

بسمه تعالی

HYDROGEN CRACKING IN HIGH STRENGTH
MATERIAL CAUSED BY
CATHODIC
PROTECTION



ترک هیدروژنی در مواد با استحکام بالا ناشی از اعمال حفاظت کاتدی

ترک هیدروژنی در مواد با استحکام بالا ناشی از اعمال حفاظت کاتدی

۱- مقدمه :

هیدروژن اتمی تنها عنصری است که میتواند بدلیل کوچکی شعاع اتمی بر احوالی بداخل شبکه های کریستالی فلزات نفوذ کند. بطور کلی نفوذ این عنصر بداخل آلیاژها اکثرا باعث افت خواص مکانیکی و فیزیکی خواهد شد. هیدروژن ملکولی (H_2) قادر به عبور از فلزات نیست به این ترتیب خسارات هیدروژنی تنها در اثر هیدروژن اتمی می باشد.

منابع مختلف و متعددی وجود دارند که هیدروژن اتمی تولید می نمایند. در اثر احیا یونهای هیدروژن در واکنشهای خوردگی ابتدا هیدروژن اتمی بوجود آمده وبعد ملکول هیدروژن تولید می شود. بنا بر این خوردگی و حفاظت کاتدی و... از منابع اصلی تولید هیدروژنی هستند که در فلزات وجود دارد.

۲- پدیده های ایجاد شده در اثر نفوذ هیدروژن :

بطور کلی خسارات ناشی از نفوذ هیدروژن به دو گروه دسته بندی می شود:

۱- خسارات هیدروژنی در دمای پائین

۲- خسارات هیدروژنی در دمای بالا

خسارات هیدروژنی که در دمای زیر ۲۰۰ درجه سانتیگراد رخ میدهد را خسارات دمای پائین گفته و شامل پدیده های تردی هیدروژنی و ترکهای ناشی از هیدروژن (HIC) و SOHIC و SCC یا SSCC میباشد.

۳- هیدروژن در فولاد های با استحکام بالا:

فولاد های با استحکام بالا و کم آلیاژ پتانسیل مستعدی جهت ترک هیدروژنی دارند. این حساسیت با مقدار استحکام افزایش می یابد.

هیدروژن داخل خط لوله و ساختار فولادها که بصورت همزمان در معرض حفاظت کاتدی (OVER OR SLOW) و کرنش دینامیکی هستند وارد میشود.

در اینجا فاکتورهای بحرانی موارد ذیل هستند:

۱- حفاظت کاتدی منبعی از هیدروژن اتمی را فراهم میکند.

۲- کرنش دینامیکی سطوح آماده و لخت و سطوح فلزی خیلی فعال را برای ورود هیدروژن فراهم میکند.

نمونه عملی :

نمونه ای از این خسارت هیدروژنی در بهره برداری شرکت استات اویل بوقوع پیوسته است. این پدیده ترک اخیر در فولاد ضد زنگ سوپر مارتنزیت (SMSS) خطوط لوله در قسمت بهره برداری و سکوها راهنمایی جهت تجدید نظر و تحولی برای تحقیق در مورد هیدروژن بدست میدهد. باتوجه به اینکه پتانسیل حفاظت و فشار هیدروستاتیک و نوع فولاد بایستی مورد توجه قرار گیرند.

ترک هیدروژنی بصورت غیر منتظره بعد از یکسال و در عمق حدود ۳۰۰ متری دریا رخ داد. لوله هرگز تحت بهره برداری نبوده اما بعد از لوله گذاری تست فشار را بخوبی گذرانده است. درست قبل از اینکه لوله در تولید قرار گیرد تست فشار انجام ونشتی مشاهده شد. تحقیق همه جانبه ای لازم بود. یک نشت کوچک در قسمت وسط از فاصله ۵۰ متری از نقطه اتصال آند پیدا شد. آندها عمدتاً در صورت اتصالات محیطی روی خط لوله قرار میگیرند. (شکل یک)



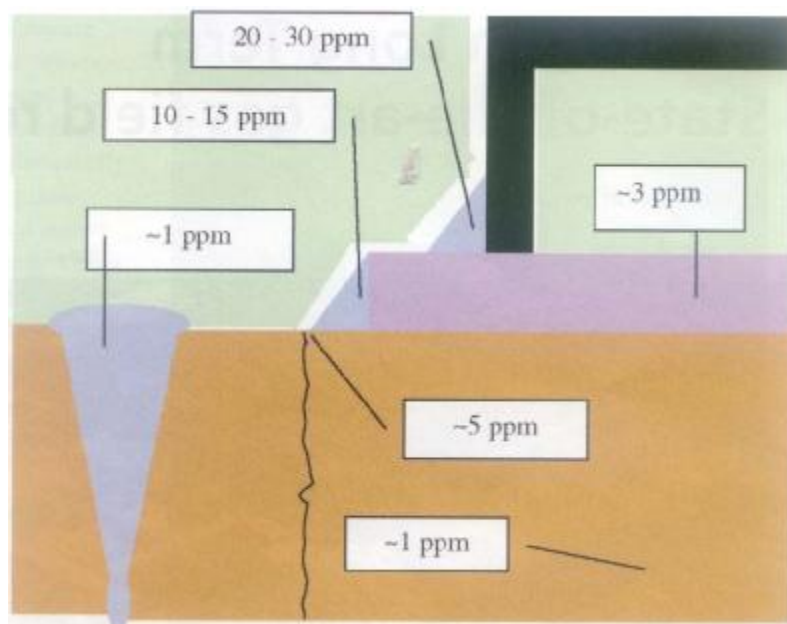
شکل یک

در شکل دو موقعیت شروع ترک نزدیک به پایه (toe) جوش فیلت و نیز نوع شکست بین دانه ای را نشان میدهد.



شکل دو

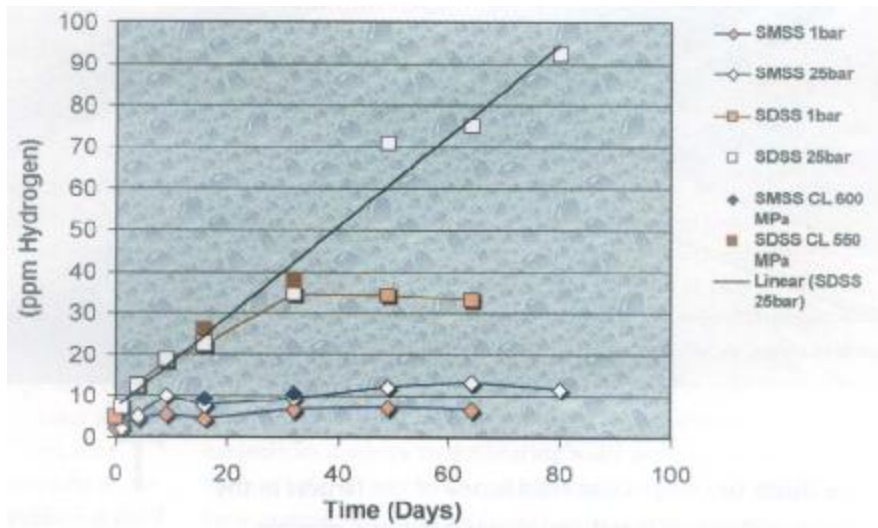
چندین متريال برای این آندها بکاررفته که با ضخامت ۴ میلیمتر دایره وار از جنس فولاد ضد زنگ 316L به خط لوله SMSS جوشکاری شده و بوسیله یک قطعه کربن استیل به سطح پوشش متصل شده است (شکل یک را ببینید). تمام جوشها با فیلرهای سوپر دابلکس فولاد زنگ نزن انجام شده اند. بررسی افزایش غلظت هیدروژن را در اطراف محل شکست نشان میدهد (شکل سه).



شکل سه

تفاوت در غلظت هیدروژن از داخل بسمت خارج جوش دلالت بر جریان هیدروژن کاتدی دارد. سطح هیدروژن ۳۰ PPM تعجب برانگیز و در آغاز توضیح آن سخت بود. فرضیه های متفاوت مطرح شد اما واقعی ترین آنها این است که قسمت خارجی جوش بیشتر در معرض آب دریا و حفاظت کاتدی قرار دارد.

برای اندازه گیری و بررسی اینکه CP چه مقدار جریان هیدروژن ایجاد میکند استات اویل مطالعاتی را با دو نوع فولاد ضد زنگ SMSS و سوپر دابلکس آغاز کرد و هر دو در آب دریا وبا فشار ۲۵ بار آزمایشات انجام شد (شبيه سازی با ۲۵۰ متر ارتفاع آب). نتایج در شکل چهار نشان داده شده اند و تاثیر فشار هیدروستاتیک کاملاً مشخص است. یکی از مشاهدات بدست آمده این است که تنش اعمالی به فولاد جریان هیدروژن را افزایش می دهد.



شکل چهار

خلاصه:

افزایش فشار آب (عمق دریا) و سطح تنش (هر دو) مقدار هیدروژن گرفته شده در طول حفاظت کاتدی اعمالی (-1050 mV) را افزایش میدهد. ترکیب بحرانی تنش و پلاریزاسیون و عمق آب هنوز برای انواع مختلف فولاد شناخته شده نیست. شرکت استات اویل چندین فعالیت تحقیقی را برای مطالعه این اثرات جهت گسترش آینده های ایمن تر آغاز کرده است.

توضیحات:

۱- فولاد ضد زنگ سوپر دابلکس (super duplex stainless steel):
با نام اختصاری SDSS دسته ای از فولادهای ضد زنگ با کروم بالا با ترکیب زیر می باشد:

25%CR 7% NI 4% MO

۲- فولاد ضد زنگ سوپر مارتنزیتی (Super martensitic stainless steel)

:

با نام اختصاری SMSS دسته ای از فولادهای ضد زنگ با ترکیب زیر میباشد:

0.01%C 12%CR 2.5 %MO 6.5 % NI
(FE -12CR- 2.5 MO- 6.5 NI)

مراجع:

- 1- Stainless steel world june 2003 , page 36& 37
- 2- The Metals Black Book – volume 1 – Ferrous Metals
- 3- Solution to Hydrogen Attack in Steel- ASM International 1997 – P.F.Timmins
- 4-Cathodic Protection – V. Ashworth & C.j.L.Booker – page : 301-302-303
- 5- Corrosion Engineering(Third Edition)- Fontana, Mars.G
- 6-Factors affecting initiation of pitting corrosion in super martensitic stainless steel weldments

Authors: Enerhaug, J.¹; Grong Ø., ²; Steinsmo, U.M.³