

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

مکانیزم‌های کنترل خوردگی

به طور کلی برای مقابله با خوردگی چهار روش وجود دارند که عبارتند از:

1- جانشین‌سازی یک فلز یا آلیاژ با مقاومت بیشتر (در برابر خوردگی) به جای قطعه یا مقطعی که در

عرض خوردگی قرار دارد؛

2- خالص‌سازی و تصفیه‌ی سیال عامل خوردگی تا حدی که قابلیت خورندگی آن کمتر شود؛

3- استفاده از پوشش بهمنظور جداسازی و جلوگیری از تماس مستقیم سیال عامل خوردگی با سطوح

مستعد خوردگی؛

4- حفاظت کاتدی

روش‌های مذکور به هیچ‌وجه روش‌های منفردی نبوده و می‌توان دو یا ترکیبی از آنها را همزمان به کار

گرفته و غالباً ترکیبی از دو یا چند روش از روش‌های مذکور نتیجه بهتری را نسبت به حالتی که تنها یکی

از روش‌های فوق اتخاذ گردیده به همراه داشته است.

به عنوان مثال می‌توان به استفاده از پوشش و حفاظت کاتدی در مورد خطوط لوله اشاره کرد. تنها یک

روش از روش‌های فوق برای حفاظت سمت آب (سطوح در تماس با آب خنک‌کننده) در کندانسورها و

مبدل‌های حرارتی به هیچ‌عنوان قابل قبول نیست و آن استفاده از پوشش است. همانطور که می‌دانیم هر

عایق الکتریکی خوب همچنین یک عایق حرارتی خوب نیز می‌باید و بنابراین در صورت به کارگیری

پوشش در این مورد خاص کاهش توان انتقال حرارت به نقض هدف اصلی از طرح مبدل حرارتی می‌انجامد.

در برخی موارد که از یک سیستم بسته آب خنک‌کننده بهره‌برداری می‌کنیم، تصفیه سیال عامل خوردگی

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

در مبدل‌های حرارتی و کندانسورها عملی است، اما در سیستم‌های باز که فقط یک‌بار از آب استفاده می‌شود حجم سیال جایه‌جا شونده بیش از حدی است که بتوان آن را با هزینه معقول و مناسب تصفیه نمود.

معمول‌ترین روش برای مقابله با خوردگی تیوب‌های کندانسور استفاده از فلزات و آلیاژهایی است که مقاومت بهتری را در برابر خوردگی از خود نشان می‌دهند. در اغلب موارد و حداقل در مورد تیوب‌ها، به کارگیری این روش نتایج مطلوبی به همراه داشته است. خیلی از براس (برنج)‌ها و برنزهایی که به کار گرفته شده‌اند به طور استثنایی خود را با سرویس تطبیق داده‌اند چرا که قابلیت هدایت حرارتی خوبی دارند. البته شایان ذکر است که قابلیت هدایت حرارتی هیچ‌یک از آلیاژهایی که برای این منظور به کار گرفته شده‌اند آن قدر پایین نبوده که ایجاد مشکل نماید.

اما مشکلی که صنعتگران اغلب با آن مواجه شده‌اند خوردگی گالوانیک (دوفلزی) است. هر کجا که جنس تیوب‌ها از فولادی آلیاژی و جنس پوسته، چانل و تیوب شیتها از فولاد معمولی (کربن استیل) باشد با مشکل خوردگی گالوانیک مواجه خواهیم شد. در این‌گونه موارد تیوبها به طور ثابت کاتد خواهند بود و سالم می‌مانند ولی بخش‌های فولادی (فولاد معمولی) آند بوده و کلیه حملات خوردگی متوجه آنهاست.

تجربه نشان داده که تیوب شیتها که نزدیک‌ترین قطعات به تیوبها می‌باشند اغلب بیش از دیگر قطعات دچار خوردگی می‌شوند. جایگزینی آلیاژهای مقاوم به جای فولاد معمولی در ساخت تیوب شیتها باعث می‌شود تا حملات خوردگی متوجه پوسته مبدل گردد. در چنین حالتی چون نسبت سطح آند به کاتد کاهش می‌یابد خوردگی شدیدتر می‌شود.

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

البته با نصب کردن آندهای منیزیمی در چانل (جعبه آب) می‌توان با این مشکل به‌طور موفقیت‌آمیزی مقابله نمود. در حالتی که تمام اجزاء مبدل حرارتی از جمله تیوبها از جنس فولاد معمولی ساخته شده باشند، با قرار دادن آندهای منیزیمی تنها می‌توان بخش انتهایی تیوب‌ها را حفاظت کرد (بخشی که در تیوب شیت قرار می‌گیرد). این حفاظت حداً کثیر در طولی به اندازه‌ی 2 تا 3 برابر قطر تیوب شیت انجام می‌شود. بنابراین در چنین حالتی حفاظت کاتدی به‌نهایی روش رضایت‌بخشی نخواهد بود. و بهتر است همزمان با استفاده از حفاظت کاتدی، تیوبها از آلیاژ مناسبی ساخته شوند که اختلاف پتانسیل بین جنس و فولاد معمولی (جنس بدن) در جدول سری‌های گالوانیک در کمترین حد ممکن باشد.

↑	Platinum
Nobel or cathodic	Gold
	Graphite
	Titanium
	Silver
	Chlorimet 3 (62 Ni, 18Cr, 18 Mo)
	Hastelloy C (61 Ni, 17Cr, 15 Mo)
	18-8 Mo stainless steel (passive)
	18-8 stainless steel (passive)
	Chromium stainless steel 11-30% Cr (passive)
	Inconel (passive) (80Ni, 13 Cr, Fe)
	Nickel (passive)
	Silver solder
	Monel (70 Ni, 30 Cu)
	Cupronickels (60-90 Cu, 40-10 Ni)
	Bronzes (Cu-Sn)
	Copper
	Brasses (Cu-Zn)
	Chlorimet 2 (66 Ni, 32 Mo, 1Fe)
	Hastelloy B (61 Ni, 30 Mo, 6 Fe, 1 Mn)
	Inconel (active)
	Nickel (active)
	Tin
	Lead
	Lead-tin solder

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

Active or anodic ↓	18-8 Mo stainless steel (active)
	18-8 stainless steel (active)
	Ni-Resist (high Ni cast iron)
	Chromium stainless steel, 13% Cr (active)
	Cast iron
	Steel or iron
	2024 aluminum (45 Cu, 1.5 Mg, 0.6 Mn)
	Cadmium
	Commercially pure aluminum (1100)
	Zinc
	Magnesium and magnesium alloys

جدول ۱: جدول سری‌های گالوانیک

آندهای منیزیمی به شکل میله‌های رزوهدار (با نام تجاری Galvo-Rod) را می‌توان در قسمت چانل (جعبه آب) مبدل حرارتی و در مکانی مناسب نصب نمود. مکان مناسب آند باید چنان انتخاب شود که حتی‌الامکان توزیع جریان حفاظتی به تمام سطوحی که نیازمند حفاظت هستند یکنواخت باشد. میله‌های آندی مشابه همچنین می‌توانند در داخل پوسته‌ی مبدل قرار گیرند. برای این کار میله‌های آندی رزوهدار در داخل یک بوشن (کوپلینگ) که بر روی پوسته جوش داده شده پیچانده و به داخل پوسته هدایت می‌شوند.

البته در این روش هیچ امکانی برای کنترل و اندازه‌گیری جریان حفاظتی و محاسبه میزان حفاظت حاصله وجود ندارد و دوام مورد انتظار آند باید تخمین زده شود. البته هیچ مشکل قابل توجهی به وجود نخواهد آمد، چرا که تجهیزاتی از این نوع (مبدل‌های حرارتی) معمولاً به منظور بازرگانی در فواصل زمانی منظم و تحت هر شرایطی از سرویس خارج و باز می‌شوند.

بر اساس یک تخمین سرانگشتی به هر فوت مربع از سطح فلزی که در معرض خوردگی قرار داد (غیر از

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

تیوبها) باید 10 میلی‌آمپر جریان برسد، مقداری که ممکن است بعدها بر اساس تجربه تغییر کند.

میزان جریان خروجی از هر آند بیشتر به قابلیت هدایت الکتریکی آب بستگی دارد. که آن را نیز به نوبه خود پس از انجام آنالیز شیمیایی می‌توان با تعیین میزان کل ذرات جامد محلول (TDS) تخمین زد و از آنجا که این اطلاعات به سادگی قابل دسترسی هستند این روش ساده ترین روش تخمین می‌باشد. برای مثال اگر از یک میله منیزیمی 1/315 اینچی استفاده کنیم میزان جریان خروجی را به طور تخمینی می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

(Ma per foot or Rod) = Total Dissolved Solids [p.p.m.]

13

و سپس می‌توان دوام تقریبی آند را تخمین زد و مبدل حرارتی باید پس از سپری شدن نصف عمر تخمین زده شده برای آند، به منظور بازررسی از سرویس خارج گردیده و باز شود (مگر آنکه طبق برنامه برای تعمیرات اساسی زمان‌بندی شده زودتر از این زمان باز شود) و میزان مصرف (از دست رفت) آند توسط بازررسی چشمی یا وزن کردن تعیین گردد. و این بار تخمین دقیق‌تر و به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. در سالیان اخیر استفاده از آندهای قالبی که به وسیله‌ی پیچ و مهره به صفحات مسطح فولادی بسته می‌شوند معمول شده است.

در این حالت برای جلوگیری از برقراری جریان الکتریکی بیش از حد به سطح دقیقاً مجاور آند و از دست رفت بیش از حد آند به واسطه‌ی برقراری این جریان، یک صفحه‌ی لاستیکی در زیر آند قرار داده می‌شود (بین آند و بستر آن).

کنترل خوردگی در مبدل‌های حرارتی

در مواردی چون آب دریا که مقاومت الکتریکی آب پایین است معقول‌ترین کار این است که میزان جریان خروجی از سطح اند را محدود نماییم، برای این منظور اغلب از واشرهایی که عایق الکتریکی می‌باشند در زیر مهره‌ی نگهدارنده‌ی آند بر روی سطح فولادی استفاده می‌شود و بدین‌وسیله با کاهش میزان جریان الکتریکی خروجی از آند دوام آن و طول مدت حفاظت سطوح فولادی بیشتر می‌شود.