

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان  
مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



## "علت خوردگی درز جوش در منبع آب"

مقدمه:

در حین جوشکاری فولادهای کم کربن، به واسطه ی افزایش دمای منطقه ی جوش و ذوب موضعی، درصد کربن در منطقه HAZ (Heat Affected Zone) دچار تغییرات غلظتی می گردد. به این صورت که در جوش ایجاد شده، به دلیل نفوذ کربن از فلز پایه به داخل منطقه ی جوش، اطراف آنها از کربن فقیر می گردد و این کاهش میزان کربن به بیش از ۰/۰۳٪ باعث حساسیت زایی (Sensitization) و همچنین افزایش چشمگیر ناحیه HAZ می گردد و مقاومت به خوردگی را از جانب عنصر کربن کاهش می دهد.

اما در فولادهای کربنی ساده ST 37، عناصر دیگری همچون فسفر و گوگرد نیز حضور دارند. وجود عنصر فسفر سبب می شود که در حین جوشکاری ترک های ریز گرم در حین سرد شدن جوش در اثر تسکیل فسفید آهن در منطقه ی جوش و خود جوش بوجود آید. این نوع ترک های گرم، نمونه را جهت خوردگی شیاری (Crevice Corrosion) مستعد می نماید که این نوع خوردگی شبیه به Pitting خود را به نمایش می گذارد.

وجود عنصر دیگری با نام گوگرد نیز موجب تشکیل ترک گرم نیز می شود که بواسطه ی آن سولفید آهن FeS در مرزخانه های جوش و منطقه ی جوش HAZ رسوب می نماید و باعث جدایش موضعی و ضعیف شدن مرزخانه ها می گردد.

حضور فازهای سولفید آهن و فسفید آهن به دلیل پایین بودن نقطه های ذوب آنها می باشد که در حین انجماد به دلیل پایین بودن همین دمای انجمادشان، در آخرین مرحله که همان مرزخانه باشد منجمد شده و در آنجا رسوب می نمایند و باعث بوجود آمدن مناطق پراثرژی و ضعیف در ساختار میکروسکوپی می شود.

برای فائق آمدن بر مشکلات پیش رو در اثر حضور گوگرد و فسفر بایستی مقادیر آنها را کنترل نموده و میزان فسفر را در حین شارژ قراضه جهت ذوب به زیر ۰/۰۱۵٪ و مقدار گوگرد را به زیر ۰/۰۰۵٪ رساند. بیشتر مقادیر گوگرد و فسفر در حین جوشکاری از لایه پوششی محافظ الکتروود که Rutile نام دارد وارد منطقه ی جوش می شود که این سرباره باعث نفوذ گوگرد و فسفر به داخل منطقه ی ذوب و تشکیل عوامل فوق می شود.

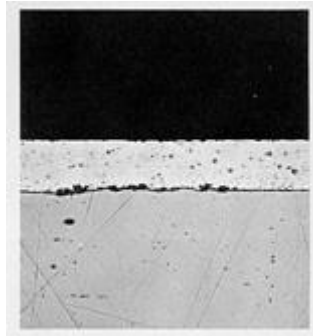
کاربردی که ما مد نظر داریم جهت استفاده از این نوع فولادها، فولاد ساده کربنی با پوشش فلز روی می باشد. یکی از تکنیک های ایجاد پوشش بر روی سطح فلزات، Hot Dip Coating می باشد و در این روش پوشش محافظ به کار گرفته شده برای یک فلز به صورت غوطه ور کردن در یک حمام مذاب از فلز پوششی می باشد. یکی از مزایای Hot Dip Coating قابلیت پوشش دهی بر روی نواحی مشکل مانند گوشه ها و لبه ها می باشد و همچنین مقاومت به خوردگی آنها در محیط های گوناگون بسیار افزایش پیدا می نماید.

اما این روش دارای ۲ محدودیت اصلی می باشد:

- ۱) پوشش به صورت مذاب باشد و دمای آن بایستی به مقدار قابل توجهی پایین باشد؛
- ۲) فلز فولاد پایه نبایستی تحت تاثیر تغییرات قابل توجهی در ساختارشان در حین فرآیند پوشش دهی بوجود آید.

عموماً پوشش هایی که برای فولادهای ساده کربنی نر منبع های نگهدارنده آب استفاده می شود از جنس فلز روی Zn ، آلومینیوم Al و آلیاژ Al-Zn می باشد.

در عملیات گالوانیزه کردن به صورت پیوسته، اضافه نمودن ۰/۱ تا ۰/۲٪ آلومینیوم باعث بهبود خواص مکانیکی پوشش، افزایش شفافیت و براق کنندگی پوشش و دوام پوشش می گردد.



وجود پوشش روی Zn بر روی سطح فولاد باعث حفاظت الکتروشیمیایی فولاد می گردد. هنگامی که روی به فولاد کوپل می شود، بواسطه ی پلاریزه شدن فولاد با پتانسیل حفاظت کاتدی، باعث می گردد که کوپل فولاد-روی در برابر خوردگی ها در مدت زمان های طولانی محافظت شود.

#### اما دلیل خوردگی در منبع آب در ناحیه درز جوش چه می تواند باشد؟؟؟

عمدتاً جهت ساخت منبع آب از فولادهای گالوانیزه با ضخامت های ۲ الی ۳ میلیمتر استفاده می گردد و بدون نیاز به آماده سازی خاصی قبل از فرآیند جوشکاری لبه های ورق ها را به هم جوش داده می شود. عموماً الکترودی که در این نوع جوشکاری استفاده می شود، الکتروود E-7018 می باشد. فولاد پایه نیز از جنس سف ۳۷ است.

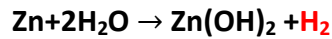
با توجه به اطلاعات فوق و مطالب گفته شده در مقدمه، فلز روی دارای نقطه ذوب و بخار پایینی می باشد. هنگامی که لبه های اتصال ورق در حال جوشکاری می باشد، بواسطه ی پایین بودن دمای ذوب و بخار روی، فلز پوششی روی تبخیر شده و از بین می رود. به اصطلاح می توان گفت که ورق فولادی پایه پوشش فلز روی خود را در ناحیه ی HAZ از دست داده است (نکته ۱).

اما طبق شرایط گفته شده، طبق استاندارد AWS، هیچگاه فولادهای گالوانیزه بع دلایل فوق جوش داده نمی شوند.

از طرفی دیگر، هنگامی که فلز جوش داده می شود، با افزایش دما در منطقه ی جوش، باعث رسوب فازهای مزاحم مانند FeS و رسوب فسفر در مرزدانه های منطقه ی جوش و تبلور مجدد در ناحیه ی HAZ می گردد. با افزایش دما می توان مشاهده نمود که کربن های اطراف ناحیه ی جوش به داخل مذاب ایجاد شده (حوضچه ی جوش) وارد می شوند و اطراف آن ناحیه (HAZ) را از کربن فقیر می نمایند و باعث افزایش مستعد شده به خوردگی می شود (نکته ۲).

در نهایت مشکلی که بوجو می آید، بوجود آمدن نواحی پراثرژی در قسمت خود جوش می شود که در تبع آن ترک های شیاری و ترک گرم در آنها ظاهر می گردد و موجب تخریب فلز در ناحیه درز جوش می گردد.

همانطور که می دانیم، یکی دیگر از عوامل تخریب در فلز، تردی هیدروژنی (H-Embrittment) می باشد. با توجه به اینکه در منبع نگهدارنده ما ترکیب  $H_2O$  قرار دارد، یکی از عوامل تخریب در کنار خود عنصر روی می باشد. به این معنا که خود فلز روی باعث از بین رفتن و ایجاد حمله ی هیدروژنی به نواحی ضعیف شده و ترک ها می شود. به این صورت که ناحیه ای که از حفاظت خارج شده (منطقه HAZ) طبق واکنش شیمیایی زیر مورد حمله ی تردی هیدروژنی قرار می گیرد و باعث تخریب در ناحیه ای دیگر که تحت حفاظت روی نمی باشد می گردد:



با نفوذ هیدروژن به داخل ترک های حاصل از Crevice Corrosion و Hot Crack باعث تخریب فولاد در ناحیه درز جوش و ضعیف شدن پیوند اتمی در آنها می گردد.

اما از طرفی در آب ترکیبات ناخالصی دیگری همچون نمک های کلسیم و منیزیم وجود دارد که می توانند نقش ممانعت کننده های کاتدی را بازی نمایند. به طور کلی آنها هیدروکسید های غیر حلالی می باشند که بر روی سطح مناطق کاتدی رسوب می نمایند و موجب به تعویق افتادن احیای اکسیژن می شود. همچنین وجود  $CO_2$  در آب با  $Zn(OH)_2$  واکنش می دهد و باعث تشکیل  $ZnCO_3$  می شود. تمامی این محصولات خوردگی با هم ترکیب می شوند تا بر روی سطح فلز روی یک عایق حفاظتی بسیار قوی بوجود آید.

وجود  $CO_2$  در آب باعث افزایش خوردگی در آب های سبک و سنگین می شود. جدول زیر نتایج مربوط به افزایش میزان  $CO_2$  بر خوردگی فولاد گالوانیزه را نشان می دهد. وجود  $CO_2$  باعث می گردد که فلز روی از سطح فولاد جدا شود و لایه های زیرین آلیاژ سریعاً تحت تاثیر خوردگی قرار گیرد.

**Table 1 Corrosion of galvanized steel in water with varying  $CO_2$  contents**

CO <sub>2</sub> content, ppm	Corrosion rate, mg/dm <sup>2</sup> /d		
	Zinc overlay	Zn-4.8Fe layer	Zn-7.6Fe layer
0	1.0	...	1.1
5	2.3	2.6	2.6
18	3.3	7.0	5.4
37	4.2	11.3	9.1

### نتیجه گیری:

در نهایت می توان اینگونه نتیجه گرفت که عوامل گوناگونی بر خوردگی درز جوش فلز تأثیر گذار می باشد. راه حلی که می توان برای این موضوع ارائه داد این است که:

- ۱) تا حد ممکن از روش شکل دهی با جوشکاری استفاده نگردد
- ۲) ترجیحاً شکل دهی در چنین شرایطی بروش انفجاری صورت بگیرد
- ۳) بعد از جوشکاری درز جوش بایستی توسط یک ممانعت کننده (Inhibitor) حفاظت گردد که بهترین آن استفاده از رنگ های مخصوص می باشد.

منبع:

1. ASM Hand Book, Volume 13