

# بررسی تأثیر حالت سطح فلز بر روی خوردگی

نوشته‌ی

ولی‌الله جعفری

دکتر در متالورژی و گداز فلزات - استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران

## چکیده

خوردگی ناشی از تأثیر یک مایع یا گاز خورنده بر روی سطح فلز می‌باشد و چون خوردگی معمولاً از سطح شروع می‌شود بنابراین چگونگی حالت سطح فلز در ایجاد و همچنین گسترش بعدی آن مؤثر می‌باشد. در این بحث خصوصیات مختلف کریستالوگرافی، شیمیائی، فیزیکو شیمیائی و میکروژئومتری سطح فلز مورد بررسی قرار می‌گیرد و بطور خلاصه نتایج زیر از آن حاصل می‌شود:

— شدت واکنش در صفحاتی که دانسیته اتمی آنها زیاد است (صفحات با اندیس ساده مثل ۱۰۰) بیشتر می‌باشد.

— کار روی فلز سبب می‌شود که فلز زودتر خورده شود.

— وجود اتمهای بیگانه موجب تشکیل پللیهای موضعی و در نتیجه ایجاد خوردگی می‌شود.

— سطح فلزات همواره از قشری پوشیده شده است و در نتیجه جنس و حالت این قشر تأثیر زیادی بر روی خوردگی فلز دارد.

— وضع میکروژئومتری فلز نیز اهمیت زیادی در زمینه‌های مختلف از جمله خوردگی دارد.

میدانیم که خوردگی نتیجه تأثیر و گسترش اثر یک مایع یا گاز در سطح فلز می‌باشد. بنابراین اگر درباره طبیعت و مشخصات سطح فلز بیندیشیم راه خطائی نخواهیم پیمود زیرا سطح فلز نه تنها در اولین دوره خوردگی بلکه در گسترش بعدی آن نیز مؤثر می‌باشد. درحقیقت باید گفت که این گسترش در اکثر موارد بنحوه شروع عمل خوردگی بستگی دارد بعبارت دیگر ادامه خوردگی طبق مکانیسمی که شبیه مکانیسم شروع عمل خوردگی است صورت خواهد گرفت.

در این قسمت تحت عنوان حالت سطح تمام خصوصیات یک سطح را که بصورت زیر دسته بندی میشود

بررسی میکنیم :

۱ - کریستالوگرافی

۲ - شیمیائی

۳ - فیزیکوشیمیائی

۴ - میکروژئومتری.

تحقیقات جدید نشان داده اند که مشخص کردن یک سطح بصورت آرایش ساده ای از اتمها در یک مدل دو بعدی کافی نیست بلکه باید توزیع اتمها را در ضخامتی خیلی بیشتر از ضخامت قشری که در تماس با معرف است در نظر گرفت (حالت کریستالوگرافی سطح). بعلاوه باید درجه خلوص فیزیکی و شیمیائی فلز را که بستگی بوجود اتمهای بیگانه در شبکه و یا اتمهای جذب شده دارد (مشخصات فیزیکوشیمیائی سطح) و بالاخره وضع سطح فلز را از نظر وجود برجستگی و فرورفتگی (زبری) (مشخصات میکروژئومتری سطح) که اثر بسیار زیادی روی طرز عمل فلز در مقابل خوردگی دارد در نظر گرفت.

### ۱ - مشخصات کریستالوگرافی

میدانیم که فلزات در حالت جامد متبلور بوده و اغلب آن ها در یکی از سه شبکه مکعب با مرکز پر (B.C.C) مانند آهن  $\alpha$  و Mo مکعب با وجوه پر (F.C.C) مانند Cu و Ni و بالاخره (H.C) هگزاگونال متراکم مانند Co متبلور میشوند. اگر این ساختمانها را بخواهیم بوسیله کراتی که با هم در تماس هستند نشان دهیم مشاهده خواهیم کرد که هر کره در سیستم مکعب با مرکز پر هشت هم جوار یا همسایه اول و در سیستم مکعب با وجوه پر ۱۲ هم جوار اول دارد. بنابراین هر اتم بعلاوه تعادل نیروهای جاذبه و دافعه ای که روی آن اعمال میشود در حال تعادل است ولی چون تعداد اتمهای هم جوار اول اتمی که در سطح قرار میگیرد کمتر میباشد (مثلاً در صفحات (۱۱۱) و (۱۱۰) و (۱۰۰) سیستم F.C.C بترتیب ۹، ۶، ۸ خواهد بود) لذا دارای اکتیویته (میل ترکیبی) بسیار زیادی بوده و سبب میشود که اولاً پیوند بین نزدیکترین اتمهای آن خیلی محکم تر گردد تا آنجا که تعادل بین نیروهای که تحت تاثیر آن قرار گرفته است وجود ندارد اتمهای سطحی سعی میکنند که پیوندهای تازه ای با اتمها و مولکولهای خارجی برقرار کنند.

از طرفی چون انرژی آزاد این سطوح بلوری یکسان نیست سینتیک واکنشهای شیمیائی آنها نیز

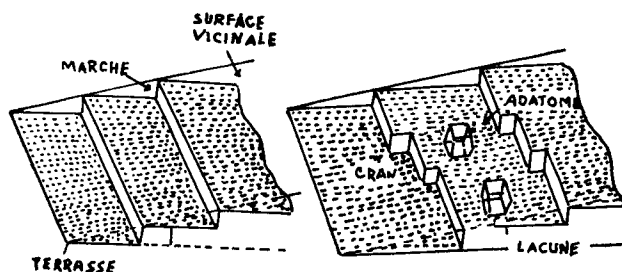
یکنواخت نخواهد بود. برای روشن شدن مطلب اکسیداسیون خشک آهن را در نظر میگیریم باردل (Bardolle)

خوردگی خشک آهن را بر حسب جهات بلوری مورد مطالعه قرار داده است و باین نتیجه رسیده است که

محصولات خوردگی ( $Fe_2O_3 \cdot H_2O$  که بی شکل است) در جهات و صفحات معینی بیشتر متمرکز میشوند

(مثلاً در صفحات (۱۰۰) وجهاً اصلی <۱۱۰>). بنار (Bénard) نیز چنین نتیجه‌ای را در مورد مس بدست آورده است. بطور کلی شدت واکنش در صفحاتی که اندیس ساده‌ای دارند و دارای دانسیته اتمی بالائی هستند زیادتر است.

سطوح یاد شده از نظر بلوری ایده‌آل هستند ولی صفحات واقعی چنین نیستند بلکه دارای معایب و نواقص مختلفی میباشند. بنابراین مکانیسم تأثیر آنها با صفحات بلوری ایده‌آل کمی فرق خواهد داشت. بعنوان یادآوری اضافه میکنیم که بمنظور طبقه‌بندی سطوح واقعی فلزی و خصوصاً سطوحی که دارای دانسیته اتمی زیادی نیستند سعی کرده‌اند از مدل‌های خاصی استفاده کنند. مثلاً سطوحی را که نسبت به صفحات بلوری (با دانسیته اتمی زیاد) انحراف کمی دارا میباشند (کمتر از  $5^\circ$ ) بوسیله مدل Stanski و Kossel که بنام T. L. K (Terrasse, Ledge, Kink) خوانده شده است (شکل ۱) تشریح مینمایند.



شکل ۱ - نمایش سطوح مختلف

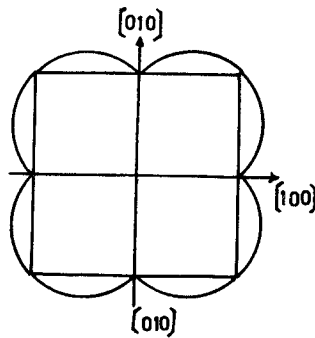
در این مدل سطح بلور را از پهلوی هم قرار گرفتن صفحاتی که دارای دانسیته اتمی زیادی میباشند (Terrasse) و بلورهای تک اتمی (Marche) که دانسیته آنها تابع تغییر جهت است بدست می‌آورند. همچنین خمیدگی احتمالی این پله‌ها را بوسیله پله‌های کوچکتری (Crans) که در کناره‌های پله‌ها قرار گرفته است توجیه میکنند.

هریک از این پله‌ها دارای انرژی آزاد است که بانرژی سطحی صفاتی که دارای دانسیته اتمی زیادی هستند اضافه میشود (صفحاتی که دارای دانسیته اتمی زیادی میباشند حداقل انرژی را دارا هستند یعنی پایداری بیشتری دارند) و بنابراین روی خوردگی فلز مؤثر می‌باشند. معمولاً انرژی آزاد سطحی (γ) صفحات فوق‌الذکر را برحسب جهت بوسیله دیاگرام قطبی plot نشان میدهند. در این دیاگرامها صفحاتی که دارای دانسیته اتمی ماکزیم هستند بوسیله نقاط فرورفته مشخص میگردند (شکل ۲). بطور کلی میتوان این سطوح را سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱ - سطوحی که دارای دانسیته اتمی زیاد میباشند و انرژی سطحی آنها حداقل است.

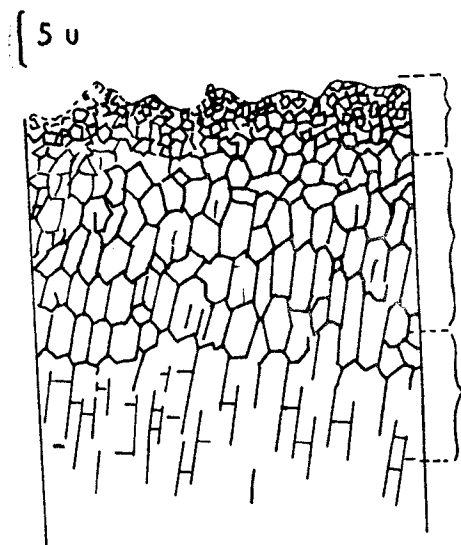
۲ - سطوح Vicinal که نسبت به صفحاتی که دارای دانسیته اتمی زیادی هستند انحراف یا تغییر جهت کمی دارند و یا مدل T.L.K نشان داده میشوند .

۳ - سطوح کمپلکس یا پیچیده که نسبت به صفحاتی که دانسیته اتمی زیادی دارند انحراف زیادی دارا میباشند . این سطوح دارای ناهمواریهای طبیعی زیادی میباشند . اضافه میشود که اگر درجه حرارت



شکل ۲ - دیاگرام قطبی (Plot  $\gamma$ )

بالاتر از صفر مطلق باشد تشکیل آداتم (باتمهای جذب شده Adatome میگویند) ، و کمبودهای اتمی موجب تشکیل برخی از پستی و بلندیهای سطحی ، در اشل اتمی میگردد . همچنین باید از معایب ساختمانی که در سطوح فلزی وجود دارد ، مانند مرز دانه ها ، نابجائی ها و مناطق ظهور نابجائی ها و اتم های بین نشین نام برد . معایب دیگری که ممکن است در سطح فلز بوجود آید مربوط به عملیات مکانیکی است که در هنگام

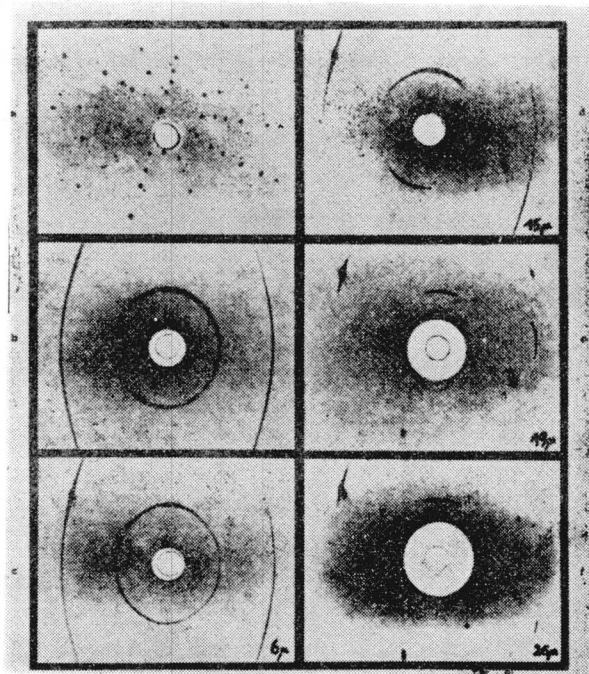


شکل ۳

شکل ۳ - شمای ساختمان تگ پلوری از آهن که بر روش مکانیکی صیقلی شده است

انجماد در سطح آن ظاهر میگردد. مثلاً هنگامیکه یک نمونه را بوسایل مکانیکی صیقل میدهیم دارای یک سری برجستگی و فرو رفتگی میگردد و بعبارت دیگر مخطط میشود و همین ناهمواریها سبب افزایش سطح ازیکسو و تغییر راکتیویته آن از سوی دیگر میشود زیرا قسمتهای برجسته دارای راکتیویته بیشتری نسبت به قسمت های فرورفته است.

تأثیر عملیات مکانیکی سطحی فقط منحصر بسطح نمونه نیست بلکه در ضخامت نسبتاً قابل توجهی از آن اثر کرده و آنرا کار کرده (Ecroui) میکنند (شکل ۳).



شکل ۴ - تغییرات دیاگرام Laue یک تک بلور آهن (که با کاغذ سمباده شماره ۲ صیقل شده است) بر حسب ضخامت

الف - تک بلور اولیه . ب - پس از صیقل کردن . ج - پس از حذف  $6\mu$  آهن . د - پس از حذف  $10\mu$  آهن . ه - پس از حذف  $19\mu$  آهن . و - پس از حذف  $36\mu$  آهن

کار شدن فلز نیز سبب می گردد که فلز زودتر خورده شود.

برای نشان دادن این موضوع لا کومب (Lacambe) و شودرون (Chaudrnn) و بنار (Benard)

آزمایشی بشرح زیر انجام داده اند :

تک بلوری از آهن را انتخاب و پس از ثبت دیاگرام Laue این نمونه آنرا بوسیله کاغذ سمباده صیقل داده اند و مجدداً دیاگرام Laue آنرا ثبت نموده اند. در نتیجه شکل ع ب بدست آمده است و همانطور که ملاحظه میشود دیاگرام تفرق یک فلز چند بلوری (پلی کریستال) میباشد و دیگر اثری از لکه های

Laue در آن وجود ندارد یعنی تک بلور بطور سطحی از بین می‌رود. حال اگر نمونه را بوسیله جریان الکتریسیته صیقل دهیم و بتدریج قشرهائی را از آن برداریم ملاحظه می‌کنیم که اولاً صیقل مکانیکی تا چه ضخامت تأثیر کرده است (شکل های ج، د، ه، و). ثانیاً تا چه عمقی ساختمان فلز بصورت چند بلوری جهت یافته می‌باشد. ثالثاً مشاهده می‌شود که باید بیش از میکرون (در این آزمایش) از آهن برداشته شود تا ساختمان تک بلور مجدداً ظاهر شود.

درخاتمه اضافه می‌شود که هر یک از معایب فوق بنحوی روی خوردگی و شدت آن مؤثر است. مثلاً مرزخانه‌ها که محل اتصال و ارتباط دو شبکه بلوری است دارای آرایش اتمی متفاوتی بوده و نظم ساختمان تناوبی بلور را بهم می‌زند و بعلاوه محل تجمع اتمهای خارجی است و بسهولت خورده شده و خوردگی از این ناحیه شروع شده و سپس گسترده می‌شود.

## ۲ - مشخصات شیمیائی

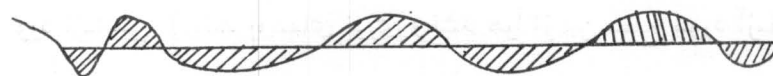
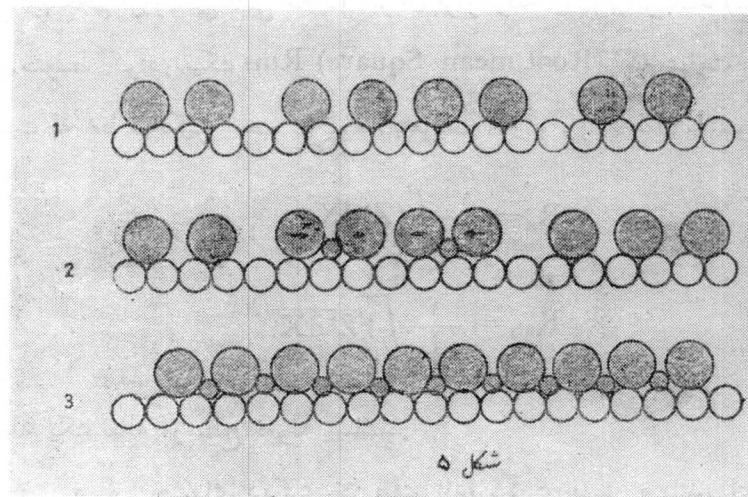
معایب بلوری ممکن است ناشی از وجود اتمهای بیگانه و یا اختلاف قطرهای اتمی حلال و جسم حل شده (خواه جانمایی خواه بین نشینی) باشد. در هر حال این اتمها بطور موضعی سبب تغییر شکل و تغییر نحوه توزیع تناوبی اتمها می‌گردد و آکتیویته سطحی را تغییر می‌دهد. بعلاوه وجود اتمهای بیگانه موجب می‌گردد که در فلز پیل موضعی بوجود آید بنابراین در این قسمت باید همواره اثر توأم معایب بلوری و شیمیائی را در نظر گرفت.

## ۳ - مشخصات فیریکوشیمیائی

در این قسمت قشری را که بین فلز و محیط خارج وجود دارد مورد توجه قرار می‌دهند زیرا بندرت امکان دارد که فلز مستقیماً با محیط خارج در تماس باشد (بجز طلا و پلاتین). بطور کلی همواره سطح فلز بر طبق پدیده‌های جذب سطحی (فیزیکی و شیمیائی) از یک قشر پوشیده می‌شود که جنس آن با جنس فلز اصلی تفاوت داشته و ضخامت آن از چند تا چندصد آنگستریم تغییر می‌کند. امروزه معتقدند که حتی سطوح فلزی که بوسیله الکتریسیته صیقل شده‌اند از یک قشر (که یا در مدت صیقل و یا بمحض اینکه در مجاورت گاز قرار گرفته است) پوشیده می‌شود. بدیهی است جنس محیطی که فلز در آن قرار می‌گیرد تأثیر بسیار زیادی روی قشر سطحی و در نتیجه روی حالت ماکروسکوپی فلز دارد (مگر آنکه ضخامت آن در حدود میکرون باشد). در هر حال قشری که تشکیل شده روی آکتیویته سطح فلز و در نتیجه روی خوردگی مؤثر می‌باشد. معمولاً برای بررسی این قشر و تأثیر آن روی خوردگی از روشهای الکتروشیمیائی استفاده کرده و پتانسیل انحلال را تعیین و متغییرهای شدت - پتانسیل را رسم می‌کنند.

بعنوان اینکه ایده‌ای از موضوع فوق داشته باشیم میتوانیم روئین شدن فلزات و آلیاژها را که نتیجه تشکیل یک قشر نازک است در نظر بگیریم. گوا اینکه ماهیت این قشر همواره مورد بحث بوده ولی عده‌ای معتقدند که این قشر از اکسیژن جذب شده تشکیل میگردد و عده‌ای دیگر آنرا یک اکسید واقعی میدانند. مثلاً در سطح فولادهای زنگ نزن همواره چنین قشری تشکیل و مانع از خوردگی آن میگردد. قشر مورد نظر ممکن است فوراً و یا در محیط مورد نظر و یا در اثر پلاریزاسیون آندی در منطقه معینی از پتانسیل بوجود آید و یا اینکه در اثر افزایش یک کندکننده تشکیل گردد.

در هر حال وجود این قشر که مانند سدی بین محیط خورنده و فلز قرار میگیرد مانع از خوردگی و یا حداقل سبب کندی آن میگردد. مثال دیگری را که میتوان در اینجا ذکر کرد جذب گوگرد در سطح (۱۰۰) مس است ولی بررسی‌هایی که بوسیله میکروسکپ الکترونی صورت گرفته نشان داده است که قشر تشکیل شده اولاً یک قشر تک مولکولی است. ثانیاً این قشر شامل اتمهای گوگرد و هم‌چنین اتمهای مس میباشد که بصورت بین نشین در شبکه گوگرد وارد شده است و بعبارت دیگر میتوان قبول کرد که این قشر یک قشر دوبعدی سولفور است (شکل ۵).



#### ۴ - مشخصات میکروژئومتری

وضع میکروژئومتری فلز اهمیت بسیار زیادی در زمینه‌های مختلف از جمله مکانیک، اپتیک و خوردگی دارد. در زمینه خوردگی قبلاً دیدیم که بی‌نظمی‌های سطح فلز و مخصوصاً برجستگی‌های

موجود در آن، رآکتیویته بسیار زیادی (نسبت بهمین سطح اگر مستوی باشد) بقلز میدهد. بعلاوه تأثیر وضع میکروژئومتری سطح فلز بر روی خوردگی (که لاقل در مرحله اول منحصرآ در سطح بین فلز و معرف صورت میگردد) بسیار زیاد بوده و باید کاملاً شناخته شود.

ضمنآ خاطر نشان میشود که در شرایط فعلی اندازه گیری این سطح با دقت زیاد ممکن نیست و تقریباً از همان روشهایی که در مکانیک و اپتیک معمول است، مثلاً از پروفیلوگرام که سادهترین روش غیر تخریبی است استفاده مینمایند. در این روش نوك الماسی یک قلم را که شعاع آن در حدود ۲ میکرون است روی سطح فلز حرکت میدهند و تغییرات ارتفاع نوك را ثبت مینمایند. بدیهی است این نوك نمیتواند در قسمتهای کاملاً فرورفته سطح که دارای زاویه های تند می باشد نفوذ نماید. بدین جهت پستی و بلندی های سطح فلز را بصورت زیر تقسیم بندی میکنند:

الف - پستی و بلندی یا زبری کلی  $R_T$  - در این نوع ناهمواری فاصله بین بلندترین پیک و فرورفته ترین قسمت سطح را در نظر میگیرند.

ب - زبری متوسط  $R_a$  که میانگین حسابی ارتفاع پیکها را نسبت به خط میانگین در نظر میگیرد. خط میانگین خطی است که از تقاطع صفحه ای عمود بر سطح نمونه بدست میآید و طوری در نظر گرفته میشود که حجم برجستگیها با حجم فرورفتگی هائی که در زیر آن قرار گرفته است برابر باشد (شکل ۵ مکرر).

ج - زبری متوسط کوآدراتیک  $R_{ms}$  (Root mean Square) که عبارت از توان دوم میانگین ارتفاع پیکها نسبت به خط میانگین است. با توجه بتعریف ۱ و ۲ بازای طول  $L$  خواهیم داشت:

$$R_a = \frac{1}{L} \int (Z) dX$$

$$R_{ms} = \frac{1}{L} \int \sqrt{Z^2} dX$$

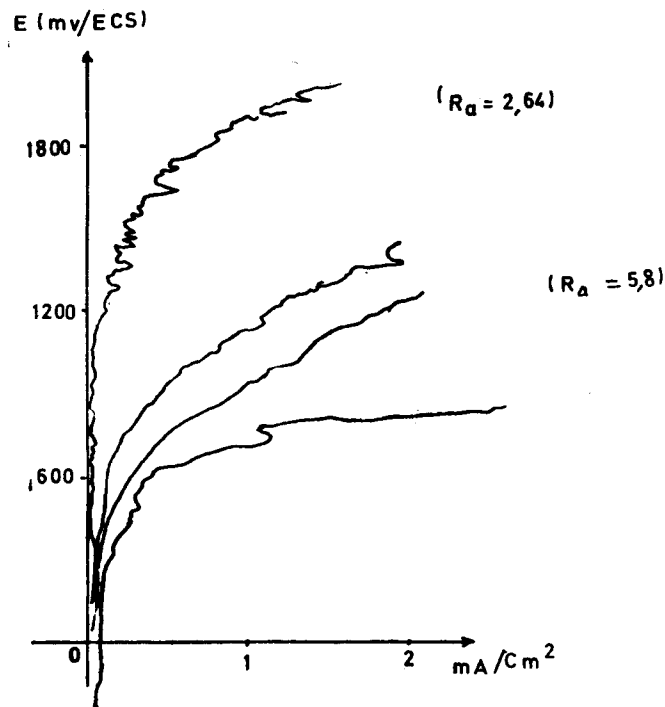
در این روابط  $Z$  فاصله یک نقطه از سطح نمونه میباشد.

علاوه بر روش فوق روشهای دیگری نیز برای اندازه گیری پستی و بلندیهای موجود و در نتیجه سطح کلی نمونه مورد آزمایش (مانند روشهای نوری و نشد هوا از بین سطح مورد آزمایش و سطح) بکار برده شده است.

درخاتمه این قسمت برای روشن شدن تأثیر حالت سطح روی خوردگی فلز چند مثال ذکر میگردد. اولین مثالی که برای این موضوع انتخاب میکنیم مربوط بخوردگی فولاد مارتن فوق العاده نرم و آرام شده ای است ( $C = 0.07\%$ ) که بوسیله فسفاتاسیون (در مخلوطی از فسفات روی و نپترات در  $90^\circ C$ ) محافظت شده است و سپس تحت تأثیر یک معرف خورنده قرار میگردد.



شرح عمل - ابتدا نمونه‌ها را بوسیله صیقل مکانیکی یا الکتریکی و یا شن زنی صیقل می‌دهند (دانه‌های شن و یا نمره‌های کاغذ سمباده کاملاً مشخص است) و آنگاه آنها را در مخلوط فوق‌الذکر بوسیله قشری از فسفات محافظت می‌کنند. پس از این عمل نمونه‌ها را در محلولی از فسفات سدیم ( $0.1 \text{ mol}$ ) و کلرور سدیم یکدهم مولکول گرم در لیتر که بوسیله عبور گاز آرگن هوای آن خارج شده است قرار داده و منحنی‌های شدت پتانسیل آنرا رسم می‌کنند (شکل ۶).



شکل ۶ - منحنی‌های شدت - پتانسیل

همانطور که مشاهده می‌شود منحنی‌های شدت پتانسیل نمونه‌ها بر حسب سطحی که قبل از فسفاتاسیون داشته‌اند کاملاً با همدیگر فرق می‌کنند. مثلاً سطحی که بوسیله الکتریسیته صیقل شده است بمحض اینکه پتانسیل اعمال شده به  $600 \text{ mv/ECS}$  (۱) میرسد خورده می‌شود در صورتیکه اگر سطح نمونه صیقل نشده باشد و یا نمونه‌ای که بوسیله شن زنی صیقل شده است در این محلول قرار گیرد مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. بخصوص هنگامیکه ابعاد ذرات شن در حدود  $0.3 \text{ mm}$  باشد باید پتانسیل را به بیش از  $1200 \text{ mv/ECS}$  برد تا شدت جریان خوردگی قابل ملاحظه شود.

تفسیر منحنی‌ها - هنگامیکه نمونه بوسیله الکتریسیته صیقل داده شود سطحی بدست می‌آید که زبری و پستی و بلندی میکروسکوپی آن بسیار کم و در نتیجه تعداد مکانهای فعال آن کم است و هنگامیکه در مخلوط فسفات روی و نیترات قرار می‌گیرد مراکز جوانه زدن (ژرمیناسیون) بسیار کمی را دارا خواهد بود. بنابراین بلورهای فسفات راسب شده درشت بوده و در نتیجه دارای اثر حفاظتی متوسطی خواهد بود.

(۱) - منظور از ECS الکتروکود کامل اشباع شده است.

برعکس پس از شن زنی سطح نمونه دارای تعداد زیادی مکانهای فعال بوده و بنابراین مراکز جوانه زدن بلورهای فسفات زیاد بوده و ابعاد بلورهای آن کم و در نتیجه مقاومت آن نسبت به خوردگی سوزنی زیاد خواهد بود.

یادآوری میکنیم که از مسئله فوق نباید این نتیجه گرفته شود که سطحی که بیشترین زبری را داشته باشد بهترین مقاومت را در مقابل خوردگی خواهد داشت زیرا اگر شن زنی با شن های دانه درشت صورت گیرد و جوانه زدن بلورهای فسفات بصورت هتروژن و غیر منظم انجام شود قدرت حفاظتی آن زیاد نخواهد بود. تجربه نشان داده است که بهترین حفاظت پس از شن زنی بوجود میآید که: اولاً دانه های شن تا حد امکان متجانس باشد ثانیاً تعداد پستی و بلندی ایجاد شده خیلی زیاد نباشد.

در زمینه های دیگر مثل خوردگی تحت کشش نیز شن زنی به سطوح آلیاژهایی که نسبت باین نوع خوردگی حساسیت دارند مقاومت قابل ملاحظه ای بآنها میدهد مثلاً Hochman و Boarrat نشان داده اند که نمونه های شن زده شده و تحت فشار، نسبت به محلول کلرور منیزیم مقاومت میکنند و پس از ۱۵ ساعت هیچ نوع ترک یا درزی در آنها مشاهده نمیشود، در صورتیکه نمونه های صیقل شده ای (مثلاً با کاغذ سمباده) که در همین شرایط تجربی قرار گرفته اند پس از ۲ تا ۲۴ ساعت شکسته شده اند. در این حالت احتمال دارد که اثر مثبت شن زنی مربوط به وجود تنش های تراکمی باشد که در سطح فلز بوجود میآید و مانع تنش های کششی میگردد. تحقیقات جدیدی که بر روی آهن آرمکو انجام شده (معرف خورنده محلول کلرور سدیم و بدون اکسیژن محلول بوده است) نشان میدهد که حالت سطح تأثیر زیادی روی خوردگی دارد مثلاً اگر نمونه ها را بوسایل مختلف (مکانیکی و یا خمیر الماس و یا الکتروسیته) صیقل دهیم مشاهده میکنیم که هنگامیکه عمل صیقل دادن ظریف تر باشد (مثلاً دانه ها ریزتر باشند) اختلاف پتانسیل بسمت مقادیر مثبت میل میکند. مثلاً اختلاف پتانسیل انحلال نمونه هایی که با کاغذ سمباده ۶۰μ و ۲۴۰μ صیقل شده است ۶۰mV میباشد.

قبلاً دیدیم که صیقل مکانیکی فلز را کار کرده میکند بنابراین میتوانیم این موضوع را نیز از خود سؤال کنیم که آیا این تغییر پتانسیل مربوط به تغییر ساختمان آهن نیست؟ برای بررسی این موضوع نمونه های را که بوسیله کاغذ سمباده دانه درشت صیقل داده ایم انتخاب و سپس در آتمسفر هیدروژن و در  $80^{\circ}\text{C}$  باز پخت میکنیم.

بنابراین بدون آنکه وضع میکروژئومتری آن چندان تغییر کند قشر کار شده دو مرتبه متبلور میگردد. مطالعه این نمونه ها نشان میدهد که پتانسیل انحلال فلز باز پخت شده خیلی به پتانسیل انحلال نمونه قبل از عملیات حرارتی نزدیک میباشد و سهم مربوط به کار انجام شده روی فلز از ۷٪ تجاوز نمیکند. بنابراین بنابراین نتیجه میگیریم که واکنش سطحی است.

از مطالب فوق نتیجه میگیریم که .

الف - حالت سطح تأثیر زیادی روی جذب کند کننده های خوردگی دارد .

ب - درصد کند کننده گی که با رابطه  $\frac{I_0 - I}{I_0}$  مشخص میشود (  $I_0$  شدت جریان خوردگی بدون

کند کننده و  $I$  شدت خوردگی در مجاورت کند کننده) بر حسب درشتی دانه های کاغذ سمباده افزایش مییابد .

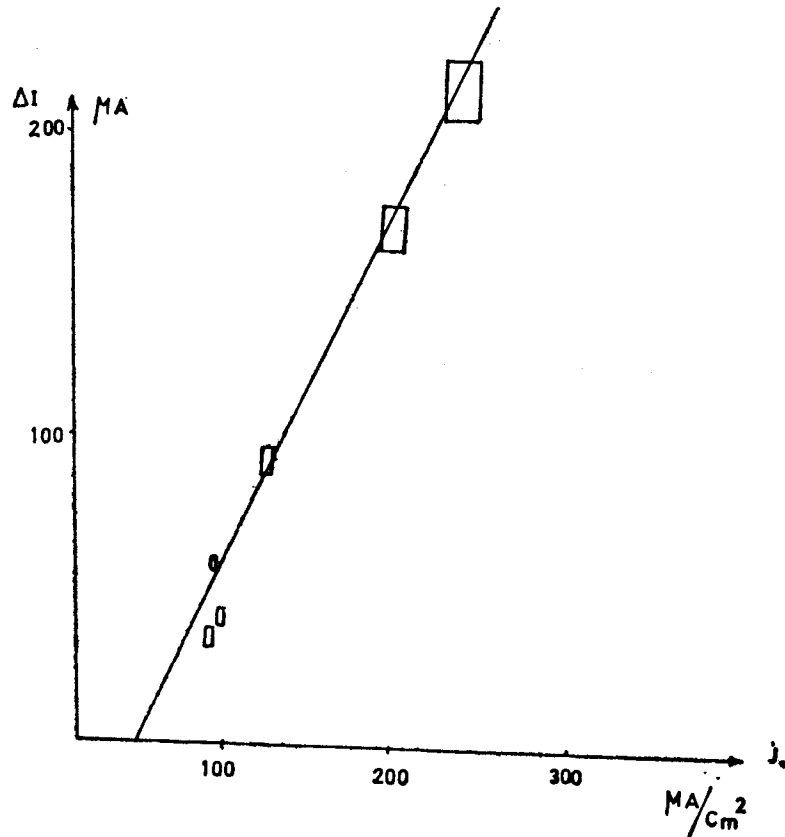
یادآوری میشود که مقدار شدت جریان خوردگی (بدون وجود کند کننده) مشخص کننده حالت

سطح میباشد یعنی اگر در روی یک منحنی مقدار  $\Delta i = I_0 - I$  را بر حسب  $I_0$  برای نمونه های مختلف آهن

که بصورت های مختلف صیقل شده است ببریم خط راستی بدست میآید (شکل ۷) .

ج - شدت جریان خوردگی که با  $I_0$  مشخص شده است بر حسب درشتی دانه های کاغذ سمباده بصرف

شده بصورت خطی تغییر میکند .



شکل ۷ -  $\Delta I = i - i_0$  بر حسب شدت جریان خوردگی  $i$

## فهرست مراجع

- 1 - TEGARD, polissage electrolytique et chimique des metaux - Dunod 1960
- 2 - J. OUDAR, Ia chimie des surfaces - Presses Universitaires 1973
- 3 - G. CHAUDRON , P. PORTEVIN; et p. LACOMBE , la corrosion metallique dans les industries pétrolières et chimiques - Dunod 1952
- 4 - BENARD et . . . . , Metallurgie gèneral - Masson et Cie 1969
- 5 - W. L. WINTERBOTTOM, crystallographic anisotropy in the surface encrgy of solids , surfaces and, interfaces, I, Syracuse, Univetsity Press 1967
- 6 - KOSSEL, Nach. Ges. Wiss, Gottingen, 1951
- 7 - L. HERIS, Metaux et alliages - Dunod 1972