رفع مشکل لوله عصایی مسیر برگشت گازوییل توربین V94.2 با طراحی و ساخت لوله فلکسیبل

نیروگاه سیکل ترکیبی پرند، شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی مپنا

علی جهان شاهلو
مدیر تعمیرات مکانیک،
نیروگاه سیکل ترکیبی پرند،
شرکت Q&M مپنا
Jahanshahloo.ali@gmail.com

واژه‌های کلیدی: توربین V94.2، لوله عصایی گازوییل، لوله فلکسیبل، آنالیز ارتعاشات

چکیده

در توربین V94.2 لوله عصایی مسیر برگشت مشعل گازوییل به دلیل تنش‌های مکانیکی و حرارتی وارده به تجهیزات بالای محفظه احتراق، از محل اتصال به فلنج یا مهر ماسوره دچار ترک و گاها شکستگی از کنار خط جوش می‌گردد و در اثر این اتفاق هنگامی که واحد با سوخت گاز در مدار می‌باشد به دلیل عدم هوای خنک‌کاری کافی لنس‌های گازوییل و چک ولوها مشعل‌های دچار overheat و سوختگی می‌شود و هنگامی که واحد با سوخت گازوییل در مدار باشد نشتی گازوییل از محل ترک باعث وقوع آتش سوزی بالای محفظه احتراق می‌شود. این حوادث همراه با خروج اضطراری واحد باعث تحمیل هزینه‌های بالای عدم تولید و تعمیرات می‌گردد. در این پژوهش علل وقوع این مشکل با کمک آنالیز ارتعاشات و ترموگرافی و مدل‌سازی ابعادی و آنالیز مودال بررسی شده و علت اصلی ایجاد و رشد ترک، تنش‌های مکانیکی وارده مانند ارتعاشات بالای محفظه احتراق تشخیص داده شد و راهکار رفع مشکل که از طریق ساخت لوله فلکسیبل در نیروگاه پرند انجام شد توضیح داده می‌شود.

مقدمه

در توربین V94.2 مسیر برگشت گازوییل مشعل‌های محفظه احتراق، یک لوله عصایی شکل می‌باشد که به دلیل تنش‌های مکانیکی و حرارتی وارده به تجهیزات بالای محفظه احتراق، این لوله از محل اتصال به فلنج یا مهر ماسوره دچار ترک و گاها شکستگی از کنار خط جوش می‌گردد و در اثر این اتفاق هنگامی‌که واحد با سوخت گاز در مدار می‌باشد هوای خنک‌کاری مشعل‌ها از محل ترک به اتمسفر تخلیه می‌شود و منجر به سوختن سر لنس گازوییل و چک ولوها می‌شود و هنگامی که واحد با سوخت گازوییل در مدار باشد نشتی گازوییل از محل ترک باعث آتش‌سوزی عایق‌های بالای محفظه احتراق می‌شود و منجر به تریپ و واحد و تحمیل هزینه‌های بالای عدم تولید و تعمیرات می‌گردد. در این پژوهش علل وقوع این مشکل بررسی شده و راهکار رفع آن در نیروگاه پرند که از طریق ساخت لوله فلکسیبل انجام شد توضیح داده می‌شود.

ساختار مشعل توربین V94.2

در توربین‌های گازی محفظه احتراق با طراحی‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. توربین گازی V94.2 دارای دو عدد محفظه احتراق عمودی (سیلویی) در دو طرف توربوکمپرسور می‌باشد که در هر یک از این محفظه‌ها تعداد ۸ عدد مشعل سوخت دوگانه‌سوز وجود دارد. همه این مشعل‌ها کاملا مانند یکدیگر هستند به طوری که در آنها سوخت مایع به طور یکسان توزیع می‌شود. البته با توجه به ترکیبی بودن این مشعل‌ها هرکدام از چندین مشعل تشکیل شده‌اند که شامل مشعل دیفیوژن گاز و مشعل پرمیکس گاز و مشعل گازوییل می‌باشد.

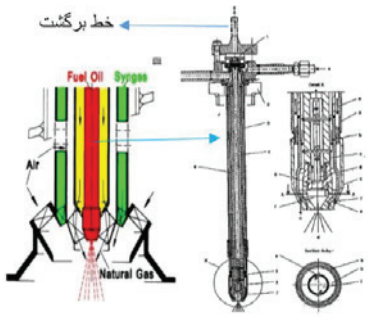
شکل ۱: لوله عصایی گازوییل و محل ترک

سوخت گازوییل پس از خروج از پمپ اینجکشن با فشار 70 بار وارد مشعل گازوییل می‌شود و در ادامه مسیر به محفظه چرخش‌دهنده (Swirl chamber) وارد شده و در انتهای برنر به دو شیار مماسی (Tangential Slot) می‌رسد این شیارها باعث ایجاد جریان گردابه با فرکانس 4khz می‌شود و گازوییل خروجی از برنر در حالت پودر شده و به شکل مخروط توخالی به داخل محفظه احتراق پاشش می‌شود و مازاد گازوییل از مجرای داخلی به خط برگشت هدایت می‌شود. مقدار سوخت تزریقی و برگشتی با توجه به فشار خط برگشت تعیین می‌شود که میزان این فشار وابسته به درصد باز بودن کنترل ولو مسیر برگشت می‌باشد. زمانی که کنترل ولو کاملا باز باشد فشار خط برگشت بسیار کم می‌شود و مقدار زیادی از سوخت به سمت مسیر برگشت جریان یافته و فقط میزان بسیار کمی از سوخت وارد چمبر می‌شود. زمانی که کنترل ولو تقریبا بسته است فشار خط برگشت زیاد شده و در نتیجه مقدار کمی از سوخت به سمت مسیر برگشت جریان یافته و حجم بیشتر سوخت وارد چمبر می‌گردد که در منحنی ۱ مقدار سوخت مصرفی و برگشتی در شرایط مختلف نشان داده شده است [۱].

ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.
NETSANEWS.IR

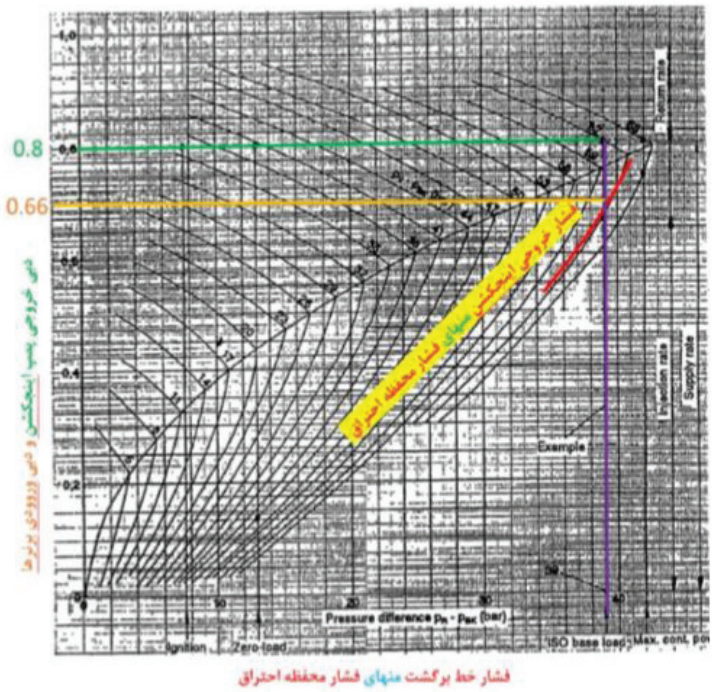
چکیده

در زمان بهره‌برداری با سوخت گاز هوای خنک‌کاری از مسیر رفت گازوییل وارد برنرها شده و از نازل‌های گازوییل وارد محفظه احتراق می‌شود و موجب خنک‌کاری برنرها می‌شود مقداری از آن وارد مسیر برگشت گازوییل شده و موجب خنک ماندن و تعادل فشار و جلوگیری از برگشت گازهای داغ چمبر و برگشت شعله به سمت مسیر برگشت می‌شود.



شکل۲: شماتیک مشعل گاز و گازوییل

در صورتی که مشکلاتی مانند بریدگی خط جوش و یا ترک در خط جوش لوله عصایی مسیر برگشت گازوییل ایجاد شود هوای خنک‌کاری برنرها از همان محل شکست به اتمسفر تخلیه می‌شود و در اثر از دست رفتن فشار مثبت هوای خنک‌کاری، گازهای داغ و شعله به سمت برنرها حرکت می‌کند و موجب سوختن و Over Heat شدن لنس‌های گازوییل و چک ولو حتی خود لوله برگشت گازوییل می‌شود و در صورتی که اپراتور بهره‌برداری در مراحل ابتدایی حادثه متوجه این مشکل نشود ادامه بهره‌برداری می‌تواند باعث تشدید خرابی‌ها و تحمیل هزینه‌های سنگین قطعات یدکی و تعمیرات گردد.



منحنی ۱- دیاگرام دبی سوخت مصرفی مشعل گازوییل در فشارهای مختلف

منحنی ۱- دیاگرام دبی سوخت مصرفی مشعل گازوییل در فشارهای مختلف

شرایط واحد	Ps-Pb (bar)	Pr-Pb (bar)	Supply Rate (kg/s)	Injection Rate (kg/s)	Return Rate (kg/s)
ایگنیشن	36	7.5	0.8	0.03	0.77
دور ۳۰۰۰	40	13	0.8	0.13	0.67
بار Base	62	39	0.8	0.66	0.14
بار Peak	65	42	0.8	0.73	0.07

◄ تاریخچه حوادث مربوطه در نیروگاه پرند

حادثه اول: در سال 1386 واحد G11 در حال بهره‌برداری با سوخت گاز، به دلیل شکستگی و نشتی هوای داغ از قسمت جوش عصایی یکی از برنرها و عدم خنک‌کاری، تعداد زیادی از تجهیزات شامل (تعدادی از برنرها، وایرها، کانکشن‌ها، سیستم جرقه‌زنی و...) آسیب دید.

حادثه دوم: در تاریخ 92/02/02 ساعت 18:03 بر اساس محدودیت سوخت گاز، گروه بهره‌برداری اقدام به چنج سوخت واحد G14 از گاز به گازوییل نمود. دقایقی بعد به علت نشتی گازوییل از محل جوش عصایی برنر شماره ۷ واحد دچار حریق شد و سیستم CO2 پاشش کرد و کپسول‌های آتش‌نشانی کاملا تخلیه شدند.

حادثه سوم: در تاریخ 93/02/16 ساعت 09:15 بر اساس محدودیت سوخت گاز، گروه بهره‌برداری اقدام به چنج سوخت واحد G14 از گاز به گازوییل نمود. در حین چنج، بعد از انتخاب Mix و رسیدن به 25% گازوییل، اپراتور در محل متوجه نشتی گازوییل از عصایی برنر شماره یک چمبر چپ شد که مجددا به سوخت گاز برگشت داده شد.

حادثه چهارم: در تاریخ 93/03/21 واحد G14 با سوخت گاز در حال بهره‌برداری بود که درحین بازدید اپراتور بهره‌برداری متوجه نشتی هوای داغ از عصایی برنر شماره ۷ شد و واحد به صورت اضطراری از مدار خارج شد.

حادثه پنجم: در مورخه 93/06/08 واحد G13 در حین بهره‌برداری با سوخت گاز، با تشخیص اپراتور مبنی بر وجود نشتی هوا و ترک در قسمت جوش عصایی برنر شماره ۶ چمبر راست، واحد به صورت اضطراری خارج گردید.

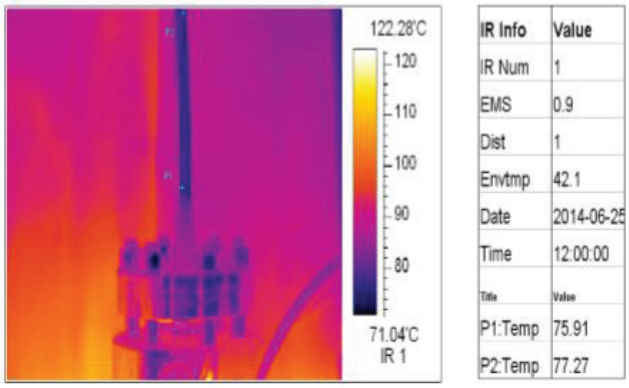
شکل ۳ – آسیب‌دیدگی قطعات در اثر حوادث

ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.
NETSANEWS.IR

تحقیقات انجام شده

۱. آنالیز ترموگرافی لوله عصایی:

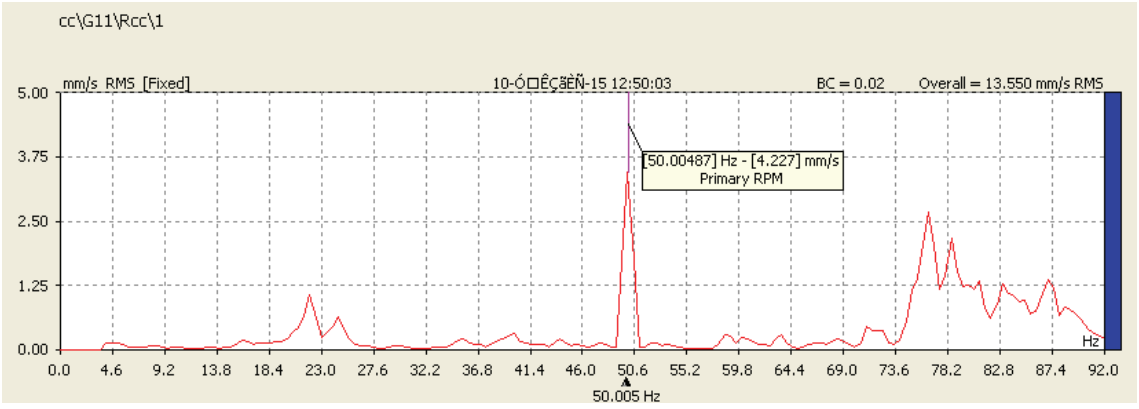
تنش حرارتی در اثر وجود گرادیان حرارتی یا اختلاف ضریب انبساط حرارتی و در نتیجه انبساط یا انقباض ناهمگن در جسم وجود می‌آید. چنج سوخت می‌تواند یکی از عوامل ایجاد تنش حرارتی باشد که در آن دمای لوله به صورت کوتاه‌مدت تغییرات زیادی دارد. جهت بررسی وضعیت دمایی و تنش‌های حرارتی، آنالیز ترموگرافی کلیه لوله‌های عصایی در سوخت‌های گاز و گازوییل در بارهای مختلف انجام شد و نتایج بیانگر توزیع دمای متعادل در لوله‌ها بود دمای غیرعادی در این لوله مشاهده نشد و متوسط دمای لوله ۶۰ درجه ثبت گردید.



شکل ۴- نتایج ترموگرافی لوله عصایی در سوخت‌گاز

۲. آنالیز ارتعاشات

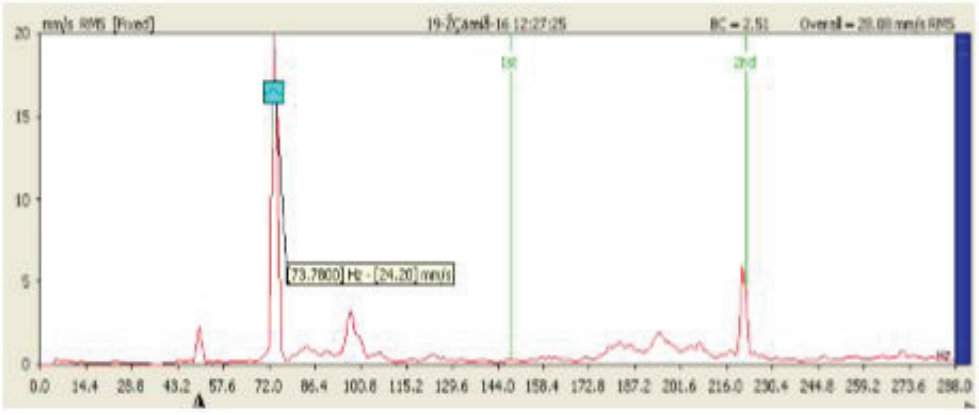
با توجه به اینکه یکی از عوامل ترک‌خوردگی خطوط جوش و شکستگی اتصالات لوله‌ها پدیده ارتعاشات و لرزش‌های متناوب می‌باشد تجهیزات بالای محفظه احتراق و لوله‌های عصایی با آنالیز ارتعاشات مورد بررسی قرار گرفت. هنگامی‌که واحد با سوخت گاز و در بار بیس در مدار بود با آنالایزر پرتابل Easy Viber از تاپ دام و لوله‌های عصایی اندازه‌گیری ارتعاشی و آنالیز FFT صورت گرفت و نتایج نشان داد طیف ارتعاشی لوله‌های عصایی در فرکانس‌های 50 hz و77hz دارای دامنه محسوس می‌باشد. مطابق طیف شکل ۵ دامنه کلی ارتعاشات13.5 mm/s می‌باشد و دامنه فرکانس 50 هرتز برابر4.2 mm/s و دامنه فرکانس 77 هرتز برابر3 mm/s اندازه‌گیری شد.



شکل۵ - فرکانس ارتعاشات لوله عصایی در سوخت گاز

پایگاه خبری نگهداری و تعمیرات درصنایع ایران نیوز نتصانیوز www.NetsaNews.ir

به خصوص در زمانی که پدیده هامینگ در چمبرها اتفاق می‌افتد و همچنین در موقع چنج سوخت و چنج مشعل، ارتعاشات مطلق تاپ دام و لوله‌های عصایی بسیار افزایش می‌یابد. با اندازه‌گیری و مقایسه ارتعاشات در زمان پایدار واحد و زمان رخ دادن پدیده هامینگ مشخص شد مقدار دامنه ارتعاشات از 3.6 mm/s در حالت نرمال تا مقدار 28 mm/s افزایش داشت. در این لحظه مقدار دامنه در فرکانس 72 هرتز افزایش شدید داشت و برابر 25 mm/s اندازه‌گیری شد.



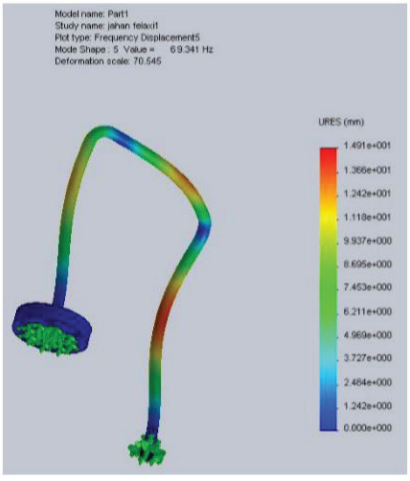
شکل۶ - طیف فرکانسی ارتعاشات لوله هنگام پدیده هامینگ

لذا این مقدار لرزش زیاد که به لوله‌ها انتقال می‌یابد یکی از اصلی‌ترین عوامل خستگی قطعه و شکست ناگهانی آن می‌باشد.

۳. آنالیز مودال و محاسبه فرکانس طبیعی با نرم‌افزار ABAQUS

جهت بررسی فرکانس‌های طبیعی لوله عصایی، مدل‌سازی ابعادی این لوله در نرم‌افزار abaqus انجام شد و محاسبات نشان‌دهنده فرکانس‌های طبیعی به شرح زیر بود. دو فرکانس طبیعی در محدوده 50 هرتز و 70 هرتز وجود داشتند که فرکانس طبیعی و مود شکل مطابق شکل ۷ ارائه شده است.

جهت تغییر فرکانس طبیعی این لوله‌ها با روش تغییر جرم مانند اضافه نمودن ساپورت به این لوله‌ها مدل‌سازی انجام شد و نتایج آنالیز نشان داد فرکانس‌های طبیعی لوله عصایی با ساپورت اضافه خیلی تغییر محسوسی با قبل نداشتند و این طرح اصلاحی غیر قابل قبول اعلام شد.

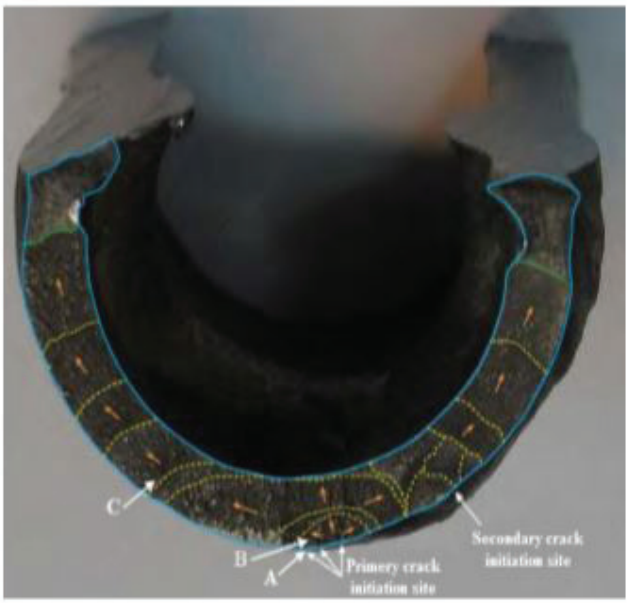


شکل ۷ – مدلسازی و استخراج فرکانس طبیعی لوله عصایی

ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.
NETSANEWS.IR

۴. بررسی شرایط فیزیکی قطعه و بررسی ماکروسکوپی سطح مقطع شکست

با بررسی موقعیت ترک ایجاد شده مشخص شد اکثرا ترک‌خوردگی‌ها در اتصال سر به سر لوله و فلنج می‌باشد. یک نمونه از قطعه شکسته تحت بررسی قرار گرفت با بررسی ماکروسکوپیک سطح مقطع شکست، در روند رشد ترک الگوهای بیضی شکل مشاهده گردید. ترک‌ها دقیقا به یک شکل و دقیقا در کنار گرده جوش رخ داده بودند که نشان می‌دهد وجود تنش‌های متناوب علت شکست در مراحل رشد ترک می‌باشد که این تنش متناوب با آنالیز ارتعاشات نیز تایید گردید که مربوط به پدیده هامینگ در محفظه احتراق و پدیده رزنانس لوله عصایی می‌باشد.



شکل ۸- شماتیک مسیر رشد ترک

با بررسی شرایط بهره‌برداری مشخص شد اکثرا حوادث هنگام کارکرد توربین در مود گاز یا هنگام چنج سوخت از گاز به گازوییل اتفاق افتاده است. دمای کاری لوله‌ها اکثرا شرایط بیش از ۶۰ درجه سانتی‌گراد نبوده است. با بررسی وضعیت لوله‌ها مشخص شد تحت تنش اولیه نصب شده‌اند که به وضوح در اکثر این لوله‌ها قابل مشاهد بود. در زمان نصب مونتاژ لوله عصایی به برنر و کلکتور برگشت گازوییل باید دقت شود که تحت تنش نصب نشود. چرا که در این صورت نیروی کششی اعمال شده به لوله با نیروی حاصل از انبساط و انقباض حرارتی و سایر عوامل تنش‌زا جمع خواهد شد و احتمال وقوع حادثه را افزایش خواهد داد.

◀ طراحی و ساخت لوله فلکسیبل

با الهام از طراحی زیمنس در توربین **V94.3** پیشنهاد اصلاح طرح عصایی از حالت صلب به قابل انعطاف در کمیته فنی مکانیک نیروگاه مطرح شد و پس از بحث و بررسی مزایا و معایب، طرح به صورت مشروط مورد تایید قرار گرفت لوله‌های انعطاف‌پذیر فلکسیبل به طور خاص برای فشار و درجه حرارت‌های متغیر طراحی و ساخته می‌شوند. این لوله‌ها همچنین به منظور جذب و دفع لرزش ارتعاش، در اتصالات ناهمگون یا در سطوح غیر همسطح به کار می‌رود. لذا مدل‌سازی قطعه صورت گرفت و جنس قطعات و نقشه‌های ابعادی و نوع اتصالات استخراج شد و ساخت طرح فلکسیبل در دستور کار قرار گرفت.

جدول ۲- مشخصات فنی لوله قابل‌انعطاف

مشخصات فنی لوله فلکسیبل مارپیچی	
سایز لوله (اینچ)	1/2
حداکثر فشار کاری در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (بار)	85
حداکثر فشار تست در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (بار)	120
حداکثر فشار گسیختگی در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد (بار)	325
قطر داخلی (میلی متر)	13.5
ضخامت لوله (میلی متر)	2

شکل۷ - لوله فلکسیبل نصب شده در واحد

فلز پایه AISI 316Ti می‌باشد برای ساخت این قطعه از یک عدد لوله قابل‌انعطاف نوع مارپیچی با یک لایه روکش حصیری با مشخصات جدول ۲، یک عدد فلنج و یک عدد کانکشن رزوه‌ای استفاده شد این اتصالات طی فرآیند جوشکاری Gtaw با گاز پشت بند آرگون توسط الکترود ER316L با قطر 1.6 میلی‌متر جوشکاری شدند. یکی از مواردی که در طراحی قبلی وجود داشت و باعث ایجاد خوردگی و شروع ترک در محل اتصال بود باقی ماندن ژل بر روی سطح اتصال در طول

ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.
NETSANEWS.IR

فرآیند اسیدشویی کارخانه بود که توسط ژل اسیدی حاوی 10-25 درصد اسید نیتریک و اسید هیدروفلئوریک انجام می‌شد. در طرح جدید این فرایند حذف گردید [۲].

پس از اتمام موفقیت‌آمیز مراحل ساخت داخل لوله توسط شرکت‌های سازنده، مقرر شد ۲ عدد لوله فلکسیبل ساخته شده در چمبرهای راست و چپ واحد G14 نیروگاه پرند که بیشترین حوادث در این واحد بوده نصب شود و در شرایط مختلف سوخت گاز و گازوییل به صورت عملی تحت تست و پایش قرار گیرد. این لوله‌ها از تاریخ 1395/02/14 در واحد نصب شده‌اند و تاکنون به صورت نرمال و بدون کوچک‌ترین مشکلی در حال بهره‌برداری می‌باشند. ضمنا به از نظر اقتصادی نیز قیمت تمام شده این لوله‌ها در مقایسه با مشکلات و هزینه‌های تحمیلی ناشی از شکست قطعه بسیار کم بوده و از نظر اقتصادی نیز قابل‌توجیه می‌باشد.

نتایج

در این پژوهش علل ایجاد و رشد ترک در لوله عصایی مسیر برگشت گازوییل مشعل توربین گازی V94.2 تحت بررسی قرار گرفت و مشخص شد علل عمده ایجاد و رشد ترک وجود تنش‌های مکانیکی بالا می‌باشد که از جمله آنها تنش اولیه اعمال شده ناشی از اتصال غیرهمسطح انتهای لوله عصایی به کلکتور برگشتی و وجود ارتعاشات با دامنه بالا در بالای محفظه احتراق در زمان چنج سوخت و وقوع پدیده هامینگ در محفظه احتراق می‌باشد. تاییدکننده این موضوع آنالیز ارتعاشات بود که مقادیر دامنه ارتعاشات وارده به لوله که در حدود 25mm/s اندازه‌گیری شد. همچنین با مدل‌سازی انجام شده با نرم‌افزار abaqus مشخص شد لوله عصایی در محدوده فرکانس‌های 50 هرتز تا 80 هرتز چند فرکانس طبیعی دارد و از آنجایی که فرکانس پدیده هامینگ نیز ۷۲ هرتز می‌باشد در زمان وقوع این پدیده، رزنانس در این لوله‌ها باعث ایجاد خستگی در قطعه و شکست ناگهانی می‌شود. با توجه به اینکه در توربین v94.3 در اتصالات محفظه احتراق از لوله انعطاف‌پذیر استفاده شده با الگوگیری از آن، دو عدد لوله فلکسیبل از جنس St 316 ساخته شد و در تاریخ 1395/14/02 در واحد ۴ نیروگاه پرند نصب شدند و در شرایط بهره‌برداری با سوخت گاز و گازوییل تحت پایش قرار گرفته‌اند و بدون کوچک‌ترین مشکلی تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

مزایای این طرح شامل جلوگیری از انتقال ارتعاشات بالای محفظه احتراق به لوله برگشتی و خنثی کردن تغییرات ابعادی (انبساط و انقباض) در خط لوله در اثر تغییرات دمایی و یا چنج سوخت می‌باشد. همچنین مزیت دیگر این طرح حذف تنش اولیه که در مدل عصایی صلب در هنگام نصب اتصالات بوجود می‌آمد می‌باشد. با دور شدن فرکانس طبیعی لوله فلکسیبل از محدوده 50 هرتز تا 80 هرتز، مشکل ایجاد رزنانس نیز در این طرح مرتفع گردیده است.

در مجموع با توجه مزایای ذاتی طرح لوله قابل‌انعطاف نسبت به لوله صلب و نتایج موفقیت‌آمیز تست عملی طرح ساخته شده در نیروگاه پرند به نظر می‌رسد جایگزینی لوله‌های عصایی قدیمی با طرح فلکسیبل می‌تواند باعث حذف ترک خوردگی و شکست ناگهانی قطعه و در کل باعث کاهش مشکلات بهره‌برداری و تعمیراتی شود و به لحاظ اقتصادی نیز قیمت تمام شده این لوله‌ها در مقایسه با مشکلات و هزینه‌های تحمیلی ناشی از شکست قطعه بسیار کم بوده و از نظر اقتصادی نیز به راحتی قابل‌توجیه می‌باشد و در صورتی که این لوله‌ها مورد استفاده قرار گیرد می‌تواند از حوادث متعدد و خروج اضطراری واحدهای V94.2 جلوگیری نموده و باعث صرفه‌جویی خوب در هزینه‌های نگهداری و تعمیرات نیروگاه‌های کشور بشود.

پایگاه خبری نگهداری و تعمیرات درصنایع ایران نیوز نتصانیوز www.NetsaNews.ir

تشکر و قدر دانی:

در پایان لازم است از کسانی که در مراحل مختلف این پروژه شامل بررسی حوادث، بررسی طرح فلکسیبل، مدل‌سازی، ساخت و نصب قطعه کمک نمودند به ویژه آقایان مهدی یوسفی و مسلم خزائی و سایر همکاران عزیز نیروگاه پرند به جهت کمک‌ها و راهنمایی‌های مفیدشان تشکر و قدردانی نمایم.

منابع:

1.V94.2 Gas Turbine Operation & Maintenance Handbook Vol 1

2.Failure Analysis of a Fuel Oil Pipe in MGT-70 Gas Turbine Auxiliary System(MAPNA)-Tuga – Alobrz Fathi. Imtce2014

۳. تجربیات و گزارشات بهره‌برداری و تعمیراتی
نیروگاه پرند از سال ۱۳۸۴ تاکنون

ما را با نام نشریه نگهداری و تعمیرات (NetsaNews.ir) در اینستاگرام دنبال نمایید.
تصاویر، ویدیو و ایده‌های خلاقانه خود را جهت به اشتراک گذاشتن در
اینستاگرام به آدرس ایمیل NetsaNews@gmail.com ارسال نمایید.
NETSANEWS.IR