

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مهندسی متالورژی و مواد



موضوعات درسی :

* اهداف حفاظت - ترموپنایمیک و سینتیک - آماره سازی سطوح

* روش های پوشش دهی :

پاشش فلزات - الکترولیز - نفوذی : CVD * PVD - الکترولس - غوطه وری

در مذاب - آندایز Al - فسفاتة ، کروماتة .

* آزمایش ها

یکی از اهداف ، جلوگیری از خوردگی است بخصوص امروزه که هزینه ها بالا رفته است و برای بهینه سازی آن باید از خوردگی جلوگیری کرد . در اثر خوردگی ، محیط نیز آلوده میشود .

شرط اقتصادی بودن طبق فرمول کلی از prof. Uhlig :

$$100 \frac{\Delta t}{t} \left(1 + \frac{L}{C}\right) - 100 \frac{\Delta C}{C} > 0$$

← هزینه مواد حفاظتی
 ↑ هزینه کارگر
 ↓ هزینه مواد اولیه
 ← افزایش عمر

فرمول خام برای اقتصادی بودن روش حفاظت .

افزایش عمر باید متناسب با بقیه ای اجرا باشد .

در صنایع پزشکی بیشتر از st. st. استفاده می کنیم چون راحت تر استریل می شود .

پتانسیل:

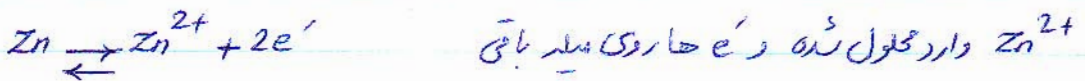
پتانسیل شیمیایی (μ): تغییرات انرژی آزاد برای یک مول ماده: $\mu = \frac{\partial G}{\partial n}$

$\bar{\mu} = \mu + zFE$ پتانسیل الکتروشیمیایی
پتانسیل الکتریکی

$\Delta \bar{\mu} = \Delta \mu + zF \Delta E$ در حالت تعادل: $\Delta \bar{\mu} = 0$

در تعادل: $\Delta \mu = -zF \Delta E$ ، $\Delta G = -zFE$ ، $\Delta G^\circ = -zFE^\circ$
در حالت استاندارد

مفهوم فیزیکی: میله‌ی فلزی روی رادرمحلول مثلاً محلول آبی قرار می‌دهیم:



می‌ماند ← بارهای مثبت روی میله جذب می‌شود. دیگری بار منفی در باره مجاور آن

قرار می‌گیرد. مجموعی خنثی، لایه‌ی مضاعف نام دارد.

IHL OHL
→ ← t



(random)

t: ضخامت لایه‌ی مضاعف: 1nm

H: هدیه‌رولتر. این چیدمان در فواصل جلوتر بهم ریخته می‌شود

تغییرات پتانسیل $\epsilon^\circ = -0.76 \approx 1$ (۲)

این اختلاف پتانسیل در فاصلی 1nm: 10^7 V/cm

برای اینکه یون‌ها از این سطح عبور کنند تا اکسیداسیون یا احیاء رخ دهد باید این پتانسیل یا انرژی

فراهم شود. در مورد مس Cu، برعکس است. میله بار مثبت پیدا می‌کند.

مباحث فوق در کتاب wranglen موجود است.

در این درس از ϵ استفاده می‌کنیم که همان پتانسیل احیائی است: $\epsilon_{Fe^{2+}/Fe}^{\circ} = -0.44$

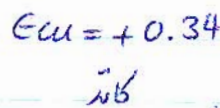
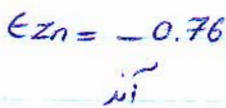
واکنش $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^{-}$ یک واکنش تعادلی است و مسیر رفت و برگشت علامت

های مختلفی در ΔG° دارند. در نتیجه علامت‌های E هم \pm است. در واقع $\Delta G^{\circ} = \pm nFE^{\circ}$

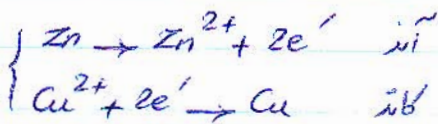
است؛ اما برای راحتی برای ϵ علامت مثبت و منفی می‌گیریم.

پیل الکتروشیمیایی:

اگر دو تکه Zn و Cu را به هم وصل کنیم \leftarrow پیل

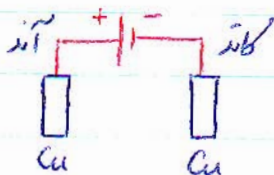


این پتانسیل در محلول‌های مختلف فرق می‌کند.

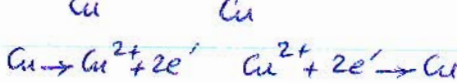


Cu احیاء Zn اکسید می‌شود. بین این دو

هم، اختلاف پتانسیل وجود دارد. پتانسیل آند منفی است. واکنش شیمیایی ایجاد الکتریسته



می‌کند.



در قطب مثبت، اکسیداسیون مس داریم.

علامت‌ها در این جا عوض شد چون پیل الکتریکی داریم: آند \leftarrow مثبت.

اما همیشه کاتد: احیاء و آند: اکسیداسیون

در آبخاری از پیل الکتریکی استفاده می‌کنیم. یعنی خودمان انرژی مصرف می‌کنیم. یعنی انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود.

در هر دو پیل، اگر هادی الکتریکی قطع شود، واکنش‌ها متوقف می‌شود. اگر سطح تبخیرها را رنگ کنیم و یا از بازدارنده استفاده کنیم، این واکنش‌ها متوقف یا کند میشوند. در آبخاری برعکس است و واکنش‌ها را سریع می‌کنیم.

پتانسیل استاندارد یا الکتروشیمیایی:

مقدمه.

فشار حل شدن الکترولیتی (P): اگر نمک در آب بریزیم در آن حل میشود و تعادل ذاتی دارد که حل شود تا اینکه به حالت اشباع می‌رسد. این تعادل P نام دارد.

فشار اسمزی (p): تعادل به خارج شدن از حالت محلول.

در حالت تعادل: $p = P$. همانقدر که اتم وارد محلول میشود، همانقدر هم خارج میشود.

این جریان من است: دانستی جریان بی‌باری. $(\Delta \bar{\mu} = 0)$ $i_a = i_c = i_0$

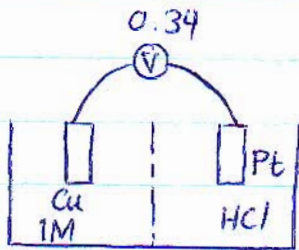
بنابراین در تعادل مقدار یون در محلول ثابت است. $I_{net} = |i_a - i_c|$

در این حالت $I_{net} = 0$ if: $i_a > i_c \rightarrow P > p$

با افزایش دما، اکسیداسیون یا اختلال زیاد میشود.

P و p را جداگانه نمی توان اندازه گرفت . باید نسبت به چیز دیگری سنجید . ما اختلاف

این دو را محاسبه می کنیم .



دلت سنج Cu (P-p) و (P-p) هیدروژن را

دست می دهد . اما طبق قرارداد (P-p) Cu را صفر

در نظر می گیریم : $P = P = 0.34$. اگر جای سیم ها را عوض کنیم ، $0.34 -$ می شود .

چیزی که مهم است اگر Cu را در محلول 1M قرار دهیم ، به هر مدت زمانی ، حوزده نمی شود

پس منسنجیب است و عدد $+0.34$ درست است .



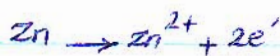
علامت ها را در AG اثر می دهیم .

تئوری رنگر Platinized Platinum است . یعنی دلتا تهید روشن برای احیا بر روی

۱۶ / ۱۱ / ۲۸

آن کم است .

اگر الکترود Zn را در محلول HCl قرار دهیم ، Zn خورده می شود . پتانسیل Zn منفی است .



Zn یک فشار حل شدن (P) و H^+ یک فشار اسمزی (p) دارد . اما $P_{Zn} > p_{H^+}$

یعنی اول Zn وارد محلول می شود و بعد H^+ جذب الکترود می شود .

اما برای Cu برعکس است. یعنی: $P_{Cu} < P_{H^+}$.

اگر تیغی Fe را در محلول $CuSO_4$ قرار دهیم: $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$; $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

مس رسوب می کند و تیغی Fe از Cu پوشیده می شود و قرمز رنگ می شود و بعد واکنش متوقف

می شود. ضخامت این لایه از Cu حداکثر در حد nm است.

در مورد st.st. آهن خورده نمی شود چون روی سطح Cr موجود است.

در مورد Al هم مثل Fe است. اگر هر دو تیغی Al و Fe را در محلول فوق قرار دهیم

روی هر دو رسوب Cu داریم.

اگر دو تیغی بهم وصل شوند، ضخامت Cu رسوبی روی Fe بیشتری شود چون پتانسیل Al

منفی تر است. یون های کبک تر از Fe روی Fe می نشیند. مثلاً یون Al اگر در محلول

موجود باشد، روی تیغی Fe نمی نشیند. در اتصال تیغی Al و Fe، مقداری e^- از Al

به Fe می رود ← احیای Cu^{2+} روی Fe بیشتر می شود.

محاسبه پتانسیل الکترود اکسیدان و هیدروژن:

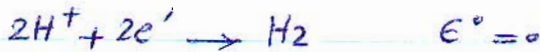
در مورد هیدروژن، در محیط اسیدی و قلیایی دو جور واکنش داریم.



$$\frac{\Delta G}{-ZF} = \frac{\Delta G^\circ}{-ZF} - \frac{RT}{ZF} \ln \frac{[Red]}{[Ox]}$$

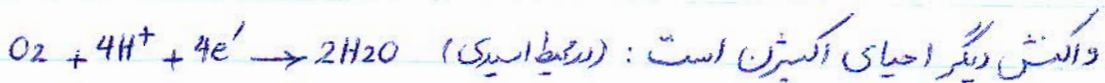
(V) ۸۴/۱۱/۲۸

$$E = E^{\circ} + \frac{2.3 RT}{zF} \log \frac{[Ox]}{[Red]} = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{[Ox]}{[Red]}$$



$$E = 0 + \frac{0.059}{n} \log \frac{[H^{+}]^2}{P_{H_2 = 1atm}} = 0.059 \log [H^{+}] = -0.059 \text{ pH}$$

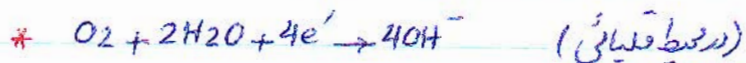
در محیط قلیائی واکنش احیای هیدروژن بصورت زیر است:



$$\Delta G^{\circ}: \quad \circ \quad \circ \quad -56.7 \text{ kcal/mol}$$

$$E^{\circ} = \frac{-2 \times 56700 \times 4.18}{4 \times 96500} = 1.23 \text{ (V)}$$

$$E^{\circ}_{\text{قلیائی}} = E^{\circ}_{\text{اسیدی}} + \frac{0.059}{4} \log \frac{P_{O_2} [H^{+}]^4}{[H_2O]^2} = 0.4 \text{ (V)} \quad \text{در } \text{pH} = 14$$

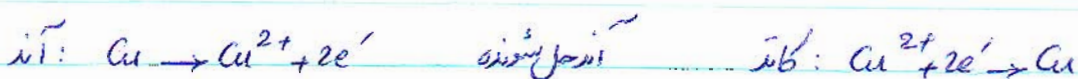


به جای محیط اسیدی در قلیائی می توان گفت در حضور هوا و غیرهوا.

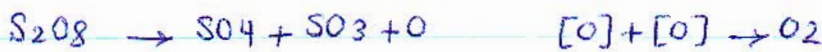
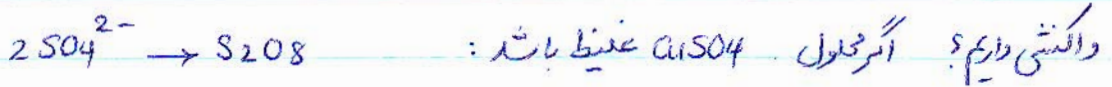
این پتانسیل $0.4^{(V)}$ مربوط به واکنش * است چون $\text{pH} = 14$ در محیط قلیائی است.

الکترولیز:

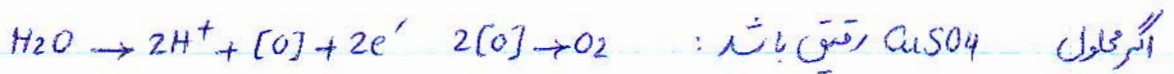
قطب مثبت پتانسیل است: آند (+) و قطب منفی: کاتد



اگر آند Pt باشد، غیر محلول است. در کاتد، رسوب مس را هم چنان داریم. روی آند چه واکنشی داریم؟



پس روی آند، O_2 آزاد می‌شود. (تصادف O_2)

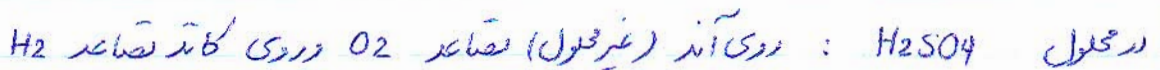


پس در آند نامحلول تصاعد O_2 داریم.

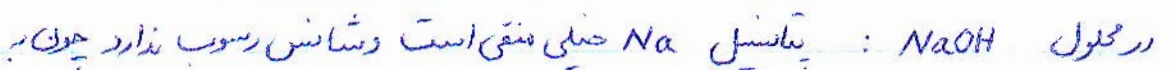
حمام از نمکی تشکیل شده است که دارای یون مناسب مورد نظر باشد. پس انتخاب نمک مهم

همچنین است: * نمک > * آند محلول / * آند غیر محلول

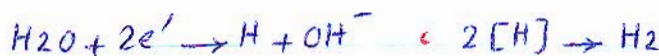
در مورد اسید و باز، آند باید غیر محلول باشد تا یون جدید وارد محلول نشود.



داریم.



پتانسیل زیادی نیاز دارد و قبل از اینکه به آن برسیم به واکنش زیر می‌رسیم:

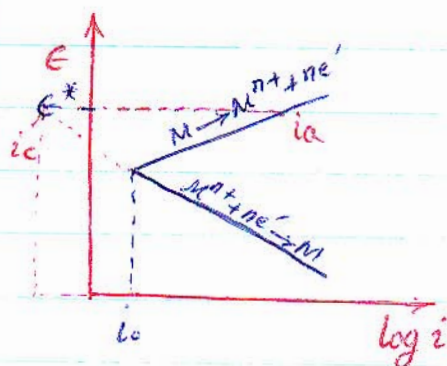


برای الکترود مرجع از تیغی پلاتین بگروه یک لایه سیاه روی آن استفاده میشود.
 این لایه موجب زبر شدن سطح Pt میشود ← اور و تبار احیای H^+ روی آن کم می شود
 H^+ راحت تر احیا شده ← تصاعد H_2 بیشتر میشود.

* چه پارامترهایی در الکترود موثر است:

۱- پلاریزاسیون: تغییر پتانسیل در اثر عبور جریان؛ تغییر پتانسیل از حالت صفر و حالتی

که جریان عبور می کنند.



$i_a = i_c = i_0$: رانشیمی جریان تبادل

این حالت یعنی الکترود در داخل محلول یعنی:



اگر در $E = E^*$ باشیم (اقراس پتانسیل): فلز اکسید می شود. اختلاف این دو در نمودار

I_{net} می شود که از مدار می گذرد. در اثر عبور این جریان I_{net} ، پتانسیل تغییر کرده است

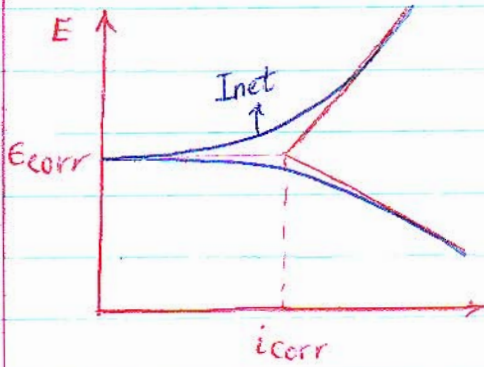
که پلاریزاسیون نام دارد. برای خوردگی بیشتر به پتانسیل بیشتری نیاز داریم.

با منفی کردن پتانسیل (منفی تر)؛ از حالت تعادل دورتری شویم. هر چه پتانسیل منفی تر باشد

i_c بیشتری شود یعنی جریان رسوب بیشتری شود یعنی آلودگی بیشتر.

اگر منفی را بر حسب I_{net} رسم کنیم:

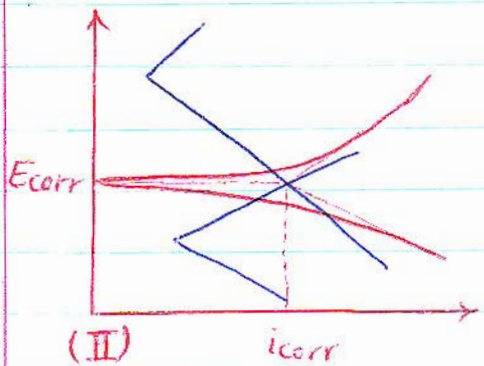
در I_{net} های بزرگتر ، نمودار زیر روی نمودار



قبلی (پلاریزاسیون) می افتد.

در حالتی که ما برای یک فنر کشیده ایم:

$$i_{corr} = i_0$$



همه ی واکنش های آندی با هم و همه ی واکنش های

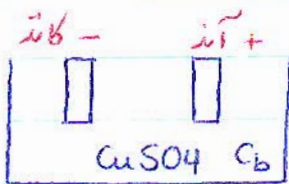
کاتدی را با هم جمع می کنیم

در حالتیکه ما یک فنر را بررسی می کنیم در $i = i_0$ ، $I_{net} = 0$

در آزمایشگاه منحنی های قرمز رنگ بدست می آید. (نمودار II)

عوامل مختلفی در میزان پتانسیل تأثیری گذارد:

(۱) پلاریزاسیون غلظتی:



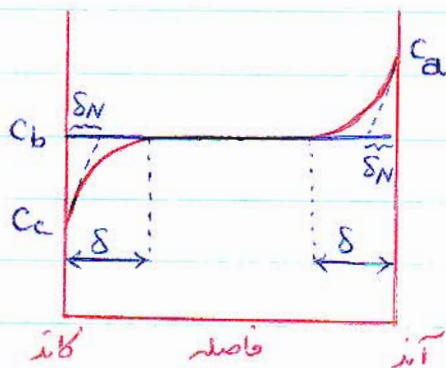
دو تیغی Cu را در محلول CuSO4 قرار می دهیم.

در لحظاتی شروع کار ، غلظت در همه جا C_b و ثابت است. با عبور

جریان ، Cu در آن محل شده در محلول می رود و در کاتد برعکس است و رسوب رخ می دهد.

اگر بعد از مدتی غلظت مس (Cu^{2+}) را در آن کاتد اندازه بگیریم:

در مجاورت آند ازمس منفی است (Ca) و در کاتد کمتر است (Cc)



δ_N : لایه ی دیفوزیونی برست

δ : لایه ی دیفوزیونی

$$E_{i=0} = E^{\circ} + \frac{0.059}{2} \log(C_b)$$

$$E_i = E^{\circ} + \frac{0.059}{2} \log(C_i)$$

برای آند : $C_i = C_a$ کاتد : $C_i = C_c$

ΔE برای آند مثبت و $C_i = C_a \rightarrow \Delta E = \frac{0.059}{2} \log \frac{C_a}{C_b} > 0$

برای کاتد منفی است . در منحنی پلاریزاسیون هم این مطلب تأیید میشود .

با کم شدن غلظت در مجاورت کاتد (Cc) ، نرخ احیاء با مهاجرت یون ها در محلول کنترل میشود .

$$i_L \cdot \delta_N = \text{ثابت}$$

$$\Delta E = \eta_c \quad \text{پلاریزاسیون غلظتی}$$

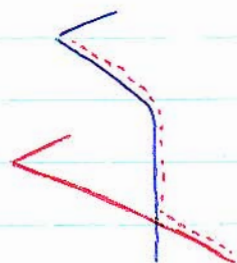
$$i_L = \frac{DZFC_b}{\delta}$$

i_L : max جریان در سیستم . جریان نمی تواند از این بیشتر شود چون دیفوزیون لایه ها محدود است

D : ضریب نفوذ در حدود $10^{-6} \frac{cm^2}{Sec}$

$$\Delta E = \eta_c = \frac{0.059}{z} \log \left(1 - \frac{i}{i_L} \right)$$

در $z = z_L$ ، در منحنی $\epsilon - \log i$ بجانب قائم خواهیم داشت.



در حالت مختلط :

پس از قطع جریان ، پس از چند ثانیه پلاریزاسیون ازین

خواهد رفت .

۲) پلاریزاسیون احمی : (η_R)

در اثر مقاومت موجود در محلول ایجاد میشود .
 $\eta_R = I \cdot R$

اگر مقاومت محلول کم باشد ، این پلاریزاسیون هم نخواهد بود و منحنی آندوکاتد به هم می رسند پس فاصدهی آندوکاتد کم است .

برای اندازه گیری پتانسیل الکترود Fe در محلول $1M - FeSO_4$ الکترود مرجع رادریک

طرف قرار داده و نوک ظرف را تا حد امکان به تیغه نزدیک می کنیم . (نچسبید) login probe

با قطع جریان ، پلاریزاسیون در عرض چند میکروثانیه ازین می رود .

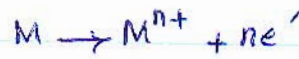
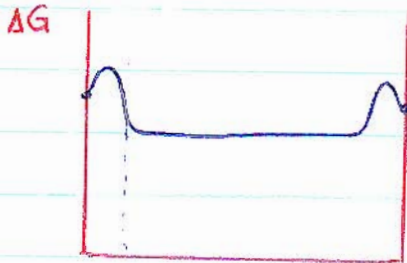
۳) پلاریزاسیون اکتیواسیون : (η_A)

با قطع جریان در عرض چند میلی ثانیه ازین می رود . بدلیل این است که یون ها برای انجام

واکنش باید در مجاورت آندوکاتد باشد . یونها برای جدا شدن رها جذب شدن باید از لایه مضاعف

عبور کنند

در نزدیکی تیغه‌ها یک قله‌ی انرژی وجود دارد. پس برای اینکه وارد محلول شود (اکسید شود) و یا برعکس باید قله‌ی انرژی را رد کنند. (بدلیل لایه‌ی مضاعف)



ne' در تیغه باقی می‌ماند و M^{n+} وارد لایه‌ی

مضاعف می‌شود. اما در لایه‌ی مضاعف بگیری اتفاقات دیگری هم می‌افتد:

که برعکس کاتد است؟

در کاتد هم، M^{n+} در لایه‌ی مضاعف، مولکول‌های مضاعف خود را از دست می‌دهد اما هنوز

یون است و روی سطح می‌آید و در سطح بار خود را از دست می‌دهد. طوری رسوب می‌کند که انرژی

آزاد سطح را کم کند. این مراحل انرژی‌های اکتیواسیون یکسانی ندارند. پس این پلاریزاسیون

انرژی لازم برای عبور از لایه‌ی مضاعف است. اول $adion$ می‌شود در نهایت $adatom$

در حالت تعادل $i = i_0$: I_c یا I_a .

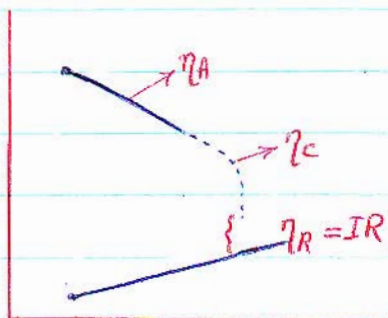
اگر $I < 10i_0$ (I خیلی کم) : $\eta_A = \frac{RT}{ZF} \times \frac{I}{i_0}$

اگر $I > 10i_0$: (رابطه‌ی تافل) $\eta_A = \beta \log \frac{i}{i_0}$

or $\eta_A = a \pm b \log i$ برای آندی $\eta_A > 0$ و کاتدی $\eta_A < 0$

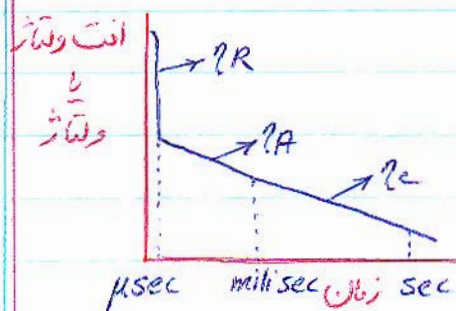
پس \pm قرار داده ایم.

اگر $I \gg i^0$ نقش پلاریزاسیون اکتیواسیون کم می‌شود و غلظتی داخلی مهم می‌شود.
پس در جریان‌های کم پلاریزاسیون اکتیواسیون اهمیت بیشتری دارد.



$$\eta = \eta_A + \eta_c + \eta_R$$

باتوجه جریان :



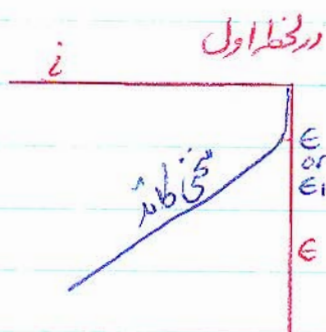
با نیکتری یون می‌توان پلاریزاسیون را تغییر داد :

یون‌های کلر، نیترات، ید، ترکیبات ید و لوگورد پلاریزاسیون را زیاد می‌کنند و باعث رسوب کربنات‌های درشت می‌شود. در می‌لورهای مثل سولفات پلاریزاسیون را کم می‌کنند و باعث رسوب کربنات‌های ظریف می‌شود که در آبکاری مطلوب تر است. اما با جریان کم، زمان طولانی می‌شود. پلاریزاسیون اکتیواسیون (η_A) و دشارژ داخلی هیدروژن نام دارد. در آبکاری در حمام های نیکری یون‌ها افزوده می‌شود.

در آبکاری از قسمت چپ ریگرام استفاده می‌کنیم و محور افقی $\log i$ است نه i

مقدار ولتاژی که می‌تواند موجب تجزیه الکترولیت شود، ولتاژ تجزیه الکترولیت نام دارد. در حین آن گاز هیدروژن متصاعد می‌شود.

در نقطه ϵ ، i قابل قبول رسیده ایم که حساب‌ها را



ولتاژ تجزیه

با چشم می‌بینیم.

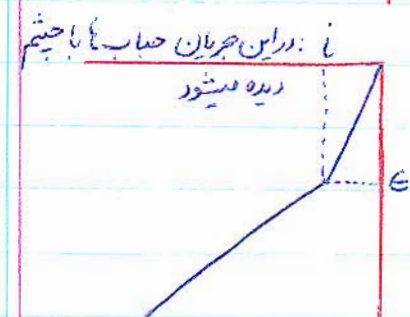
حرفاتی که خواهد در الکترولیت رخ دهد باید

پتانسیل از این پتانسیل بیشتر باشد.

برای هر الکترودی این دیاگرام رسم می‌شود.

کل ولتاژی که نیاز داریم، بصورت زیر است. پتانسیل

تجزیه الکترولیت حداقل کار است:



(در هر پتانسیلی با چه جویایی رسوب امکان دارد)

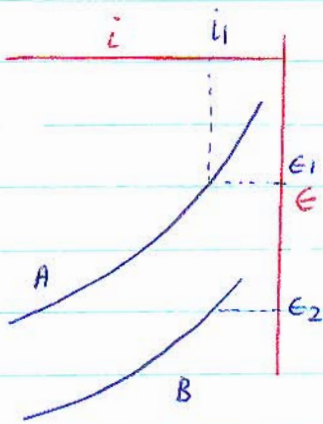
پلازما یون + معادمت مدارها + ولتاژ تجزیه الکترولیت = ولتاژ (با ولت سنج بدست می‌آید) (ولتاژ افانی)

ارکارهای عملی پلازما یون به دردی خورد اما در کل ولتاژ که تابع ابعاد سل هم است

چیزی که با الکترود مرجع بدست می‌آید همان پتانسیل در دیاگرام $(E - \log i)$ یا $(E - i)$ است

در مدار بسته، الکترود مرجع E_1 را نشان می‌دهد و با باز شدن مدار، پتانسیل روی الکترود

تغییر می‌کند.



در $E = E_1$ ، A رسوب می کند در $E = E_2$

هر دو شناس رسوب دارند.

اگر اختلاف پتانسیل A و B از $1.7V$ کمتر باشد

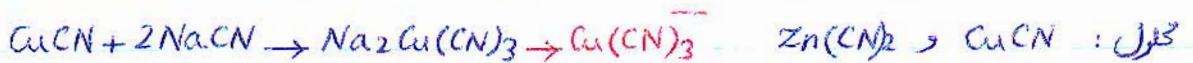
هر دو هم زمان می توانند رسوب کنند. (رسوب آلیاژی)

در مورد مس در روی $(-0.76 - 0.34)$ رسوب برج انجام می شود اما در حمام حاوی سیانید،

با منفی تر شدن پتانسیل ، پتانسیل این دو به هم نزدیکتر میشود در رسوب آلیاژی اتفاق می افتد.

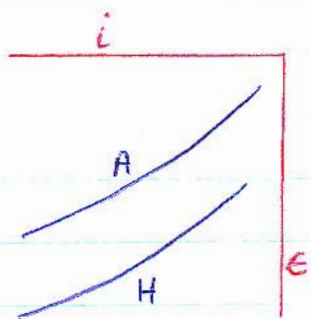
در $E = E_1$ ، با جریان A رسوب می کند. با افزایش پتانسیل هر دو رسوب می کنند.

در مورد $Cu-Zn$ در حمام سیانید ، کمپلکس های مختلفی بوجود می آید : $Na_2Cu(CN)_3$



این کمپلکس اکتیویتی Cu را کم می کند. در $CuCN$ ، ظرفیت مس 1 است در

$CuSO_4$ ، 2 است.



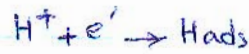
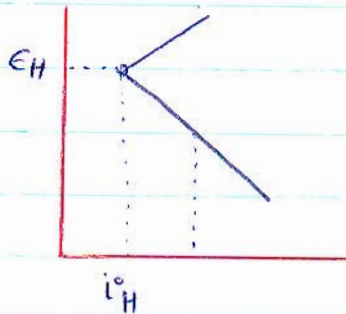
این نمودار امکان احیای هم زمان A و هیدروژن را

نشان می دهد. اگر اتفاق افتد ، امکان خوردگی هیدروژنی

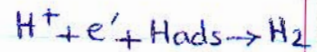
وجود دارد. برای رسوب مس از محلول $CuCN$ استفاده نمی کنیم چون $CuCN$ از Cu گران تر

است اما برای رسوب Cu از محلول حاوی Cu استفاده می کنیم.

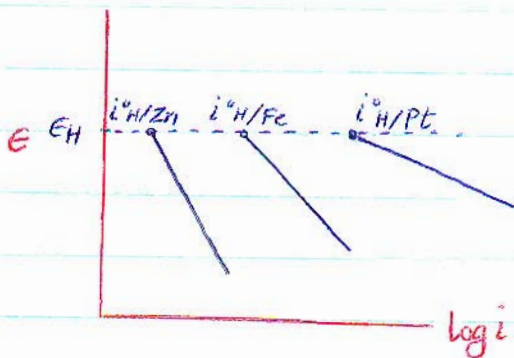
ولتاژ امانی هیدروژن : پلاریزاسیون اکسیژن هیدروژن



مراحل مختلف:



احیای هیدروژن روی فلزات مختلف در شرایط یکسان.



(Fe, Zn, Pt)

pH = 4

$$pH = 4 \rightarrow E_H = -0.234$$

روی Pt هیدروژن بیشتر متصاعد

میشود و در Zn کمتر. در Pt شیب کمتر است و i^0 بیشتری دارد.

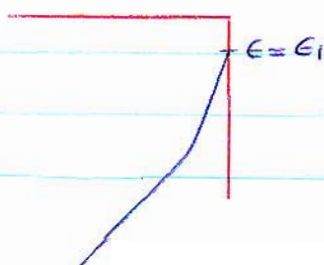
در هر پتانسی، میزان احیای هیدروژن روی هر یک بدست می آید ← الکترودرج از جنس

Pt است. به نقطه ذوب و صافی وزبری (روی سطح زبر، احیای ساده تر است چون چگالی جریان

کمتر است ← روی Pt، پلاریزاسیون ایجاب می کند (سنگینی دارد).

میزان ولتاژ امانی روی Pt به جریان سنگینی دارد. اما در جریان های کم، تقریباً صفر است.

راحت تر بودن احیای هیدروژن روی Pt ← هم i^0 بیشتر است و هم پلاریزاسیون کمتر.



احیای در $E = E_1$ دیده میشود اما ملموس نیست.

مکانیزم نشست:

در دین لایه (لایه ضایع) لگانه (بین‌های همراه) خود را درست می‌دهند. و بصورتی سطح

می‌نشینند. در مراحل بعدی باید دید، رشد چگونه است. [قبلاً بحث شد]

در مورد Ca ، بصورت کربن روی هم می‌نشینند. در مورد Zn سوزنی روی هم می‌نشینند.

یا جوانه زنی لحظه‌ای است یا پیش‌رونده (رشد می‌کند) در مورد آنی در هر لحظه جوانه زنی دیده

میشود. در آمیز (آ) های بالا، پوشش رشد زنده‌تری دارد. در آمیزهای زیاد، بین‌ها فرصت

ندارند در مکان‌های خود قرار گیرند ← رشد زنده‌تری

نوع مکانیزم رشد را در محلول‌های رقیق و جریان کم مطالعه می‌کنند. در نوع سیستم بستگی دارد.

رشد اپی‌اکسی:

در لحظات اولیه که پوشش می‌نشیند در جایگاهی دارد. قرار می‌گیرند سعی می‌کنند به تبع فلز پایه

قرار گیرند اما در لحظات بعدی شبکه‌ی خود فلز پوشش تشکیل میشود. با روش‌هایی می‌توان جهت

رشد پوشش را کنترل کرد. مثل رشد تک‌کریستال از مذاب

رشد جهت دار پوشش برای مقاومت به خوردگی بیشتر و رنگ پذیری پوشش گالوانیزه مفید است.

با کنترل عوامل نشست می‌توان مثلاً رسوب‌های plate با ابعاد نانومتری ایجاد کرد.

فاکتورهای موثر در آلودگی:

۱- پلاریزاسیون ۲- ولتاژ ۳- جریان (چگالی جریان)

۴- مقاومت الکترولیت ۵- یون مشترک ۶- pH

۷- دما ۸- غلظت محلول ۹- توان پریاب

۱۰- توان پوشش ۱۱- نوع آندها ... (سرعت مهاجرت یون ها، رده یونیتهای سولفید)

باید ولتاژ به تجزیه الکترولیت برسد، حداقل با افزایش بیشتر، جریان زیاد شده و پوشش زیرتر

می شود. افزایش ولتاژ ← افزایش پلاریزاسیون ← راندها کمتر. در ولتاژهای بالاتر ممکن است یونهای دیگر هم رسوب کنند.

چگالی جریان بالاتر ← سرعت کار بالاتر ← سطح زبر و ناصاف. با افزودن یون های به جام میون

با چگالی های بالاتر به سطح صاف میون رسید. نوع و خلوص این مواد هم موثر است: CuCN

مقاومت الکترولیت: یعنی توان از عاقلون اهم بدست آورد چون پلاریزاسیون هم هست. اما برای

سازگی این کار را می کنیم.

در رده یونیتهای سولفید: روی انتقال بار در محلول تأثیر دارد. درصدی از یون ها در محلول می تواند یونیزه شوند.

هم چنین به غلظت الکترولیت هم بستگی دارد. اسیدهای رقیق خطرناک ترند.

سرعت مهاجرت یون ها: بستگی به اندازه ی آن ها در لیگاندهای آنها دارد. هر چه یون به میزان معینی

در محلول می تواند حرکت کند. در شرایطی که ماصدلی بین دو الکترود با $V=1$ (V) باشد، $l=1$ cm باشد،

سرعت یون H^+ ، $11.34 \frac{cm}{hr}$ و $1 \frac{cm}{hr}$ Cu^{2+} است. محلول $CuSO_4$ است.

عدد انتقال کاتیون

$$t_c + t_a = 1$$

سرعت SO_4^{2-} ، $2.13 \frac{cm}{hr}$ است. در محلول، جریان توسط آنیون ها و کاتیون ها صورت می گیرد.

اگر محلول $CuSO_4$ در جریان مدار (A) 3 باشد، (A) 1 سهم Cu^{2+} و (A) 2 سهم SO_4^{2-} است.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

مقاومت الکترولیت:

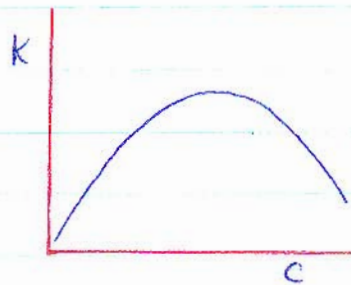
$$K = \frac{1}{\rho} : \text{simens} : \mu \text{ Simens}$$

برای مقایسه محلول ها، از هدایت مولی و هدایت اکی والان استفاده می کنیم.

$$A_m = \frac{K}{C}$$

$$A_e = \frac{K}{C_e}$$

هدایت اسید سولفوریک بر حسب غلظت:

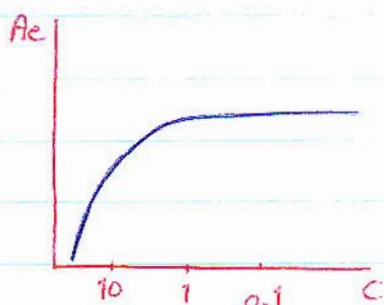


علت: بخت یونیزاسیون است. در غلظت کم

تعداد یون کم به هدایت کم

در غلظت های بالا به یونیزاسیون کم. در 15-25 هم تعداد یون ها در هم یونیزاسیون

بیاراست. (در حد استیم)



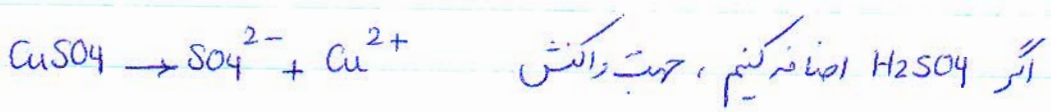
در صورت می توان درجه یونیزاسیون را حساب کرد:

$$\alpha = \frac{A_e}{A_0} \quad (A_0: \text{هدایت در صورت}) \quad (\alpha: \text{درجه یونیزاسیون})$$

A_e : هدایت محلول با غلظت

* غلظت محلول: هر چه بیشتر شود (چون آبکاری داریم) رسوب بیشتر میشود. پس حمام‌ها غلیظ
 هستند تا رسوب دهی آسان تر باشد. (بیانین مثبت تر میشود به نحایی به احیا بیشتر یعنی رکتین فایر
 راحت تر کار می‌کند.

* یون مشترک: در محلول $CuSO_4$ برای آبکاری مس. $CuSO_4$ آبی است. در محلول H_2SO_4
 می‌ریزیم تا راحت تر احیا شود. مقدار یون SO_4^{2-} زیاد می‌شود و هدایت محلول زیاد میشود.
 چون من نجیب تر است زودتر از H^+ احیا میشود.

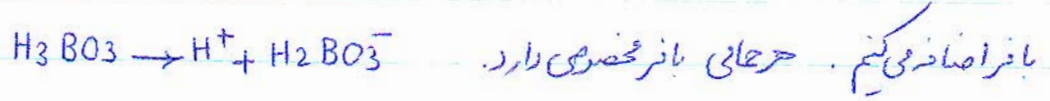


عکس میشود و Cu^{2+} کم میشود. E کم میشود یعنی رسوب سخت تر میشود.

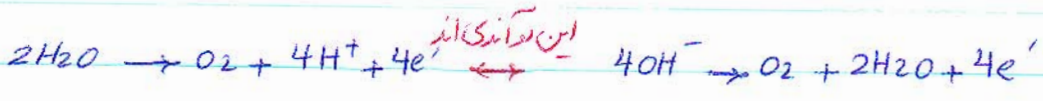
$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{2} \log (a_{Cu})$$

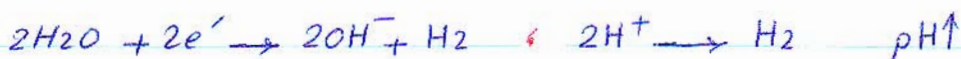
پس H_2SO_4 دو اثر ضدهم دارد. اثر مثبت هدایت غلبه می‌کند نسبت به اثر منفی
 پس اضافه می‌کنیم.

* pH محلول: باید pH کنترل شود و ثابت بماند در غیر این صورت واکنش‌ها بهم می‌ریزد. ←



این بافر برای حمام سگنل است. چرا pH تغییر می‌کند؟ چون:





این دو واکنش برخلاف دو واکنش قبلی، pH را زیاد می‌کنند.

واکنش‌های کاتدی مزاحم pH را زیاد و آندکسی مزاحم pH را کم می‌کنند.

اگر راندمان آند ۱۰۰٪ باشد: ۱۰۰٪ برق صرف حل شدن Cu می‌شود.

اگر راندمان کاتد کمتر از آند باشد مثلاً: $Cu^{2+} + 2e' \rightarrow Cu$: ۸۰٪ ← ۲۰٪ صرف

واکنش‌های کاتدی دیگر می‌شود. ← pH زیاد می‌شود.

دوست داریم راندمان کاتد بیشتر باشد؟

سبکی دارد در محلول پی باشد: $CuSO_4$ ، $CuCN$. در مورد $CuCN$ اگر راندمان آند

بیشتر باشد شکلی نیست اما اگر مزاحم $CuCN$ در محلول بریزیم باید $CuCN$ اضافی بخریم که از

Cu گران تر است.

اگر محلول $CuSO_4$ باشد و غلظت ها بجم خورد. اگر راندمان آند بالاتر باشد، Cu^{2+} در محلول

زیادتر شده است ← pH خام بالاترفته. ← H_2SO_4 می‌ریزم ← pH کم می‌شود.

راه دیگر: چند تا از تیغه‌های آندی را در می‌آدریم. ← سطح آن‌ها کم ← دانسیته جریان

آندی زیاد می‌شود ← پلاریزاسیون آند زیادتر می‌شود ← راندمان آند کم می‌شود.

راه دیگر: بتوان یک آند غیر حل شونده قرار داد به جای یکی از آن‌ها.

در واقع باید روی سطح آند به کاتد تنظیماتی انجام داد. در مورد آخر، دانستی جریان ثابت اما مقدار آندها کمتر شده است. (مقدار آند حل شونده کم شده است)

این مشکلات را در حمام Cu ندانیم چون راندمان کاتد و آند اندازه‌گیری هم است.

* دمای حمام: در اثر حمام‌ها، دما را بالا می‌بریم چون پلازما سون را کم می‌کنند. دمای زیاد به افزایش

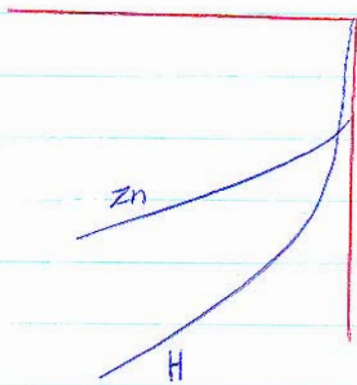
حرکت اتم‌ها و یونها. ضرب نفوذ. مطابق رابطه‌ی آرنویزی زیاد می‌شود. فقط یک مورد است تا داریم.

مثلاً در محلول ZnSO4 برای رسوب Zn $E_{Zn}^{\circ} = -0.76$

$E_{H^+/H}^{\circ} = 0$

چرا Zn رسوب نمی‌کند و هیدروژن متصاعد نمی‌شود؟

چون ولتاژ اضعافی هیدروژن روی Zn صافی زیاد است و نزدیک به E_{Zn}° است.



اگر دما زیاد شود، پلازما سون هیدروژن کم شده

و دیگر Zn رسوب نمی‌کند. پس در حمام‌های

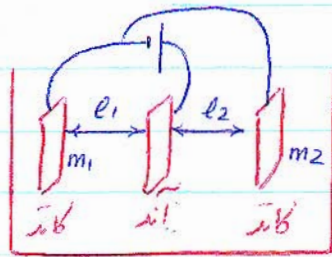
روی دما بالاست. (37°C)

توان پرتابی:

قابلیت پوشاندن کینواخت روی سطح

مثلاً در آلودگی قطعه پیچیده مطلوبست پوشش کینواخت باشد. محلولی که توان پرتابی خوبی

داشته باشد، این کار را می‌کند.



اگر $l_2 = 2l_1$:

اگر مقدار پوشش روی کانه 2 باشد از روی

کانه 1 بود، توان پرتابی صد درصد است.

اگر نصف کانه 1 بود، توان پرتابی صفر است و اگر کمتر از نصف کانه 1 بود، توان پرتابی

منفی است. $TP = \frac{100(L-M)}{L+M-2}$ توان پرتابی

$M = \frac{m_1}{m_2}$ or $M = \frac{m_2}{m_1}$ ، $\frac{l_1}{l_2} = L$ وزن پوشش

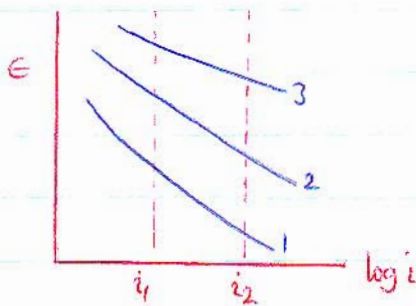
در قسمت های کوچکتر، پوشش کمتری نشیند - میتوان در آن قسمت آند قرار داد.

ص ۴۹ $M = \frac{l_1}{l_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2 - k(\Delta\epsilon/\Delta i)}{l_1 - k(\Delta\epsilon/\Delta i)}$

اگر هدایت محلول خوب باشد، $M=1$ می شود یعنی پوشش متوازن می شود.

در محلول با هدایت کم، اگر $\frac{\Delta\epsilon}{\Delta i}$ زیاد باشد (سبب مخفی پلاریزاسیون زیاد باشد) پوشش

باز هم مناسب خواهد بود.



در مرتبه نقطه 2 است و در مرتبه نقطه 1

آند، از است.

در 1، چگالی جریان بالاست یعنی $\frac{\Delta\epsilon}{\Delta i}$ زیاد است. در 3، توان پرتابی صفر

است اگر $\frac{\Delta\epsilon}{\Delta i}$ تقریباً صفر باشد.

در جام مس توان پرتابی بالاست و اگر تیغ تقریباً به رواری جام هم چسبیده باشد، باز هم آن وجه پوشش داده میشود. برخلاف جام Cr که توان پرتابی منفی است.

توان پرتابی به نوع الکترولیت بستگی دارد و در مرحله رشد معلوم میشود.

توان پوشش:

توان پوشاندن سطح. مثلاً در جام مس اگر Fe وارد کنیم، پوشش انجام میشود در حالی که برای روی این مورد امکان ندارد. توان پوشش به جنس الکترولیت و تیغی وارد شده (کاتد مورد نظر) بستگی دارد و در ابتدای کار سطح است.

آندهای حل شونده از جنس خور محلول است: مس - جام مس

آندهای حل نشونده مثل Pt, st, st و گرانیت و...: پوشش از یک فراهم میشود.

آند سرب و قلع در جام کروم بعد از مدتی آن‌ها نارنجی رنگ میشود بدلیل تشکیل $CrO_4 Pb$

باید آن‌ها را با اسید شست. در جام کروم از آن‌ها محلول استفاده نمی‌کنیم چون Cr گران است

مثلاً سرامیک‌ها را اگر وارد هر جامی کنیم، پوشش تشکیل نمیشود که مربوط به توان پوشش است.

آند حل شونده هم از جنس پوششی است که می‌خواهیم ایجاد کنیم.

این فاکتورها عمیقاً بریزند. اما فاکتورهای متالورژیکی:

ریاگرام فاز - دانه و مرز دانه - سرعت جوانه زنی

در ۹۰٪ مواقع همان چیزی را که در ریپگرام می بینیم، در پوشش هم می بینیم. برای مطالعه ساختار پوشش ها از SEM و TEM استفاده می کنیم.

قوانین داراره:

مقدار وزن رسوب متناسب با الکتریته است که از مدار می گذرد.

$$m = C I t . R$$

F از تعریف خود Amp آمده است. $C = \frac{M}{n.F}$ اکی والان شیمیایی

t : hr اگر 1F جریان عبور کند، 1 اکی والان رسوب تهیه می شود.

راندمان همیشه بالاتر نیست. ضخامت پوشش:
↓
R

$$m = C I t . R = \rho . A . h$$

$$h = \frac{C I t R}{\rho . A}$$
 م : چگالی پوشش

ρ : $\frac{gr}{cm^3}$ t : sec A : cm^2

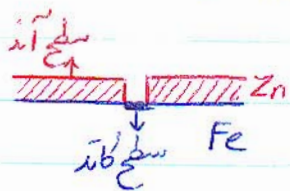
$$m = C I t R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C = \frac{M}{nF} : \text{sec} \leftarrow t \\ C = \frac{M}{n \times 26.8} : \text{hr} \leftarrow t \end{array} \right.$$

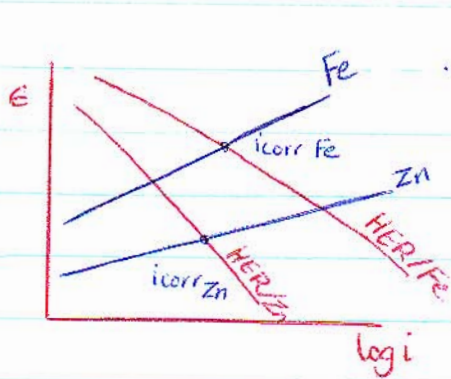
پوشش ها دور شده اند؟ بسته فلز پایه و پوشش

فنز پوشش می تواند فعال تر باشد و یا نباشد. اگر فنز پوشش نجیب تر باشد: پلانتین، نقره
 اگر پوشش نجیب تر باشد، اگر خراش روی سطح ایجاد شود، فنز پایه خورده میشود. در این حالت تکمیل
 برای ما هم ترند. مثل: Cu روی Fe.

در مورد پوشش گالوانیزه مثل Zn روی Fe، اگر روی سطح خراش ایجاد شود، فنز پایه حفاظت میشود.
 اگر خراش بزرگ باشد و پوشش جویانی احساس کنند، فنز پایه هم خورده میشود.



این فاصله وابسته به توان پرتابی است که تا چه حد می تواند فاصله
 را برساند. رنگ از نوع پوشش های غیرفعال (نجیب) است.



اینکه چه حالتی را داریم باید پتانسیل خوردگی را نگاه کنیم.

$$E_{corr Zn} < E_{corr Fe}$$

پس Zn خورده میشود. Zn فعال تر است.

اما سرعت خوردگی کمتری نسبت به Fe دارد ←

حفاظت خوبی است. در صنعت اکسید روی، کربنات روی، در سطح آمده و پلازما می شود

یعنی منحنی با انرژی و نه کمتر هم میشود.

Cr دارای E° پائینتری نسبت به Fe دارد اما همین کاراکتید مردم روی سطح تشکیل میشود

که باعث میشود پتانسیل از Fe بیشتر شود.

قلع در شرایط معمولی (اتمسفری) از آهن نجیب تر است. در صنایع غذایی (کنسروها) قلع حورده میشود و آهن حفاظت میشود. در اثر تصاعد هیدروژن و حل شدن آهن، قوطی بازمی‌کنند



وقتی آهن شروع به خوردگی می‌کند که قلع دیگر تمام شده باشد.

در پوشش‌های فعال (Zn) باید i_{corr} کم باشد تا زود از زمین نرود.

خواص پوشش‌ها:

سختی پوشش‌ها ← میکرو هاردنس - ویکرز. البته مقداری که indenter فرومی‌برد باید هوری باشد که دارد فنر پایه نشود.

برای رنگ‌ها از برداری استفاده می‌کنند که holder داشته و تست می‌کنند با کدام مدار خطاری سطح می‌افتد. قابلیت انعطاف پذیری پوشش هم هست.

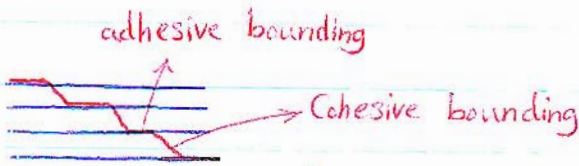
چسبندگی پوشش: برای رنگ از cross Huch استفاده می‌کنند: یک شبکه‌ای روی سطح قرار می‌دهند + چسب و بعد شبکه را جدا می‌کنند و مشاهده میشود که در کجا پوشش کنده شده.

روش دیگر pull off است. سیلندر توخالی روی سطح می‌چسباندند. بعد با تلمبه زدن، فشار

را بالای بریم تا اینکه سیلندر کنده شود و پوشش هم کنده میشود. بعد فشار یا نیرو را اندازه می‌گیریم.

اگر استحکام چسب سیلندر کمتر از پوشش باشد، نتیجه‌ای نمی‌گیریم. عامل دیگر خطا: پوشش متخلف باشد

در پوشش‌های چندلایه باست pull off باید درید پوشش بیشتر از فصل مشترک جدا شده و یا از درون خوردلایه‌ها. اگر بیش از 50٪ از درون باشد، خوب است در غیر این صورت (50٪ از فصل مشترک باشد) چسبندگی مناسب نخواهد بود.



مکن است رطوبت زیاد باشد

و رنگ قهوه‌ای خوب خشک شود و لایه‌ی بعدی را که می‌زنیم، چسبندگی

در فصل مشترک مناسب نخواهد بود.

پارامتر بعدی خوردگی پوشش‌هاست.

تشن‌های داخلی: در ابتدای پوشش (همی ساختار، ساختار فلز پایه است و به تدریج تغییر میکند.

کششی یا فشاری بودن تشن را از جهت خم شدن پوشش می‌فهمیم.

۸۶ / ۱۲ / ۱۹

آماره سازی سطوح:

قبل از عملیات سطح باید سطح آماده شود. گرد و عیار و ... روی سطح وجود دارد. سطوح سه

رسته اند: سطوح خالص - سطوح تمیز - سطوح آلوده

هدف: سطوح آلوده از آلودگی پاک شود: چربی زدایی (دگریسینگ) - اکسید زدایی (داسکالینگ)

علاوه بر اینها زدودن اثر انگشت درنگ را هم داریم.

* چربی زدایی: روش معمولی استفاده از مواد آبی: بزین و ... اما جنبه کیفیت خوبی ندارد.

اما استون ، تری کلرو اتیلن ، بنزن و ... که آبی هستند قدرت پاک کنندگی زیادی دارند .
 اما این مواد گران هستند و راحت بخار شده و سمی نیز هستند ؛ استون البته سمی نیست . در فضای
 بسته از این مواد استفاده میشود . میتوان در نماز بخار از این مواد استفاده کرد . بخار استون وارد حلقه شده و
 سپس کندانس میشود و چربی ها را پاک می کند و استون دوباره استفاده میشود .

مواد دیگر: نفت ، پارافین و ... است . پارافین روی آب قرار دارد و قطعه را در فضی مشترک
 تکان می دهیم و چربی بصورت کلوئیدی در آب (ناز آبی) می ماند . (چربی زدایی دو فازی)

مواد دیگر: شلات (chelate) : EDTA به باند چربی و سطح عمل کرده و آنرا از سطح جدا میکند
 این مواد ارزان هستند .

مواد دیگر صابون ها هستند . مهم ترین دسته چربی گیرها ، مواد قلیائی هستند . محلول ۱ درصد سود

pH برابر ۱۴ ایجاد میکنند . مهم ترین مزیت : در دسترس بودن و ضراحتی و ارزانی است .

برای $50 m^3$ آب ، در حد چند گرم سود استفاده می شود و pH آب به ۷ می رسد و دیگر

خوردگی نداریم . (در نمای آمان و شرایط محلی $pH=7$ ، حلوی خوردگی را می گویند) بهترین ماده

قلیائی سود (NaOH) است . خورد سود از سطح خوب نشسته نمیشود و سطح را نریز می کند ←

خورد سود کافی نیست ← انواع مواد قلیائی ، سیلیکات ، فسفات و ... با هم مخلوط میشوند . برای

فشارت مختلف ، نسبت این فرمولاسیون تغییر خواهد کرد .

چند خصوصیت باید داشته باشد. (در کتاب آمده است)

برای اینکه سطح تیز نشود، باید سطح تری شود. ← ماهی سرکنده هم می خواهد: اسید سولفونیک، رودسیل بنزن
پس این موارد هم به چربی زدها امانت می شود.

چربی گیر قلیائی باروش ها غوطه وری از زمان طولانی، اسپری (زمان کم)، مالش با پارچه انجام
می شود. بعد از چربی گیری، سطح با آب گرم تیز می شود. اگر با آب سرد شسته شود، چربی ها باقی می ماند
* اکسیدزایی:

سطح فلزات در تماس با هوا، اکسید می شود. روش های الکتریکی داریم: سند بلاست و ... (سیناه د...)

روش های شیمیایی هم داریم: H_2SO_4 (گرم باید باشد: $40^\circ C$)، HCl (در دمای اتاق)

HCl حوزش باعث حفره (pitting) می شود و بخارهای سمی ایجاد می کند:



برای اینکه آهن دوباره حفره نشود، از بازدارنده استفاده می کنند تا یون آهن ایجاد نشود. این

بازدارنده می تواند، آمین باشد. اگر به آند و کاتد بسته شوند و یا مسابا جابجایی عوض شود، حفر

مصاعده شدن O_2 و H_2 به چربی زدایی کمک می کنند. (چربی گیری الکترولیتی)

برای زدودن روغن، از تیز استفاده می شود. یا اسید کریسیلیک (در کتاب).

اثر انگشت نیز باید پاک شود. (مراجعه به کتاب)

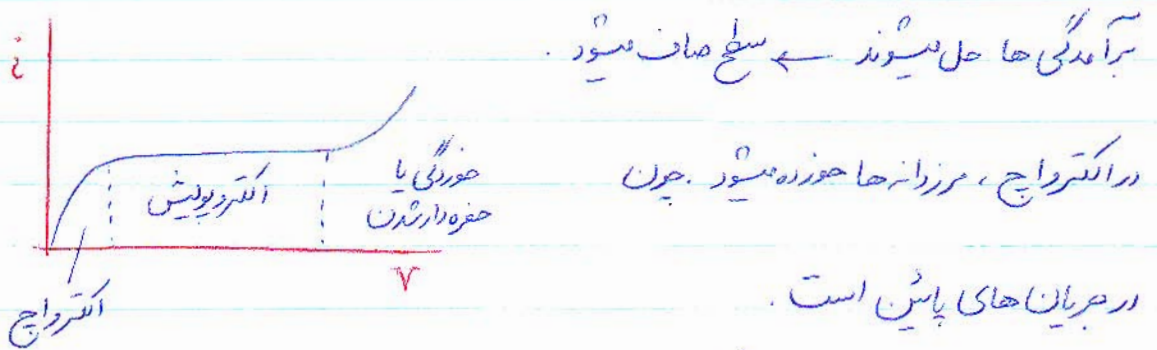
روش های مکانیکی آماده سازی سطوح: پرداخت کاری. با سنباده انجام می شود. یا برس سیمی

روار. بعد با پارچه های فشرده + صابون، سطح را پرداخت می کنیم. (مثل پولیش کردن) **glancing**

سپس چربی گیری می کنیم و ریز نیاز به اکسیدزایی ندارد. علاوه بر این، سطح صاف و برق هم می شود.

پولیش را با برق هم انجام می دهند. (اکتروپولیش) نیاز به محلول اکتروپولیش هم می باشد. برای

فشارت خالص آسان است. در مورد آلیاژها ممکن است فازها از هم جدا شوند. نمونه رایج آن آلومینوم است.



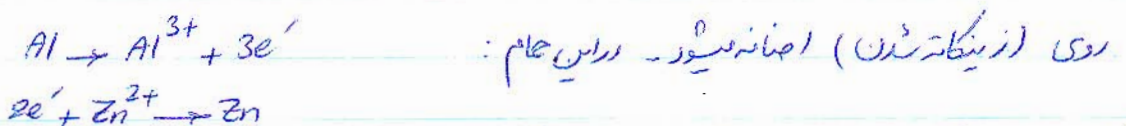
محلول های اکتروپولیش خیلی خطرناکند. ربا باید خیلی پائین باشد. (نیاز به نکات ایمنی دارد.)

این نکات در کتاب Tegart وجود دارد.

در این ممتنی دو قانون رعایت دارد: اهم - پلازما سون. که با هم باید جمع شوند.

عملیات پرداخت کاری در ممتنی انجام می شود که زیبایی سطح مهم باشد ← اختیاری است.

برای Al، روی سطح Al_2O_3 ایجاد می شود ← آبکاری نمی شود. ← به محلول چربی گیر، پودر



یک لایه ی نازک Zn روی سطح نشسته ← اکسید می شود.

برای چدن باگرافیت رشته ای دیتی تیزکاری سطح میسوند ، این گرافیت ها بیرون می زند ←

شعله کاری - سیمایی - الکتروسیمایی

شعله کاری : اول شعله ای اصیائی برای اصیائی آهن ؛ سپس شعله ای اکسیدی تاگرافیت بسوزد

دو باره شعله ای اصیائی برای اصیائی آهن

سیمایی : گرافیت داخل کینم محلول : زوب نغذای KF ، Na_2CO_3 و K_2CO_3 (مخلوط)

الکتروسیمایی : همان محلول ها . استفاده از آنند و کاتد عوض کردن جای قطب ها .

۸۶/۱۲/۲۱

آبکاری مس :

در حمام های مختلف انجام میشود : حمام اسیدی - قلیائی

اسیدی : اسید سولفوریک + سولفات مس . ظرفیت مس ۲ است . ($n=2$)

قلیائی : سیانیدی (KCN ، $NaCN$ ، $CuCN$) . ظرفیت مس ۱ است . ($n=1$)

در آبکاری (الکترولیز) ضخامت بالای پوشش امکان دارد . اما در روش غوطه پوری پوشش در حد چند

نانومتر است .

سرعت خوردگی مس ۱۴۰ در سال است . علت تشکیل لایه *Patina*

است ($CuSO_4$ ، $3Cu(OH)_2$) روی سطح مس ← خوردگی کم میشود . (سبز رنگ است)

روش دیگر برای پوشش مس ، *cladding* است . (نورد ساندویچی) . اسپری هم می توان

انجام داد. روش دیگر Electroless است. در حمام مازهی اسیانکننده می ریزیم مثل HCHO در مس را اسیان کرده و خودش اکسید می شود. این روش بیشتر برای Ni است.

* آنگاری مس :

در حمام سولفات مس (اسیدی) : بیشتر برای پوشش های ضخیم (فرانزدهای electroforming)

حمام اسیدی توان پرمای خوبی دارد و پلاریزاسیون کاتدی کم است ← راندمان بالا. سطح

براق خوبی دارند. اگر جریان کنترل شود، روی سطح nodule (گره) ایجاد می شود چون سرعت

بالاست. وقتی بوجود آید، همانجا رشد می کند ← مدار کوتاه ایجاد می شود ← این برآیندگی حاصل

حذف می شود.

ترکیب دیگر درص اما کتاب. در تمامی این حمام ها، آند حل می شوند مس داریم. عموماً کمتر

$12-6$ است (بسته به اجزای ظرف) این پتانسیل، پتانسیل تجزیه ای آنترولیت + پلاریزاسیون

و... است و گرنه و تناز لازم برای رسوب مس 0.3-0.4 ولت است.

حمام دیگر $K_6Cu(P_2O_7)_2$ است. راندمان بالایی هم دارند.

از حمام های مس سیانیدی، حمام پیش آنگاری است (strike).

در آنگاری در حمام اسیدی مس مثلاً Fe در حمام قرار دهیم مقدار مس از طریق سمناسیون روی

سطحی نشیند که چسبندگی کمی دارد ← پیش آنگاری می کنیم در جایی که acu کم است در نتیجه

جلوی سمناسیون گرفته میورد

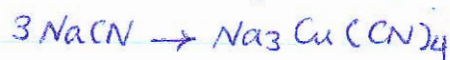
در جام بجری از نمک راسل استفاده میورد . در جام میاندیدی از جذب CO از هوا و تجزیه سیانید

کربنات ایجاد میورد که مطلوب نیست . در جام های راسل جلوی این کربنات ها را می گیرند

ساختار دانه ها توسط این نمک ریزتر شده و خوردگی را بیشتر می کنند . پلازما سئون را کم می کنند

محل بافر کردن جام را انجام میدهند اما در برآیند شدن پوشش مایه ای ندارد

جام ریگر High efficiency است . راندمان بالایی دارد ← پوشش ضخیم



کمپلکس غالب $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ است و جام CN به این صورت در می آید اگر نسبت ها کاتدی

راضی و آتش بریزیم . در این حالت CN برای آند یا می نمی ماند ← CN آزادی بریزیم تا مس

دارد آند حل کند . CN^- آزاد 16 - 18 gr/lit . اگر CN^- آزاد زیاده میورد :
(NaCN)

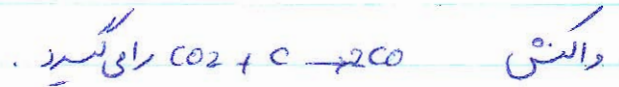
مس ها را کمپلکس می کنند و Cu کم میورد و رسوب شکل میورد

مقدار CN^- را با تیراسیون اندازه می گیرند

جنس بدنه ی تانک : فولاد معمولی + آستر PVC . اگر جام دیدانی باشد به آستر

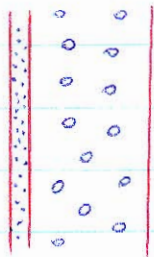
میازندایم

برای اینکه یک قسمت کمپوزیت کربوره نشود، آن قسمت را پوشش می‌دهیم. این پوشش جلوی



در حمام‌های قلیایی، ذرات مس ریزتر و متراکم‌تر است

در strike این ذرات ریزند و ضخامت هم کم است.



اگر اول پیش آبکاری کنیم وبعد در حمام اسیدی، بصورت مقابل را می‌بینیم:

CN⁻ دارد پوشش می‌شود و به جواره زنی کمک می‌کند ← ریزتر می‌شود

در زیر میکروسکوپ این پوشش‌ها خیلی ریزتر از ساقه‌ها ریزتر است چون رسوب در محل‌های

مثل ناچائی، صویب، برآمدگی و... رخ میدهد در حالیکه در ریزتر است اینطور نیست.

آبکاری نیکل: ۱۸/۱۸

Ni بدلیل خواص معین و مقاومت به خوردگی کاربرد وسیعی در صنعت دارد. اکسید Ni روی Ni

انجام می‌شود. اگر نخواهیم روی Ni پوشش دهیم مثل Cr باید قبل از تشکیل اکسید Ni انجام شود.

در پوشش Ni عموماً از حمام‌های اسیدی استفاده می‌شود مثل: سولفات، کلریدی، وات (مخلوطی

از سولفات و کلریدی)، سولفات و فسفات. در حمام آخر، ویژه اندوگران تر هستند و در

شکل دادن الکتریکی از این حمام‌ها استفاده می‌شود. (electroforming)

در حمام‌های کلریدی مشکل Pitting نیز داریم. اسید بوریک جزء لا ینفک این حمام‌هاست برای

تنظیم pH در pH=4، آنزیمات نگهداری می کنند. (مانتر)



سرعت نشست دانه - چگالی جریان است در حدود $15-20 \frac{\mu}{hr}$ حد نهایی آن است.

دانه های اصلی انزوزنی در حمام ها: تسطح کننده ها. ناهمواری های سطح را رفع می کنند.

در باقی ها (agent) گوری ها پوشش بیشتری می گیرند ← صاف می شود

مواد تسطح کننده در نقاط تیز انباشته می شوند و در نقاط برجسته پلازما یون ران 100 mV اترایش

می دهد ← در نقاط برجسته نشست کم می شود. ترکیبات استیلنی، کومارنیر از این دسته اند.

براقی ها: (brightner) همین کار را می کنند و موجب می شود ذرات پوشش ریزتر شوند (تعداد

جرانه ها زیاد می شود) ← سطح بران تر می شود. معمولاً با دانه های دانه بین گوگرد و کربن

و هیدرو دار. (S=C) و موجب می شود در پوشش نفوذ کرده و مقاومت به خوردگی را کم می کنند.

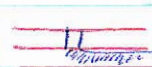
پس پوشش های Ni بران مقاومت به خوردگی خوبی ندارد ← می توان نوع پوشش

Ni دار: اول مات و بعد براق

اگر فقط یک لایه Ni داشته باشیم وقتی از تختی های لایه عبور کردیم پایه می رسد.



در پوشش اولایه، بعد از رسیدن به لایه کاتدی، بخش می شود و به پایه می رسد.



پوشش اولایه

براق کننده ها: سولفونیک (نه سولفوریک)

برای آنگاری Ni از آن ذره شوره استفاده می‌شود. چون Ni خالص پاسیو است.
 اگر Ni بصورت گلوله باشد رادیکال کاتیونی استفاده می‌شود و یا از ورق Ni استفاده کنیم
 آن را در حمام قرار می‌دهیم. برای جلوگیری از اکسید شدن Ni از آندهای حاوی اکسژن، کربن و
 گوگرد استفاده می‌کنیم. پوشش نیکل را با مواد اسیدی می‌توان پاک کرد.

گاهی پوشش نیکل زیر می‌شود ← ذرات محلول و ناخالصی در حمام شده اند یا چگالی جریان
 زیاد است، علت اسید بوریک مناسب نیست، دما و pH مناسب نبوده است.

اگر آلیاژ روی باشد، اول لایه مس می‌دهیم و بعد Ni لایه مس محلول متخلخل است.
 در حمام های pH بالا، پختی کمتر است. خوردگی اتفاق می‌افتد
 اگر برج حاوی سرب و ناخالصی باشد، ضخامت لایه مس مناسب و درش باشد
 Ni روی آن چسبندگی خوبی ندارد ← اول لایه مس می‌دهیم.

پوشش کروم:

تنهایی کمتر نگار می‌رود مگر پوشش کروم سخت. کروم سخت هر چه ضخیم تر باشد، سخت تر است
 چون base metal اثری ندارد. کروم بصورت تزئینی و سخت پوشش داده می‌شود و حمام
 حاکی است. در مورد تزئینی زمان کم و ضخامت کم (1-2 μm) است. در کروم سخت در برخی جاها
 ضخامت تا 400 μm هم هست.

ساده ترین جام، اسید کرومیک است (ارزان قیمت) و از آن حل نموده استفاده می شود Pb, Sn
و کروم از جام نامین می شود. اسید کرومیک کاتالیزور نیاز دارد برای پوشش دادن. نسبت این دو

500 - 5 (g/lit) است. (ص ۱۲۴) با افزودن اسید سولفوریک راندان
اسید کرومیک اسید سولفوریک
جام تغییری کند. max راندان در نسبت 100 - 1

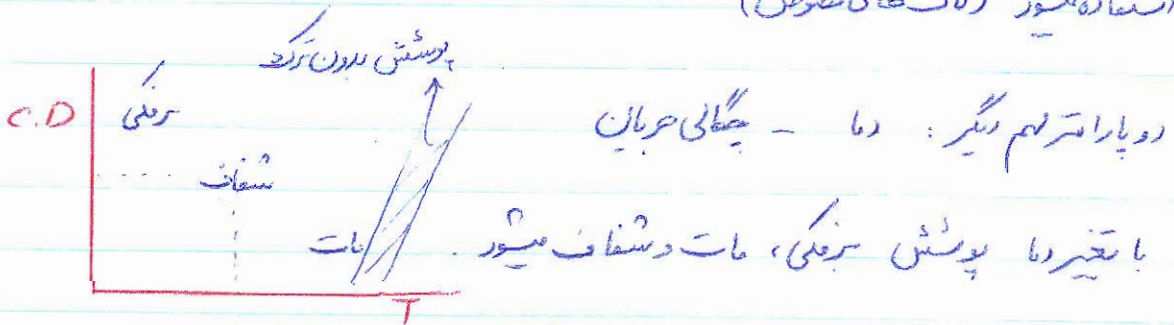
است. 80٪ جریان صرف تصاعد می شود → استفاده از قطره های پلاستیکی

تا هدایت تصاعد می شود پس راندان حداکثر 20-30٪ است. توان پیمایی

حتمی تواند متقی باشد ← طرز طراحی آن ها و کاتدها ضعیف حساب است.

جام پوشش (اسید کرومیک) بسیار خورنده است ← دوباره در تماس با جام از مواد ضد خوردگی

استفاده می شود (لاک های مخصوص)



در پوشش های Cr معمولاً تنش وجود دارد ← ترک ← نفوذ ماده خورنده

→ سعی می شود ترک ها را ایجاد می شود باشد. (با افزودنی ها)

جام رنگ: اسید کرومیک + اسید استیک ← پوشش Cr سیاه رنگ می شود
↓ کاتالیزور

استفاده در وسایل تزئینی

اسید کرومیک 6 ظرفیتی است. $CrO_4 H_2$ یعنی Cr^{6+} که سمی است و

مضر است برای محیط. لذا استفاده از این حمام ها ممنوع شده است. حمام های کربید سازی

Cr^{3+} است. و با آنکان رسوب همزمان Fe, Ni, Cr و Mo در این حمام ها دیده

دارد. از جمله این پوشش ها $st. st.$ است. با اسید کرومیک است. اکسید کننده یوریا در حمام
(304-316)

تغزیری کند.

خاصیت پوشش کروم: معادست در برابر مواد خوردگی، ضربه اصطکاک کم، خاصیت پارامغناطیسی
سطح تیز

و... (در کتاب)

حمام های حاوی Cr^{3+} از کرومید کروم می باشد. (کرومیدی است)

راه دیگر پوشش دهی آلترولیس Ni است بجای Cr^{6+} و Cr^{3+} ..

دهنی چگالی جریان - ولتاژ، پتانسیل ها از ولت متر خوانده می شود (معادست مخلول در...)

باید از آلترود مرجع استفاده کرد.

پوشش با پوشش پاشینگ:

فاصله نازل و قطعه معین است؛ پاشش توسط فشار هوا صورت می گیرد. فنر پایه جنینی کم گرم

می شود. معقول پوشش یا یوریا آن توسط سنجدهی آکسی استیلن در آب می شود و با فشار هوا پاشیده می شود

در این روش اگر قبلاً سطح را زبر کنیم، چسبندگی بهتر می‌شود. می‌توان قوامت های زیادی پوشش دارد.

در این روش، تنها شکل، تکنی پوشش است ← از قطر عبور مواد خورنده معدنیست.


چون از پودر استفاده می‌شود، می‌تواند اکسید شود ← عیب دیگر: اکسیدی بودن (به مدلی پوشش).

اگر پوشش مس باشد، قطر ممتول نهایتاً 3mm است.

در حالت پودر این شانس را داریم که پوشش آبیاری ایجاد کنیم. (از چند پودر استفاده می‌کنیم).

برخی فنرات قابلیت ممتول شدن ندارند.

در روش شعله از کسی استین استفاده می‌شود. در این حالت از پودر و ممتول می‌توان استفاده کرد.

روش دیگر: قوس.  در این روش فقط از ممتول استفاده می‌کنیم.

روش دیگر: پلازما (قوس پلازما) در این روش فقط از پودر استفاده می‌کنیم.

گاز Ar به محیط بین دو الکترود قرار می‌گیرد ← یونیزه می‌شود ← محیط پلازما

← دمای بالا ایجاد می‌شود. (حتی مواد درگداز هم ذوب شده و می‌توان بعنوان پوشش

استفاده کرد.)

دمای شعله کم است ← برای ذوب فنرات با نقطه ذوب پائین. در قوس برای فنرات دمای

بالتر و در روش پلازما، عمودیت نقطه ذوب در ما نداریم.

روش شعله برای قطعات حجمی بهتر است.

در روش قوس پلازما می توان پوشش کامپوزیتی مثل "Ni + گرافیت" استفاده کرد (ایجاد کرد)

پوشش پلازما سیمی، پوشش
MCrAlY → اتریم
↓
Fe, Co, Fe
باری پره های توربین می باشند
(گازی)

فرایند الکتروسی:

رفرایند سمناسیون (قراردادن Fe در CuSO4 ، بعد از قرار گرفتن چند لایه Cu ، فرایند متوقف می شود) . اگر نخواهیم پوشش های ضخیم تر بدیم ، ناره ی امیالسته به حمام امیالده می کنیم تا فرس اکسید شود و Cu را امیال کرده ← عمل پوشش انجام می شود.



هیدروژن باید از محیط دور شود. ضمناً نمی خواهیم این واکنش سریع انجام شود چون غیر قابل کنترل می شود و مقدار آن از آنهار کف حمام رسوب می کند و هدر می رود.

الکتروسی نیکل اهمیت صنعتی بیشتری دارد. سرعت رسوب $12 - 20 \mu m/hr$ است.

زمان معمولاً 1hr است ← ضخامت: $12 - 20 \mu m$.

این روش ، روش الکتروسی نیکل نام دارد. چون واکنش بالا بدون جریان و رکنین مایه صورت می گیرد.

روش سمناسیون هم الکتروسی است اما ناره ی امیالسته نداریم ← غوطه وری
↓
معدنی

نوژگی روش الکتروس: محدودیتی نداریم؛ روی هم پی میوان ایجاد کرد: فلزات، پلاستیک ها، چوب، سرامیک، پارچه.

در قطعه سرامیک ها را با روش الکتروس میوان جوش داد (با تنگ پوشش روی آنها)

در مورد پلاستیک ها، سطح پلاستیک باید اچ شود (با اسیدها) ← یکری فایز حاصل می شود.

بعد کلور قلع یا کلورر پالادیم یا HCl



می ریزیم ← زنگش شفاف می شود ← آماره است که قطعه داخل محلول می شود. (چند ثانیه)

زیر میکروسکوپ SEM:



حالی توان این را در حمام Ni کرد؛ چون سطح صاف شده.

حوزه Ni نمی تواند روی پلاستیک بنشیند چون چسبندگی با پلاستیک ندارد.

← الکتروس برای پوشش روی سطح غیرهاری با این صورت است.

حمام نیکل در الکتروس یا اسیدی است دیا قلیایی.

اسیدی ← هیپوفسفیتم سلیم (RA) : (هیپوفسفیتم سلیم) NaH_2PO_2



اسیدی است

pH بسیار حساس است در این فرایند (4-6) ← قطره قطره آمونیاک اضافه می کنیم

تا pH تنظیم شود. حداقل دما 85°C است ← pH در دما در این فرایند خیلی مهم است

استات سدیم و استیک اسید در محلول ← جام بافر سیود (تنظیم pH)

پایدارکننده حدود ppm است (استات سرب ۱-۲ ppm) اگر زیاد بزرگیم

السوب صورت نمی کشید و اگر نزنیم رسوب در کف جام، ظرف جام صورت می گیرد. برای

انید فقط روی قطعه بنشیند، از پایدارکننده استفاده می کنیم.

* پایدارکننده ها:

سرنوع هستند: ۱- ترکیبات سرب، بیسپوت، آرسنیک: روی سطح قرار می گیرند

و پلازما سیمون تصاعد هیدروژن را بالای میزند.

۲- یونهای سولفیت: روی سطح رسوب می کنند، خود Ni کاتالیزور است

و امای نیکرین ها را سریع می کند. این یونها، کاتالیزوری Ni را

صنعتی می کنند.

۳- نمک های سدیم: (کلرور پالادیوم) پالادیوم کربیدی وارد جام شده و

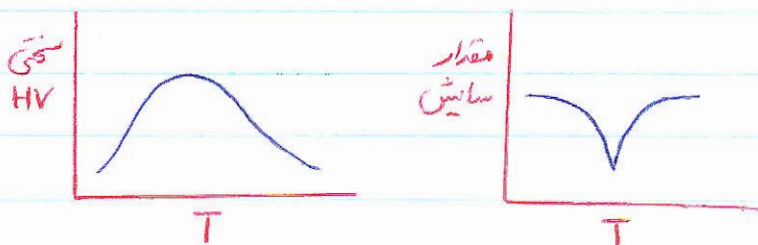
موجب تجزیه سیود (تجزیه جام) ← مفید نیست ← نمک سدیم

امانندی کنیم تا کلرور پالادیوم از جام خارج شود.

نیکل رسوبی از روش الکترولیس، مقدار کمی نیکل دارد. معمولاً پوشش های الکترولیس نیکل مقداری صافتر دارد که از هیپوفسفیته سدیم وارد شده است. داین میزان به مقدار هیپوفسفیته سدیم در حمام بستگی دارد (ارتباط مستقیم) P از بالا رود، سختی هم بالایی رود. در اثر عملیات حرارتی

ترکیباتی مثل Ni_3P (ترکیب بین فذری) باعث بالا رفتن سختی می شود حتی به میزان $1100 HV$ در این پوشش مقاوم به خوردگی نیز می باشد. محدوده عملیات حرارتی: $350 - 400 (hr)$

این پوشش چسبندگی زیادی دارد چون انتقال بار نداریم و امپالکتده در حمام وجود دارد و تمام حفره ها را می پوشاند.



کاربرد این پوشش ها: قطعات کامپیوتر، قالب ها، و ...

گرم کردن سیستم نباید موضعی باشد و اگر در نازک شود، Ni ها امپالکتده و فسفیته نیکل ایجاد می شود ($> 90^\circ$)

سیور (Ni_3PO_3) در کف حمام رسوب می کند. گرم کردن باید یکنواخت باشد.

گرم کردن: استفاده از شعاع یا کویل گرم کننده داخل حمام (یا سیستم آب سرد گرم)

جنس حمام: حرارتی باشد که Ni روی آن رسوب ندهد ← باید $st. st.$ پاسیو شده،

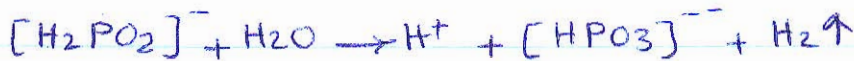
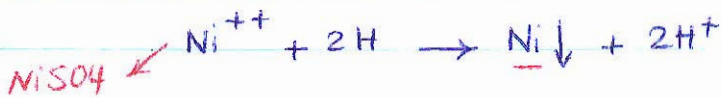
یعنی پروپیلین (PP)، Ti و ... باشد. $st. st.$ از همه ارزان تر است و بعد از ذری

باید دوباره پاسیو شوند.

ضرب اصططاک پوشش کم است، یعنی بالا، مقاومت سایشی خوب و انعطاف خوب و

قابل پوشش روی انواع فلزات

واکنش قبلی کلی بود. در حالت جزئی تر:



پس Ni و P با هم رسوب می کنند و pH در کل زیاد می شود. ← باید آمونیاک

اضافه کرد.

اصافه کردن تری آتازول آمین به جام هیپوفسفیته :

۰.۱ M کلرور نیکل ۲۴g/lit

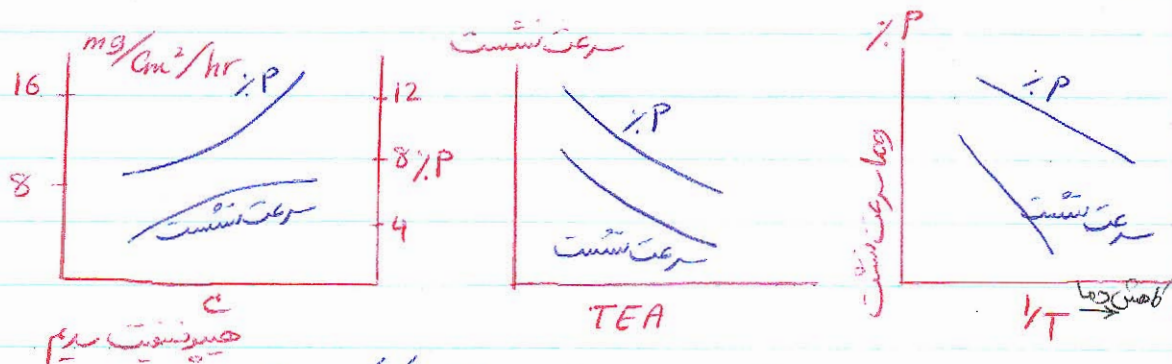
سدیم نیترات ۴۵ "

هیپوفسفیته سدیم ۱۰ g/lit

تری آتازول آمین ۲۰ cc

pH=8, T=90°C

تحت این شرایط:



تری آنزول آسین ، سرعت نشست و میزان فسفر پوشش را کم کرده است .

ذرات نرم : PTFE ، MoS₄ ، گرافیت

ذرات سخت : SiC ، Al₂O₃ ، الال

این ذرات در حمام رنجته میسور و با استفاده از مخزن ، بصورت سوسپانسیون معلق میسوند و همراه پوشش روی سطح می نشینند . در لایه های اولیه این ذرات وجود ندارد . با استفاده از SiC به کمتی 4000 VHV در رسم و با ذرات نرم مزایب اصطکاک پایش در پوشش خواهیم داشت . با افزایش شدن این ذرات ، خواص متفاوت خواهد بود .

نوعی نشست : متوجه ایجاد جوامع پوشش ، این ذرات بین جوامع هاگیری افتند و باقی میمانند و یا ممکن است سادراکتیو میسوند (SiC اینطور میسور) در روی سطح می نشینند . حیثیتی این



ذرات را هم باید بالا برد .

سوال * پیدا کردن بهترین فرمول برای حمام های الکترو لیس نیکل . (۱ نمره)

دندان : استات سرب بعنوان پایداری کننده .

حمام‌های الکترولس نیکل گران تر و عمر کمتری دارند؛ چون pH قلیاست و سریعاً باید آنالیز شود.

اگر سطح قطعات در حمام زیاد شود، سرعت نشست کم می‌شود. مثلاً یک لیتر محلول، یک مقدار سطح فولاد را پوشش می‌دهد.

هر چای یک عمر دارد (حتی اگر استفاده نشود)؛ نهایتاً چندین ماه می‌شود.

برای قالب‌های کشتی سیم، شیر در حوض وقت رزوب، از این پوشش استفاده می‌شود.

رسوب آلیاژی نیکل در آبکاری نیکل انجام شده و بر روی الکترولس رسوب آلیاژی نیکل انجام شده؛ یخ با فشر.

۱۷/۲۷

پوشش‌های سفیدی:

مثل کربوره کردن است. پوشش در جسم نفوذ می‌کند نه اینکه روی سطح بنشیند. خواص چینیایی چینی بالاست چون پوشش خرد قطع شده است.

لایه‌های سطحی مقاومت خوبی در قوس را با لایه برد.

مکانیزم: طبق قوانین فیک، نفوذ صورت می‌گیرد. $J = -D \frac{dc}{dx}$ (۱)

$$\frac{dc}{dt} = D \frac{d^2c}{dx^2} \quad (2) \quad \rightarrow \quad x = 4KDt^2 \quad D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

دائمی یعنی نفوذ در زمان

۱- جاند / جاند : اگر می‌خواهیم کربن نفوذ کند، زغال فعال می‌برسیم. اگر Cr ← پودر Cr
عمیقاً باید صحنی باشد ← Ar می‌رسیم. درجه حرارت در محفظه را بالای بریم.

روش جاند برای روی کاربرد زیادی دارد: $ZnO + NH_4Cl + \text{ماسه}$

تأذرات روی هم می‌چسبند. (سردانزینگ) تا باید حدود $350^{\circ}C$ باشد تا

زود بشود (پوره‌ها به هم می‌چسبند)

۲- کاری: قطعات را در محفظه آون می‌نیم و گازهای $ZnCl_2$ ، NH_4Cl با شکر

خردن ساین رسیده می‌شود و روی آزاد می‌شود و روی سطح قطعه نفوذ می‌کند. این روش گران‌تر

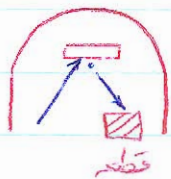
است. اما کار دقیق و خوب در می‌آید. در روش قبلی ذرات ماسه و ... به سطح

می‌چسبند و دقت کار کمتر است.

این روش CVD هم نام دارد. chemical vapour Diposition

روش دیگر PVD است. باید سما یا نیر صورت می‌گیرد در محفظه خلأ. با تابیدن

نیز به قطعه اتم آزاد می‌شود و در سطح مورد نظر می‌نشیند Physical vapour Diposition



در CVD سه واکنش کلی وجود دارد به‌شکل (یکاد پوشش):



(I) تبدیل



A : فنز یا به B : فنز پوش X : مثلاً کلرور

در سبیل : A بیرون می آید و B جای آن می رود $BX_2 : CrCl$

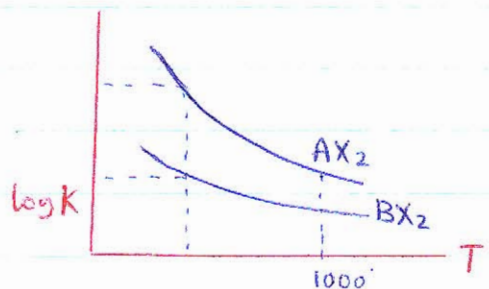


$\Delta G^\circ = -2.3RT \log K_p$



$K_{P,I} = \frac{\alpha_B \cdot P_{ACl_2}}{\alpha_A \cdot P_{BCl_2}} = \frac{K_{P,A}}{K_{P,B}}$

$\log K_{P,I} = \log K_{P,A} - \log K_{P,B}$



در دماهای زیاد اختلاف $\log K$ ها کم است و انجام واکنش I امکانپذیر است

اگر کمتر از 2 واحد بود ، امکانپذیر است

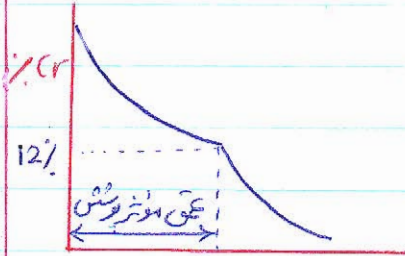
برای واکنش دوم هم همین ترتیب است

برای واکنش سوم هم از پایداری هائی توان نمید و واکنش انجام میدهد

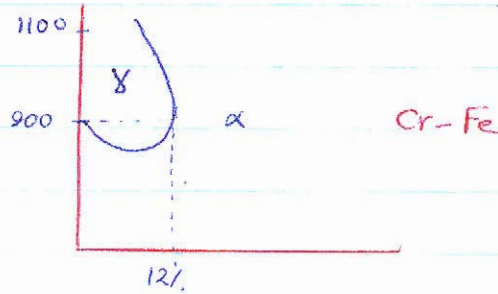
NH_4Cl باعث آزاد شدن Zn از ZnO میشود

پوشش نفوذی کروم : (کرومیزینگ) Chromizing

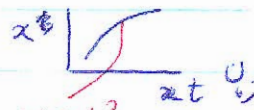
بین 900-1100 °C کرومیزینگ صورت می‌گیرد. در این دماها، آهن بصورت α است



فاصله از سطح نمونه



اتریش با عمق نفوذ زیاد سیور



اتریش زمان

$$x = 4KDt^2$$

دیفوزیون Cr در فریت بیشتر است ولی در α کم تر است. اگر از 12٪ کروم بیشتر سیور

آنگاه سرعت دیفوزیون اتریش می‌باید

پوشش نفوذی Al ← Aluminizing سیلیکون ← Siliconizing

تذکره: chromizing هم داریم که با chromizing فرق می‌کند

اکسید کروم

سطح بین Cr زیاد است ← فریتی است

لایه درگولر پاره

استفاده از این قطعه (مقابل) در دماهای

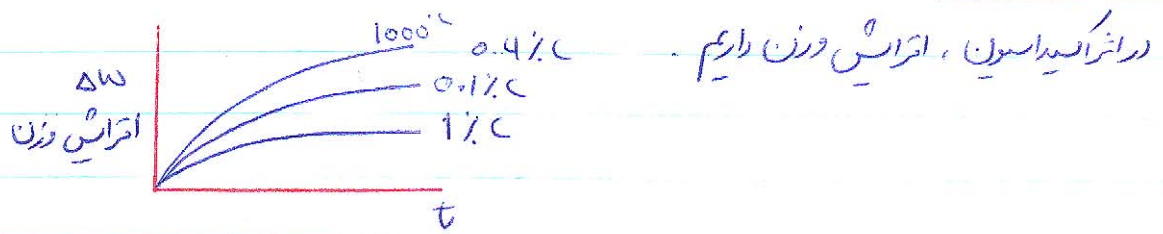
چون کربن آن نفوذ کرده (رشته ساقهار فولاد)

800 °C موجب سیورندگی کروم نفوذی کند و پائین می‌آید و در حد کروم در سطح کم سیور و مقاومت

هوردی کم سیور آهن عم

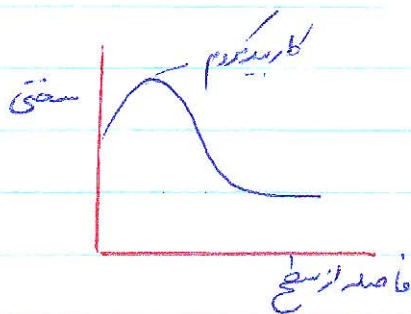
[اکسید کروم تا 850 °C پایدار است بالاتر، بخار سیور]

سطح نفوذی کند



اگر فولاد ۱٪ C داشته باشد، کاربید کروم بصورت منجم سولفید در می آید و میزان اکسید شدن کم می شود چون جلوی نفوذ Cr را می گیرد.

اکسیداسیون عمیق (اکسیداسیون مین کار قطعه) → این پدیده



در ۰.۴٪ C، سطح زیر کاربید کروم، پختی است

و نفوذ بیشتر است از لایه های سفیدهای آن ←

خوردگی بیشتر است. در ۰.۱٪ C زمینه فریتی است.

۱۷/۲/۱۵ در چگالی جریان های بالا، رسوب بصورت بردگی می شود و یا تیره

می شود و با اصطلاح می خورد.

آندائزینگ AI: (پوشش های تبدیلی)

پوشش های تبدیلی: آندائز - فسفات - کرومات

ترکیباتی مثل اکسید روی می تواند شکل شود و سطح را محافظت می کند. (اکسید هیدروکسید برای

آندائز)

سطح می تواند محافظت شود با ایجاد محصول خوردگی روی سطح.

حالت ریختنی : با جذب اکسید فلز یا هیدروکسید فلز، سطح پاسیو می شود. (روش طبیعی)

سنگینانه هم صیقل پذیر است. در کرومات و سفیدانه خودمان با واکنش های شیمیایی پوشش روی سطح ایجاد می کنیم.

در آنداز، روش الکتریکی است و قطعه را به آند (مثبت) وصل می کنیم (عکس آنگاری) در

آند، اکسیداسیون اتفاق می افتد. اگر Al باشد Al_2O_3 و اگر مس باشد، اکسید مس.

در کیفیت مقاومت به خوردگی زیاد می شود. آنداز Al در شرایطی سختی حدود $TORC$ هم به ما

می دهد.

روش طبیعی ← ممکن است pitting ایجاد کند اگر ترک بردارد.

روی دنتی خورده می شود، اکسید روی ایجاد می شود و سرعت خوردگی کم می شود ← از خوردن

کالواتر زیاد استفاده می شود. پوشش های مسی در صورت خورده شدن، ترمیم می شوند.

روی نمونه اگر نخواهیم رنگ یا لاک بزنیم، اگر سفیدانه کنیم قبلاً، مقاومت رنگ زیاد می شود.

آندازینت:

فلزاتی مثل Al, Zr, Ti, Cu, Nb و ... را می توان آنداز کرد ← اتصال

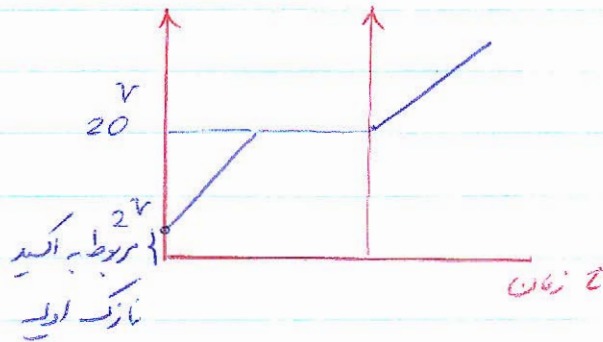
به قطب مثبت و ایجاد لایه اکسیدی. در نتیجه Al خورده می شود چون روی آن Al_2O_3

ایجاد شده است.

دومین داریم؛ یکی آند و دیگری کاتد. این دو در محلول مناسب قرار دارند و به یک سربش فایبر وصل می‌شوند.

Valve metals: فلزات دارای قابلیت آندایز شدن؛ به دو دسته AC و DC تقسیم می‌شوند.

اگر در 20V جریان را قطع کنیم و دوباره وصل کنیم، تا جایی که به 20V برسد، جوابی از سیستم نمی‌کند.



این خاصیت Valve me. نام دارد. شناخت لایه آند به و نشاری است که

این لایه حدود 2nm است

رسیدیم. فرایند آندایزینگ:

سطح باید تمیز شود (چربی لبری برای Al: در سود NaOH غوطه ده شود). بعد سبست و شو

با آب گرم و بعد با آب سرد. مراحل اضافی اختیاری هم داریم. در صنعت یک مرحله اضافی

هم داریم: ماها از محلول استفاده می‌شود و کربنیک از هوا می‌گیرد. سطح قطع می‌شود

دوده زدای انجام می‌دهیم: محلول 10% HNO3 ← سطح برای می‌شود.

desmutting

اگر برایت می‌تری بخواهم، پولیس شیمیایی یا الکترو پولیس انجام می‌دهیم.

آنداز احوالت دارد: یون AI در محلول حل می شود ← لایه مانع و فشرده تشکیل

می شود. (barrier layer) [اکسید AI در آن حل می شود]

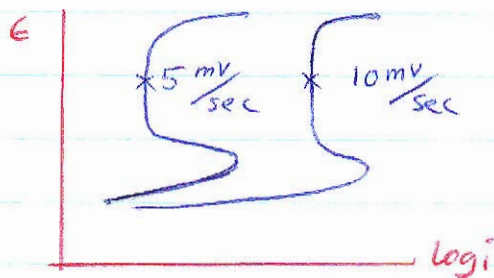
رسته نرم: اکسید AI در آن تا حدوری حل می شود (اسید سولفوریک و...) ← لایه فشرده

تشکیل می شود. porous Film

* در مراحل بعدی یا آب بندی می کنیم و یا استرارتنگی می کنیم و بعد آب بندی

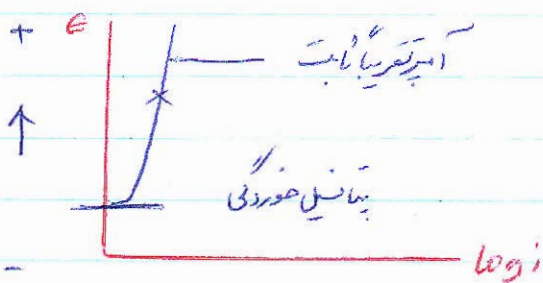
در حالت barrier layer دو سطرگی بالا را نداریم *

پاسیویته (غیرفعال شدن):



در جریان های بالاتر، سیستم فرصت

recovery نمی دهیم. در آزمایشگاه



با یک سرعت طراحی می کنیم.

برای AI و Ti اگر سرعت کم باشد:

در ساختن آندی و کاتر بلایی بود (شرح اندازه گیری)

در حد mV است. در اندازه گیری پتانسیل های خیلی بالایی داریم

در نقاط مشخص شده، اکسیداسیون اتفاق می افتد و لایه محافظ ضخیم تر می کنند. در اندازه گیری

نمونه (لایه) خیلی ضخیم می شود. سرعت اکسیداسیون هم ثابت است (سبب خوردگی)

با آنالیز پتانسیل اگر مشکلی پیش نیاید، و تناوب تا 700^v بالای رود و barrier film ایجاد می‌شود. محلول باید خنثی باشد. (سدیم دی‌هیدروژن فسفات، آمونیوم پانتا بورات)

نمک‌های تارتارات، Na_2HPO_4 ، NaH_2PO_4

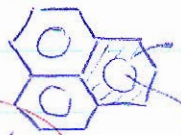
$$700^v \times 12 \text{ nm/v} = 840 \text{ nm} < 1 \mu\text{m}$$

۱۷/۲/۱۷

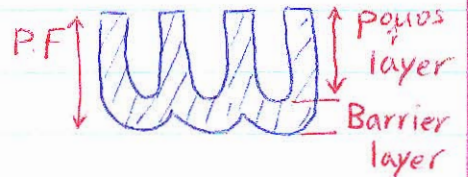
Barrier films ← اکسید Al حل‌نشده (محلول خنثی)
 Porous films ← اکسید Al تا صدوری حل می‌شود } آنالیزینگ Al

Barrier films:  Al_2O_3

Porous films:



اکسید Al فشرده



آنالیز ثانویه برای تنظیم کردن پوشش

آنالیز Al سری 7000: مشکلی می‌شود

برای رنگی شدن آنالیز:

وجود آمونیاک COO^- ، عناصر آلی، PIG

تغییر قطر حفره‌ها یا آنالیز در دو

مرحله ← تغییر ضربت سنگت

← ایجاد رنگ مختلف

محلول‌ها و pH در آنالیزینگ مؤثرند.

Barrier: $Borat$ ، NaH_2PO_4 ، APB

porous: مولفوردیک، آنزالدیک، کورسید، فسفوردیک

در رنج وسیعی از pH می‌توان کار کرد.

اکسید Al طبیعی روی Al نازک است (2 nm) با آنالیزینگ این ضخامت را زیاد می‌کنند یا فشرده

باقی می‌ماند و یا متخلف می‌شود.