

مواد و پوشش ها  
تست خوردگی تسريع شده سيكلي  
(TCAC)

صفحه ۱/۹

## بدون محدودیت کاربرد

## مقدمه

## ۱- موضوع و دامنه کاربرد

- هدف از این روش، توصیف تست خوردگی تسريع شده سيكلي (TCAC) است که تحقق شرایط زیر را امکان پذیری نماید:
- ارزیابی دوام مواد فلزی گوناگون، پوشش دار (فولاد روی کاری شده و.....) یا بدون پوشش، رنگ شده، کاتافورز یا لایه رنگ کامل در برابر خوردگی
  - مقایسه دوام مواد و پوشش های محافظ گوناگون در برابر خوردگی
- علاوه بر آن بدین وسیله می توان کیفیت یک ماده فلزی پوشش دار یا بدون پوشش را نسبت به خصوصیات مورد نظر، مورد بررسی قرار داد.
- نکته:** هیچگونه الزاماتی در رابطه با شکل و نوع نمونه آزمایش ها وجود ندارد.

## ۲- اصول کلی

- نمونه های آزمایش، به مدت ۱۲ هفته تحت توالی فازهای مرطوب و خشک با مدت زمانی تعریف شده در مدارک استاندارد و در دمای ثابتی معادل  $35^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$  قرار می گیرند.
- یک فاز پاشش توسط سالت اسپری PH معادل  $4.1 \pm 0.1$  و به مدت یک ساعت، دوبار در هفته اعمال می گردد.
- هدف از این تست، ایجاد شرایط طبیعی پیرسازی نمونه های آزمایش است.
- میزان خوردگی یا با توجه به شدت حفره های ریز ایجاد شده در واحد سطح و یا با تعیین تعداد حباب ها در تمام سطح پنل و/ یا با توجه به ترک و جداسدگی مخصوص ارزیابی میزان پیوستگی، ارزیابی و تعیین می شود.

## ۳- تجهیزات

## ۳-۱ محفظه خوردگی چندکاره

- این محفظه که کاملاً توسط ریز پردازنده هدایت می شود، قادر به اجرای انواع گوناگونی از آزمایشات متوالی یا سیکلی است.
  - مراقبت و تنظیم دائمی پارامترهای آزمایش TCAC، مثل:
    - دمای محفظه و اشباع کننده، فشار هوای فشرده، رطوبت نسبی و پاشش محلول نمکی ضروری می باشند.
  - این محفظه اتوماتیک باید بتواند فازهای مرطوب و سپس فازهای خشک را مطابق با مدت زمان های متغیر اعمال نماید. در زمان پاشش محلول نمکی، یکنواختی سالت اسپری و بارش سنجی معادل  $3ml/h \pm 1ml/h$  باید قبل از اعمال آزمایشات کنترل شوند.
- توضیح:** برای مثال از دستگاه کالکتور (جمع کننده) سالت اسپری که در روش آزمایش D17 1058 تعریف شده، استفاده کنید.
- نکته:** به منظور تسهیل استفاده از تجهیزاتی یکنواخت، یک مدل محفظه اسپری، در ضمیمه ۱ آورده شده است.

**۳-۲ کلوروسديم**

بايد کمتر از 0,001% مس و نیکل در کلوروسديم وجود داشته باشد. در مجموع نبايد بيش از 0,5% جرم ناخالصی وجود داشته باشد. اين درصدها با توجه به نمک خشک محاسبه می شود.  
کلوروسديم RECTAPUR از PROLABO، رفرنس: ۳۶۰-۲۷۸۰۰

**۳-۳ اسيد سولفوریک**

حباب Titrisol از MECK با 0,005mol/l

**۳-۴ آب مقطر**

مقاومت آب مقطر در برابر جريان الکتریکی بايد بيش از 0,2mΩ باشد.

**۳-۵ نوار چسب**

مطابق با نوار چسبی که در روش آزمایش D25 1075 مورد استفاده قرار گرفته است.

**۳-۶ وسیله نوک تیز خش انداز****۴- آماده سازی محلول نمکی**

- حجمی کافی از کلوروسديم (۳-۲) را در آب مقطر (۳-۴) به شکلی حل کنید که محلولی با ۱٪ جرم NaCl حاصل شود.
- به مدت ۱۰ دقیقه آن را به هم بزنید (تکان دهید)
- PH محلول آماده شده را با افزو دن اسيد سولفوریک، روی  $4,1 \pm 0,1$  تنظیم کنید. PH بايد در دمای محیط اندازه گیری شود.
- آن را به هم بزنید (تکان دهید)

مثال: برای 100ml از محلول

- 1kg NaCl
- یک حباب  $H_2SO_4$  با 0,005mol/l
- با آب مقطر پر کنید.

**۵- آماده سازی نمونه های آزمایش**

- پایه های نمونه های آزمایش، از جنس مواد ثابت (ماده پلاستیکی) تشکیل شده اند.
- اساساً، نمونه آزمایش بايد مسطح بوده و در محفظه به شکلی قرار گیرد که زاویه تشکیل شده با خط عمود تا حدامکان به زاویه  $20^\circ$  نزدیک باشد.
- در مورد سطوحی با شکل نامنظم، برای مثال قطعات کامل، سعی کنید آن ها را به شکلی قرار دهید که مستقيماً در معرض پاشش سالت اسپری نباشند.
- محل نمونه های آزمایش بايد به شکلی تنظیم شود که آنها با محفظه هیچگونه تماسی نداشته باشند. نمونه ها می توانند در سطوح متفاوتی قرار بگیرند، مشروط بر آنکه محلول، روی نمونه هایی که در سطح پایینی قرار گرفته اند، جاری نشود. تعویض نمونه های آزمایش مجاز می باشد.
- با ایجاد خش هایی فلز پایه را قابل رؤیت (لخت) کنید:
- به کمک وسیله نوک تیز خش انداز (۳-۶)، دو خش موازی، حدوداً 120ml در جهت طولی نمونه آزمایش ایجاد کنید.
- لبه های برش خورده و قسمتهایی از سطح که در تماس با پایه ها قرار دارند، می توانند توسط یک پوشش مقاوم محافظت شوند.

## ۶- درجه بندی مقادیر مربوط به قابلیت خوردگی

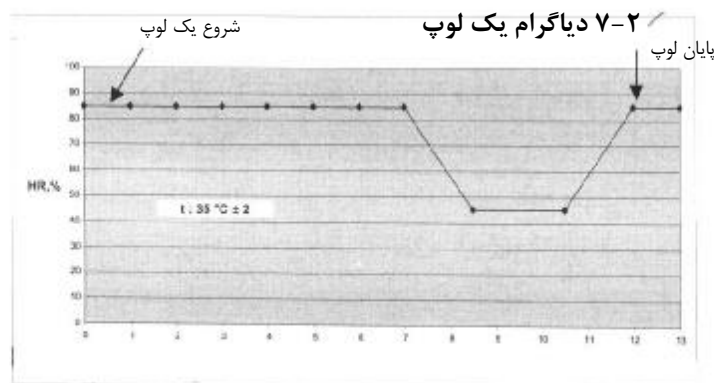
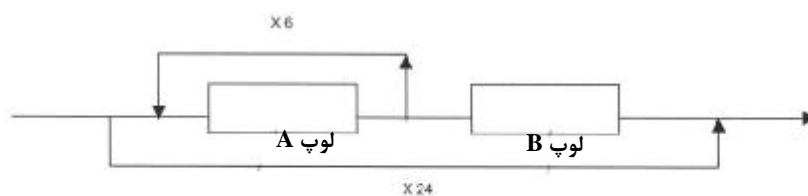
- در ابتدای هر آزمایش، نمونه آزمایش از جنس فولاد برای مثال، انواع XC یا XE مطابق با استاندارد B53 3106 یا روی خالص را بگنجانید.
- نکته: از هر ماده باید چهار نمونه آزمایش، آماده کرد.
- در پایان آزمایش، کاهش جرم ها را تعیین و مقدار خوردگی را محاسبه کنید.
- طرز کار همراه با جزئیات (مشروح) مطابق با ضمیمه ۱ تعریف شده است.

## ۷- طرز کار

## ۷-۱ توصیف تست خوردگی تسریع شده سیکلی

- این تست از ۲۴ سیکل تشکیل شده است که هر سیکل آن  $\frac{1}{2}$  هفته = ۸۴ ساعت است و هر کدام آنها شامل ۲ لوپ A (۷-۳) و B (۷-۴) می باشند.
- ۱ سیکل برابر است با ۶ بار لوپ A+1 بار لوپ B
- این سیکل باید ۲۴ مرتبه در طول ۱۲ هفته (۷-۲) اعمال شود.
- دمای داخل محفظه باید ثابت و معادل  $35^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$  باشد.
- پاشش محلول نمکی (۴) باید هر ۸۴ ساعت یا ۲ بار در هفته و به مدت ۱ ساعت انجام شود.

## نمایش تصویری



زمان قرار گیری در معرض سالت اسپری

توضیح: تفاوت میان لوپ A و لوپ B یک فاز پاشش است.

4/9	D13 5486	تست خوردگی تسريع شده سيكلي (TCAC)
-----	----------	-----------------------------------

## ۳-۷ لوپ A

مدت زمانی	رطوبت نسبی
7h	٪۸۵ (فاز مرطوب)
1h30	گذار از ٪۸۵ به ٪۰,۵ HR/ min + ٪۴۵
2h	٪۴۵ (فاز خشک)
1h30	گذار از ٪۴۵ به ٪۰,۵ HR/ min + ٪۸۵

## ۴-۷ لوپ B

مدت زمانی	رطوبت نسبی
1h	پاشش محلول نمکی
5min	تهویه
5h55	٪۸۵
1h30	عبور از ٪۸۵ به ٪۰,۵ HR/ min + ٪۴۵
2h	٪۴۵
1h30	عبور از ٪۴۵ به ٪۰,۵ HR/ min + ٪۸۵

## ۸- عملیات انجام شده روی نمونه های آزمایش پس از آزمایش

در پایان آزمایش، نمونه های آزمایش باید به دقت تمیز شوند تا باقیمانده های محلول پاشیده شده از سطوح آنها پاک شود. این کار می تواند با شستشوی نمونه ها در آب معمولی و در دمای محیط انجام شود، سپس باید بلافاصله آنها را با جریان هوای فشرده خشک کنید.

## ۹- بیان نتایج

پس از اعمال آزمایش، برای تعیین دوام نمونه های آزمایش در برابر خوردگی، باید مشخصات خاصی مورد ارزیابی قرار گیرند.

عنوان	بیان نتایج
تمامی سطح پنل	ارزیابی (۱)
شکل ظاهری: تغییر رنگ	ارزیابی (۱)
پوسته شدن	ارزیابی (۱)
اکسید شدن	
خش	ارزیابی
پیوستگی پس از آزمایش، مطابق با روش آزمایش D25 1075	
جداشدگی لایه رنگ: در هر طرف خش - حداکثر طول - طول میانگین	mm mm
شکل ناحیه خورده شده	- عموماً منظم - عموماً نامنظم - چند شکله

نکته: (۱) ارزیابی ۰ تا ۴ درصد معیوب شدن سطح نمونه نسبت به سطح قطعه مورد بررسی را مشخص می کند.

خطا	ارزیابی
هیچ گونه خطایی وجود ندارد	0
5%	1
20%	2
50%	3
100%	4

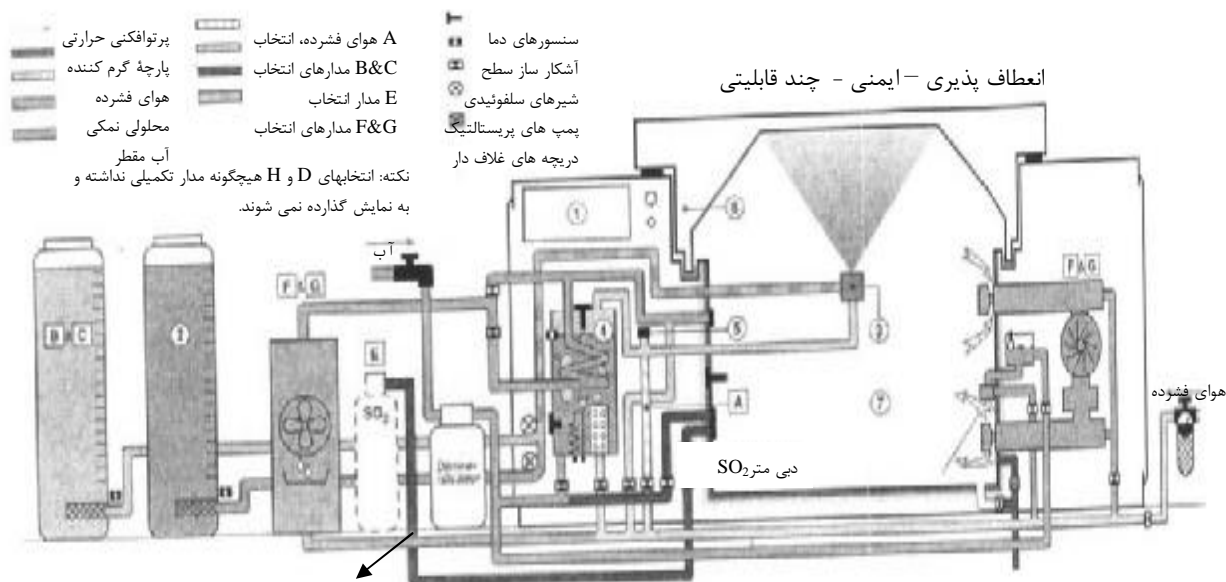
## ۱۰- گزارش آزمایش

علاوه بر نتایج حاصله، موارد زیر نیز باید در گزارش آزمایش قید شوند:

- رفرنس روش حاضر
- غلظت NaCl و PH محلول پاشیده شده
- مدت کلی آزمایش
- تعیین نتایج
- مشخصات اصلی محفظه خوردگی چندکاره
- جزئیات عملی پیش بینی نشده در این روش و نیز حوادث احتمالی ای که می توانند بر نتایج تاثیر گذار باشند.

## ضمیمه ۱

تصویر یک مدل ممکن از محفظه پاشش  
مثال: محفظه چند کاره Braive Instruments



انعطاف پذیری - ایمنی - چند قابلیت

دبی متر SO<sub>2</sub>

هوای فشرده

۱: تابلوی کنترل

۲: مخزن محلول

۳: انتشار مرکزی (پاشش)

۴: اشباع کننده

۵: سنسور فشار

۶: در پوش

۷: انتخاب های ضروری: A, B, C, F و G

## ضمیمه ۲ (1/2)

کالیبراسیون محفظه

## تعیین مقادیر مربوط به قابلیت خوردگی آزمایش

## ۵- نمونه آزمایش های رفرنس

برای ارزیابی میزان خوردگی در محفظه آب و هوایی در طول آزمایشی که در این روش آزمایش تعریف شده، از نمونه آزمایش هایی از جنس فولاد و روی خالص استفاده کنید که سطح خلوص در آنها کمتر از 0,1 % باشد. بهتر است از هر ماده، پنج نمونه آزمایش با ابعاد حداقل  $100\text{mm} \times 120\text{mm} \times 1\text{mm}$  مورد استفاده قرار داد. نمونه آزمایش های رفرنس باید قبل از آزمایش با قراردادن آنها در کوره های اولتراسون که از حلال پر شده، به دقت تمیز شوند.

مثال: به مدت ۱۰ دقیقه در اتر نفت.

نمونه های آزمایش را پس از خشک کردن، با دقت تقریبی 0,1mg توزین کنید.

یکی از سطوح نمونه آزمایش را با یک محافظ قابل تعویض محافظت کنید. برای مثال یک فیلم چسبی پلاستیکی

## ۲- قرار گیری نمونه آزمایش های رفرنس

چهار نمونه آزمایش رفرنس از هر ماده را در چهار بخش متفاوت از محفظه به شکلی قرار دهید که سطح بدون محافظ آنها زاویه ای معادل  $20^\circ \pm 5^\circ$  با خط عمود بسازد.

پایه نمونه آزمایش های رفرنس باید از جنس مواد خنثی (غیر فعال) یا دارای پوششی از آنها باشد.

## ۳- مدت آزمایش

برای ارزیابی میزان خوردگی آزمایش، بهتر است که نمونه های آزمایش در تمام طول آزمایش یعنی ۱۳ هفته در جای خود قرار بگیرند.

## ۴- تعیین کاهش جرم

بلافاصله پس از پایان آزمایش، قبل از هر چیز پوشش محافظ روی سطح عقبی را بردارید. سپس محصولات خوردگی را مطابق استاندارد ISO 8407 تمیز کنید.

- برای فولاد، از محلول حاصل از افزودن 3,5g از هگزامتیلن تترامین به 500ml اسید کلریدریک ( $d=1,18$ ) و سپس افزودن آب مقطر تا رسیدن به حجم 1000ml، استفاده کنید.
- نمونه آزمایش را به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط، در این محلول غوطه ور کنید.
- برای روی، از حلال زیر استفاده کنید:

200g تری اکسید کروم که تا رسیدن به حجم 1000ml به آن آب مقطر اضافه می شود.

نمونه های آزمایش را به مدت ۱ دقیقه در این حلال که تا دمای  $80^\circ\text{C}$  گرم شده است، غوطه ور کنید.

پس از هر غوطه ورسازی، نمونه رفرنس را با برس کشی بسیار جزئی، زیر آب معمولی و سپس با اتانول تمیز کرده و خشک کنید.

## ضمیمه ۲ (2/2)

## کالیبراسیون محفظه

تعیین مقادیر مربوط به قابلیت خوردگی آزمایش (ادامه)

پس از حذف محصولات خوردنده، جرم حقیقی نمونه آزمایش را تعیین کنید.  
جرم حاصله را از جرم اولیه نمونه آزمایش رفرنس قبل از آزمایش کم کرده و نتیجه را بر سطح ناحیه تحت نمایش نمونه آزمایش رفرنس تقسیم کنید تا کاهش جرم فلزی نمونه آزمایش رفرنس در هر متر مربع به دست آید.  
با تقسیم کاهش جرم محاسبه شده در هر متر مکعب به جرم حجمی فلز، عمق خوردگی (P) را بر حسب  $mm$  محاسبه کنید؛  $P = 7/14 g/cm^3$  روی و  $P = 7/86 g/cm^3$  فولاد

$$\frac{(m^3) / \text{سطح} (g)}{P (g/cm^3)} = P \times 10^{-4} cm = p(mm)$$

که در آن:

$P =$  عمق خوردگی



9/9	D13 5486	تست خوردگی تسريع شده سيكلي (TCAC)
-----	----------	-----------------------------------

## ۱۱- تاريخچه و مدارك مورد اشاره

## ۱۱-۱ تاريخچه

۱۱-۱-۱ تدوين

• OR: 30/ 05/ 2002 - تدوين روش آزمايش

۱۱-۱-۲ موضوع تغييرات

•

•

## ۱۱-۲ مدارك مورد اشاره

۱۱-۲-۱ مدارك PSA

۱۱-۲-۱-۱ استانداردها

B53 3106

محصولات تخت فولادی قابل جوشکاری بسیار نرم برای پرسکاری - نورد سرد

D17 1058

مواد و پوشش ها- آزمايش سالت اسپری با Nacl 5% و روشهای ارزیابی

D25 1075

پوشش های رنگ- آزمايش جدول بندی

۱۱-۲-۱-۲ ساير مدارك

۱۱-۲-۲ مدارك خارجي

ISO 8407

فلزها و آلياژها- حذف محصولات خورنده روی نمونه آزمايشهای خوردگی

## ۱۱-۳ معادل با:

## ۱۱-۴ مطابق با:

## ۱۱-۵ کلمات کلیدی