



شرکت دانش بنیان میراب صنعت



معرفی آزمون ها



شرایط کاری



انتخاب آزمون

معرفی آزمون های بررسی ممانعت کننده های خوردگی



WWW.MSRPCO.COM

Email: Info@msrpco.com

شرکت دانش بنیان میراب صنعت

تلفن:- فاکس: ۰۷۱-۳۶۳۱۲۱۰۳-۳۶۳۶۴۳۳۹-۰۷۱

HOW

TO

Test Inhibitors



ویل تست ، یک آزمون اقتصادی در بررسی رفتار ممانعت کننده های خوردگی در تنش های برشی پایین می باشد.

Wheel test



این آزمون به منظور بررسی پایداری ممانعت کننده های خوردگی (partitioning) مورد استفاده قرار می گیرد.

Bubble test



آزمون قفس گردان به منظور بررسی پایداری و عملکرد ممانعت کننده های خوردگی در تنش های برشی متوسط مورد استفاده قرار می گیرد.

RC test



از این آزمون به منظور بررسی پایداری شیمیایی ممانعت کننده ها در شرایط ایستایی و در طول زمان استفاده می شود.

Static test



آزمون های آزمایشگاهی بررسی ممانعت کننده خوردگی



Jet Imp.

آزمون پاشش جت به منظور بررسی عملکرد ممانعت کننده های خوردگی در تنش های برشی بالا مورد استفاده قرار می گیرد.



TOL test

به منظور بررسی عملکرد ممانعت کننده های خوردگی در خطوط انتقال سه فازی و دارای گرادیان دما مورد استفاده قرار می گیرد.



RDE/RCE

آزمون دیسک و استوانه چرخان به منظور بررسی عملکرد ممانعت کننده های خوردگی در تنش متوسط و بالا طراحی شده است.



Flow loop

به منظور شبیه سازی عملکرد ممانعت کننده های خوردگی در شرایط دما و فشار مشابه لوله (شرایط واقعی) مورد استفاده قرار می گیرد.

۱. آزمون ویل تست (wheel test)

استاندارد: NACE 1D182

در این روش به منظور بررسی میزان پایداری فیلم ممانعت کننده ها، نمونه های فلزی در محیط سیال قرار می گیرند (شکل ۱). آزمون ویل تست روشی بسیار اقتصادی در بررسی نرخ خوردگی و ارزیابی بازدارنده های خوردگی و آنالیز خوردگی سطحی می باشد که با کمترین نیاز به نظارت پیوسته اپراتور و تنها با کوپن گذاری در زمان مشخص (چند ساعت تا چند روز) امکان تعیین نرخ خوردگی را فراهم می کند. این روش، به عنوان یک روش استاندارد و ارزان قیمت امکان بررسی اولیه ممانعت کننده ها به منظور جداسازی ممانعت کننده های ضعیف و خوب را فراهم می کند. در این آزمون کوپن دچار کاهش وزن شده و با توجه به کاهش وزن ایجاد شده درصد حفاظت (protection ration) با توجه به رابطه ۱ تعیین می گردد. شرایط محیطی برای انجام این تست با توجه به درخواست خریدار متفاوت می باشد اما عموماً این تست در دمای اتاق یا دمای بالا نهایتاً تا ۸۰ درجه سانتی گراد و با دور متغیر بین ۲۰-۸۰ rpm انجام می گیرد. استاندارد در این تست امکان بررسی نمونه در دو محیط ترش و شیرین را فراهم نموده است. در این روش سیال به همراه ممانعت کننده درون بتری های ۲۰۰-۲۵۰ میلی لیتری ریخته شده و با کمک چرخش ایجاد شده توسط ویل شرایط توربولنسی خطی شبیه سازی می شود [۱-۲].

$$\%p = \frac{(\text{mass lose of blank samle}) - (\text{mass lose of test sample})}{(\text{mass lose of blank sample})} \times 100 \quad \text{رابطه ۱.}$$



شکل ۱. دستگاه آزمون ویل تست

WWW.MSRPCO.COM

Email: Info@msrpco.com

شرکت دانش بنیان میراب صنعت

تلفن-فاکس: ۰۷۱-۳۶۳۶۴۳۹/۰۷۱-۳۶۳۱۲۱۰۳

۲. تست قفس چرخان (Rotating cage)

استاندارد: ASTM G184

در روش قفس چرخان (RC)، ۸ کوپن در فضای داخلی چمبر بین دو دیسک از جنس تفلن در بالا و پایین محفظه قرار می گیرند که با سرعت بالا (۲۰۰-۱۰۰۰ rpm) شروع به چرخش می کنند. هدف از این آزمون بررسی کارایی ممانعت کننده های خوردگی در توربولنسی های متوسط و بالا می باشد. در اثر چرخش ایجاد شده یک جریان وورتکس (VORTEX) ایجاد می شود که دارای ۴ منطقه همگن، توربولنت، منطقه اثر بالایی و منطقه تاثیر دیواره کناری می باشد. محاسبه ی میزان نرخ خوردگی در این روش براساس کاهش وزن می باشد. آزمون قفس چرخان به شکلی طراحی شده است که امکان تزریق گاز ترش (H_2S) یا خورنده (CO_2) در حین تست را فراهم کرده و امکان بررسی کارایی ممانعت کننده در فشارهای بالا (تا ۸۰ بار)، دماهای بالا (تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد) و توربولنسی های بالا (تا ۱۰۰۰ rpm) را فراهم می کند. میزان کارایی ممانعت کننده در این روش با کمک رابطه ۲ تعیین می گردد. [۳-۵].

$$\text{Inhibitor Efficiency} = \frac{(\text{Corrosion rate without inhibitor}) - (\text{Corrosion rate with inhibitor})}{(\text{Corrosion rate without inhibitor})} \quad \text{رابطه ۲.}$$

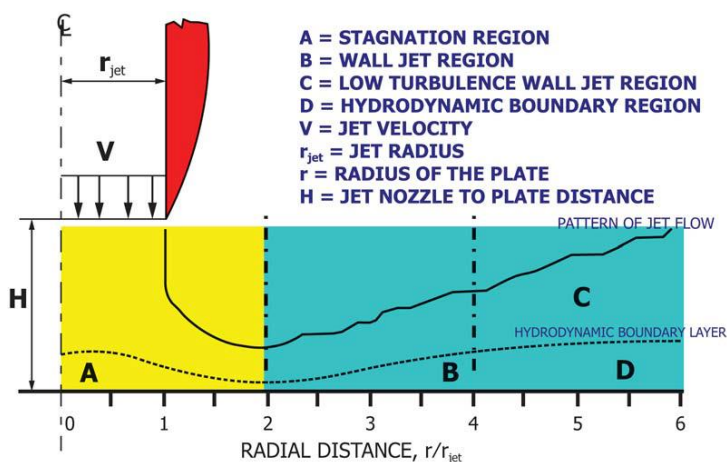


شکل ۲. آزمون قفس چرخان

۳. تست پاشش جت (Jet impingement)

استاندارد: ASTM G208

از این روش در شرایطی که نیاز به توربولانس بالا به منظور بررسی پایداری و عملکرد ممانعت کننده های می باشد استفاده می شود (شکل ۳). دستگاه شامل یک محفظه اصلی به همراه نازل می باشد. از طریق نازل ها سیال با سرعت و جریان بالا به سمت نمونه پاشش می شود. در حین پاشش آزمون پلاریزاسیون روی قطعه انجام می شود تا پایداری فیلم ممانعت کننده ایجاد شده بررسی گردد. میزان نرخ خوردگی در این روش براساس محاسبه ی نرخ خوردگی از طریق آزمون پلاریزاسیون می باشد. این آزمون در سه حالت مختلف انجام می شود: ۱. در این ستاپ نمونه به شکل دیسک بوده و شدت جریان در محدوده منطقه A (stagnation region) قرار می گیرد (شکل ۴). ۲. در ستاپ دوم نمونه به شکل رینگ است و شدت جریان منطقه jet zone را پوشش می دهد (شکل ۴). ۳. در این متد نمونه به شکل دیسک است و شدت جریان هر سه منطقه A، B و C را پوشش می دهد (شکل ۴) [۱، ۳ و ۶].



شکل ۴. نواحی سه گانه شدت پاشش جت.

شکل ۳. دستگاه آزمون پاشش سیال.

۱. Turbulent

WWW.MSRPCO.COM

Email: Info@msrpco.com

شرکت دانش بنیان میراب صنعت

تلفن: ۰۷۱-۳۶۳۶۴۳۹/۰۷۱-۳۶۳۱۲۱۰۳ فاکس:

۴. تست حبابی (bubble test)

این روش یک روش الکتروشیمیایی می باشد که در آن از یک جریان گاز به منظور شبیه سازی محیط خورنده استفاده می شود. در این روش از یک بشر یک لیتری به عنوان محیط تست استفاده می شود. این بشر دارای چندین درب به منظور نصب رفرنس، کانتر و وورکینگ الکترود می باشد. علاوه بر آن یک ورودی و خروجی به منظور تزریق گاز و ایجاد توربولنسی همزمان با تست تعبیه شده است. در این روش امکان شبیه سازی دما و ترکیب شیمیایی سیال تست وجود دارد و تنها هم زدن محلول مربوط به تزریق گاز می باشد که تنش برشی نزدیک به ۵,۵ پاسکال را در دیواره ها ایجاد می کند. در این روش میزان نرخ جریان سیال خوردگی کمتر از میزان نرخ واقعی موجود در خطوط لوله می باشد [۴ و ۷].



شکل ۵. آزمون تست حبابی

۵. تست استاتیک (Static test)

در تست استاتیک از تجهیزاتی مشابه تست حبابی استفاده می شود با این تفاوت که در این تست از هیچ نوع جریان گازی استفاده نمی گردد. بنابراین این روش بیش تر برای مقایسه بین انواع ممانعت کننده ها کاربرد دارد. با توجه به شرایط آزمون مدت زمان به کار رفته در این تست بسیار متفاوت می باشد. در این روش همانند سایر تست ها برای بررسی میزان نرخ خوردگی از روش کاهش وزن یا روش الکتروشیمیایی استفاده می گردد. دمای این آزمایش زیر ۸۰ درجه سانتی گراد بوده و تنش برشی دیواره ها نیز صفر می باشد [۴ و ۸].

۶. تست الکتروود سیلندر چرخان (RCE) / الکتروود دیسک چرخان (RDE)

در تست سیلندر چرخان (RCE) تجهیزات بکار رفته همانند سایر روش های الکتروشیمیایی است با این تفاوت که در این روش سطح جانبی سیلندر به عنوان الکتروود عمل می کند. در این روش می توان جریان توربالانس (جریان متلاطم) یا جریان خطی یا لمینار ایجاد کرد. از جمله مزایای این روش می توان به قابلیت تکرارپذیری آن اشاره نمود. برای محاسبه میزان نرخ خوردگی از روش الکتروشیمیایی استفاده می گردد. با انتخاب سیستم درایو مناسب می توان سرعت چرخش را تا ۱۰۰۰۰ rpm افزایش داد. روش دیسک چرخان (RDE) هم مانند این روش می باشد با این تفاوت که بجای سیلندر از دیسک استفاده می گردد. در این روش، شرایط جریان و سرعت کاملاً فرموله شده است. برای مثال در شرایط جریان خطی، شدت جریان خوردگی با رابطه ۳ محاسبه میشود [۴ و ۸].

$$i_d = 0.62 n F A D^{1/2} \omega^{1/2} C \quad \text{رابطه ۳}$$

i_d شدت جریان، n تعداد الکترون ها، F ثابت فارادی، C غلظت محصولات یا واکنش دهنده ها، D ضریب نفوذ واکنش دهنده ها یا محصولات، ω ویسکوزیته سینماتیک و ω سرعت خطی است.



شکل ۶. آزمون RDE/RCE

۷. تست خوردگی بالای خط (Top of line corrosion)

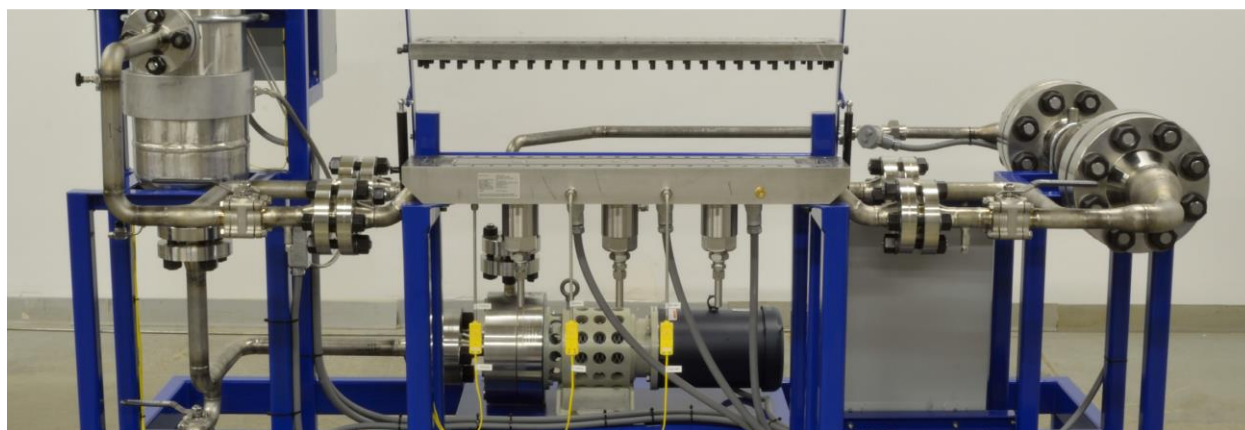
خوردگی بالای خط در سیستم های گاز مرطوب چند فازی و زمانی که بخار آب موجود در فاز گاز در دیواره لوله فشرده می شود اتفاق می افتد. این اتفاق به دلیل تبادل گرما بین لوله و محیط اطراف (آب رودخانه، آب دریا یا هوای سرد) اتفاق می افتد و اگر لوله عایق بندی نشده یا در عمق معقول دفن نشده باشد این پدیده تشدید می شود. مایع چگال شده، توسط عناصر خورنده ای که به طور طبیعی در جریان گاز غنی شده موجود است، غنی می شود. در این مکان ها، عموماً pH بدلیل عدم وجود ترکیبات بافر مانند بی کربنات یا آهن کاهش می یابد. علاوه بر آن دی اکسید کربن (CO_2) با آب واکنش می دهد و اسید کربنیک (H_2CO_3) تولید می شود. علاوه بر آن، سولفید هیدروژن (H_2S) نیز می تواند چالش های مهمی را به همراه داشته باشد. همانطور که خوردگی TOL در خطوط مرطوب گاز اتفاق می افتد، ممانعت کننده های خوردگی یا سایر مواد شیمیایی حفاظت از خوردگی مانند مونو اتیلن گلیکول (MEG) تزریق شده به سیستم در پایین خط باقی می ماند و نمی توانند از بالای لوله محافظت کنند. این آزمون روشی بسیار توصیه شده توسط NACE می باشد که به منظور بررسی کارایی ممانعت کننده ها در شرایط خوردگی بالای خط TOL رخ می دهد. این آزمون امکان بررسی خوردگی بالای خط در فشارهای بالا (مشابه خط) تا ۱۲۰ بار و دماهای بالا (تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد) را فراهم می کند. نحوه بررسی خوردگی می تواند با کوپن گذاری یا آزمون الکتروشیمیایی با کمک پروب ER باشد [۹].



شکل ۷. آزمون TOL

۸. تست حلقه جریان (Flow loop)

تجهیزاتی که در تست حلقه جریان به کار رفته است به گونه ای است که باعث می شود این روش آزمایشگاهی دارای بالاترین میزان شبیه سازی نرخ جریان و توربولانس با محیط واقعی خطوط لوله باشد. در این تست سلول های بکار گرفته شده کاملاً با شرایط دیواره های خطوط لوله شبیه سازی شده است. فشار موثر در تست حلقه ی جریان می تواند تا ۱۲۰ بار افزایش یابد و محاسبه ی نرخ خوردگی در این روش بر اساس روش الکتروشیمیایی با پروب ER و یا محاسبه ی میزان کاهش وزن در کوپن خوردگی می باشد. در این روش می توان با کمک سرمایش بالای لوله شرایط مشابه خوردگی بالای خط را نیز شبیه سازی نمود. در حالت عمومی این آزمون امکان شبیه سازی کلیه جریان های تک فاز و چند فاز را با رژیم های جریان خطی و توربولنت در کلیه محدوده های دما و فشار کاری دارا می باشد. این روش بدلیل تجهیزات استفاده شده بسیار گران قیمت بوده و تنها به عنوان یک روش آزمایشی قبل از تزریق ممانعت کننده در خط اصلی استفاده می شود [۴ و ۱۰].



شکل ۸. آزمون FLOW LOOP

References

- [1] Sivokon IS, Andreev NN. Laboratory assessment of the efficiency of corrosion inhibitors at oilfield pipelines of the West Siberia region I. Objective setting. Int J Corros Scale Inhib 2012;1:065–79. doi:10.17675/2305-6894-2012-1-1-065-079.
- [2] Hausler RR, Stegmann DW, Stevens RF. The methodology of Corrosion inhibitor development for CO₂ systems. Mater Corros 1989;40:98–113. doi:10.1002/maco.19890400206.
- [3] Journal I. Evaluation of Corrosion Inhibitors Effectiveness in Oilfield Production Operations. Int J Sci Technol Res 2012;1:19–23.
- [4] Gedvillo IA, Oleinik SV, Sivokon IS, Andreev N. Laboratory assessment of the efficiency of corrosion inhibitors at oilfield pipelines of the West Siberia region V. Rotating cylinder and cage. Int J Corros Scale Inhib 2013;2:287–303. doi:10.17675/2305-6894-2013-2-4-287-303.
- [5] Papavinasam S, Street C. Paper No. 3980 2013.
- [6] Giralt F, Trass O. Mass transfer from crystalline surfaces in a turbulent impinging jet. part 2: Erosion and diffusional transfer. Can J Chem Eng 1976;54:148–55. doi:10.1002/cjce.5450540305.
- [7] Parkins RN, Mazza F, Royuela JJ, Scully JC. Report prepared for the European federation of corrosion working party on stress corrosion test methods. Br Corros J 1972;7:154–67. doi:10.1179/000705972798323044.
- [8] Papavinasam S. Evaluation and Selection of Corrosion Inhibitors. Uhlig's Corros Handb Third Ed 2011:1121–7. doi:10.1002/9780470872864.ch84.
- [9] Xie Y, Xu L, Gao C, Chang W, Lu M. Corrosion behavior of novel 3%Cr pipeline steel in CO₂ Top-of-Line Corrosion environment. Mater Des 2012;36:54–7. doi:10.1016/j.matdes.2011.11.003.
- [10] Webster S, McMahon AJ, Paisley DME, Harrop D. Corrosion inhibitor test methods. Sunbury Rep No ESR 1996;95.