

مجله بازرسی فنی پتروشیمی رازی

سال دوم - شماره ۶ - مرداد ۱۳۹۷



۷

سام عیدی وندي

تنش زدایی

و روش های جایگزین



۶

کیامرز انصاری

خوردگی زیر عایق



۴

مهرداد افشار نیا

Spring Support

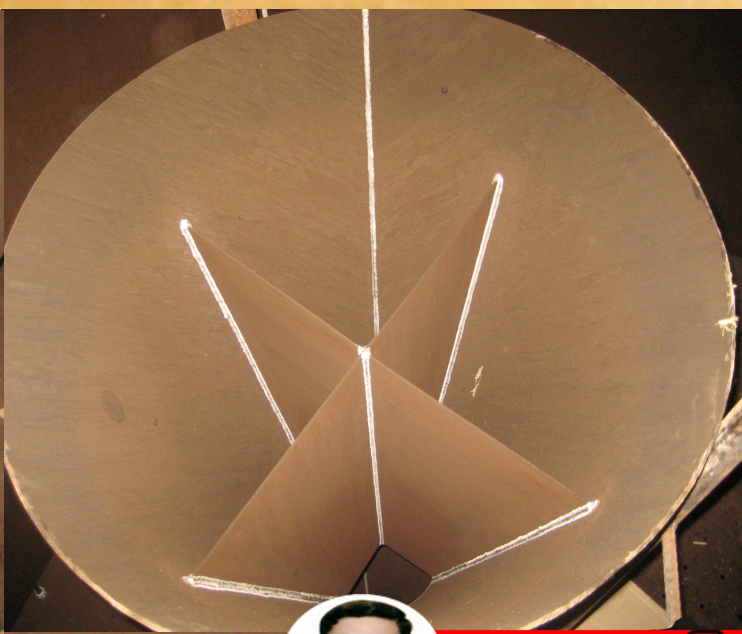


۲

بهنام دریایی

بررسی Expand تیوب به

تیوب شیت در مبدل های حرارتی



احمد کنار



راکتور 1101-D واحد اوره ۲ از تجهیزات اصلی در فرایند لوپ سنتز اوره می باشد. در این رآکتور در اثر واکنش دی اکسید کربن و آمونیاک، کربامات آمونیوم تشکیل شده و نهایتا کربامات به اوره تجزیه می شود. سیال درون رآکتور شامل دی اکسید کربن، آمونیاک، کربامات، اوره و آب می باشد. این زنجیره واکنش ها در فشار 135 Bar و دمای 190°C روی می دهند.

بدنه رآکتور از ۱۱ لایه فولاد کربنی به ضخامت 8.5 mm و یک لایر داخلی جهت افزایش مقاومت به خوردگی از جنس فولاد زنگ نزن (SS316 Urea Grade) X2CrNiMo1812 با ضخامت 11 mm ساخته شده است. در پشت لایر مسیرهایی جهت خروج سیال تعبیه شده تا تخریب لایر سریعاً مشخص شده و از آسیب بیشتر به بدنه رآکتور جلوگیری شود. برای جوش لایر داخلی رآکتور از الکتروود ER316LMn استفاده شده است. نکته جالب پس از بازرسی از داخل رآکتور سفید رنگ شدن کلیه خطوط جوش لایر می باشد. چرا؟؟



بررسی Expand تیوب به تیوب شیت در مبدل های حرارتی

بهنام دریایی

در جدول شماره ۴ محاسبات لازم برای انجام دادن اکسپند اولیه و اکسپند ثانویه و همچنین بازرسی از تیوب ها پس از اکسپند کردن برای یک تیوب برنجی $\frac{3}{4}$ اینچ با BWG 16 به صورت گام به گام شرح داده شده است.

علاوه بر تعیین میزان مجاز کاهش ضخامت تیوب، در نظر گرفتن ویژگی های متریالی در عملیات اکسپند دارای اهمیت است. در ادامه به چند نمونه اشاره می شود:

- تیوب های از جنس فولاد کربنی با سختی ۹۰ تا ۱۲۰ HB جهت اکسپند کردن مناسب می باشند اما با افزایش سختی فولاد کربنی در محدوده ۱۵۰ HB، احتمال ایجاد ترک افزایش می یابد.
- تیوب های از جنس فولاد زنگ نزن تمایل تغییر شکل و کارسختی دارند. بنابراین به دلیل کارسخت شدن و افزایش استحکام، عملیات اکسپند باید در یک مرحله انجام شود.
- برای انجام عملیات اکسپند روی تیوب های کاپرنیکل (آلیاژ مس و نیکل با درصد مس بیشتر) باید از یک روانکار استفاده شود چون مس به علت تنش تسلیم و استحکام پایین، به راحتی روی اکسپندر ساییده می شود. در مورد تیوب های کندانسورهای 156-JC و 157-JC آمونیاک ۱ و ۲ پتروشیمی رازی این نکته باید حتما رعایت شود.

هدف از انجام عملیات اکسپند (Expand) در مبدل های حرارتی، آب بندی بین تیوب و تیوب شیت و جلوگیری از نشت سیال سمت پوسته به سیال سمت تیوب است. با استفاده از غلطک اکسپندر، تیوب ها در سوراخ های تیوب شیت رول می شوند. اکسپند باعث انبساط یکنواخت و محکم تیوب در شیارهای تیوب شیت می گردد. درون سوراخ های تیوب شیت، شیارهایی وجود دارد که با عملیات غلطک زنی، جداره تیوب درون این شیارها فرو رفته و اتصال محکمی را ایجاد می کند.

دستگاه غلطک زنی از یک میله مخروطی با سطح مقطع دایره تشکیل شده است که در اطراف آن غلطک نصب شده و به عامل گرداننده وصل می شود. عامل گرداننده بوسیله برق یا با فشار هوا می چرخد. عملیات غلطک زنی نیاز به یک اپراتور با تجربه دارد و میزان آن باید بر اساس محاسبات استاندارد تعیین شود. چون غلطک زنی بیش از حد استاندارد، موجب کم شدن استحکام جداره تیوب شده و احتمال نشتی را افزایش می دهد. غلطک زنی کمتر از حد استاندارد هم موجب می شود تیوب به خوبی آب بندی نشود. استفاده از سنبه یا پین مخروطی شکل به جای غلطک موجب خرابی تیوب و تیوب شیت می شود. همچنین همیشه مقداری از تیوب که اکسپند می شود باید حداقل $\frac{1}{8}$ اینچ از ضخامت تیوب شیت کمتر باشد.

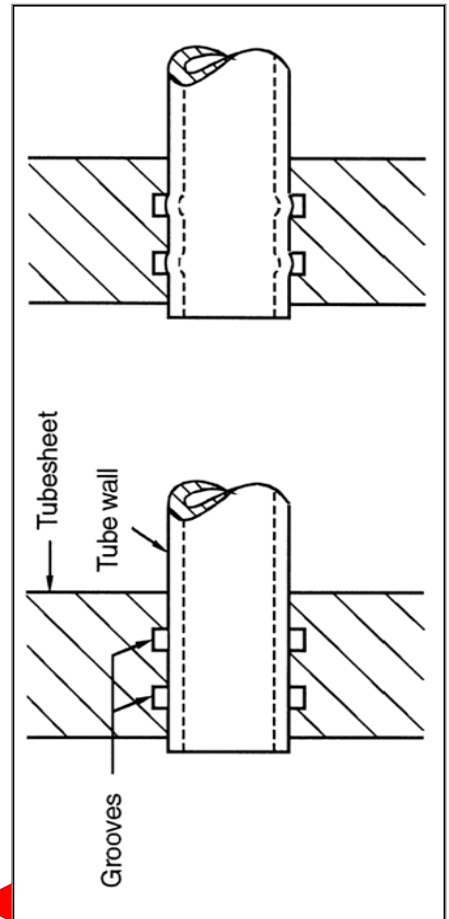
عملیات اکسپند باعث تغییر حالت پلاستیک و کاهش ضخامت دیواره تیوب می شود. در جدول ۱ میزان مجاز کاهش ضخامت دیواره تیوب بر اساس نوع متریال تیوب آمده است. میزان استاندارد فاصله بین سوراخ های تیوب شیت و قطر خارجی تیوب که کلیرنس نامیده می شود در جدول شماره ۲ آمده است. این فاصله در مرحله اولیه اکسپند از بین می رود. همچنین میزان اکسپند لازم برای رسیدن به یک اتصال خوب بین تیوب و تیوب شیت به صورت پیشنهادی در جدول شماره ۳ آمده است. میزان اکسپند ثانویه بسته به متریال تیوب نباید از مقادیر مشخص شده در جدول ۱ بیشتر باشد. میزان اکسپند نهایی، از حاصل جمع مقادیر اکسپند اولیه و اکسپند ثانویه بدست می آید.



شکل ۱ - اکسپندر و دستگاه غلطک زنی

متریال تیوب	میزان مجاز کاهش ضخامت (%)
Copper & Cupro Nickel	8 – 10 %
Steel, Carbon Steel & Admiralty Brass	7 – 8 %
Stainless Steel & Titanium	4 – 5 %

جدول ۱ - میزان مجاز کاهش ضخامت دیواره تیوب بر اساس نوع متریال تیوب مبدل



میزان کلیرنس	قطر خارجی تیوب
0.010 Inch	1/2 Inch
0.010 Inch	5/8 Inch
0.010 Inch	3/4 Inch
0.012 Inch	1 Inch
0.014 Inch	1 1/4 Inch

جدول ۲ - میزان

استاندارد فاصله بین
سوراخ‌های تیوب‌شیت و قطر
خارجی تیوب (کلیرنس) بر
اساس سایز تیوب‌های مبدل

جدول ۳ - میزان اکسپند لازم برای اتصال مناسب بین تیوب و تیوب‌شیت در یک تیوب 3/4 اینچ

میزان اکسپند لازم	BWG	قطر خارجی تیوب
0.008 Inch	10	3/4 Inch
0.008 Inch	12	
0.008 Inch	14	
0.006 Inch	16	
0.005 Inch	18	
0.005 Inch	20	

شکل ۲ - تصویر شماتیک عملیات اکسپند کردن

گام	شرح گام	پارامتر	نحوه محاسبه	مثال عددی
اجرا				
گام اول	اندازه‌گیری قطر داخلی سوراخ‌های روی تیوب شیت	A	اندازه‌گیری	19.304 mm
گام دوم	بدست آوردن قطر خارجی تیوب از روی جداول استاندارد	OD	جدول استاندارد	19.050 mm
گام سوم	بدست آوردن قطر داخلی تیوب از روی جداول استاندارد	ID	جدول استاندارد	15.748 mm
گام چهارم	محاسبه فاصله بین تیوب و سوراخ‌های تیوب‌شیت (Clearance) برای انجام اکسپند اولیه	C	$C = A - OD$	0.254 mm
گام پنجم	محاسبه کل ضخامت دیواره تیوب	D	$D = OD - ID = 2t$	3.3 mm
گام ششم	محاسبه حداکثر مقدار مجاز اکسپند ثانویه (٪۷ برای تیوب برنجی) میزان اکسپند ثانویه باید عددی کمتر از این مقدار باشد.	E	$E = 7\% D$	0.231 mm
گام هفتم	محاسبه حداقل مقدار لازم اکسپند ثانویه با توجه به جدول ۳	F	$F = 0.006 \text{ Inch}$	0.152 mm
بازرسی				
گام اول	اندازه‌گیری قطر داخلی نهایی تیوب پس از عملیات اکسپند	G	اندازه‌گیری	---
گام دوم	محاسبه کل میزان اکسپند انجام شده روی تیوب (قطر داخلی اولیه تیوب را از قطر داخلی نهایی تیوب پس از عملیات اکسپند کم می‌کنیم)	I	$I = G - ID$	---
گام سوم	محاسبه میزان اکسپند ثانویه	J	$J = I - C$	---
گام چهارم	گام سوم بازرسی را به صورت رندم روی تعدادی از تیوب‌ها انجام می‌دهیم. عددهای بدست آمده باید در رنج مناسب بین مقدار E تا مقدار F باشد تا هم از اتصال محکم بین تیوب‌ها و تیوب‌شیت اطمینان پیدا کنیم و هم میزان کاهش ضخامت دیواره تیوب در اثر اکسپند کردن بیش از مقادیر استاندارد نباشد.			

جدول ۴ - محاسبات لازم برای اکسپند اولیه، اکسپند ثانویه و بازرسی فنی از تیوب‌ها پس از اکسپند کردن برای یک تیوب برنجی 3/4 اینچ با BWG 16

می شود مقاومت فنر در مقابل جابجایی افزایش یافته و در نتیجه تنش بیشتری به سیستم وارد شود. هر خط لوله ای که در دمای بالا کار می کند با توجه به پیکربندی پایپینگ، به سمت بالا یا پایین حرکت می کند. استفاده از ساپورت صلب سبب افزایش تنش در خط لوله شده و امکان شکستن لوله ها و ایجاد صدمات جبران ناپذیر مالی و جانی وجود دارد. در چنین مواردی اسپرینگ ساپورت سبب جذب نیروها در شرایط کارکردی و نصب می شود.

بیشترین عامل فرسودگی ساپورت های فنری در مجتمع رازی، رطوبت و مواد خورنده موجود در هوا بوده که باعث پوسیدگی بدنه ساپورتها میگردد. البته کوئل فنر داخلی این ساپورتها معمولا آخرین قطعه ای خواهد بود که کارایی خود را از دست می دهد. به همین منظور در صورت ضرورت می توان با نوسازی بدنه ساپورت، مشکل را بصورت موقت برطرف کرد. تعدادی از اسپرینگ ساپورت های موجود در واحد آمونیاک ۲ پتروشیمی رازی در شکل ۱ نشان داده شده است. دو اسپرینگ ساپورتهی که در پایین شکل ۱ نشان داده شده و دارای بدنه فرسوده می باشند، در نزدیکی کولینگ تاور واحد و در معرض مدارم رطوبت و پاشش آب قرار دارند.

نکته مهمی که در هنگام نصب ساپورت های فنری باید رعایت شود این است که فنرها هنگام ساخت در حالت بار سرد Lock می گردند. بنابراین در زمان نصب و یا تعویض لازم است سیستم در حالت سرد قرار گرفته تا جابجایی سیستم به حالت اولیه برگردد. نکته دیگر اینکه جهت حفظ عملکرد ساپورتهای فنری لازم است قبل از انجام هرگونه کار تعمیراتی بر روی تجهیزات ابتدا ساپورت های فنری Lock گردیده و پس از اتمام کار مجدداً Unlock گردند.



شکل ۱ - اسپرینگ ساپورت های واحد آمونیاک ۲ پتروشیمی رازی



Spring Support

مهررداد افشارنیا

استفاده از ساپورت های فنری (Spring Support) در نگهداری مناسب از تجهیزات صنعتی به ویژه لاین ها که علاوه بر بارهای استاتیکی باید بارهای دینامیکی حاصل از تغییرات در شرایط فرایندی مانند دما یا فشار را تحمل کنند، کاربرد وسیعی دارد. تغییرات در شرایط فرایندی موجب ایجاد انقباض، انبساط و ایجاد بارهای دینامیکی در تجهیزات می شود که ساپورت های فنری همزمان با تحمل بار استاتیکی، با جابجایی مثبت و یا منفی (حرکت لاین به سمت بالا یا پایین) پاسخ مناسبی از خود در مقابل این تغییرات نشان می دهند.

برای جابجایی های کم از اسپرینگ ساپورت یا اسپرینگ هنگر نیرو متغیر (Variable Spring Support) استفاده می شود. برای انبساط های دمایی خیلی زیاد یا برای سیستم های پایپینگ حساس که میزان Variability نیرو باید کمتر از ۶٪ باشد، از اسپرینگ ساپورت نیرو ثابت (Constant Spring Support) استفاده می شود. در این نوع، میزان نیروی وارده به لاین توسط یک مکانیزم مشخص، در یک محدوده مشخص باقی می ماند.

ساپورت های فنری دارای انواع مختلفی بوده که انتخاب و نصب بر اساس میزان حساسیت و شرایط محیطی تجهیز می باشد. انتخاب ساپورت فنری مناسب برای یک تجهیز بر اساس دو متغیر میزان بار وارده بر اسپرینگ ساپورت در حالت گرم (شرایط بهره برداری) و میزان جابجایی تجهیز در اثر تغییرات شرایط فرایندی انجام می شود. با توجه به وجود فنرهای با ضرایب سختی متفاوت، انتخاب ساپورت فنری باید به گونه ای باشد که حداکثر میزان تغییرات بار در حالت های گرم و سرد که Variability نامیده می شود، از ۲۵ درصد مقدار بار گرم (Hot Load)، تجاوز نکند. شرکت های سازنده اسپرینگ ساپورت، بر اساس نیروی اعمالی و مشخصات فنر، جدول هایی را برای انتخاب ساپورت فنری مناسب طراحی کرده اند که جدول مربوط به شرکت Anvil در تصویر ۲ دیده می شود.

طراحی فنرها بر اساس استاندارد DIN 2096 بوده که در آن می توان متناسب با میزان بار، میزان جابجایی، شکل هندسی و سختی، فنر را طراحی نمود. فنرها در بازه ای مشخص از بار اعمالی، دارای رفتار خطی مطابق با قانون هوک می باشند. انتخاب فنر مناسب باید به گونه ای باشد که فنر دارای رفتار خطی باشد. به همین دلیل سازندگان توصیه می کنند که بار اعمالی بر فنر نباید در محدوده ۲۰ درصد بالایی یا پایینی میزان مجاز باشد چون در این محدوده فنر دارای رفتار غیر خطی است.

انتخاب صحیح ساپورت فنری باعث اعمال تنش کمتر و بهبود عملکرد سیستم خواهد شد. به طور مثال انتخاب یک فنر با سختی زیاد سبب

با توجه به میزان جابجایی لاین در اثر بارگذاری مشخص کنید که از کدام نوع اسپرینگ ساپورت می‌توانید استفاده کنید.

گام سوم: با توجه به سری فنر و نوع اسپرینگ ساپورت که در گام‌های اول و دوم مشخص کردیم، ضریب سختی فنر (Spring Rate) را از جدول پایین بدست می‌آوریم. طبق قانون هوک میزان جابجایی فنر را در ضریب سختی فنر ضرب می‌کنیم ($F = K \times X$) تا مقدار تغییرات نیروی وارده بر فنر در حالت سرد نسبت به حالت گرم بدست بیاید.

گام چهارم: برای بدست آوردن نیروی وارده بر فنر در حالت سرد که Cold Load یا Preset Load نیز نامیده می‌شود، عدد بدست آمده از گام سوم را با Hot Load جمع کرده (در صورت حرکت رو به بالای لاین پس از بارگذاری) و یا از Hot load کم می‌کنیم (در صورت حرکت رو به پایین لاین پس از بارگذاری).

گام پنجم: هر دو مقدار بدست آمده برای Hot Load و Cold Load باید در یک ستون قرار بگیرند. اگر چنین نشد، ستون مجاور سمت راستی را به عنوان ساینز فنر انتخاب می‌کنیم.

گام ششم: نکته مهم در انتخاب اسپرینگ ساپورت مناسب این است که تفاوت میان Hot Load و Cold Load که variability نامیده می‌شود، به هیچ وجه نباید از ۲۵ درصد Hot Load بیشتر شود. اگر چنین شد، باید اسپرینگ ساپورت با ضریب سختی فنر کمتری را انتخاب کنیم.

برای انتخاب ساینز مناسب اسپرینگ ساپورت جهت نصب روی لاین باید بوسیله محاسبات تحلیل تنش پایپینگ، دو پارامتر زیر را بدست بیاوریم.

۱- نیروی وارده بر فنر در حالت گرم (Hot Load) که Operation Load نیز نامیده می‌شود.

۲- جهت و میزان جابجایی لاین در اثر بارگذاری در شرایط بهره‌برداری (انتقال لاین از حالت سرد به حالت گرم)

با استفاده از این دو پارامتر، جدول انتخاب اسپرینگ ساپورت و گام‌های زیر می‌توان اسپرینگ ساپورت مناسب را انتخاب کرد.

گام اول: روی ستون‌های سمت راست جدول، مقدار Hot Load را مشخص می‌کنیم. اعداد این ستون‌ها بر اساس LBS بوده و هر ستون معرف یک ساینز فنر (Hanger Size) می‌باشد. به طور مثال کاتالوگ شرکت Anvil دارای ۲۵ ساینز (0, 00, 000 و سری ۱ تا ۲۲) می‌باشد. هر Hanger Size دارای محدوده مجاز بارگذاری بوده و محدوده غیر مجاز بارگذاری توسط نوارهای خاکستری رنگ در بالا و پایین هر ستون مشخص می‌شود.

گام دوم: در سمت چپ جدول، اسپرینگ ساپورت‌ها بر اساس میزان جابجایی (Working Range) بر حسب اینچ به ۵ نوع تقسیم شده‌اند. هر کدام از این ۵ نوع دارای محدوده مجاز جابجایی می‌باشند که به صورت نوار خاکستری رنگ در بالا و پایین ستون‌ها مشخص شده است.

LOAD TABLE (LBS) FOR SELECTION OF HANGER SIZE (sizes 10 through 22 on next page)																	
Working Range (in) unshaded Shaded Rows Show Overtravel					Hanger size												
					B-268 Only		Fig. 82, Fig. B-268, Fig. 98, Triple & Quadruple Spring										
Figure No.																	
Quad.	Triple	98	B-268	82	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2	1½	1	½	¼	7	19	43	63	81	105	141	189	252	336	450	600	
					7	20	44	66	84	109	147	197	263	350	469	625	
					8	22	46	68	88	114	153	206	273	364	488	650	
					9	24	48	71	91	118	159	213	284	378	506	675	
0	0	0	0	0	10	26	50	74	95	123	165	221	294	392	525	700	
					11	28	52	76	98	127	170	228	305	406	544	725	
					12	30	54	79	101	131	176	236	315	420	563	750	
					12	31	56	81	105	136	182	244	326	434	581	775	
2	1½	1	½	¼	14	34	58	84	108	140	188	252	336	448	600	800	
					14	35	59	87	111	144	194	260	347	462	619	825	
					15	38	61	89	115	149	200	268	357	476	638	850	
					16	40	63	92	118	153	206	276	368	490	656	875	
4	3	2	1	½	17	41	65	95	122	158	212	284	378	504	675	900	
					18	43	67	97	125	162	217	291	389	518	694	925	
					19	45	69	100	128	166	223	299	399	532	713	950	
					20	47	71	102	132	171	229	307	410	546	731	975	
6	4½	3	1½	¾	21	49	73	105	135	175	235	315	420	560	750	1,000	
					21	50	74	108	138	179	241	323	431	574	769	1,025	
					22	53	76	110	142	184	247	331	441	588	788	1,050	
					23	55	78	113	145	188	253	339	452	602	806	1,075	
8	6	4	2	1	24	56	80	116	149	193	258	347	462	616	825	1,100	
					25	58	82	118	152	197	264	354	473	630	844	1,125	
					26	60	84	121	155	201	270	362	483	644	863	1,150	
					27	62	86	123	159	206	276	370	494	658	881	1,175	
10	7½	5	2½	1¼	28	64	88	126	162	210	282	378	504	672	900	1,200	
					28	66	89	129	165	214	288	386	515	686	919	1,225	
					29	68	91	131	169	219	294	394	525	700	938	1,250	
					30	70	93	134	172	223	300	402	536	714	956	1,275	
2	1½	1	½	¼	31	72	95	137	176	228	306	410	546	728	975	1,300	
					Spring Rate (lbs/in)												
					82	—	—	30	42	54	70	94	126	168	224	300	400
					B-268	7	15	15	21	27	35	47	63	84	112	150	200
					98	—	—	7	10	13	17	23	31	42	56	75	100
					Triple	—	—	5	7	9	12	16	21	28	37	50	67
					Quadruple	—	—	4	5	7	9	12	16	21	28	38	50

شکل ۲ - جدول انتخاب اسپرینگ ساپورت مناسب مربوط به شرکت Anvil

خوردگی زیر عایق

کیامرز انصاری



خوردگی زیر عایق (Corrosion Under Insulation (CUI یکی از شایع ترین انواع خوردگی در صنعت پتروشیمی، است. خوردگی زیر عایق به علت پنهان بودن از دید بازرسی و بهره‌بردار خطرناک‌ترین حالت خوردگی در صنایع می‌باشد و معمولاً در صنایع با عمر بالای ۲۰ سال دیده می‌شود. با توجه به عمر بالای واحدهای پتروشیمی رازی که در بعضی موارد عمر عایق‌ها به بیش از ۴۰ سال می‌رسد، شناخت این نوع خوردگی دارای اهمیت است.

خوردگی زیر عایق حرارتی در محیط‌های در معرض رطوبت روی می‌دهد. برای جلوگیری، بر روی عایق حرارتی ورق آلومینیومی محافظ قرار می‌دهند اما زمانی که به علت سوراخ شدن یا پارگی، آب یا رطوبت هوا به لایه درونی نفوذ کند، باعث خیس شدن عایق و تشدید خوردگی می‌شود.

معمولاً عایق کاری لوله‌ها و تجهیزات با هدف جلوگیری از اتلاف انرژی، کنترل دمای فرآیند یا محافظت از کارکنان در برابر درجه حرارت بالا و سوختگی می‌باشد. برای اطمینان از عدم وجود خوردگی زیر عایق باید محل‌های مستعد این خوردگی بصورت دوره‌ای بازرسی شود. در استانداردها موارد زیر به عنوان مناطق مستعد به وقوع خوردگی زیر عایق (CUI) معرفی شده‌اند:

- واحدهایی که در محیط آن بخارات آب و مواد خورنده مانند اسید وجود داشته باشد.
- لوله‌ها و مخازنی که در معرض پاشش آب مخصوصاً آب برج‌های خنک کننده می‌باشند.
- لوله‌ها و تجهیزاتی که از جنس فولاد کربنی بوده و دمای کارکرد

آنها بین منفی ۴ درجه تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

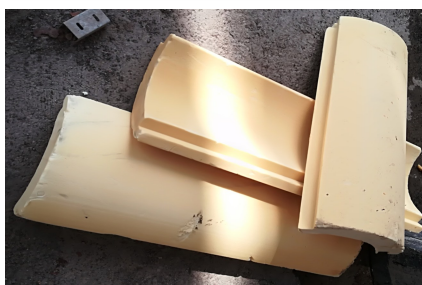
- لوله‌های از جنس فولاد کربنی که دمای کاری بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد دارند اما همیشه در سرویس نیستند و به صورت موردی استفاده می‌شوند. مانند لاین‌هایی که برای راه اندازی واحد یا احیاء کاتالیست استفاده می‌شود و ممکن است پس از راه اندازی مدت‌ها در سرویس نباشند.
- لوله‌های دارای لرزش. لرزش لاین موجب تخریب عایق و ایجاد فاصله بین عایق و لوله شده و در نتیجه شرایط لازم برای نفوذ رطوبت فراهم می‌شود.
- لوله‌های از جنس فولاد زنگ‌زن آستنیتی که دمای کاری آن‌ها بین ۶۵ تا ۲۰۴ درجه سانتیگراد بوده و در معرض کلر باشند. ممکن است کلر موجود در عایق خیس با فلز واکنش دهد.
- لوله‌های دارای Steam Tracing در زیر عایق. هر گونه نشتی از این لوله‌ها می‌تواند خوردگی در زیر عایق را تشدید کند.
- مهمترین راه برای جلوگیری از خوردگی زیر عایق، رعایت اصول و استانداردها در عایق کاری لوله‌ها و تجهیزات می‌باشد. در ادامه به تعدادی از این موارد اشاره می‌شود:
- پیش از نصب عایق، سطح بیرونی لاین باید با توجه به دمای کاری آن، حتماً رنگ آمیزی شود.
- برای لوله‌های از جنس فولاد زنگ‌زن آستنیتی که مستعد به خوردگی زیر عایق هستند، به جای رنگ باید از فویل آلومینیومی استفاده شود.
- ترجیحاً به جای عایق پتویی از عایق‌های شکل‌دار استفاده شود و درزهای بین ورق‌های عایق، به خوبی آب‌بندی شود تا آب زیر عایق نفوذ نکند. به خصوص در محل‌هایی مانند ساپورت‌ها، انشعابات و فلنچ‌ها.



خوردگی شدید در زیر عایق لاین ۶ اینچ گاز طبیعی ورودی به مبدل 165-C آمونیاک ۲ و تفاوت محسوس آن با قسمت عایق نشده



خوردگی شدید
قسمت‌های عایق شده
تجهیزات



عایق‌های شکل‌دار مورد
استفاده در پتروشیمی رازی

تنش زدایی و روش های جایگزین

سام عیدی وندی



محدودیت فقط برای دماهای بالای ۴۲۵ درجه سانتیگراد باید اعمال شود و نرخ سرد و گرم کردن در کمتر از این دما محدودیتی ندارد.

پس از انجام تعمیرات روی تجهیزاتی که الزام به تنش زدایی دارند، از روش پیش گرم کردن و تکنیک جوشکاری Temper bead welding به عنوان جایگزین عملیات تنش زدایی می توان استفاده کرد.

در تعمیرات حین ساخت مخازن تحت فشار از جنس فولادهای کربنی طبق استاندارد ASME BPVC.VIII، چنانچه عمق منطقه تعمیری از ۳۸ میلی متر بیشتر نباشد، می توان از دمای پیشگرمی ۹۵ درجه سانتیگراد به جای تنش زدایی استفاده کرد. اما در تعمیرات حین سرویس مخازن تحت فشار از جنس فولادهای کربنی طبق استاندارد API 510، چنانچه انجام آزمایش ضربه در PQR الزامی نباشد، می توان از دمای پیشگرمی ۱۵۰ درجه سانتیگراد به جای تنش زدایی استفاده کرد.

طبق استاندارد API 510 چنانچه در تعمیرات حین سرویس مخازن تحت فشار از تکنیک Temper Bead Welding استفاده شود، الزام به تنش زدایی برای ضخامت های کمتر از ۳۸ میلی متر وجود ندارد. در این تکنیک حداقل دمای پیشگرم ۱۷۵ درجه سانتیگراد و حداکثر دمای بین پاسی ۲۳۰ درجه سانتیگراد می باشد. ناحیه پیشگرم باید حداقل ۴ اینچ یا ۴ برابر ضخامت (هرکدام که بزرگتر باشد) از هر طرف را پوشش دهد. پاس اول را با الکتروده به قطر حداکثر ۳ میلی متر جوشکاری می کنیم. سپس نصف پاس اول را برداشته و پاس های باقیمانده را با الکتروده به قطر حداکثر ۴ میلی متر جوشکاری می کنیم. جوشکاری باید با الکترودهای کم هیدروژن مانند E7018 انجام شود. پهنای جوش از ۴ برابر قطر الکتروده نباید بیشتر شود. پس از پایان جوشکاری قطعه باید در دمای ۲۶۰ مثبت منفی ۳۰ درجه سانتیگراد حداقل به مدت ۲ ساعت نگهداری شود.

در عملیات جوشکاری بدلیل سرعت بالای سرد شدن مذاب جوش، تنش هایی در منطقه جوش و ناحیه متأثر از حرارت جوشکاری (HAZ) بوجود می آید. این تنش های پسماند ایجاد شده در حین جوشکاری، احتمال ایجاد ترک های انقباضی و مشکلات دیگر را افزایش می دهد. تنش زدایی، نوعی عملیات حرارتی است که برای کاهش تنش های پسماند تولید شده در طی فرآیند تولید که ناشی از اعمال نیرو یا تغییرات دما می باشند، انجام می شود. در استانداردهای مهندسی موارد الزام به انجام تنش زدایی ذکر شده است.

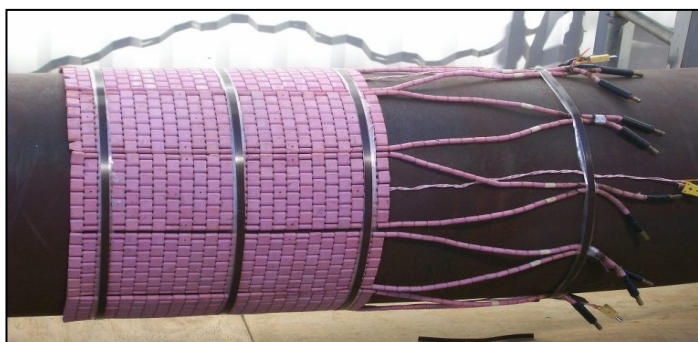
سه پارامتر موثر در الزامی شدن تنش زدایی، عبارتند از: نوع متریال، ضخامت قطعه و سیالی که قطعه جوشکاری شده در معرض آن است. به طور مثال طبق استاندارد ASME B31.3، انجام عملیات حرارتی تنش زدایی برای فولادهای ساده کربنی مانند لوله A106 با ضخامت بالای ۲۰ میلی متر الزامی می باشد. در این استاندارد که مربوط به طراحی و ساخت لوله های فرایندی است، جدولی وجود دارد که حداقل ضخامت لازم برای الزامی کردن تنش زدایی در متریال های مختلف بیان شده است. همچنین در استاندارد ASME SEX VIII که در ساخت مخازن تحت فشار استفاده می شود، انجام عملیات تنش زدایی برای قطعات با ضخامت بالای ۳۲ میلی متر الزامی است. اما چنانچه عملیات پیشگرم با دمای ۹۵ درجه سانتی گراد قبل از جوشکاری روی قطعه انجام شود یا اینکه میزان کربن و کربن معادل در آنالیز شیمیایی به ترتیب از ۰.۱۴ درصد و ۰.۴ درصد تجاوز نکند، حداقل ضخامت لازم برای الزام عملیات تنش زدایی به ۳۸ میلی متر افزایش می یابد. ضخامت های کمتر از مقادیر مشخص شده نیاز به تنش زدایی ندارند. بر خلاف فولادهای کربنی، فولادهای زنگ نزن آستنیتی مانند SS304 و SS316 به علت ساختار آستنیتی و چقرمگی بالا، نیاز به تنش زدایی ندارند.

برای بعضی سیال ها مانند گاز ترش هیدروژن سولفور H_2S ، کاستیک ها $(NaOH, KOH)$ و متانول آمین ها (MEA, DEA) که سبب خوردگی تنشی در فولادهای کربنی می شوند، انجام تنش زدایی بدون توجه به ضخامت، در همه موارد الزامی می باشد اما برای فولاد زنگ نزن SS316 در این سیال ها، الزامی به تنش زدایی وجود ندارد.

تنش زدایی به روش های گوناگونی مثل استفاده از المنت های مخصوص و یا قراردادن قطعه در کوره عملیات حرارتی انجام می شود. فرآیند تنش زدایی زمان بر بوده و احتیاج به کنترل حرارت دارد. در دستگاه های معمول از یک سیستم رکورد کاغذی جهت ثبت نمودار دما و زمان استفاده می شد که دیالگرام دما زمان باید پس از پایان کار به تایید بازرسی فنی برسد. سرعت گرم و سرد شدن قطعه و زمان نگهداری مطابق استاندارد باید باشد. طبق استاندارد ASME SEC VIII 2015، سرعت گرم کردن و سرد کردن به ترتیب نباید از ۲۲۲ درجه سانتیگراد در ساعت و ۲۸۰ درجه سانتیگراد در ساعت بیشتر شود. البته این



شکل ۱: کوره های تنش زدایی



شکل ۲: نحوه انجام عملیات تنش زدایی روی یک لوله

امام علی (ع) :

قَلِيلٌ نَدْوَمُ عَلَيْهِ أَرْجَى مِنْ كَثِيرٍ مَمْلُولٍ مِنْهُ

کار خیر اندک ، که بر آن مداومت ورزی ، از کار بسیار که از آن خسته شوی ، امیدوار کننده تر است.

حکمت ۴۳۶ نهج البلاغه



ماهانامه اداره بازرسی فنی پتروشیمی رازی **سردبیر: احمد کنار**

اداره بازرسی فنی پتروشیمی رازی نسبت به انتشار ماهنامه بازرسی فنی اقدام کرده است. هدف از انتشار این نشریه، افزایش ارتباطات و همکاری‌ها میان اداره‌های بازرسی فنی، اشتراک دانش و تجربه‌ها، انتشار پژوهش‌ها در زمینه علل و مکانیزم‌های تخریب انواع تجهیزات، افزایش دانش استاندارد، بهبود روش‌های بازرسی و گزارش جدیدترین تجهیزات، روش‌ها و تکنیک‌های بازرسی انجام شده در سطح شرکت‌های منطقه ویژه پتروشیمی ماهشهر می‌باشد. از کلیه دوستان و همکاران دعوت می‌شود که مطالب و پژوهش‌های خود را جهت چاپ در نشریه از طریق ایمیل برای ما ارسال نمایند. مطالب ارسالی با نام خودتان در نشریه چاپ خواهد شد.



A.konar@razip.com



06152262402



@bazresymag

How Various Alloys Rate in Tests in Different Types of Chloride Solutions(a)

Successful alloy tests in chloride solutions

Chloride solution	Carbon steel	Duplex 255 SS*	Ferritic 26-1 SS	Alloy 20 (%Ni >30)	Alloy C-276	Titanium Grade 2
Alkaline	Seawater pH = 8 50°C	Seawater pH = 8 50°C	26% NaCl + Na ₂ CO ₃ pH = 11 boiling	Seawater pH = 8 NR† at 25°C†	Sat'd. NaCl pH = 8.5-10 120°C	Seawater pH = 8 boiling
Neutral pH	22% NaCl 25°C	26% NaCl 200°C	27% NaCl 25°C	No data	Sat'd. NaCl 125°C	26% NaCl 113°C
Acidic	NR†	4% NaCl + 280 ppm Fe ³⁺ pH = 2 35°C	6% FeCl ₃ pH = 1 25°C	4% NaCl + 280 ppm Fe ³⁺ pH = 2 15°C	40% MgCl ₂ pH = 0.5-1.0 boiling	20% MgCl ₂ 100°C
Oxidizing	NR†	6% FeCl ₃ 25°C	10% FeCl ₃ 38°C	6% FeCl ₃ Below -5°C	4% NaCl + 280 ppm Fe ³⁺ pH = 2 25°C	15% FeCl ₃ 25°C
Hypochlorite	NR†	No data	5.25% NaOCl 70°C	NR†	10% NaOCl +2% NaOH 30°C	16% NaOCl 25°C

*SS is stainless steel.

†NR is not recommended

‡Alloy 20Cb-3 pits in seawater at 25°C.



احمد کنار

سنسورهای اندازه گیری کننده فشار (Pressure Transmitter) از جمله تجهیزات پرکاربرد ابزار دقیق بوده که جهت کنترل فرآیندهای صنعتی و اندازه گیری فشار گاز، مایع یا خلا روی لاین‌ها و مخازن نصب شده و وظیفه اصلی آن ارسال مقادیر اندازه گیری شده فشار در قالب یک سیگنال الکتریکی استاندارد می‌باشد. تصویر بالا مربوط به ترانسمیتر مخزن کلرید فریک $FeCl_3$ واحد زلال کننده می‌باشد. کلرید فریک یک ترکیب شیمیایی صنعتی است که عمدتاً برای تصفیه آب و پساب و در مجتمع رازی برای ته‌نشین سازی ذرات معلق در آب خام ورودی به شرکت استفاده می‌شود. اضافه کردن کلرید فریک به مخازن تصفیه آب، باعث می‌شود قطعات کوچک به هم رسیده و در نهایت، توده‌ها به اندازه کافی بزرگ شده و در پایین مخازن ته‌نشین شوند. این ماده به علت واکنش‌پذیری زیاد کلر بسیار خورنده است. جنس این ترانسمیتر HASTALLOY C-276 بوده که به علت داشتن حدود ۵۷ درصد نیکل، ۱۵ درصد کروم و ۱۶ درصد مولیبدن دارای مقاومت به خوردگی بسیار بالا در بین آلیاژهای فلزی است. اما باز هم دچار خوردگی شدید شده است. چرا؟ از پارامترهای موثر بر نرخ خوردگی سیال، درصد غلظت و دمای سیال می‌باشد و با تغییر این پارامترها می‌توان میزان مقاومت آلیاژ را در یک سیال خاص افزایش داد. بر اساس اطلاعات موجود در جدول صفحه ۲۲۴ کتاب Handbook of CORROSION، DATA، آلیاژهایی که در گذراندن آزمون‌های خوردگی محیط‌های کلریدی موفق بوده‌اند، آورده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود آلیاژ HASTALLOY C-276 در صورتی می‌تواند در مقابل سیال خورنده کلرید فریک $FeCl_3$ مقاومت کند که غلظت سیال از ۱۵ درصد و دمای آن از ۲۵ درجه تجاوز نکند. مخزن کلرید فریک $FeCl_3$ واحد زلال کننده دارای غلظت ۴۰ درصد و دمای محیط است. بنابراین با کاهش غلظت کلرید فریک $FeCl_3$ در این مخزن به ۱۵ درصد، می‌توان از مترال HASTALLOY C-276 در ترانسمیتر استفاده کرد. در این جدول شرایط مقاومت به خوردگی سایر آلیاژها در سیال کلرید فریک $FeCl_3$ نیز آورده شده است.