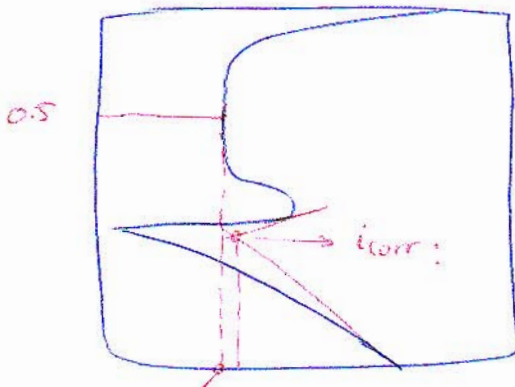
در رانده میزان خوردگی آید از قبل در این دوره در رانده 1 MA/cm^2 موندن پتانسیل جریان
 خوردگی را در این (Monitoring) این خوردگی که کیفیت است در صافت در پتانسیل



در این جریان کیفیت شده در اثر این پتانسیل

مده است. در این نمودار ، گفته شده $i_{pass} = i_{corr}$ (جریان پاسیو = جریان خوردگی)

در حفاظت می آوریم



$i_{corr} = 50 \text{ mpy}$

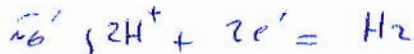
$i_{corr} = i_{passive}$ ، حفاظت از آن ، 50 mpy

بدون حفاظت حسابیت pit و خوردگی هم داریم
 با حفاظت آید ، حسابیت pit و خوردگی کم شود

* ترمودینامیک خوردگی :

$$M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$$

$$E_a = E_a^\circ - \frac{0.059}{2} \log [M^{2+}]$$



$$E_c = E_c^\circ - \frac{0.059}{2} \log \left(\frac{P_{H_2}}{[H^+]^2} \right)$$

(نمونه) پتانسیل های تاندم - ترمودینامیک

در حفاظت کاتدی پتانسیل را آن E_a کم کنیم ، $M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$ موزر

$$E_{cell} = E_c - E_a \quad \text{در} \quad E_{cell} > 0$$

خود را حسابی

یعنی M خوردگی میورد و H^+ اید میورد

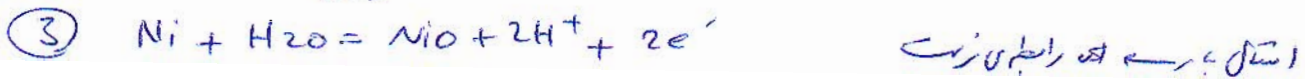
در حفاظت کاتدی پتانسیل را آن E_c کم کنیم ، $E_{cell} < 0$ سوز ، تا قشر خوردگی نشود

→ $z\text{pH} = -\log K - \log [\text{Ni}^{2+}]$: یک خط عمود بر خط من

عقله های کمتر $[\text{Ni}^{2+}]$: pH بیشتر

همه E بیشترند ← Ni^{2+} در جدول است. در راجع منطقه با پایداری حسی به یک کتاب

اکسید



$$E_{\text{Ni}/\text{NiO}} = -E^\circ_{\text{Ni}/\text{NiO}} - \frac{0.059}{2} \log \frac{[\text{H}^+]^2}{1 \times 1}$$

$$E_{\text{Ni}/\text{NiO}} = -E^\circ_{\text{Ni}/\text{NiO}} - 0.03 \log [\text{H}^+]^2$$

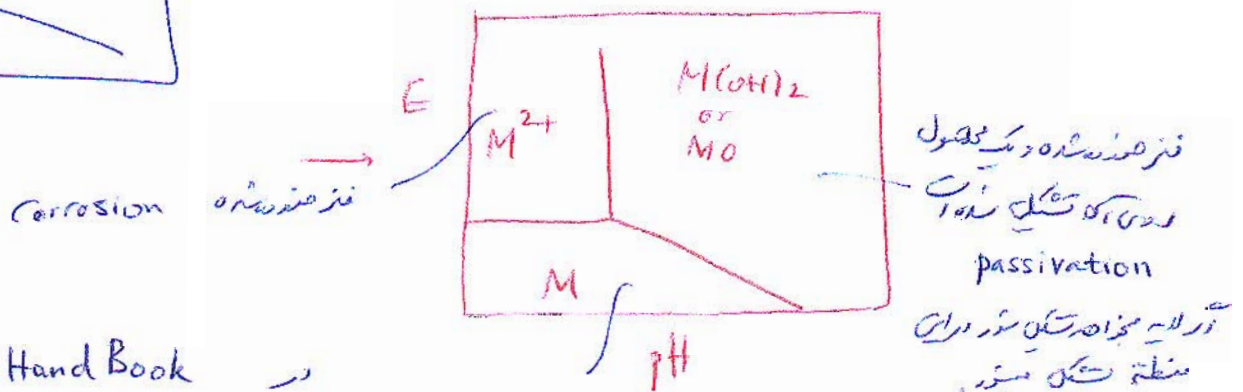
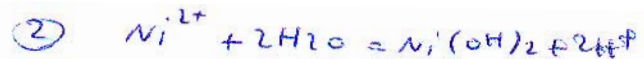
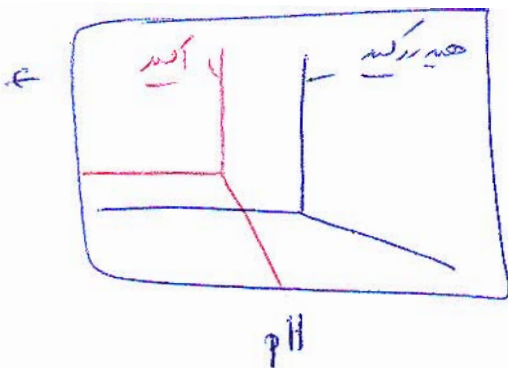
→ $E_{\text{Ni}/\text{NiO}} = -E^\circ_{\text{Ni}/\text{NiO}} - 0.059 \log [\text{H}^+] = -E^\circ_{\text{Ni}/\text{NiO}} + 0.059 \text{pH}$

$E = E^\circ - 0.059 \text{pH}$ در حالت ایستایی :

پس ثابت برای هر قتری این سرد است را بنویسیم.

همه تر آن بجای اکسید از هیدروکسید استفاده کرد: بجای NiO ، $\text{Ni}(\text{OH})_2$ داشته نام رسم

در کسور تر نصف های ضغوط فقط اکسید می شود.

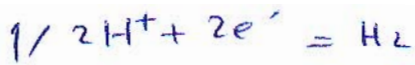


Immunity : منحصراً

پایه ای این است که سنگ ریزه را در سردی یک کتاب تحقیق کند.

در سرد st.st. می توان سطح NiO شکل دارد ← در تمام آن شبیه است که Fe

در اکسیداسیون حاصل (H₂O) :



$$E_{H^+/H_2} = 0 - \frac{0.059}{2} \log \frac{P_{H_2}}{[H^+]^2}$$

خطی با شیب منفی

$$E_{H^+/H_2} = -0.03 \log P_{H_2} - 0.059 \text{ pH}$$

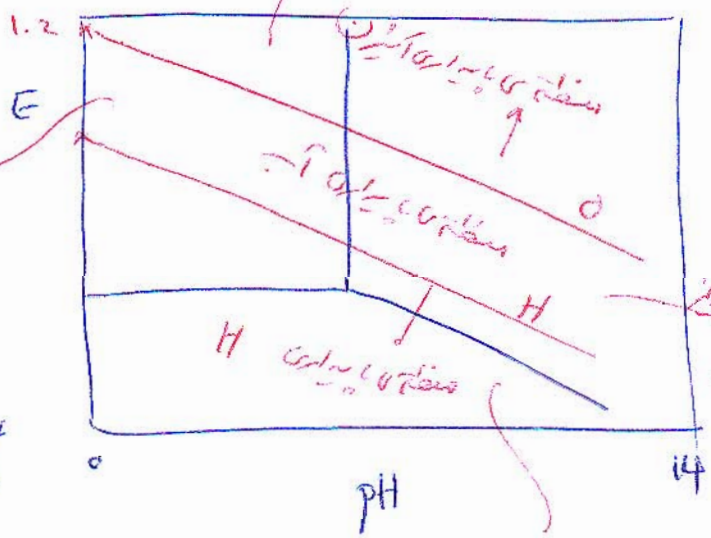
(E_{H⁺/H₂}) منحنی اکسیداسیون - فزونی پتانسیل و اکسیداسیون

$$\left. \begin{matrix} P_{H_2} = 1 \text{ atm} \\ \text{pH} = 0 \end{matrix} \right\} \rightarrow E = 0$$

شرایط استاندارد



OH⁻ و H⁺ : -1 -1



فردا...
M²⁺
منحنی



$$E_{O_2/OH^-} = 0.41 - \frac{0.059}{4} \log \frac{[OH^-]^4}{P_{O_2}}$$

$$= 0.41 - 0.059 \log [OH^-] + 0.015 \log P_{O_2}$$

$$= 0.41 + 0.059 \text{ pOH} + 0.015 \log P_{O_2}$$

14 - pH

منحنی اکسیداسیون
↓
منحنی کاهش
اکسیداسیون

$$\rightarrow E_{O_2/OH^-} = 1.2 - 0.059 \text{ pH} + 0.015 \log P_{O_2}$$

$$\left. \begin{matrix} P_{O_2} = 1 \text{ atm} \\ \text{pH} = 0 \end{matrix} \right\} \rightarrow E = 1.2$$

شیب در 0.059 - است
11- اثر زمان در ترمز پمپ...
10- پمپ...
9- اثر سرعت سیال...
8- اثر...
7- اثر...
6- در...
5- اثر...
4- کار...
3- اصل...
2- خط...
1- خط...

- 1- خط عمودی : pH
- 2- خط افقی : اکسیداسیون
- 3- اصل فوردی را میدانیم است
- 4- اصل...
5- اثر...
6- در...
7- اثر...
8- اثر...
9- اثر...
10- پمپ...
11- اثر...

سینتیک خوردگی :

سینتیک الکترود :

ΔG واکنش یونیزه شدن فلز در محیط آبی منفی است . $\Delta G < 0$ $E > 0$.
 $M = M^{n+} + ne'$ در محیط آبی

چیزها که برای فلزات متفاوت است ، سرعت واکنش خوردگی آنها است .

سیتم های خوردگی در حالت تعادل کمپوزیسیون نیستند . E : تعادل این اصطلاح از تعادل

فوق پتانسیل و سرعت واکنش خوردگی تغییر کند . هر چه اختلاف از تعادل بیشتر شود ، سرعت خوردگی بیشتر شود .

E : پتانسیل غیر تعادل

هر چه η بیشتر باشد ، سرعت خوردگی بیشتر شود .

سؤال : محلول ده درصد HCl ، پیلار Fe و پیلار Zn :

پتانسیل استاندارد : $\left\{ \begin{array}{l} Zn = -0.76 \\ Fe = -0.44 \end{array} \right.$

(سرعت خوردگی Fe > سرعت خوردگی Zn)

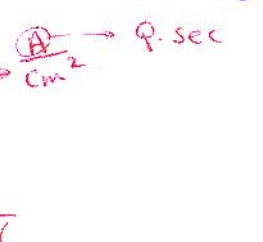
$r_{Zn} > r_{Fe}$

سینتیک را با پارامتر r می توان بررسی کرد . \leftarrow یک پارامتر دیگر تعریف می کنیم .

سرعت خوردگی را r نشان می دهیم : r وابسته به جویان خوردگی

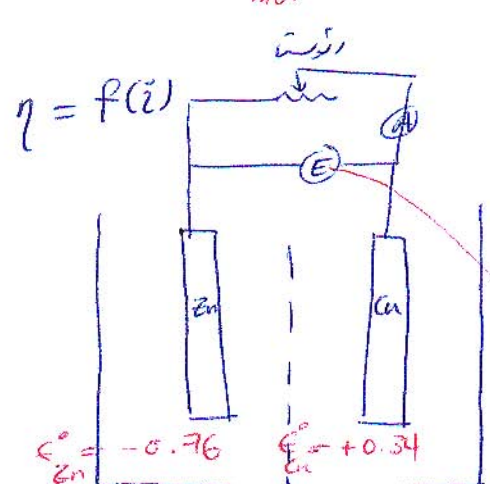
$i : \frac{mA}{cm^2}$

$r = \frac{i}{nF}$
 (mol / cm².sec)

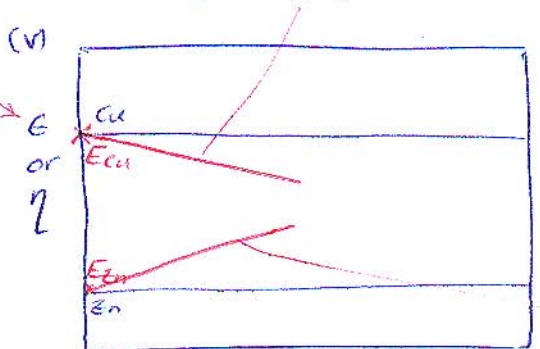


r : سرعت خوردگی
 Q : کاتد

r : چندین برسانتی که مربع در مانده از فلز خورده می شود .
طرف راست در مورد بار جایگاه صحت می کند .



تغییرات پتانسیل بر حسب جویان به دست می آید .
کاتد : Cu ، پتانسیل آن کمتر از آنده : کاتد



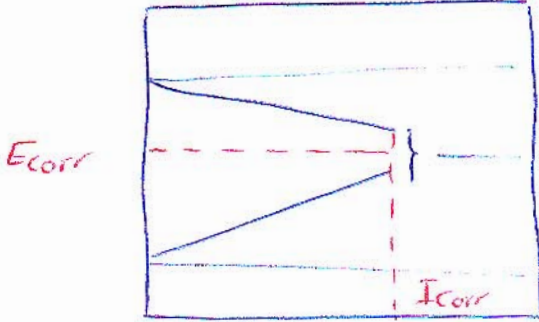
اگر مدار باز باشد هر دو دام به تعادل می رسند و خطوط افقی رسم می شود چون هر دو هم پتانسیل دارند .
علاوه بر آنده با آنده

$E_{Cu} = E_{Cu}^0 - \frac{0.059}{n} \log \frac{1}{[Cu^{2+}]}$
اینجا E هسته : تعادل

P(2)

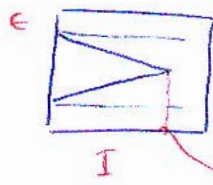
وقتی به هم وصل می‌شوند خود را اکسی پولاتری می‌شوند و در ظاهر هم ترکیب شوند. ممکن است حدی را قطع کنند و ممکن است حدی را قطع نکنند.

اگر تبادل آمیزن کامل انجام می‌دهد، این دو هم می‌رسند. اگر نرسند برای رسیدن یک استتایل را در یک از مقادیر محول ایجاد شده است.



$IR_s = V_s$
s: solution

پس یک اضافه شدن پتانسیل از آنرا که دیده می‌شود در اثر فعالیت محول



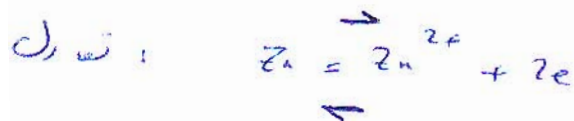
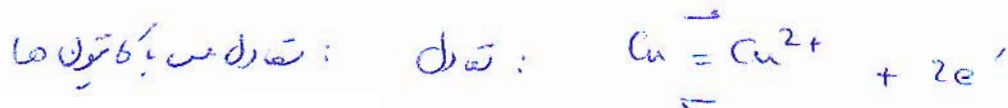
اگر هم رسیده پس مقادیر محول اجزا است:

E_{corr}
 i_{corr}
تساوی جریان صوری

E_{corr}
 i_{corr}
حالت پایدار (steady state)

اگر نترسید به حال خود رها کنیم به حالت پایدار می‌رسد یعنی E_{corr} و i_{corr} این به تعادل فرقی نمی‌کند.

همین فریزر محول به حالت پایدار می‌رسد
ممکن است اجزا با یون‌ها در تعادل باشند و یا نباشند.



کلیت مجموعه، چون می‌دانیم (همیشه در تعادل) - پایدار می‌مانند نه تعادل، چون

همین اجزا داریم.

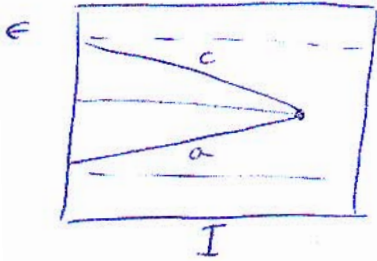
پایدار: یک مجموعه سرعتی داریم اما سرعت مجموعه را که در این سرعت تعیین می‌کند به بقای اجزا با همین سرعت پیش می‌رود.

در range، r وسیع بود، محول جریان الکتریکی می‌شود، اگر محدوده را zoom کنیم

میزان محول الکتریکی داریم.

3- مقادیر: در اثر مقاومت محول و اتصالات ← کاهش فاصله آند و کاتد (برای مقاومت محول)

← محلول کم مسور ← کاتر آند فاصله از حجم در اندر کردار $e-I$ می:

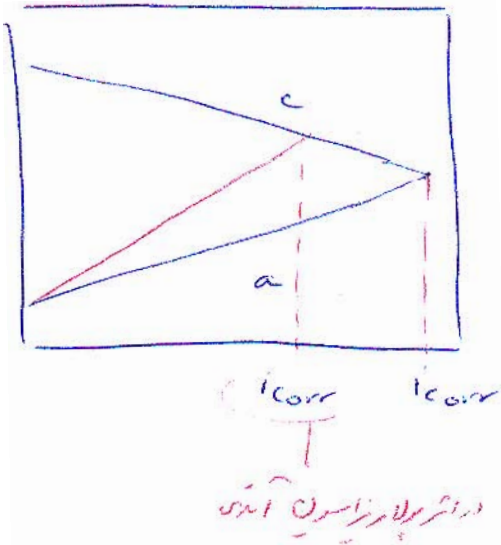


در روش های حفاظت آندی حفاظت می کنیم

← واکنش های آندی را پلاریزه می کنیم.

حفاظت کاتدی ← واکنش کاتدی را پلاریزه می کنیم

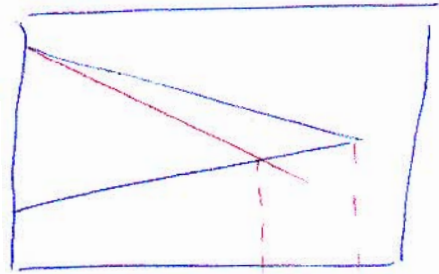
هدف از خوردگی: کاهش سرعت



مقاومت محول ناچیز

1- پتانسیل آند را پلاریزه کرد:

2- آر کاتد را پلاریزاسیون کنیم

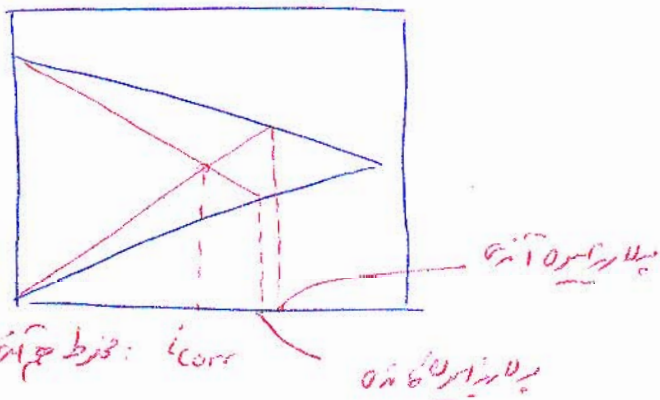


در اثر پلاریزاسیون آندی i_{corr} کم می شود.

در حالت محلول:

میزان در خوردگی از این پلاریزاسیون ها

i_{corr} را کاهش داده ایم.



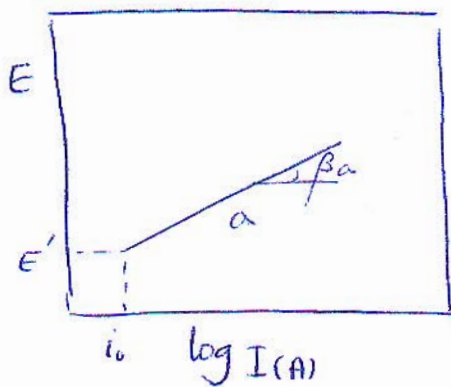
محلول جمع آندی در کم می شود

پلاریزاسیون کاتدی

خوردگی تغییرات در سینتیک واکنش های آندی و کاتدی را می توان با بستن پلاریزاسیون کرد.

تمام گشتات سرعت را می توان با بستن پلاریزاسیون بدلت آورد

۳: شبیه برای راستن اولین نقطه:



نداردی نشان دار پتانسیل با جویال رابطه خطی دارد.
 $E = A + B I$ (در صورتی که کوچک)

بعد تا نشان دار (Tofel) در گذشته وسیع

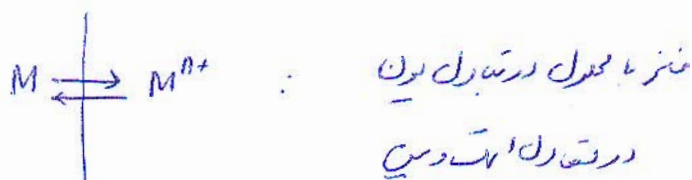
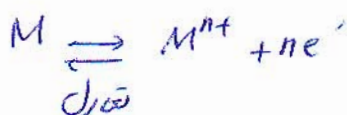
$$E = A' + B' \log I$$

مختصات شروع واکنش: $\left| \begin{matrix} E' \\ I_0 \end{matrix} \right.$

چون $i_0 = \frac{I_0}{A}$: رانسیته جویال

ما رانسیته جویال تبادل

E' : پتانسیل تعادلی



این دو یون در حال تبادل است. شار رفت در جهت راست و شار برگشت در جهت چپ. نشان هم در جهت برای دینامیک تعادل

پس i_0 : شار یون در جهت رفت و شار برگشت در جهت برگشت از یون امکان داریم.

تعادل: $\Delta G_{ox} = \Delta G_{red}$: ترمودینامیکی

سینتی: $i_{ox} = i_{red}$: سینتیکی

اکسیداسیون احیا

در تعادل سینتیکی: سرعت رفت در جهت راست با هم برابر است

پس نقطه اولی را نقطه تعادل ترمودینامیک میگویند. یعنی در آنجا شار رفت و شار برگشت برابر است. پس وقتی ما یک نقطه آن را رسم کردیم.

رانسیته جویال تبادل: در مدار تعادل مصرف است. برای حرفی مدار مشخص است.

مثال: برای امپدانس هم در آن مدارات مشخص را داریم:

$$H_2: \begin{cases} i_0(H_2) = 10^{-12} \frac{mA}{cm^2} \\ i_0(Pt) = 1 \frac{mA}{cm^2} \end{cases} \quad i_0(Fe) = 10^{-6} \frac{mA}{cm^2}$$

پس تغییرات بزرگی از i_0 داریم. ما تابع خصوصیات سطحی ذرات مختلف است.

3- با اجزای شرکت کرده لاین ها و کاترین ها
در مدل

2- ترکیب سنجی استریت (مدل)

4- غلظت اجزای الکتریکه و امپاکتوره . یعنی همان آسین ها و کاترین ها .

5- کیفیت سطح

$$I_0 = K (C_{Mn}^{n_c})^\alpha$$

K: ثابت سرعت . غلظت بقیر عامل در K و α آندانه .

α : ضریب اسهل بار

$C_{Mn}^{n_c}$: غلظت

شیب در رسم منحنی ها در خط است

کینتیک واکنش الکتروشیمیایی :

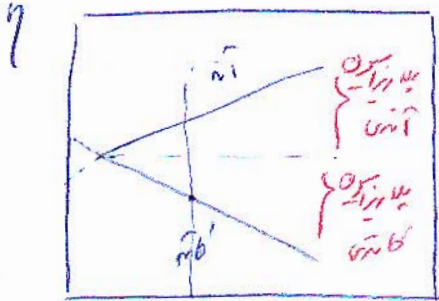
واکنش تحت پلازما

تغییر $\eta = \epsilon - \epsilon'$ اوربیتال

تغییرات پتانسیل در حالت تعادل تراش دهیم ، در این حالت واکنش ها

تحت پلازما در شرایط تعادل تراش دهیم ، کینتیک عوامل می خواهد سرعت را از بارگیری می خواهد سرعت را کم کند .

* پلازما در شرایط تعادل تراش :



η_a : اوربیتال آندی

η_c : اوربیتال کاتدی

تغییرات خطی است :

$\eta = A + B \log i$

(رابطه تافل)

$\log i$

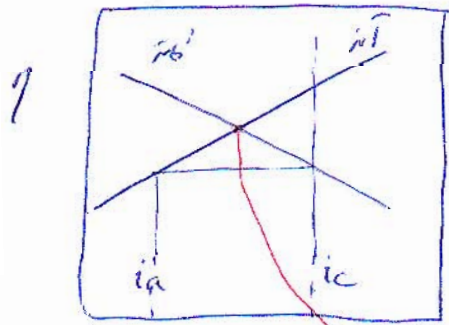
واکنش کاتدی غالب

$\eta_a : I_{ox} > I_{red}$

$\eta_c : I_{cathdy} > I_{ox}$
or red

در محیط کاتدی ، i در کاتد بسیار بیشتر از i در آند است :

در شاخه کاتدی



در شاخه آندی ، سرعت ترمه اکسیداسیون در شاخه کاتدی سرعت نصف اکسیداسیون

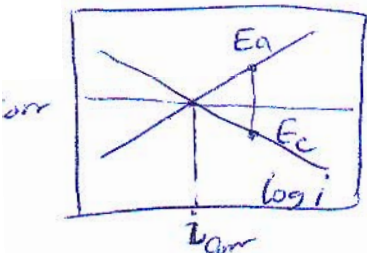
بیشتر است . در حالت پایداری سینتیک : (قطر نقاط)

steady state : $\sum I_{ox} = \sum I_{red}$

(تغییر سینتیک داریم - ترمه سینتیک)

همان سرعت اجزا = سرعت اکسیداسیون . در این نقطه که جریان ها برابرند ، پتانسیل را E_{corr}

می نامیم . جریان شش طوری E_{corr} ، I_{corr} است



steady state $\left\{ \begin{array}{l} E_{corr} \\ I_{corr} (i_{corr}) \end{array} \right.$

$\eta_a = E_a - E_{corr} > 0$: این قدر انرژی (پتانسیل) اضافی داریم (برای) انجام واکنش آندی

$\eta_c = E_c - E_{corr} < 0$

اوربیتال آندی همیشه مثبت و اوربیتال کاتدی همیشه منفی است

$E_a > E_{corr}$

$E_c < E_{corr}$

مستقیم رابطه در ثبت رابطه آن در اصل می‌توانیم

در پتانسیل را از E_{corr} کمتر کنیم، این ها در رابطه ایجاد می‌شوند. اگر پتانسیل از E_{corr} بزرگتر شود، فتر (آند) صدمه می‌شود. اگر در E_{corr} باشیم، واکنش‌ها آند و کاتود با هم به تعادل می‌رسند.

مقادیر + غلظت + آنتروپی \equiv پتانسیل

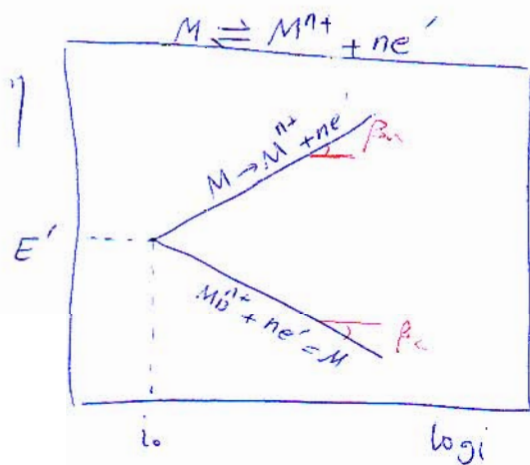
↓
($\eta_R = IR$) عدد، افت‌ها، ...

در درجه اول نیک‌ها (حوزه تراز هم KCI) واکنش‌ها هم حد می‌بندند. η_R قابل فرسایش است. در غیر این صورت پتانسیل IR ایجاد می‌کند.

پتانسیل آنتروپی $\eta_{act} = \beta \log\left(\frac{i}{i_0}\right)$ دانشیه و جابل تجاری β : شیب خط

$\eta_{act, ox} = +\beta \log\left(\frac{i_{ox}}{i_0}\right)$

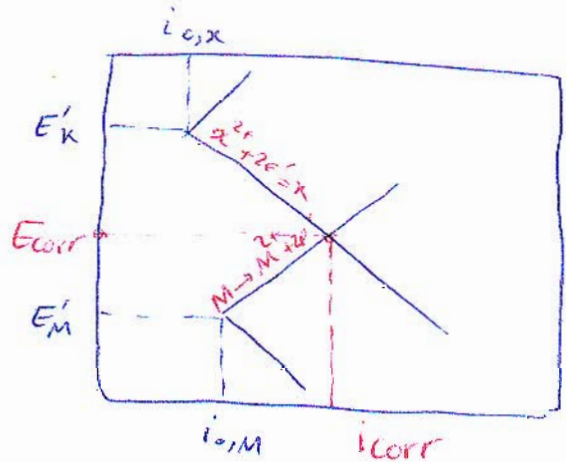
$\eta_{act, red} = -\beta \log\left(\frac{i_{red}}{i_0}\right)$



برای حرکت در رسیدن:

E' : برای حرکت واکنش

E_{corr} : برای تعادل چند واکنش



بین یک واکنش و تعادل داریم.

برای یک سیستم چند واکنش، سیستم به پتانسیل می‌رسد.

واکنش‌ها M و X در E_{corr} به پتانسیل می‌رسند.

$\beta = \frac{2.3RT}{nF\alpha}$

β : شیب پتانسیل و شیب پتانسیل

α : فریب انتقال بار (نسبت سرعت انتقال بار)

نکته ۱ - β معمولاً در محدوده ۰.۰۵ - ۰.۱۵ تغییر می‌کند. واحد β : $\frac{\text{volt}}{\text{decade}}$



$\beta = 0.05 - 0.15$

decade: یک دهه

$$\left(\beta = \tan \theta = \frac{\text{رنگه}}{\text{decade}} \right)$$

نکته ۲ - مقدار β برای خوردگی نيزات بغير متوسط حدود $0.12 \frac{V}{\text{decade}}$ است

نکته ۳ - با تغییرات کم و قمار، شار یا جريان گذار می‌تواند تغییر کند.

مثال - با تغییر 0.13 رنگه جريان ۱۰ برابر زیاد می‌شود.

نکته ۴ - سرعت واکنش همان راسته جريان واکنش (i) می‌باشد. (واحد آن Amp/cm^2 است و قابل تبدیل

mpy (میلی متر در سال)
$$C.R(mpy) = 0.129 \times \frac{M}{n} \times i_{corr} \times \frac{1}{\rho}$$

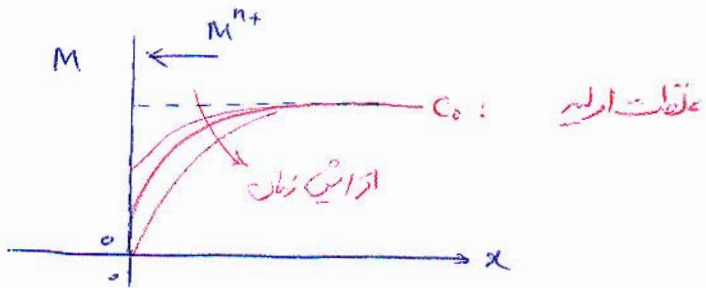
$\frac{M}{n}$: جرم اتمی / ظرفیت
 i_{corr} : رنگه
 $\frac{1}{\rho}$: دانسیته: $\frac{gr}{cm^3}$

$M \rightarrow gr$

$i_{corr} (\mu A/cm^2)$

برای تبدیل نيزاسيون، تغییرات خطی است.

در نقطه تعادل با برابری داریم: $\bar{I}_{ox} = \bar{I}_{red}$ (توازن سینتیکی)



- پلان نيزاسيون غلظتی:

غلظت در سطح: $c_s = 0$ $t \rightarrow \infty$

این حالت به از دافصل محلول تقویت کننده: سطح در اقصا می‌شود.

$t \rightarrow \infty$
 $c_s = 0$
 $i \rightarrow i_L$
 راسته جريان حدی

غلظت اولیه در محلول: c_0

$t = 0$
 $c_s = c_0$
 نقطه اولیه

از این به بعد - اقصا تابع نفوذ می‌شود.

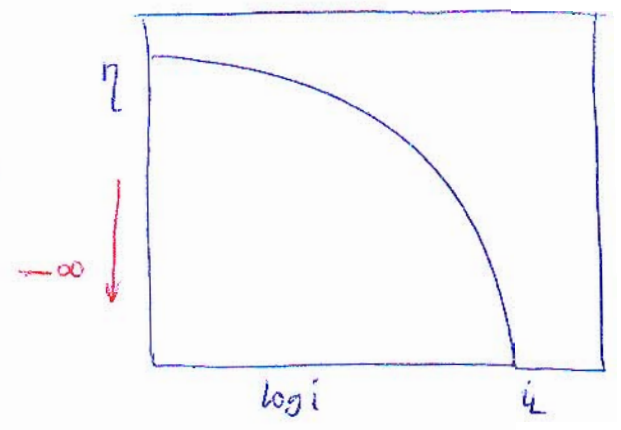
پس بعد از آن، شرایط حدی می‌شود.

در درجه اول از این باید (تبدیل مقیاس شود، کانه تر) سرعت زیاد شدن در درجه اول c_s همواره برابر است.

غلظتی $\eta_{con.} = \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{i_L}{i_L - i} \right)$

$i_c \rightarrow -\infty : i \rightarrow i_L$

$i_L = \frac{DnF}{\delta} \cdot C_s$

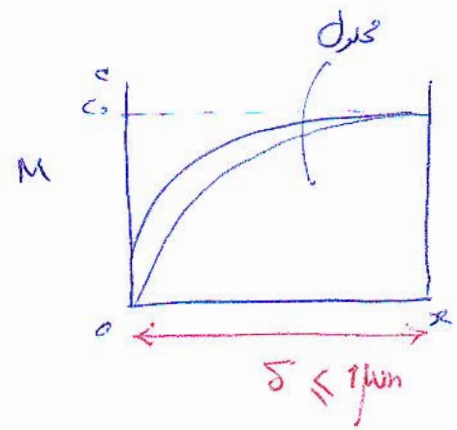


D : ضریب نفوذ n : ظرفیت

F : عدد فارادای δ : ضخامت لایه دیفوزیونی

Cs : غلظت سطحی

باید بین ها از محلول از این که ...



برای اکسایش $\eta_{conc.,ox} = + \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{i_L}{i_L - i} \right)$
 $= - \frac{RT}{nF} \ln \left(1 - \frac{i}{i_L} \right)$

$\ln x = 2.3 \log x$

برای کاهش $\eta_{conc.,red} = - \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{i_L}{i_L - i} \right) = \frac{RT}{nF} \ln \left(1 - \frac{i}{i_L} \right)$

$\eta_{total} = \eta_{act.} + \eta_{conc.}$

در محلول رسانا و اقلات هم رسانا باشند

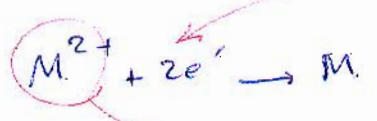
① $\eta_{ox.} = \eta_{act.} + 0$

پلازمین غلظتی در آنه به صفر نمی آید (قسم ۱)

② $\eta_{red.} = \eta_{act.} + \eta_{conc.}$

$\eta_{ox.} = + \beta_{ox} \log (i/i_0)$

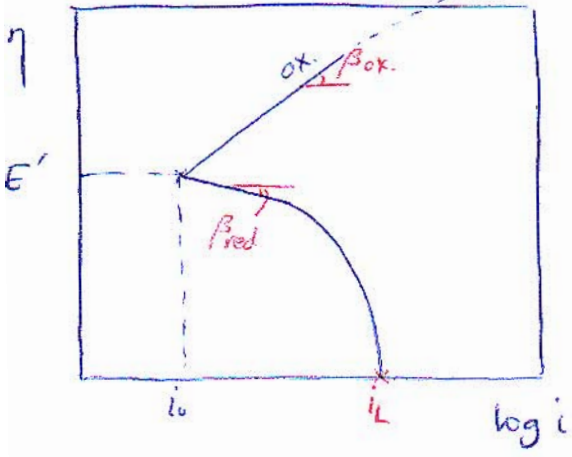
$\eta_{red.} = - \beta_{red} \log (i/i_0) + \frac{2.3RT}{nF} \log (1 - \frac{i}{i_L})$



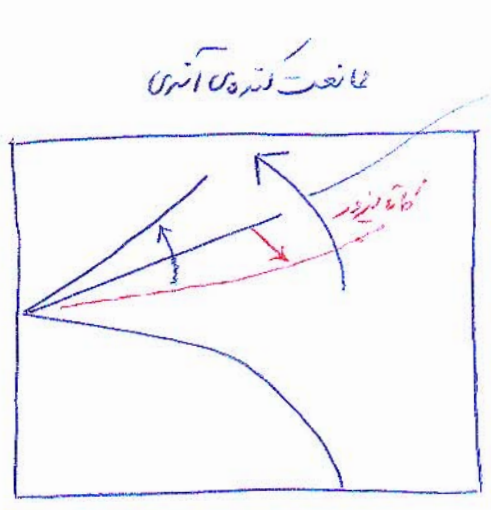
حدود استریا در رسوبت بیشتره

استاندارد (e)

استاندارد (دیفوزیون)



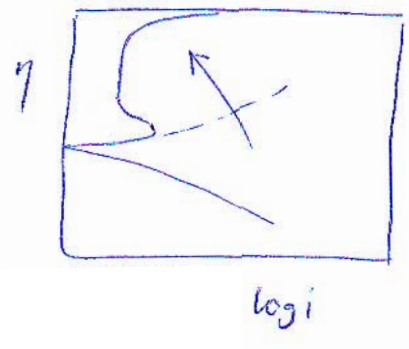
در α_{ox} : تغییرات نخواهد بود ، در جویان های
 خیلی بالا بوجود می آید . (اثر جویان زیاد در ظاهر)
 سرعت انتقال زیاد در ظاهر به طوری که سرعت بخش شدن
 در طول بیشتر شود . (انباشت یون)



پلازما یون آنودی

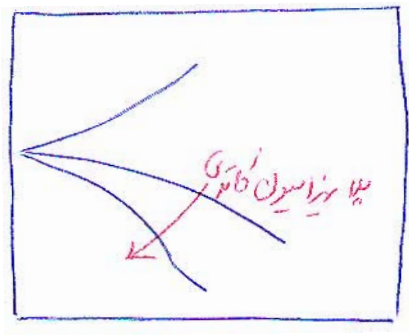
β زیاد ← α کم (سرعت انتقال بار)

پاسیو یون ترکیب پلازما یون آنودی خیلی کم است
 (جویان برآورد)

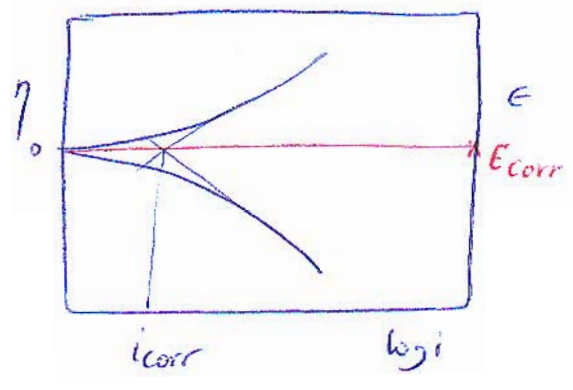


حفره ها را در رانگسی های خوردگی با پلازما یون می توان توضیح داد

برای نمونه :



پلازما یون کاتدی ، کف های خوبی ایجاد می کند
 (در محیط اسیدی ...)



$$\eta = E - E'$$

تبدیل : $(\eta = 0)$

در گذرگه ، E_{corr} بیان کند E
 و منفرجهای η داریم .

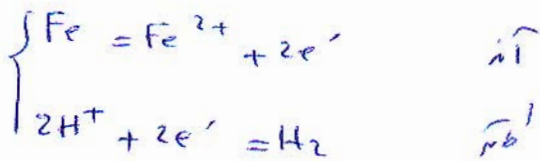
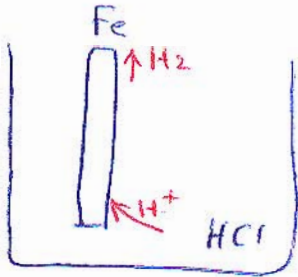
E' : دانستی وقت در جویان های زیاد
 در محیط E ، η باشد ، که آنقدر E_{corr} است .

تئوری پتانسیل مختلط : (یا رانندگی جویان مختلط) :

در عمل سازه‌ها از فلزات مختلفی استفاده شده است. اختلاف از فلزات مختلف را می‌توانیم داریم.

در مقیاس میکرونگونی : مرز دانه‌ها : آنه
 رانه‌ها : آنه
 آنه : MnS ، آنه : Cr

در واقع مجموعه عملیاتی از آنه و آنه داریم.



پس اینها بر پایه هر سندی که تعداد جویان خوردن است.

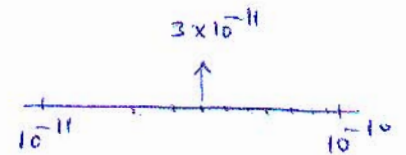
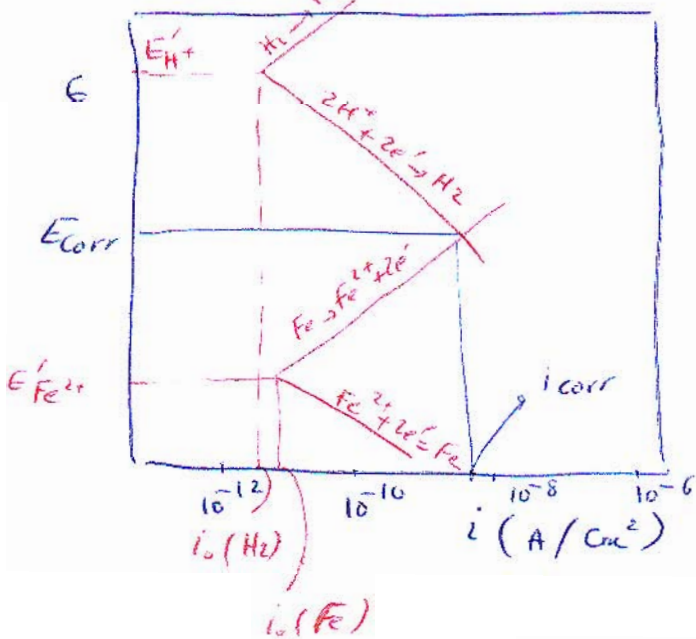
$$I_{net} = \sum I_{ox} - \sum I_{red}$$

جویان خوردن (برای آنه) (اصطلاح)

(چند واکنش اجزائی داریم و چند واکنش آنه)

$$E_{cell} = E_c - E_a$$

↑ جویان خوردن آنه
 ↑ جویان خوردن آنه



(این نمودار بر مبنای عدد رانندگی جویان)

$$\begin{cases} E'_{H^+/H_2} = -0.059 pH \\ E'_{Fe/Fe^{2+}} = E^{\circ} - \frac{0.059}{2} \log [Fe^{2+}] \end{cases}$$

پس E_c ها از نسبت برکت می‌آید.

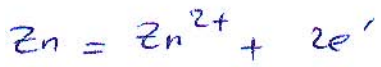
در خوردن بر قطع کننده در واکنش‌ها رفتار ندارند.

در خوردن بر قطع کننده در حالت دارند.

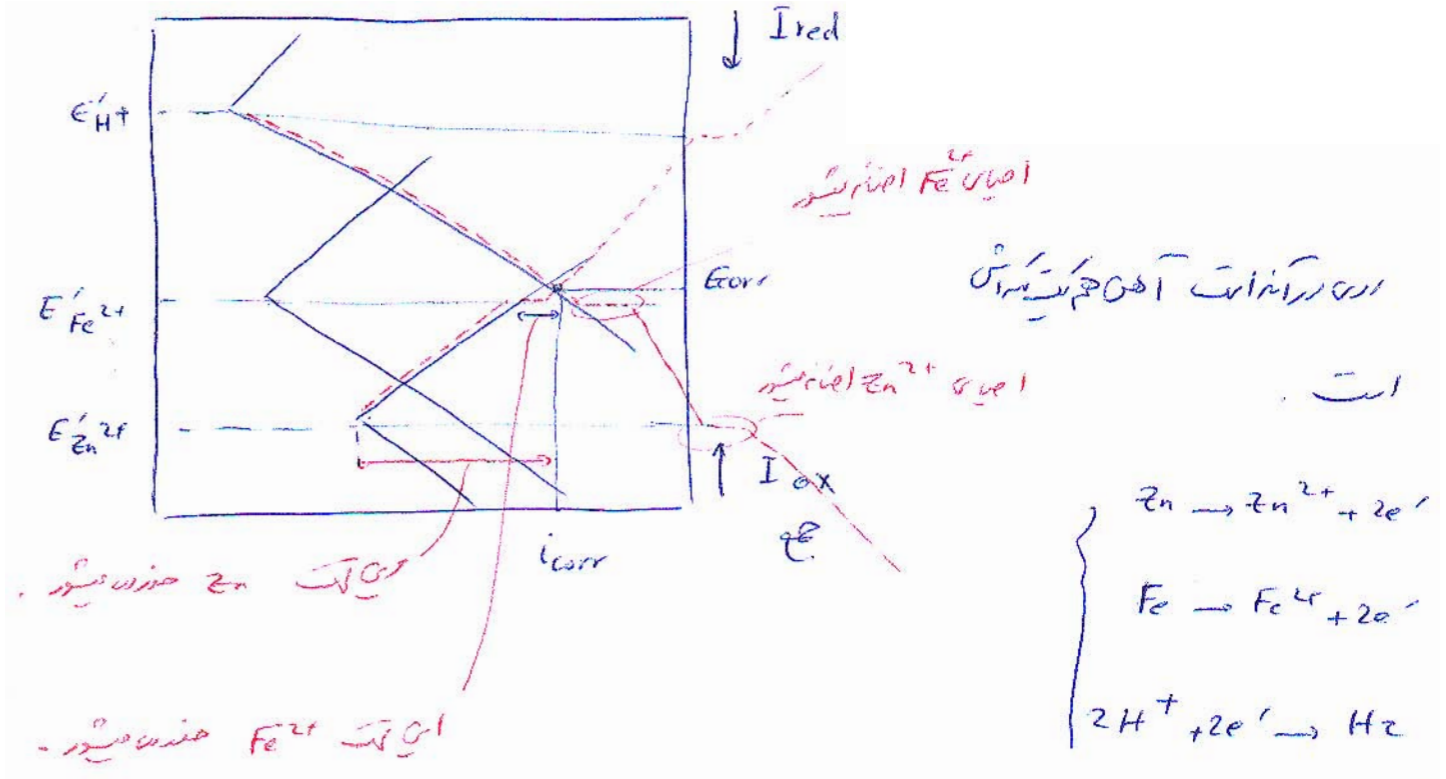
در قطع کرده { آنه : آلیاژ سرب آهن
 کانه : آهن هیدروژن

آر بر آهن آلیاژ سرب در صورت

P(7)



$$E'_{Zn} = E'_{Zn} - \frac{0.059}{2} \log [Zn^{2+}]$$

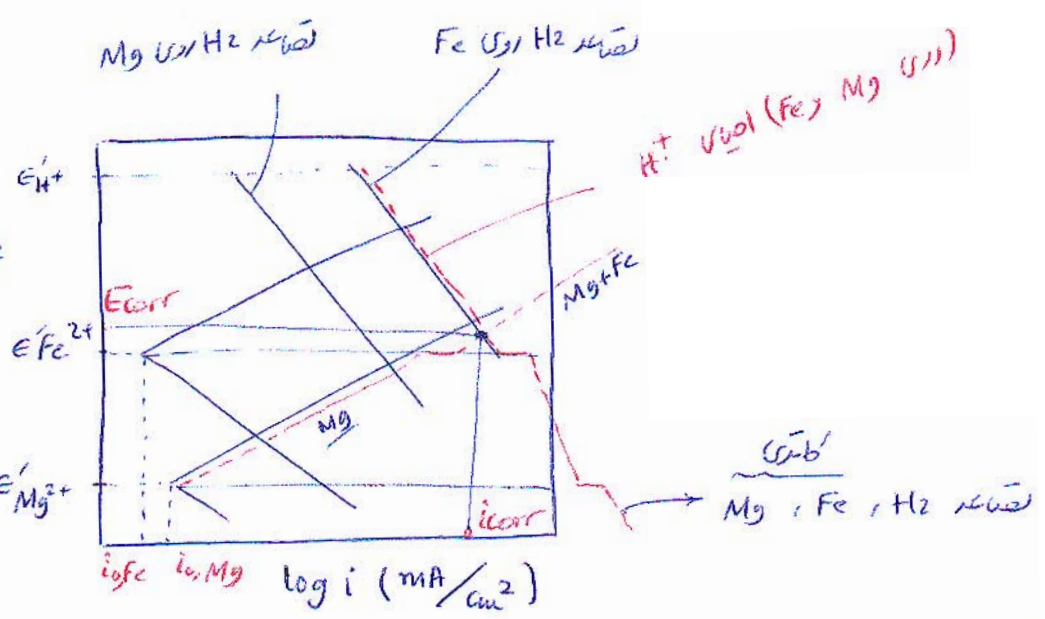


در حالت تقاضا همپوزن در تقاطع هر دو بار

reduction ها، الزام و oxidation ها، الزامین همپوزن

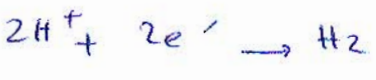
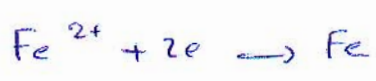
$$I_{net} = \sum I_{ox} - \sum I_{red}$$

درک و یا سبب غلط:

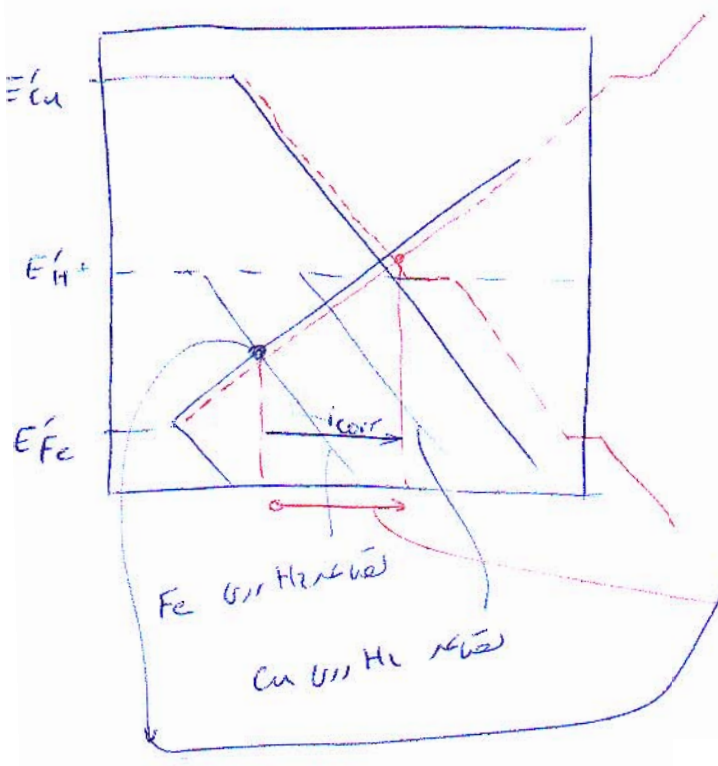


Fe-Mg در محیط آبی
↓ ↓
-0.44 -2.1

(شکل اشتباه است: E_{corr} کمتر از E_{Fe²⁺} است)



شرط حفاظت کاتدی: E_{corr} < E_{Fe}

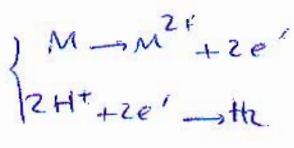
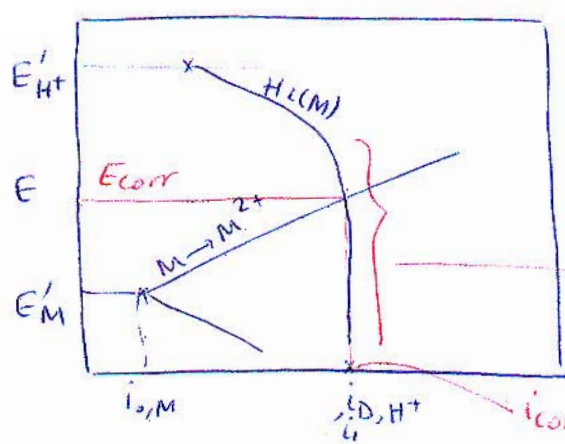


در اینجا آهن خورده می‌شود و کوبیل پلاوانیک داریم

Fe
E_{corr}
Fe
i_{corr}
بین کوبیل

اتریش خوردنی در اثر
ایجاد کوبیل (فرار دادن Cu)

* درک در حضور پلازما سولفور غلطی:



مکان تاثر پلازما سولفور غلطی است

i_{L, H⁺} = i_{corr}

یعنی در حضور پلازما، جریان خوردنی = جریان محدود

سرعت خوردنی در حضور پلازما رسیده است

پس در سیستم دینورم سرعت خوردگی توسط دینورم کنترل می‌شود. در سیستم خوردگی توسط انتقال بار کنترل شود به تقاطع در صفا

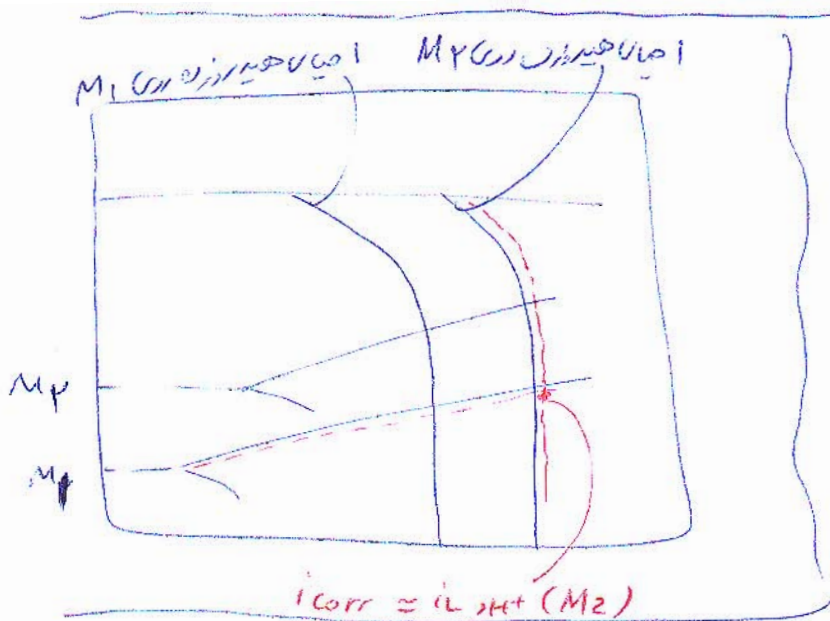
تو توسط دینورم کنترل شود، سرعت خوردگی به سرعت جاری می‌رسد به جبهه از آن سرعت خوردگی را می‌گیریم

واکنش‌های کاتدی یا اندی هیدروژن است و یا اندی اکسیژن:

* برای اکسیژن زدایی، O_2 کم می‌شود به سمت کاتدی در منطقه ی دینورم می‌رود. سرعت خوردگی کنترل می‌شود. (OH کم می‌شود)

* برای H_2 در pH اتراسی یا به وارد منطقه ی دینورم می‌شود.

آند دینورم ندارد اینجاست در آن سخت رسیدن می‌آید. و یا در جبهه حینی زود خوردگی می‌شود و کاتدی حینی زودتر از تقاطع می‌گذرد و با آن هم می‌رسیم.



پدیده ی پاسیو شدن:

کنترل کلی: MxO

حضور میات لایه پاسیو به گفته سدرسل

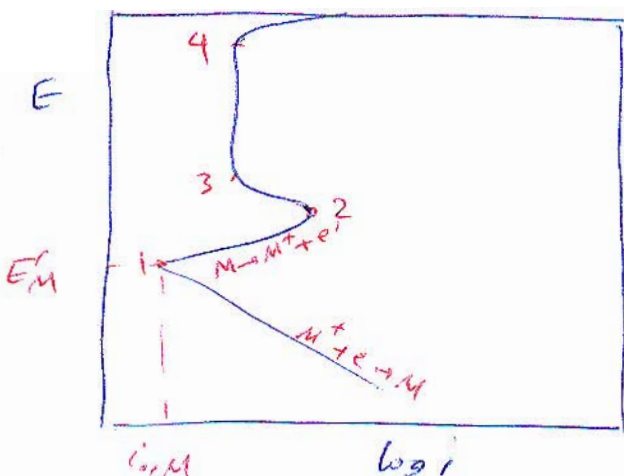
پوشش کل کاتدی

2: critical zone

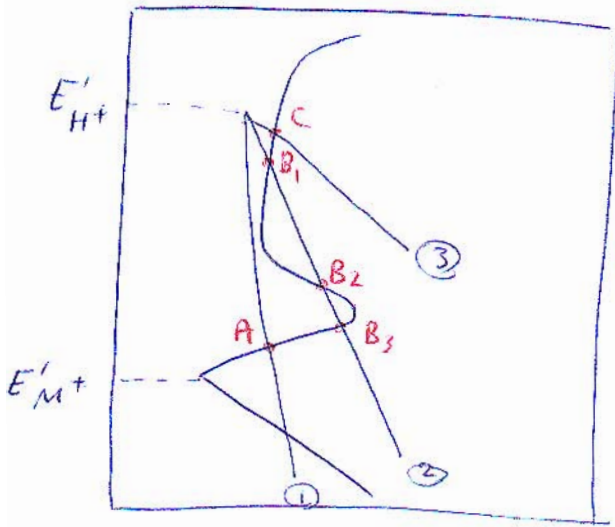
4: Trans passive

2: ابع خوردگی نر

4: سخت لایه پاسیو



توجه: عوامل خوردگی در لایه پسیو یا تنگ پتانسیل:



حالت 1:

تنگ پسیو شرایطی که برای آن حالت پسیو ممانعت

منطقه اتصال نیز اقطع کرده

← نیز در نقطه A خوردگی میسر و نیز نمی تواند خوردش را بسوزاند.

مثال: فولاد 304 در محلول اسید HCl. چون فولاد در آن لحظه حالت پسیو نمی تواند پسیو شود.

حالت 2:

منطقه اتصال و پسیو را قطع کرد. در سه نقطه قطع کرد:

خطرناک ترین حالت برای فولاد است. در حالت اول کینتیک معدوم است. نیز توان ندارد و

مخالفت کنیم. لذا در حالت دوم، در B1، پسیو می شود و در B2 و B3 پسیو می شود.

میسر و یک جایی خوردگی میسر و یک جایی نمیسر. مناطقی پسیو: کوتاه و تغییر آن

و این مربوط به خوردگی موضعی میسر. و معدوم نیست کجا خوردگی میسر. و حالت قابل پسیو

بسی نیست.

مثال: فولاد 410 در محلول NaCl. (که فولاد در محلول معدوم نیست چه در تنگ پتانسیل دارد)

حالت 3:

منطقه پسیو را در یک نقطه قطع کرد:

مثال: فولاد 304 و 410 و Ti در H2SO4.

فولاد پسیو میسر ← در همان جا اتمام می یابد: حفاظت آنرا در همان لحظه

کثیر عوامل در آلودگی و خوردگی در مارا در منظم و سوم قرار دهد ، باعث پایداری فولاد سیور .

عوامل مختلف :

- 1- درجه حرارت
- 2- آنیون ها که تمام
- 3- سرعت سیال
- 4- اثر لایه کالمانیک
- 5- اثر سطح آنیون

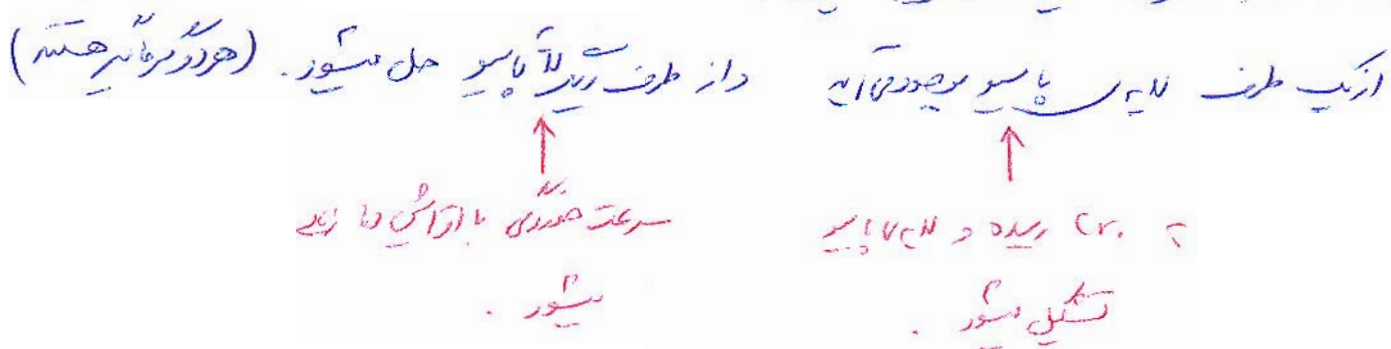
در برخی شرایط حتی در منظم پایداری است .

1- درجه حرارت :

سرعت واکنش ها زیاد می شود . در درجه حرارت مستقیم از 1 و 2 ، 3 با درجه حرارت سیور .

از درجه حرارت بالاتر در سیور .

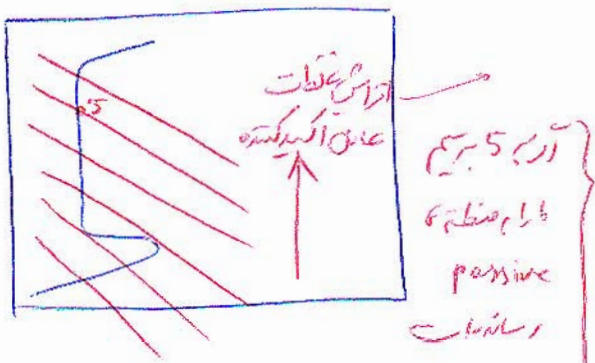
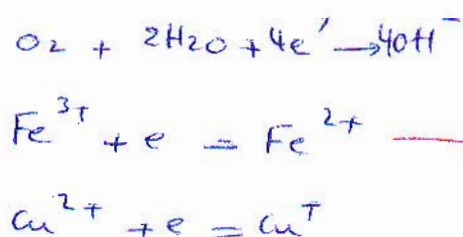
پس درجه حرارت در یک تعادل ایجاد می شود :



2- عوامل اکسید کننده :

تیز تر اکسید کننده در خوردگی ایجاد می کند .

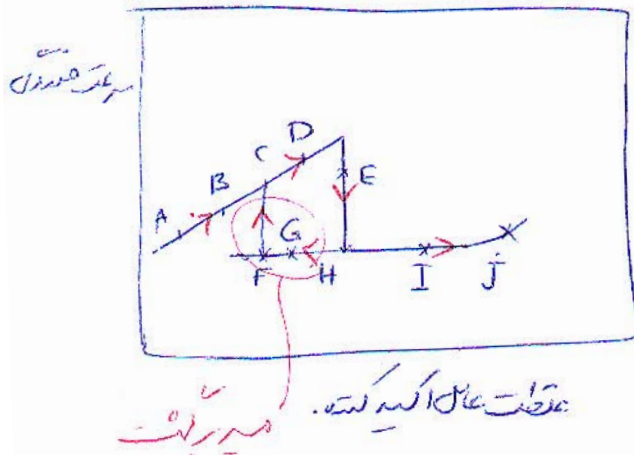
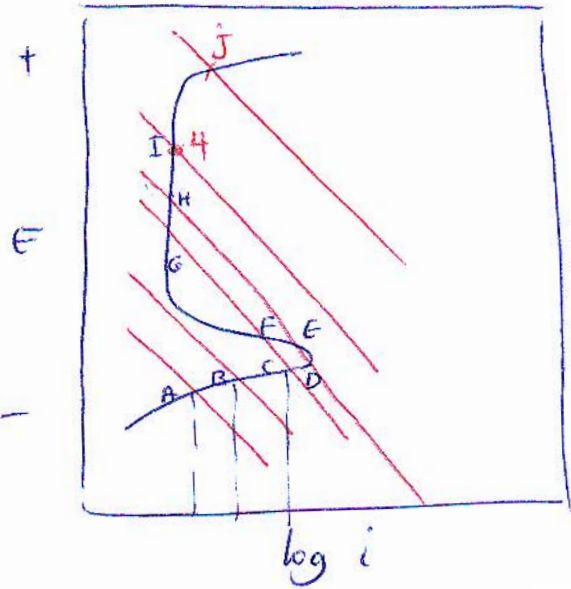
مثال : عامل اکسید کننده مثل آهن و Fe^{3+} :



حجم این عوامل بیشتر شود ، دردی کاتدی اثر ندارد .

مثال : Fe^{3+} (آهن سه ظرفیتی) به نیتیل سیور .

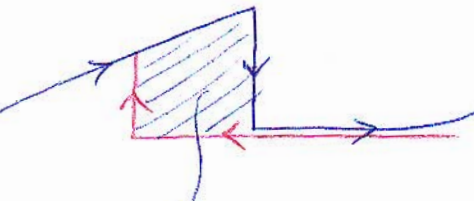
$$E = E^0 - \frac{0.059}{1} \log \left\{ \frac{Fe^{2+}}{Fe^{3+}} \right\}$$



در ۴ بریم موبایل. چون به پایدار پایداری رسیده‌ام.

این در صورت برگشت یک سطح بوجود می‌آید.

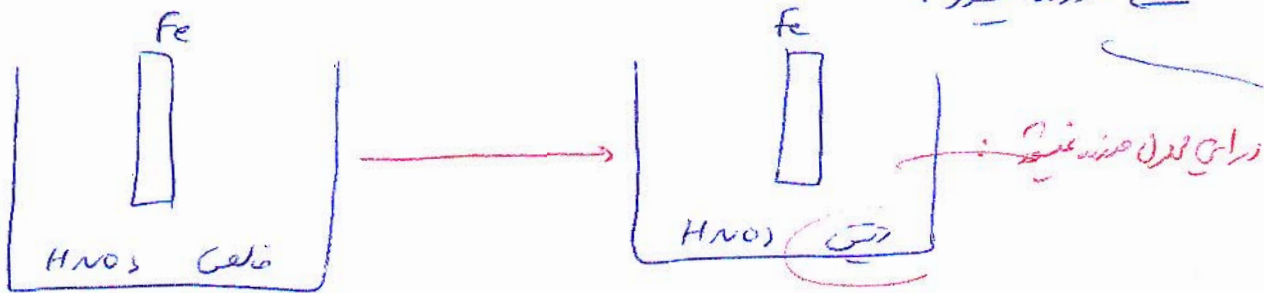
عقده‌ها را که گفته می‌شود: } برگشت
رنت



یعنی همان حساسیت به از بین رفتن لایه → منطقه آسیب دیدگی سطح

این افتخار: در وقت پایداری
شکل پایداری در برگشت شکست لایه پایداری.

سوال: فولاد معمولی در HNO_3 خالص (غلیظ) و بعد در HNO_3 رقیق. در حلال
سازنده فولاد معمولی در HNO_3 رقیق.



لایه فولاد معمولی در HNO_3 رقیق و در مجموع، بیشتر فولاد معمولی.

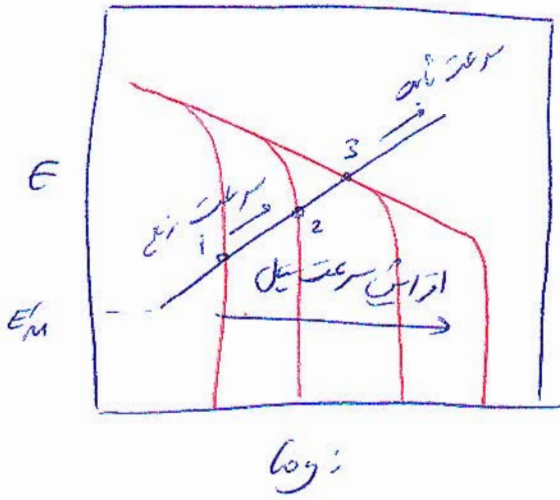
لایه فولاد معمولی در HNO_3 رقیق (خامس سطحی) → فولاد لایه پایداری و فولاد معمولی.

این در محلول غلیظ، لایه پایداری شکست می‌دهد. → در محلول رقیق مقاومت می‌کند.

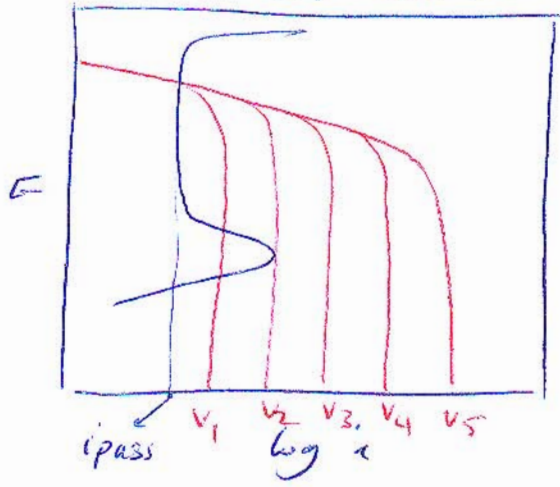
3- از سرعت پیل:

در این پیل از اسید غلیظتر مولکول است.

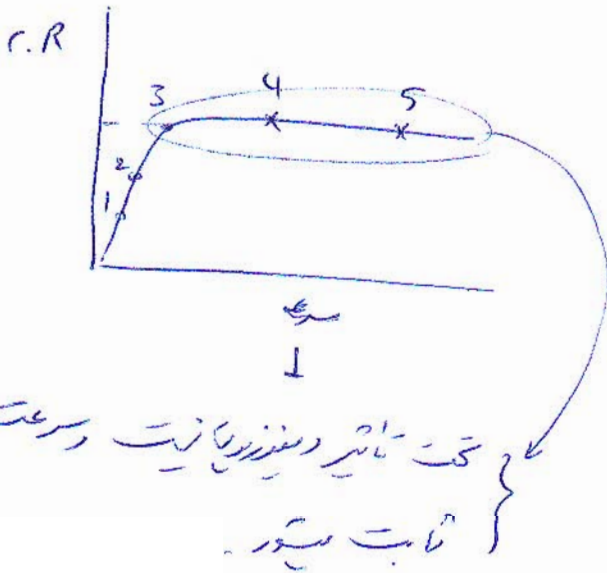
نتر فعال



نتر فعال - پسیو

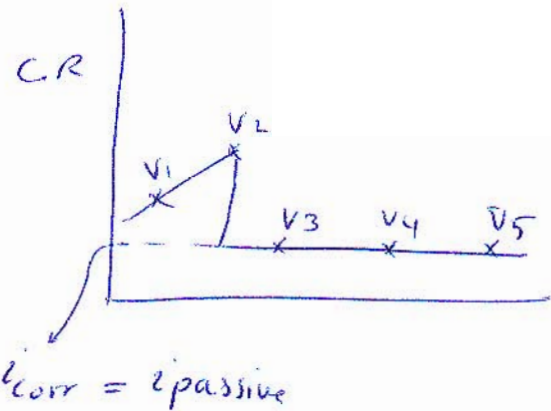


سرعت خوردگی زیاد ، تعداد کم هالید و سمات لایه پسیو کم → پسیو شدن



سرعت خوردگی زیاد : راست اول پسیو شدن

د اکسیداسیون هم شده
آهنه اکسیداسیون سرخس پارکته
تا فلز با پسیو تشکیل شود
سرعت خوردگی با پسیو شدن کم تره
سرعت خوردگی = i_passive
V2 > V1
Critical
سرعت خوردگی با پسیو شدن کم تره

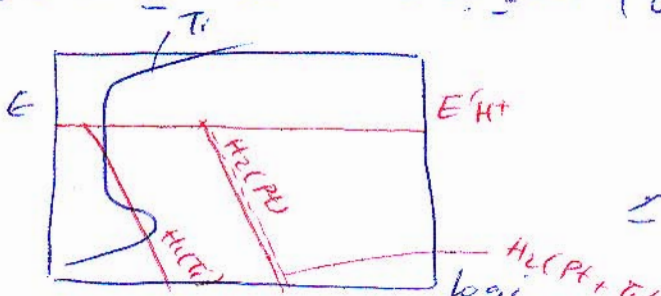


بسیار صغیر

پس این عوامل می تواند باراکت کند تا پسیو شدن شود.

4- اثر نرخ کارواندگی :

همه فزات را قبول کنیم (برای فزات معین) آهنه نیم تر است کتر هنده شود و فزات پسیو



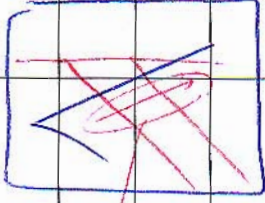
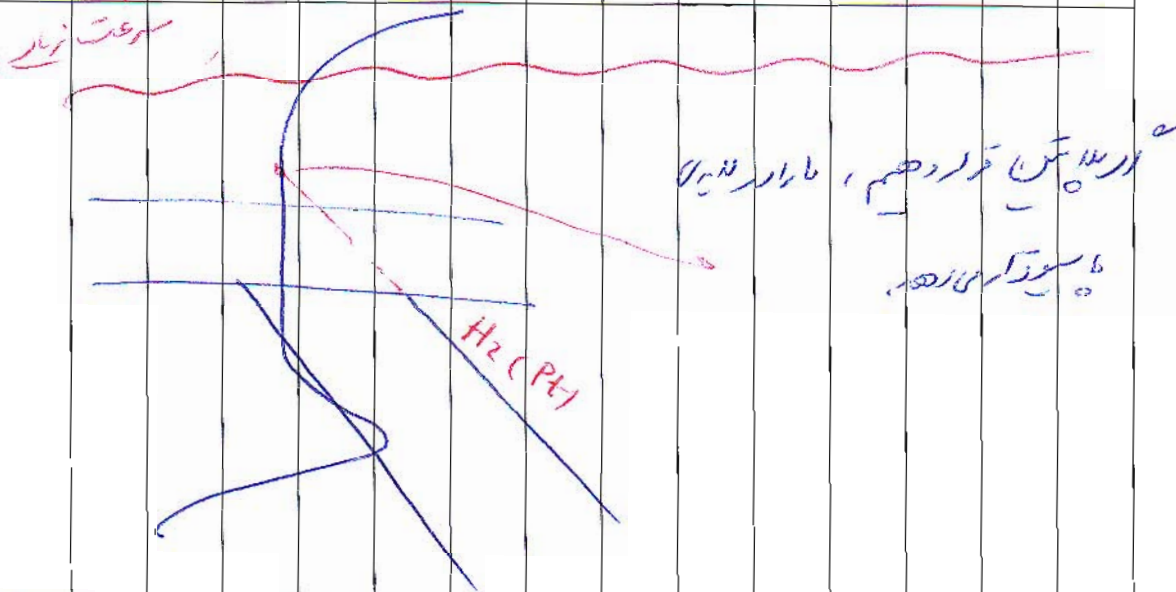
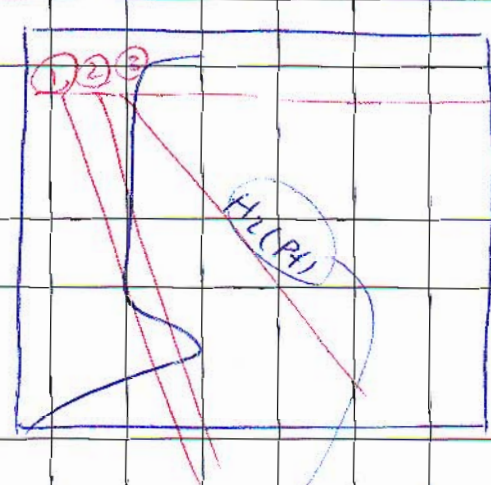
T_r - P_t
↑ فزادگی
↑ نیم

هنده شود
P_t حدش اصلا نمیور و فقط با اسیه
همه فزادگی کند

لیست پیوست کدینگ حسابهای "معین"

صفحه :

تاریخ :

تاریخ	شماره سفارش یا فاکتور	رسید انبار	قرارداد	شماره پرسنلی	شرح	نام ریز حساب	شماره حساب
	پس در این جا کویل H_2 کاتدیک ، اثر سطح H_2 کاتدیک است	در مورد فنر فعال ، هم به سطح بیشتر بسته کاتدیک است	کویل تاردهیم ، سرعت خوردگی زیاد می شود			5 - اثر سطح H_2 کاتدیک	
					سرعت زیاد		1
					از پتانسیل فرود هم ، باردار می شود		2
					با سود کار می آید		3
					<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">تعمیراتی انجام شده</div>		
					اصولاً هم در صورت H_2 کاتدیک		