



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “*M.Sc.*”
مهندسی مواد- انتخاب و شناسایی

عنوان :

بررسی خوردگی در کویل های مخازن ذخیره پالایشگاه

استاد راهنما :

نگارش:

1	چکیده
2	مقدمه
3	فصل اول : کلیات
4	1-1- هدف
4	2-1- پیشینه تحقیق
4	3-1- روش کار و تحقیق
5	فصل دوم : مبانی مهندسی انتقال حرارت و بخار در صنایع نفت و روغن
6	1-2- مبدل های حرارتی
6	2-2- انواع انتقال حرارت
6	1-2-2- انتقال حرارت هدایتی
7	2-2-2- انتقال حرارت جابجایی
7	3-2-2- انتقال حرارت تشعشعی
7	3-2- ماده واسط گرمایش
8	4-2- کارایی یک مبدل حرارتی
8	5-2- چگالش
8	1-5-2- چگالش قطره ای و فیلمی
9	6-2- مکانیزم تبخیر
10	7-2- دلایل گرم کردن مخزن های دارای سیال هایی با ویسکوزیته بالا
10	1-7-2- ویسکوزیته
11	2-7-2- مخازن
13	8-2- کویل های غوطه ور
15	9-2- اندازه گیری و طراحی کویل بخار
15	1-9-2- مقدار حرارت لازم برای مخازن ذخیره
16	2-9-2- تعیین مقدار U
17	1-2-9-2- مواد و شماره گذاری سیستم ها

عنوان مطالب	شماره صفحه
2-9-3- سطح انتقال حرارت	22
2-10- سایر مشخصات و خصوصیات کویل های بخار	26
2-11- تنظیم دریچه کنترل	29
2-12- ابزار لازم برای جابه جایی سیال	32
2-13- پوشش های بخار	33
خوردگی در کویل ها و روش های کنترل آن	36
2-14- آنالیز شکست در کویل 1	37
2-14-1- دلایل خوردگی در کویل ها	37
2-14-2- ایجاد سوراخ در نمای کویل	38
2-14-3- عیوب ناشی از انجماد	38
2-14-4- عیوب ناشی از خوردگی	38
2-15- آنالیز شکست در کویل 2	41
2-15-1- ایجاد سوراخ در اتصالات	41
2-15-2- عیوب ناشی از انجماد	42
2-15-3- تخریب ناشی خوردگی	43
2-15-4- طراحی اتصالات	43
2-15-5- سوراخ های ناشی از خمش	44
2-15-6- سوراخ های ناشی از انجماد	45
2-15-7- خوردگی سایشی	46
2-15-8- خوردگی عمومی آهن در آب در شرایط حضور اکسیژن (O_2)	47
خوردگی سایشی در کویل های مخازن ذخیره پالایشگاه شرکت نفت بهران	49
2-16- خوردگی سایشی	50
2-16-1- تعریف	50
2-16-2- دلایل خوردگی سایشی	52
2-16-3- پوسته های سطحی	54
2-16-3-1- واکنش الکتروشیمیایی آهن	55
2-16-4- سرعت حرکت سیال	56
2-16-5- خوردگی سایشی از لحاظ متالورژیکی	57

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

58	2-16-6- روشهای بررسی خوردگی سایشی
58	2-16-7- انواع خوردگی سایشی
58	2-16-7-1- خوردگی برخوردی
61	2-16-7-2- خوردگی حبابی (حفره سازی)
63	2-17-17- کنترل خوردگی سایشی فولادها در محیط های حاوی بخار (محیط رطوبتی)
68	2-17-1- تاثیر pH
70	2-17-2- طراحی و نقش آن در کاهش خسارات خوردگی
74	2-17-3- سرعت سیال و نقش آن در خوردگی سایشی
76	2-17-4- چند نکته بسیار مهم در کنترل خوردگی سایشی

78 فصل سوم : روش تحقیق

شرح مختصری از پالایشگاه شرکت نفت بهران

79	3-1- نگاهی به تاریخچه شرکت نفت بهران
79	3-2- روغن و روغن کاری
80	3-3- فرایند روغن سازی در پالایشگاه
80	3-3-1- واحد فورفورال
80	3-3-2- واحد M.E.K
80	3-3-3- واحد هایدرو
81	3-4- واحد تسهیلات و تاسیسات جانبی
81	3-5- مخازن
82	3-6- جمع آوری اطلاعات
82	3-6-1- توضیحاتی در مورد ورود و خروج بخار از کویل های مخازن ذخیره در پالایشگاه بهران
83	3-6-2- آزمایش بخار آب Condenc شده
83	3-6-2-1- سختی سنجی
83	3-6-2-2- TDS
84	3-6-2-3- pH
84	3-6-2-4- غلظت فسفات

85	فصل چهارم : نتایج
86	1-4- سختی سنجی
86	1-1-4- تعریف سختی
86	2-1-4- عوامل موثر در سختی سنجی
87	2-4- نتایج سختی زانویی و لوله کوئل
89	3-4- نتایج متالوگرافی
94	فصل پنجم : نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
	1-5- نتیجه گیری نهائی و ارائه پیشنهادات
96	پیوست ها :
	پیوست 1:
97	1- متالوگرافی
97	1-1- مقدمه
97	2-1- نمونه متالوگرافی
98	3-1- برش و مقطع زدن
98	1-3-1- برش مکانیکی
99	2-3-1- برش با مشعل
100	3-3-1- برش با قوس الکتریک
100	4-1- نمونه گیر
101	1-4-1- مانت کردن
102	5-1- علامت گذاری بر روی نمونه
103	6-1- سنباده زنی و پرداخت کاری
103	1-6-1- سنباده زنی و پرداخت کاری مکانیکی
104	6-1-1- ترکیبات سنباده و پرداخت
107	2-1-6-1- سنباده زنی و پرداخت کاری تر
107	3-1-6-1- فشار ، زمان و سرعت سنباده زنی و پرداخت کاری
108	4-1-6-1- حرکت نمونه بر روی سطح ساینده
108	5-1-6-1- اجزای مورد عمل در سنباده زنی و پرداخت کاری
108	6-1-6-1- نکاتی در زمینه سنباده زنی و پرداخت کاری
109	7-1- تمیز کردن نمونه

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
1-8-1- اچ کردن	110
1-8-1- مفهوم اچ کردن	110
1-2-8-1- انواع روش اچ کردن	111
1-2-8-1- اچ نوری	111
2-2-8-1- اچ الکتروشیمیایی	111
3-8-1- نگهداری نمونه	112
4-8-1- قابلیت تکرار پذیری در اچ کردن	112
پیوست 2: شکل مخازن و کوئل ها	113
منابع و مآخذ	125
فهرست منابع فارسی	126
فهرست منابع لاتین	127
چکیده انگلیسی	128

فهرست جدول ها

شماره صفحه

عنوان

-
- | | |
|----|--|
| 18 | 1-2 : نام برخی از آلیاژهایی که در ساخت مبدل های حرارتی استفاده می شوند |
| 18 | 2-2 : چند نوع ضریب انتقال حرارت برای کوئل های غوطه ور در بخار |
| 19 | 3-2 : ضریب انتقال حرارت پیشنهادی در یکسری تجهیزات و حالات خاص |
| 19 | 4-2 : مساحت سطح چند لوله در مقیاس متریک |
| 35 | 5-2 : ضریب انتقال حرارت برای چند نوع جداره مخزن |
| 75 | 6-2 : سرعت سیال در لوله ها و جداره ها |

48	2-1: نمودار میزان حذف اکسیژن در pH های مختلف
65	2-2: نرخ سایش مواد نوع فولاد کربنی و دو نوع فولاد کربنی آبکاری شده
66	3-2: تاثیر دما بر نرخ خوردگی سایشی
67	4-2: تاثیر افزایش pH بر نرخ خوردگی
67	5-2: تاثیر افزایش سرعت سیال بر نرخ خوردگی سایشی
67	6-2: تاثیر غلظت اکسیژن بر نرخ خوردگی سایشی
70	7-2: تاثیر pH بر روی سرعت خوردگی فولاد
94	1-4: نمودار تعادلی آهن - کربن

12	1-2: مخزن ذخیره روغن پایه
12	2-2: شکل نحوه اتصال لوله توسط شیر جدا کننده به خط بخار
12	3-2: شکل نحوه اتصال لوله توسط تله بخار به خط کندانس
13	4-2: نمایی از انواع کوئل موجود در مخازن
14	5-2: نمایی از انواع کوئل موجود در مخازن
14	6-2: نمایی از انواع کوئل موجود در مخازن
24	7-2: نمایی از سیستم مخزن و نحوه حرکت محلول در لوله های موازی
27	8-2: نحوه طراحی و قرارگیری دستگاه تنظیم کننده مایع و لوله های شیب دار
28	9-2: نمایی از کوئل های معلق
30	10-2: نمایی از انواع دریچه های کنترل
30	11-2: نمایی از انواع دریچه های کنترل
31	12-2: نمایی از انواع دریچه های کنترل
34	13-2: نمایی از یک سیلندر استوانه ای شکل خارجی
39	14-2: شکل ناشی از مشکلات بوجود آمده در اثر خوردگی در کاربرد های خاص
40	15-2: شکل افزایش وسعت منطقه ترک و ایجاد شکاف در لوله
40	16-2: شکل ترک خوردگی ناشی از انجماد
42	17-2: شکل جهت تنش در زمانی که ترک عمود بر سطح کوئل است
42	18-2: شکل جهت تنش در زمانی که ترک با سطح کوئل موازی است
44	19-2: شکل عدم چسبندگی لازم بین جوش و فلز اصلی
44	20-2: شکل سوراخهایی که در مناطق خمیده بوجود آمده است
45	21-2: شکل سوراخهای ناشی از انجماد
46	22-2: شکل خوردگی سایشی که باعث شکافته شدن زانویی شده است
66	23-2: شکل لوله ها در دهانه ورودی
52	24-2: شکل لوله ها در دهانه ورودی
54	25-2: نمونه ای از خوردگی سایشی در لوله بکار برده شده در کوئل مخزن ذخیره پالایشگاه شرکت نفت بهران
59	26-2: شکل خوردگی بر خوردی

فهرست شکل ها

شماره صفحه

عنوان

61	27-2: افزایش خوردگی در اثر تور بو لانس یا انحلال
62	28-2: تصویری از خوردگی حبابی
62	29-2: سایش موضعی خصوصاً در مجاری ورودی و خروجی که بیشترین تلاطم را دارد
64	30-2: فولاد کربنی در مقابل خوردگی عمومی در محیط های اکسیدی ضعیف
64	31-2: فولاد کربنی در مقابل خوردگی عمومی در محیط های اکسیدی ضعیف
71	32-2: شکل جوشکاری نا مناسب که باعث اغتشاش در لوله شده است
72	33-2: شکل عدم یکنواختی در مسیر عبور جریان سیال
72	34-2: شکل عدم یکنواختی در مسیر عبور جریان سیال
73	35-2: شکل نحوه طراحی مخازن ذخیره
73	36-2: شکل یک نمونه مخزن ذخیره
77	37-2: شکل کاهش ضخامت لوله بر اثر وقوع خوردگی سایشی
77	38-2: شکل کاهش ضخامت لوله بر اثر وقوع خوردگی سایشی
89	1-4(الف): نمونه بریده شده و مانت شده از لوله کوئل
89	1-4(ب): نمونه بریده شده و مانت شده از زانویی کوئل
89	2-4: تصویر میکروسکوپی لوله کوئل با مقیاس 50 X
90	3-4: تصویر میکروسکوپی لوله کوئل با مقیاس 100 X
90	4-4: تصویر میکروسکوپی لوله کوئل با مقیاس 200 X
91	5-4: تصویر میکروسکوپی لوله کوئل با مقیاس 400X
91	6-4: تصویر میکروسکوپی زانویی کوئل با مقیاس 50 X
92	7-4: تصویر میکروسکوپی زانویی کوئل با مقیاس 100 X
92	8-4: تصویر میکروسکوپی زانویی کوئل با مقیاس 200 X

چکیده

نتایج ارزیابی به عمل آمده در برخی از کشورهای صنعتی پیشرفته نشان می دهد که زیان های ناشی از پدیده خوردگی سالیانه رقمی در حدود 4 تا 5 درصد تولید ناخالص ملی را شامل می شود.

البته قابل ذکر است که پالایشگاهها و صنایع روغن سازی سالیانه هزینه های هنگفتی بابت این پدیده مخرب پرداخت می کنند. میزان خسارات خوردگی در صنایع مختلف کشور ما متفاوت است. صنعت روغن سازی در ایران یک سال قبل از ملی شدن صنعت نفت به وجود آمد.

در سال 1369 همراه با گسترش دامنه فعالیت های اصلی شرکت و به ویژه در زمینه نفت و پتروشیمی شرکت (تولید روغن تهران) به شرکت نفت بهران (سهام عام) تغییر یافت. موضوع این سمینار که بررسی خوردگی در کویل های مخازن ذخیره پالایشگاه شرکت نفت بهران و روش کنترل آن است به صورت مختصر به ترتیب زیر انجام پذیرفت:

- 1- بررسی قسمت خورده شده و دریافت اطلاعات مورد نیاز آن قسمت توسط اعضای بازرسی فنی.
- 2- انجام آزمایشات متعدد از جمله آزمایش آب (TDS, pH, سختی و ...), سختی سنجی، متالوگرافی و غیره می توان اشاره کرد.
- 3- انجام مطالعات کتاب های مختلف، استفاده از جستجوی اینترنتی برای دریافت مقالات جدید که منابع و مآخذ آن تائید کننده این مطالب می باشد.
- 4- مشاوره با استاد راهنما.

5- با استفاده از چهار مورد بالا توانستیم به نوع خوردگی پی ببریم که نوع خوردگی در کویل های مخازن پالایشگاه شرکت نفت بهران خوردگی سایشی است، که در اثر سرعت بالای بخار و عوامل دیگر چون تور بالانس در قسمت های خمیدگی لوله و به خصوص در اوایل کویل که دارای بخار HP است رخ می دهد، البته قابل ذکر است که در قسمت های انتهایی کویل به دلیل وجود ناحیه دو فاز (فاز کندانس + بخار LP) که این فاز کندانس باعث ایجاد پدیده خوردگی می گردد. که توضیحات کامل آن در قسمت های مختلف سمینار ذکر گردیده است.

6- بعد از تشخیص خوردگی، روش های کنترل آن ارائه گردیده که عبارتند از: رعایت کردن pH بخار آب، طراحی صحیح کویل ها و انتخاب لوله ای با سختی بالاتر، استفاده از تله بخار برای جلوگیری از جمع شدن فاز کندانس در داخل کویل ها، رعایت کردن سرعت مجاز برای بخار آب ورودی به کویل ها، استفاده از رینگ کردن بخار و کویل های چند قسمتی به طوری که اجازه ندهیم قسمت سردی در کویل به وجود آید.

کویل های مخازن ذخیره، نوعی مبدل حرارتی هستند. این کویل ها برای گرم کردن سیال هایی که دارای ویسکوزیته بالایی هستند و به راحتی پمپ نمی شوند به کار می روند.

بخار فشار بالا با فشار 80 Psi و دمای $452/267^{\circ}\text{K}$ می باشد و بعد از گذشت زمانی در داخل مخزن، این سیال در اواخر کویل دوفازی شده (به صورت فاز بخار و مایع) و به صورت بخار کم فشار در می آید، که این عامل به دلیل انتقال حرارت بخار و سرد شدن تدریجی آن می باشد. در این حالت فشار بخار کم فشار حدوداً بین 50 تا 60 Psi و دمای آن حدوداً $391/157^{\circ}\text{K}$ می باشد، که نهایتاً از مخزن خارج می شود.

انتقال حرارت در این جا از طریق دیواره لوله های کویل که به صورت مارپیچی است انجام می شود، تا سیال مورد نظر را در داخل مخزن گرم نگه دارد. بخار کم فشار پس از خروج از مخزن دوباره بازیابی می گردد که برای نمونه برداری از آن می توان از تله بخار استفاده کرد.

فاز مایع بوجود آمده در بخار کم فشار در کویل که کندانس شده است باعث کاهش انتقال حرارت و خوردگی می گردد. این فاز مایع باعث ایجاد چکش آب (ضربه آب) در داخل کویل می گردد و باعث می شود که به تدریج لایه محافظ Fe_3O_4 را کنده و کویل را سوراخ کند. در قسمت کف کویل رسوبات قرمز رنگ نشان دهنده وجود فاز مایع در داخل کویل می باشد، لذا باید از جمع شدن فاز کندانس در داخل کویل ها جلوگیری کرد تا منجر به زوال لوله ها نشود.

گزارش های بازرسی فنی پالایشگاه و مشاهده کویل ها در محل حاکی از آن است که تخریب ها اکثراً در زانویی کویل ها به صورت ترکیدگی و پارگی در نزدیکی منطقه جوش رخ می دهند، که این نشان دهنده وجود توربالانس یا تلاطم در مناطق خمیدگی شدید لوله ها (زانوئی ها) و به خصوص وجود برجستگی های جوش که عامل مهمی در ایجاد تنش و تلاطم و ایجاد خوردگی برخوردار است، در زانوئی ها هستند، که دلیل وجود چنین برجستگی هائی استفاده از افراد غیر مجرب برای جوشکاری و استفاده از الکتروود نامناسب می باشد.

فصل اول

کلیات

1-1- هدف

در این سمینار سعی شده است که با بکارگیری از مطالب اینترنتی، آزمایشات متعدد و مشاوره با مهندسين مجرب در پالایشگاه راه شناسایی و روش کنترل مناسبی جهت کنترل مشکلات خوردگی در کویل‌های مخازن ذخیره پالایشگاه شرکت نفت بهران ارائه گردد.

1-2- پیشینه تحقیق

خوردگی پدیده بسیار مخربی است و موجب اتلاف مواد، انرژی و سرمایه می گردد. در کشور ما نیز مسلماً هزینه‌های هنگفتی بابت این پدیده پرداخت می شود، در صنایع نفت و پتروشیمی و کلاً در پالایشگاه‌ها، به دلیل طبیعت خورنده مواد و همچنین در تاسیساتی که در سواحل جنوب واقع شده‌اند، به دلیل اتمسفر خورنده این محیط، خسارات بسیار نابود کننده و درخور توجه است. اطلاعات پراکنده موجود در پالایشگاه‌ها نیز نشان می دهد که خوردگی و سوراخ شدن لوله‌های دیگ بخار، مبدل‌های آن و مبدل‌های حرارتی یکی از عمده‌ترین علل توقف ناخواسته پالایشگاه هاست. با توجه به این مطالب روشن می شود به منظور غلبه بر این پدیده مخرب بایستی تلاش‌های زیادی جهت رشد و ارتقاء دانش خوردگی در کشور صورت گیرد.

1-3- روش تحقیق

برای دستیابی به این مقصود، فعالیتهای ذیل انجام پذیرفت:

- ابتدا بازدید از قسمت‌های مرتبط و مورد نظر در پالایشگاه انجام پذیرفت و تشریح قسمت‌های مختلف و اطلاعات مربوطه توسط قسمت بازرسی فنی پالایشگاه ارائه گردید.
- در مرحله بعدی نمونه خورده شده‌ای که توسط اعضای بازرسی فنی ثبت شده بود مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و با نمونه‌گیری از بخار آب کندانس شده برگشتی از کویل‌های مخازن ذخیره و آزمایشات در قسمت تئوری تحقیق کاملاً توضیح داده شده، انجام پذیرفت. اطلاعات داده شده در مورد مخازن ذخیره از جمله دما، فشار بخار، نوع سیال ذخیره شده، جنس کویل به کار برده شده و غیره توسط اعضای بازرسی فنی، مطالعات مقالات و کتاب‌های مختلف و در نهایت با راهنمایی و مشاوره استاد راهنما به نوع خوردگی پی برده شد.
- در این مرحله با استفاده از تحقیقات و آزمایشات بدست آمده از نمونه خورده شده، آب کندانس شده و غیره، راه کاری مناسب و معمول جهت کنترل خوردگی در آن قسمت ارائه گردید.