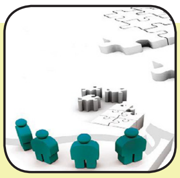
بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست مطالب



معضلات و مسایل پیش رو به منظور اجرای نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان(RCM) در کارخانجات و شرکتها با توجه به شرایط حاکم در آنها

۴

پایش وضعیت (C.M) با استفاده از تجهیزات ترموگرافی در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر

۸

بررسی پروژه سیلینگ نوار نقاله ۲۲۶ کارخانه مگنتیت با نام تجاری لیفتیوب (LIFTUBE)

۱۲

بررسی خرابی پمپ های ۲۰۹ و ۲۱۰ کارخانه خط چهارم کنسانتره و ارائه پیشنهادهای اصلاحی

۱۶

حفاظت کاتدی مربوط به سازه‌های فولادی تیکنرهای هماتیت و خط چهارم کنسانتره

۲۴

گزارش تحلیل ارتعاشی آسیا غلطکی فشار بالا پس از تعویض رول

۲۸

مجله نگهداری تعمیرات
شرکت معدنی و صنعتی گل گهر
شماره اول _ تابستان ۹۴

گردآورندگان :
محمد رضا شهسواری، محمد جواد کشاورز، رحیم ستوده بحرینی، مجتبی عزت آبادی پور

همکاران این شماره:
احمد عربشمالی، هادی شمس پور، عباس زین الدینی، ولی ا... ژاله، ابوالفضل احمدی پور، علیرضا فروغی حنیف مغزی نجف آبادی، حسین عندلیب، امیر خیرمند پاریزی

نشانی نشریه : سیرجان، کیلومتر ۵۰ جاده شیراز شرکت معدنی و صنعتی گل گهر، مدیریت امور فرآوری، واحد مهندسی نگهداری تعمیرات

Rcmjournal@gmail.com

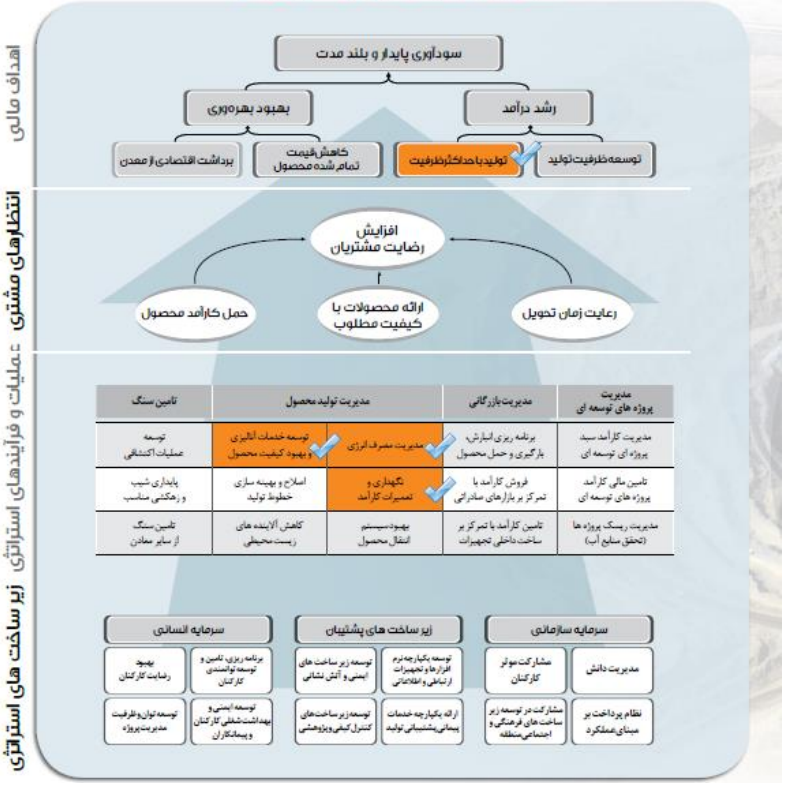
مجله نگهداری تعمیرات از تمامی کارشناسان و صاحب نظران در زمینه نگهداری تعمیرات دعوت به همکاری می نماید.

به نام خدا

سخنی با خوانندگان

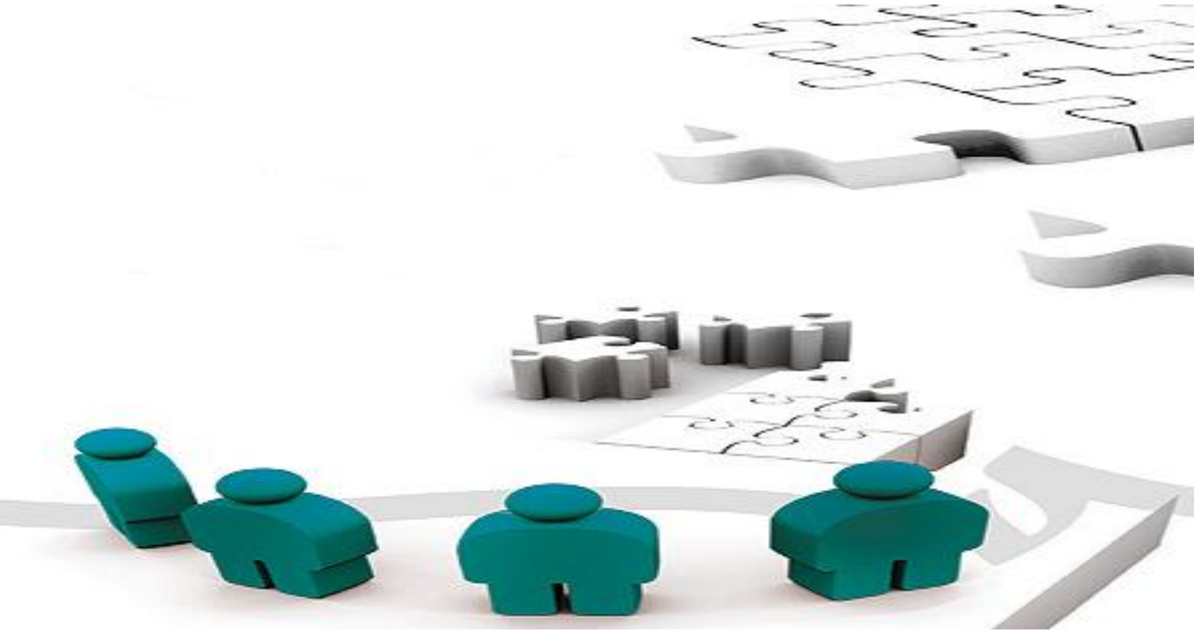
باگذشت زمان و نیاز به تولید انبوه جهت پوشش تقاضای بازار و کاهش هزینه های تولید به ازای واحد محصول ، استراتژی تولید به سمت مکانیزاسیون و استفاده از ماشین الات و تجهیزات پیچیده متمایل گردید. افزایش سطح مکانیزاسیون بکارگیری روش های تولید، ماشین الات و تجهیزاتی به مراتب پیچیده تر، متنوع تر و گرانتر را می طلبید . بنابراین افزایش عمر ماشین آلات به عنوان یک سرمایه و دارایی با ارزش اهمیت بسیاری پیدا کرد ، به علاوه با توسعه سیستمهای تولید انبوه، افزایش قابلیت اطمینان ماشین آلات و تجهیزات جهت جلوگیری از توقف تولید نیز دغدغه جدید در سازمان ها و صنایع تولید بنظر می آمد .
در این برهه جهت کنترل و مدیریت هزینه های تعمیراتی تجهیزات و نیز یافتن راههای جهت افزایش عمر مفید آنها و جلوگیری از توقفات تولید ناشی از خرابی تجهیزات و حذف اثرات سوء آن ، سیستمهای نت مدون پا به عرصه گذاشتند و رفته رفته تکنیک ها ،روشها و سیستمهای جامع تر با کارایی و اهداف متعالی تر ایجاد گردیدند. گران شدن، پیچیده تر شدن به لحاظ فناوری، بهینه سازی بهره وری و بکارگیری نتایج تحلیل جهت ارتقای اثربخشی امور نگهداری و تعمیر ماشین آلات و تجهیزات، لزوم پدیدآوری و استفاده از نرم افزار های تخصصی مربوط به این امور را بیش از هر زمان دیگر به اثبات می رساند. بسته به نوع ماشین آلات و صنعت ، هزینه های نگهداری و تعمیرات در مجموع حدود ۲۰ تا ۴۵ درصد از هزینه های تولید را در بر می گیرند و جالب این است که بدانید قریب ۹۰ درصد کارخانجات امور نگهداری و تعمیر خود را هزینه یابی دقیق نمی کنند و تبعا به دنبال راهکارهای کاهش هزینه خود در امور نگهداری و تعمیرات نیستند و اصولا نمی داند منشا این هزینه ها کجاست تا بتوانند به دنبال حذف و یا کاهش این هزینه ها باشند.
بر اساس آنچه که در بخش قبل تشریح شد بکارگیری سیستم نگهداری و تعمیرات خاص یک سازمان می تواند نقش بسیار زیادی را در کاهش قیمت تمام شده محصول نهایی ایفا نماید . اما این تاثیرات تنها محدود به هزینه نبوده و در سرعت ارایه محصول در کل زنجیره تامین ، کیفیت محصول ، قابلیت اطمینان ، چابکی سازمان و عواملی از این دست نیز تاثیرات خاص خود را خواهند داشت که هریک از آنها محلی از تامل خواهد بود . از این رو می توان به نقش مهم و تاثیر گذار استراتژی های مختلف نگهداری و تعمیرات بر روی کسب و کار یک بنگاه اقتصادی پی برد .
کلیه بنگاه‌های اقتصادی، جهت رقابت در بازار بر اساس برخی اولویت‌های مرتبط با توانمندی‌هایشان با یکدیگر به رقابت می‌پردازند. نگهداری و تعمیرات بخش جدایی ناپذیر تولید است که می‌تواند این اولویت‌های رقابتی را تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه استراتژی‌های کسب و کار را به شکل مثبت یا منفی متأثر سازد. استراتژی یک الگوی منسجم است که تصمیمات را یکپارچه و متحد می‌سازد و اهداف سازمانی را آشکار ساخته و تعیین می‌کند و فعالیت‌هایی را که شرکت باید روی آن‌ها متمرکز شود را انتخاب می‌نماید و تلاش دارد تا شرکت یک مزیت بلند مدت و پایدار در هریک از فعالیت‌هایش به دست آورد و تمام سطوح سلسله مراتبی شرکت را وارد تصمیم می‌کند و طبیعت همکاری‌های اقتصادی و غیر آن را که شرکت دارد تعریف می‌کند. در ادبیات این حوزه، استراتژی نگهداری و تعمیرات، به عنوان یک الگوی منسجم و جدا نشدنی و یکپارچه ساز تصمیم‌ها در عناصر استراتژی‌های متفاوت در تجانس با تولید، شرکت و استراتژی‌های سطح کسب و کار معرفی می‌شود. در نقشه استراتژی شرکت معدنی و صنعتی گل گهر نیز نگهداری و تعمیرات کارآمد در قسمت عملیات و فرآیندهای استراتژی در باکس مدیریت تولید محصول دیده شده است.
استراتژی نگهداری و تعمیرات اهداف سازمان را آشکار می‌سازد و طبیعت کارکردهای اقتصادی و غیر اقتصادی را که قصد دارد برای سازمان به شکل یکپارچه انجام دهد، تعریف می‌کند. با این تفاسیر ارتباط میان کسب و کار و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات را به خوبی می‌توان درک نمود. در گذشته اغلب برای فرآیند نگهداری و تعمیرات به جهت این که به عنوان سربار تولید در نظر گرفته می‌شد، در زنجیره ارزش، جایگاهی برای آن در نظر گرفته نشد. این در حالی است که با در نظر گرفتن آن به عنوان یک فرآیند در زنجیره ارزش، مدیریت می‌تواند تأثیرات نگهداری و تعمیرات و استراتژی‌های مختلف آن را بر روی زنجیره ارزش و استراتژی کسب و کار خود تصور نماید. به هر حال، فرآیند نگهداری و تعمیرات در تعیین سطح شاخص رقابت پذیری یک سازمان از نقش حساس و غیر قابل انکاری برخوردار است و در مجموع می‌توان تحلیل‌های گوناگونی را در ارتباط با این فرآیند در چهار حوزه هزینه، کیفیت، انعطاف‌پذیری و قابلیت تحویل مورد بررسی قرار داد. با توجه به موارد ذکر شده و شرایط کنونی شرکت گل گهر که هزینه محصول و کیفیت آن اهمیت ویژه ای دارد، میتوان گفت که نقش نگهداری و تعمیرات که

نقشه استراتژی شرکت معدنی و صنعتی گل گهر



ارتباطی مستقیم با شاخص های مذکور دارد، متمایز گردیده و طبیعتا مورد تاکید مدیریت محترم عامل شرکت میباشد.
لذا در راستای مدیریت دانش در اواخر سال ۱۳۹۳ در جلسات مشترکی که با رئیس محترم واحد نگهداری تعمیرات مدیریت امور فرآوری داشتیم، با توجه به گستردگی تجهیزات و دستگاهها در شرکت و اینکه حجم کار بسیار زیادی در حوزه تعمیرات و صیانت از آنها صورت میگیرد لازم است که تجارب تعمیراتی مذکور مستند و به اشتراک گزارده شود تا بتوان ایده های خوب را بین اعضای سازمان گسترش داد و دانشهای مهم و حیاتی فقط در اختیار تعدادی افراد از کارکنان سازمان محدود نشود.
از طرفی با توجه به اینکه از بهمن ماه سال ۱۳۹۰ پیاده سازی سیستم نگهداری و تعمیرات با رویکرد RCM ، در مدیریت امورفرآوری آغاز گردید و در حاضر در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر جاری شده است لذا جای خالی یک نشریه تخصصی با موضوع نگهداری تعمیرات خالی احساس می شد. از این رو تصمیم گروهی از همکاران بر آن شد که انتشار نشریه نگهداری تعمیرات در دستور کار قرار گیرد تا انگیزه ای باشد که کارهای صورت گرفته در این حوزه را مستند نمود و گامی در جهت مدیریت دانش را برداشت.
امید است که این حرکت جدید مورد استقبال همکاران گرانقدر در سطح شرکت گل گهر قرار گرفته و همه عزیزانی که به نوعی در این زمینه دخیل هستند با ارسال مطالب و موضوعات خود که برگرفته از تجربیات گرانبهای ایشان میباشد، رفته رفته به بهبود کیفیت و کمیت مطالب و تامین مقاله های مفید این نشریه کمک بنمایند.
در پایان جا دارد از زحمات و حمایت های مدیر عامل محترم آقای مهندس تقی زاده و مدیریت محترم مجتمع آقای مهندس عتیقی که با نگاه ویژه خود به امر تولید محصول با کیفیت، اهمیت قائل شده تشکر و قدردانی نموده و طبعا ایشان معتقدند که تداوم این گونه حرکتها نوید بخش اعتلای کیفیت و ایجاد فرهنگ نگهداری تعمیرات در شرکت گل گهر و رساندن آن به جایگاه شایسته خود بوده و میتواند نقش موثری را در بهبود تولید و کاهش هزینه های سازمان ایفا نماید.

مدیریت امورفرآوری
واحد مهندسی نگهداری تعمیرات



معضلات و مسایل پیش رو به منظور اجرای نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان(RCM) در کارخانجات و شرکت ها با توجه به شرایط حاکم در آنها

احمد عربشمالی[1]*

محمد جواد کشاورز[2]*

چکیده

در عصر حاضر، یکی از بنیان‌های اساسی در صنعت و تولید، بدون شک، تجهیزات و ماشین‌آلات است. از طرفی، افزایش بهره وری و کارآیی تولید و دستیابی به استانداردهای جهانی، صیانت از سرمایه‌های ملی، رقابت در صحنه‌های تولید و حضور فعال‌تر در بازارهای داخلی و جهانی، بدون افزایش زمان قابلیت استفاده و بهره‌برداری از تجهیزات و ماشین‌آلات و سیستم‌های تولید و همچنین کاهش هزینه‌های تعمیراتی و زمان از کارافتادگی میسر نخواهد بود. بنابراین، برخورداری از نظام نگهداری و تعمیرات مناسب از مباحث مهم هر صنعت است؛ و یکی از مسائل مهمی که در شرکتها، کارگاه های صنعتی، کارخانجات و به طور کلی مراکز عمرانی، صنعتی و خدماتی مطرح است، نحوه سرویس نگهداری و تعمیرات تجهیزات، ماشین‌آلات و دستگاه‌ها، یا به عبارت دیگر، حفاظت فنی از دارایی‌های فیزیکی است.

واژه‌های کلیدی: قابلیت اطمینان، RCM،KPI

۱. دکتری برنامه ریزی استراتژیک، مشاور پیاده سازی RCM ahmad.arabshomali@gmail.com
۲. کارشناس صنایع، سرپرست دفتر برنامه ریزی نت javad.keshavarz60@gmail.com

رویش باورها در دل کویر

۱- مقدمه

طی چند دهه اخیر، فلسفه کلی و استراتژی های نگهداری و تعمیرات به تدریج تغییر نموده است. یکی از اهداف اصلی مدیریت نگهداری و تعمیرات، افزایش آماده بکاری و بهره برداری از تسهیلات و دستگاه ها و در عین حال کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات می باشد که بخش عمده ای از هزینه های بهره برداری را تشکیل می دهند، بنابراین منطقی خواهد بود که همانند دیگر فعالیت های مهندسی در زمینه نگهداری و تعمیرات نیز دور اندیشی و برنامه ریزی صورت گیرد؛ نوعی از برنامه ریزی که بر یک مبنای علمی و در ارتباط با نیازهای بهره برداری باشد. وجود یک سیستم نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده از آن روی الزام آور و ضروری است که کنترل مستمر و اطلاع کامل از اوضاع و احوال، نحوه عملکرد و هزینه های بهره برداری تجهیزات، تأسیسات، ساختمان ها و سرویس های جانبی را ممکن می سازد و لذا ارایه مطلوب ترین سرویس ها و خط مشی های نگهداری و تعمیرات و اتخاذ بهترین روش ها برای تداوم کار با حداکثر بازده و تحمیل حداقل هزینه امکان پذیر می گردد.

خوشبختانه طی چند دهه اخیر کارهای تحقیقاتی و اجرایی عمده ای در زمینه ساماندهی و کارآمد نمودن استراتژی ها و سیستم های نگهداری و تعمیرات صورت گرفته و پیشرفت های قابل توجهی نیز در این خصوص صورت پذیرفته است که یکی از کارآمدترین و مناسب ترین آنها برای اجرا در شرایط خاص کشور ما استراتژی نت مبتنی بر قابلیت اطمینان(RCM) می باشد.

سالیانه بیش از هزاران میلیارد ریال از سرمایه های کشور صرف نگهداری و تعمیرات تسهیلات و تجهیزات می گردد، و در همین راستا شرکت معدنی و صنعتی گل گهر نیز رسالت خود دانسته که با بهره گیری از تجارب ارزنده ای که طی سالیان گذشته در زمینه نگهداری و تعمیرات تجهیزات و تأسیسات کسب نموده است و نیز با بهره گیری از توانایی های متخصصان و اساتید دانشگاهی، سیستم یکپارچه مدیریت نگهداری و تعمیرات را برمبنای اصول و معیارهای مصرح در استراتژی نت مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) در سطح مجتمع توسعه دهد که با همت و تلاش جمعی مسئولین و پرسنل خود توانسته است این مهم را تا حدود زیادی به انجام رساند و انتظار می رود با مستند نمودن معضلات طراحی و اجرای این گونه سیستم ها در قالب این مقاله ، بتوان پیش آمادگی لازم در مسئولان و مجریان طراحی و اجرای اینگونه سیستمها در کشور به منظور سرمایه گذاری و مقابله با این معضلات ایجاد نموده و سرعت دسترسی به اهداف نگهداری ناب و متعالی را در کارخانجات و شرکت ها افزایش دهد ، خصوصاً اینکه دستیابی به چنین سیستم هایی مستلزم هدف گذاری و سازمان دهی یکپارچه و ارتباطات سریع و دو سویه فی مابین عناصر ذیربط (کارفرما ، پیمانکار، مدیران و کارشناسان) بوده و تشکیل تیم ها و کمیته های تخصصی در سطوح مختلف را نیاز خواهد داشت تا بتوان به طراحی صحیح فرآیندهای کاری و ارتباطی در حوزه نگهداری و تعمیرات نایل آمد.

بخش الف -تعریف نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده

بطورکلی بر طبق استانداردBS13306 ویرایش 2001 ، تعریف نگهداری و تعمیرات عبارتست از:

"مجموعه فعالیت های با صرفه اقتصادی فنی ، اداری و مدیریتی که به منظور حفظ تسهیلات و تجهیزات در وضعیت عملیاتی مطلوب (نگهداری) و یا برگرداندن آنها به وضعیت عملیاتی مطلوب (تعمیر) صورت می گیرند ، نگهداری و تعمیرات(نت) نامیده می شوند."

و برنامه ریزی نیز عبارتست از:

"طراحی و تجسم وضع مطلوب آینده و یافتن و ساختن راه هایی که ما را از وضع موجود به وضع مطلوب برساند." هدف از برنامه ریزی، بهینه سازی بهره وری از منابع (نیروی انسانی، سرمایه، تسهیلات و تجهیزات) می باشد.

باتوجه به تعاریف فوق، اولین گام در استقرار سیستم های نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده، هدف گذاری و سپس ارایه راهکارهایی است که بتواند ما را به آن اهداف برساند.

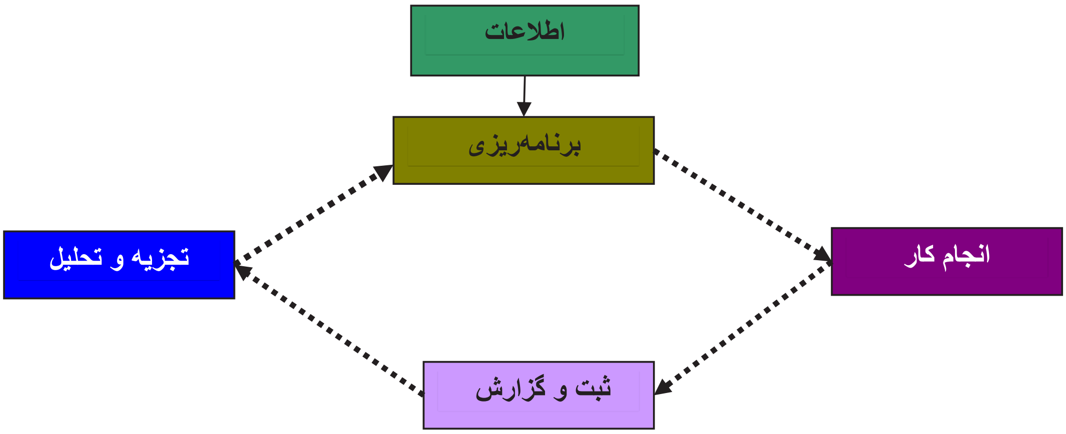
اگر نگهداری و تعمیراتات برنامه ریزی شده به فراموشی سپرده شود سرمایه گذاری مالی به سرعت و بطور نامناسب صرف شده و سرمایه کافی جهت سرمایه گذاری در سایر زمینه ها و طرح های توسعه و بهسازی سیستم ها و تجهیزات وجود نخواهد داشت.

بخش ب ـ اهداف نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده

طراحی و ایجاد سیستم نگهداری و تعمیراتات برنامه ریزی شده اهداف متعددی دارد که در زیر به بخشی از آنها اشاره می کنیم:

۱- ارتقای بهره وری تسهیلات و تجهیزات موجود
۲- افزایش عمر مفید تجهیزات و ابنیه موجود
۳- افزایش بهره وری نیروی انسانی و روحیه و رضایت مندی آنها از فعالیت های خود
۴- کاهش هزینه های چرخه عمر تسهیلات و تجهیزات
۵- بهبود ایمنی تجهیزات و ابنیه
۶- صرفه جویی در انرژی
۷- مدیریت بهتر موجودی لوازم یدکی و مواد مصرفی
۸- به حداقل رساندن تعمیرات اضطراری و ناخواسته
۹- اعمال روش هایی به منظور پیشگیری از تسریع در فرسایش و فرسودگی تجهیزات و ابنیه
۱۰- تلاش در راستای بهره گیری از استراتژی های کم هزینه تر نگهداری و تعمیرات مانند پیش بینانه (Predictive) و هوشمندانه (Proactive) علاوه بر پیشگیرانه (Preventive)
۱۱- عدم توجه صرف به امور فیزیکی و سخت افزاری و شامل نمودن امور مغز افزاری و تحلیلی درخصوص فعالیت های نگهداری و تعمیرات به منظور بهینه سازی روش های نگهداری و تعمیرات و اثر بخش نمودن آن ها.
۱۲- ترویج فرهنگ کار تیمی در میان عناصر سازمانی به منظور هم افزایی و بهره گیری از تجارب و دانش های کسب شده
۱۳- تعدیل منطقی حجم کارهای نگهداری و تعمیرا ت
۱۴- ایجاد ساز وکارهای لازم جهت نیل به اهداف نگهداری ناب ، کم هزینه و اثربخش (Lean Maintenance)

شایان ذکر است که جهت نیل به اهداف مدیریت نگهداری و تعمیرات تنها تغییر در استراتژی ها و روش های نگهداری و تعمیرات کافی نبوده و در موارد بسیار، گزینه هایی مانند تغییر در روش های بهره برداری، تغییر در طرح، مدرنیزه کردن و در نهایت جایگزینی و یا نوسازی تسهیلات و تجهیزات نیز می توانند در مد نظر قرار گیرند.
در راستای حصول به اهداف فوق، فعالیت های نگهداری و تعمیرات باید طبق الگوی زیر صورت گیرند.

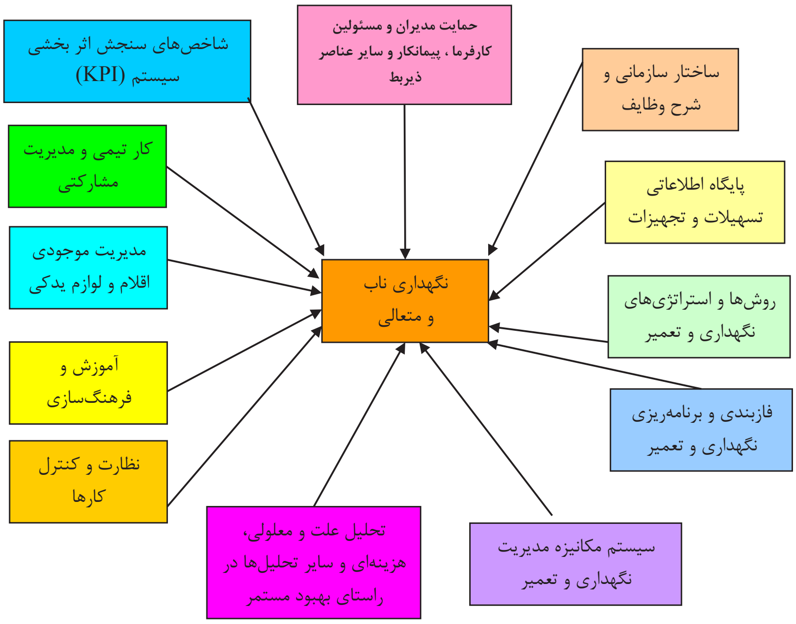


- اطلاعات به معنی کلیه آمار و ارقام در رابطه با حجم و هزینه فعالیت های نگهداری و تعمیرات ، دوره های تکرار، منابع مصرفی، طرح های توسعه آتی، افزایش ظرفیت ها، اولویت ها، توانمندی ها و منابع موجود و ... می باشند.
- برنامه ریزی شامل کلیه فعالیت ها و برنامه ریزی های عملیات قسمت نگهداری و تعمیرات می شود مانند برنامه های نگهداری پیشگیرانه، پیش بینانه، برنامه تعمیرات اساسی، تعمیرات اصلاحی، برنامه آموزشی پرسنل، برنامه ها و استراتژی های توسعه و ... می باشد.
- انجام کار به معنی انجام امور برنامه ریزی شده تحت کنترل همه جانبه و با رعایت استانداردها و رویه های تدوین یافته می باشد.
- ثبت و گزارش به معنی ثبت وقایعی است که در اجرای فعالیت های نگهداری و تعمیرات رخ می دهند. که شامل

مجله نگهداری تعمیرات - شماره ۱ - تابستان ۱۳۹۴

خرابی ها، علل و تبعات آنها، اقدامات انجام یافته، منابع مصرفی، پیشنهادات بهسازی، هزینه ها و ... می باشد.

- تجزیه و تحلیل (مدیریت دانش) یکی از قسمت های مهم و فراموش شده کل فعالیت های نگهداری و تعمیرات می باشد. در اینجا جزئیات وقایع ثبت شده دقیقا بایستی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و امکان کمک و راهنمایی های لازم به منظور بهینه سازی برنامه ریزی ها ی انجام یافته و استراتژی های اتخاذ شده را میسر ساخته و نیزفعالیت های نگهداری و تعمیرات را به سوی مجموعه اهداف سوق داده و حتی گاهی زمینه های تصمیم گیری برای اهداف جدید و طرح های توسعه آتی را نیز ایجاد نماید. باید توجه نمود که چرخه فوق نباید هیچ گاه شکسته شود زیرا در آن صورت کنترل، مشکل شده و از تحقق اهداف نگهداری و تعمیرات باز خواهیم ماند و لذا باید اذعان داشت که برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات یک پدیده ایستا و راکد نیست و باید پویایی و تداوم همیشگی داشته باشد زیرا که با افزایش عمر تسهیلات و تجهیزات ، ظرفیت ها و منابع، طرح های توسعه و ... برنامه ها و اهداف نگهداری و تعمیرات نیز دستخوش تغییر خواهند شد. سازمان ها و پیمانکاران نگهداری و تعمیرات نیز نباید صرفاً به انجام کارهای فیزیکی و سخت افزاری بسنده نمایند و از تجزیه و تحلیل امور خود را مستثنی بدانند زیرا که انجام اینکار علاوه بر کارفرما، آنها را نیز منتفع خواهد نمود و وظیفه دستگاه نظارت است که بر انجام روتین این امور نیز نظارت خود را اعمال نماید. هرچند گاهاً پرسنل اجرایی تعمیرات ، این امور را صرفاً کاغذ بازی و یا در جهت اخذ گواهینامه های مختلف تلقی کرده و نیازی به تکمیل فرم ها و گزارشات چه به صورت مکانیزه و چه بصورت غیر مکانیزه احساس نمی کنندکه این موضوع بدترین ضربه را به فرآیند تحلیل امور نگهداری و تعمیرات وارد نموده و حصول به اهداف بهبود مستمر را خدشه دار می سازد که می توان با آموزش و فرهنگ سازی این معضل را مرتفع ساخت. ضمناً نباید انجام اینگونه امور را صرفاً وظیفه بخش خاصی از سازمان تلقی نمود و از انجام کارهای تیمی و تشریک مساعی غافل ماند. همچنین امور نگهداری و تعمیرات نباید صرفاً بر مبنای روش ها و استراتژی های از پیش تعیین شده و گاها منسوخ انجام گیرند و یا اینکه مانع بهره گیری از قوه ابداع و خلاقیت نیروی انسانی سازمان جهت بهینه سازی آنها شد بلکه تلفیق بهینه ای از هر دو روش باید اعمال و راهبری گردد.

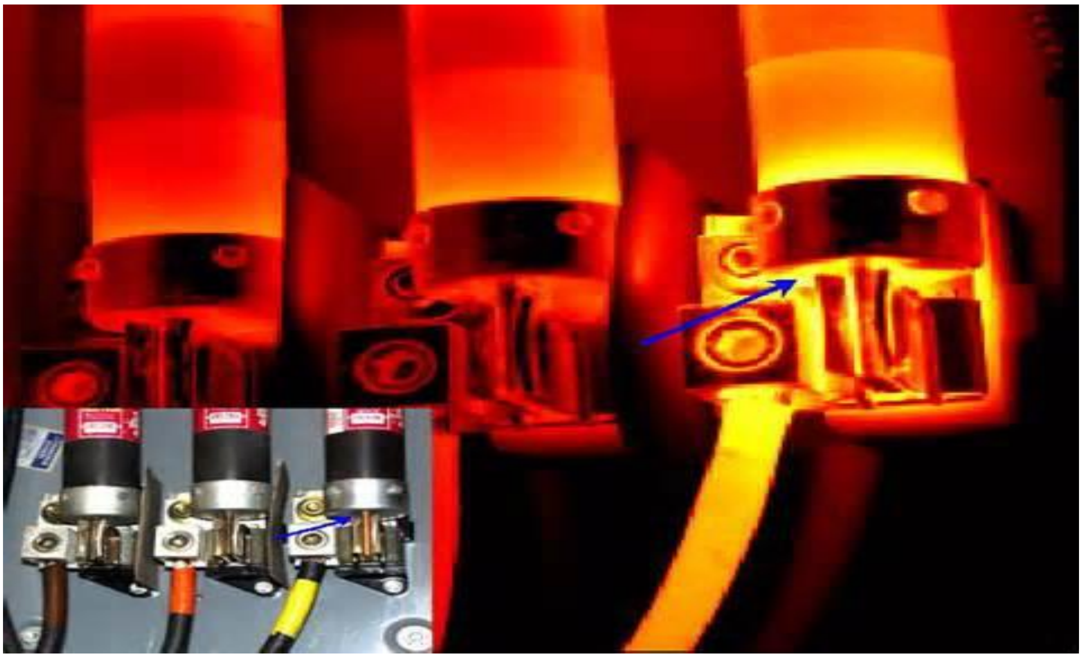


بخش ج -ابعاد نگهداری ناب و متعالی

بطور کلی جهت تحقق اهداف نت مبتنی بر قابلیت اطمینان و دارا شدن یک سیستم نگهداری ناب و متعالی، در ابعاد زیر باید شرایط لازم کسب گردیده واقداماتی صورت پذیرد:

تبعاً مستندسازی و بهینه سازی وضعیت موجود امورنگهداری وتعمیرات نیز باید در ابعاد فوق صورت پذیرد.درشماره بعد وضعیت امورنگهداری وتعمیرات حاکم بر عمده صنایع کشور رادرابعاد فوق بررسی نموده ونقشه راه پیشنهادی را ارایه خواهیم داد.

مجله نگهداری تعمیرات - شماره ۱ - تابستان ۱۳۹۴



پایش وضعیت(C.M.) با استفاده از تجهیزات ترموگرافی در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر

علیرضا فروغی[1]　ابوالفضل احمدی پور[2]　رحیم ستوده بحرینی[3]

چکیده

سیستم نگهداری و تعمیرات مکانیزه در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر چند سالی است که استقرار یافته و نقش موثری در بهبود روش های نگهداری و تعمیرات و کاهش هزینه های تعمیرات داشته است. جهت استفاده بهینه از منابع و صرفه جویی در هزینه ها، اجرای برنامه های پایش وضعیت اجتناب ناپذیر است. بر این اساس اجرای برنامه های نت پیش گویانه در دستور کار قرار گرفت و بدین منظور واحد نگهداری و تعمیرات شرکت معدنی و صنعتی گل گهر مجهز به دستگاه های ترموگرافی و ارتعاش سنجی گردید. دراین مقاله به تجربیات اجرای پایش وضعیت در قالب ارائه مستندات وارائه گزارش وضعیت موجود و مقایسه وضعیت قبل و بعد از اجرای خدمات پایش وضعیت با استفاده از تجهیزات ترموگرافی پرداخته می شود.

واژه‌های کلیدی: ترموگرافی، پایش وضعیت، نت مبتنی بر وضعیت، نگهداری و تعمیرات

۱. کارشناس ارشد برق قدرت – کارشناس نگهداری تعمیرات　Aforoughi.22@gmail.com
۲. کارشناس ارشد مکانیک – کارشناس نگهداری تعمیرات　Abolfazl.ahmadipoor@gmail.com
۳. کارشناس ارشد مکانیک – کارشناس ارشد نگهداری تعمیرات　Rahim.sotoudeh@golgohar.com

۱- مقدمه

هرسیستم دینامیکی، الکتریکی، هیدرولیکی یا حرارتی دارای علائم مشخصه ای است که وضعیت عادی آن دستگاه را در حین کار نشان می دهد. تغییر این علائم مشخصه هر چند به اندازه کم می تواند نشانه ای از بروز اشکال و خرابی در سیستم باشد. منظور از پایش وضعیت، تعیین وضعیت سیستم با اندازه گیری علائم مشخصه آن و بهره گیری از این اطلاعات برای پیش بینی خرابی سیستم است. از جمله تکنیک های پایش وضعیت خدمات ترموگرافی است که به نتایج بررسی آن در تاسیسات فوق الذکر پرداخته می شود.

۲- اهداف و مزایای .C.M:

بکارگیری .C.M در صنایع مزایای زیادی را به همراه دارد که از مهم ترین آن ها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- به حداقل رساندن تعداد دفعات توقف ماشین آلات
- کاهش دادن زمان توقف ماشین آلات
- افزایش کارایی
- کاهش هزینه ها
- کاهش مصرف قطعات یدکی
- افزایش ضریب اطمینان و ایمنی

۳ـ ترموگرافی

ترموگرافی را می توان از راهکارهای اساسی در زمینه نگهداری و تعمیرات به شمار آورد. اساس تصویربرداری حرارتی بر پایه انرژی حرارتی ساطع شده از سطوح گرم و ایجاد تصویر با استفاده از اشعه مادون قرمز می باشد. آنالیز ترموگرافی که به نام های گرمانگاری و ترموویژن نیز شناخته می شود، تکنیک مهمی است که دامنه کاربردهای آن بسیار گسترده بوده که از مهم ترین کاربردهای آن می توان مراقبت وضعیت تجهیزات و ماشین آلات را نام برد[۱]. ایرادات شبکه های الکتریکی عمدتاً بدلیل اتصالات سست و معیوب، اتصال کوتاه، اضافه بار، نا متعادلی بار، نصب ناصحیح و نادرست قطعات و ... ایجاد می شوند. برخی از عیوب اتصالات الکتریکی عبارتند از: لقی اتصال، اکسیده شدن، عبور جریان الکتریکی اضافی از یک هادی و در نتیجه افزایش دما در مقایسه با سایر هادی های مشابه.

در تجهیزات دوار نیز اجزاء معیوب و دارای اشکال، عمدتاً بدلیل وجود اصطکاک ناشی از روغن کاری نامناسب، نصب غیرهم محور و دارای انحراف اجزاء دوار، قطعات پوسیده و فرسوده، بارهای مکانیکی غیرعادی و ... ایجاد می شود[۲]. ایجاد هریک از نواقص الکتریکی و مکانیکی ذکر شده می تواند سبب افزایش دما در سیستم مربوطه شود که در صورت تشخیص به موقع این افزایش دما، می توان مانع از ایجاد عیب اساسی و صدمه رسیدن به سایر قسمت های سیستم شود.

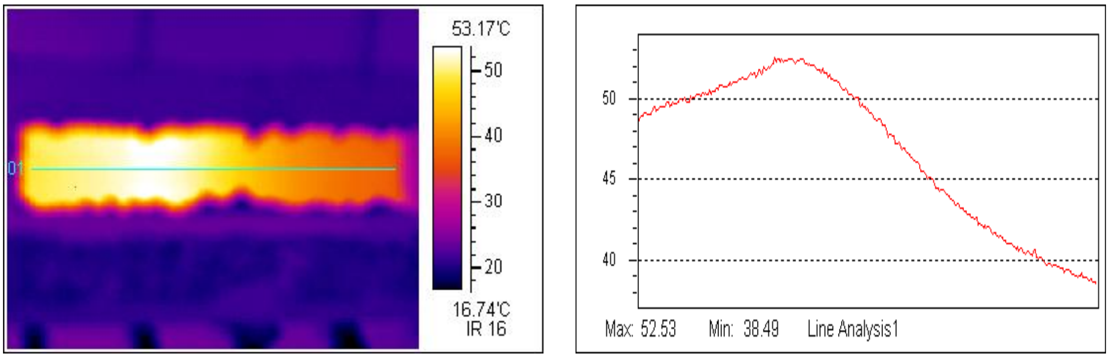
برای آنالیز ترموگرافی، بهره گیری از یک دمای مرجع برای بررسی مقدار تغییرات دمایی و تصمیم گیری در خصوص اقدامات پیشنهادی، ضروری و مفید خواهد بود. روش های متعددی برای تعیین دمای مرجع وجود دارد که از آن جمله می توان به دمای پیشنهادی سازندگان، تغییرات دمایی تجهیز در یک دوره زمانی و استفاده از مقادیر دمایی کلی در استانداردها اشاره کرد.

۴- چند نمونه از انجام ترموگرافی در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر

عملیات ترموگرافی در شرکت معدنی و صنعتی گل گهر توسط دوربین Hotfind LX صورت می پذیرد. در ادامه چند نمونه از اجرای موفق ترموگرافی در سطح کارخانجات امور فرآوری ذکر خواهد شد:

۴-۱- تشخیص درگیری نامناسب پینیون و گرث گیر توسط ترموگرافی:

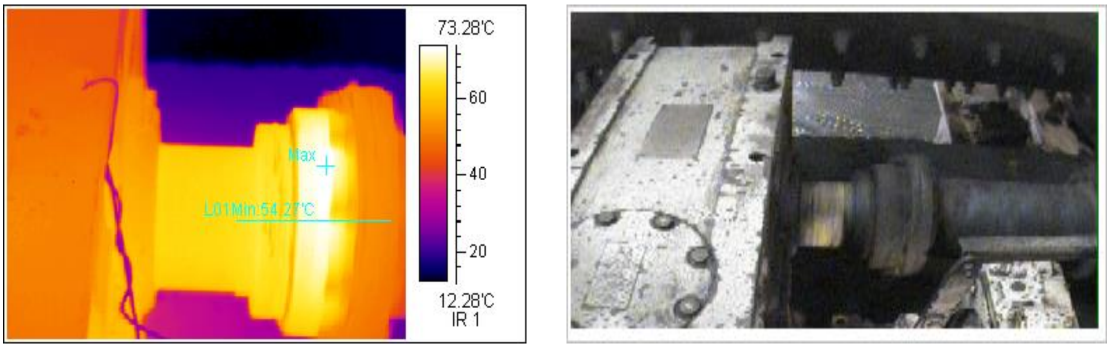
تغییرات دمایی در طول ناحیه درگیری پینوین وگرث گیر می تواند نشان دهنده عدم درگیری مناسب پینیون وگرث گیر باشد. شکل ۱ نمونه ترموگرافی انجام شده برروی پینیون و تغییرات دمایی در طول آن را نشان می دهد. این ترموگرافی بر روی پینیون آسیاب MI301 کارخانه هماتیت صورت پذیرفته است. در این شکل ناحیه گرم تر نشان دهنده ناحیه درگیری پینیون وگرث گیر است. این اختلاف دما ۱۴ درجه سانتی گراد است که بالاتر از حد مجاز است.



شکل ۱: ترموگرافی پینیون و تغییرات دمایی در طول آن

۴-۲- تشخیص مشکلات مکانیکی و میس الاینمنتی کوپلینگ

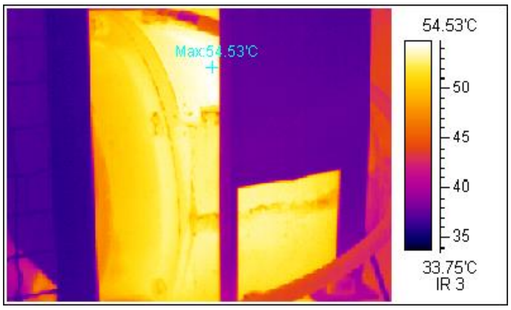
با کمک آنالیز لاین ترموگرافی می توان به عیوب مکانیکی کوپلینگ نظیر میس الاینمنتی پی برد. شکل ۲ تصویر ترموگرافی کوپلینگ آسیاب MI101 کارخانه هماتیت را نشان می دهد. همانطور که در تصویر نشان داده شده است .دمای ماکزیمم و مینیمم بر روی خط رسم شده برابر با ۷۲ و ۵۴ درجه است که اختلاف دمایی در حدود ۱۸ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. این افزایش دما در نیمه سمت گیربکس کوپلینگ مشاهده می شود که می تواند ناشی از مشکلات مکانیکی کوپلینگ همچون میس الاینمنتی باشد.



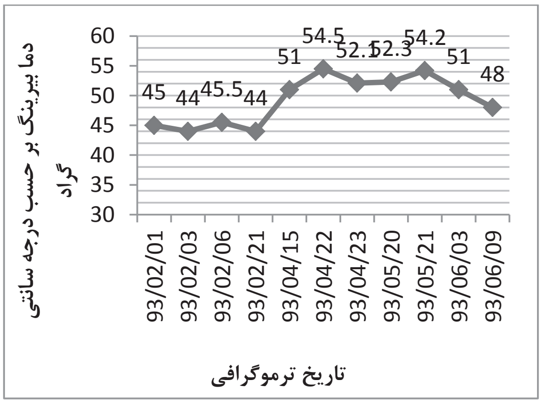
شکل ۲: تشخیص مشکلات مکانیکی نظیر میس الاینمنتی توسط ترموگرافی

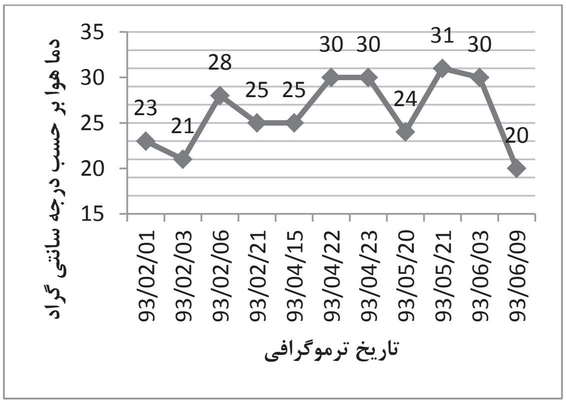
۴-۳- تشخیص عیوب مربوط به بیرینگ ها

پایش وضعیت بیرینگ های آسیا خشک کارخانه مگنتیت شرکت معدنی و صنعتی گل گهر توسط آنالیز ترموگرافی انجام گردید. ترموگرافی های انجام شده در چندین دوره مورد تحلیل قرار گرفتند و پس از بررسی دقیق احتمال آسیب بیرینگ مطرح شد که در اولین فرصت ممکن آسیا متوقف گردید و بیرینگ مورد نظر تحت بازرسی قرار گرفت. در این بازرسی مشخص شد که مهره چاکنت بیرینگ ترک خورده است و در آستانه شکستن است. پس از انجام تعمیرات لازم، مجددا عملیات ترموگرافی بر روی تجهیز ادامه یافت و مشاهده شد که دمای تجهیز به حد نرمال خود بازگشته است. بنابراین نحوه صحیح ترموگرافی و تحلیل نتایج مربوطه، می تواند در بسیاری از موارد سبب تشخیص عیب و کاهش خسارات وارده به تجهیزات گردد. شکل ۳ عکس ترموگرافی بیرینگ آسیا و شکل ۴ ترند تغییرات دمای هوا و بیرینگ آسیاب را نشان می دهد.



شکل ۴: ترند تغییرات دمای هوا و بیرینگ نقطه





شکل ۴:ترند تغییرات دمای هوا و بیرینگ نقطه

در چهار داده برداری ابتدایی دمای پیلوبلاک بیرینگ مقادیر تقریبا یکسانی را دارد. این تغییرات دما از ۴۴ تا ۴۵,۵ درجه سانتی گراد بوده است که روند منطقی و یکنواختی را دارد. از عوامل تاثیرگذار در ترموگرافی می توان به مواردی همچون دمای محیط، ضریب انتقال تشعشعی، رطوبت نسبی، مسافت از جسم هدف و پارامترهای فرآیندی همچون تناژ ورودی آسیا و یا به عبارتی بار وارده بر بیرینگ ها اشاره نمود. چهار داده برداری ابتدایی بیشترین تغییرات دمایی هوا از ۲۱ تا ۲۸ درجه سانتی گراد بوده است. ضریب انتقال حرارت تشعشعی در همه داده برداری ها یکسان در نظر گرفته شده است و رطوبت نسبی که در بین پارامترهای فوق کمترین تاثیر را بر روی نتایج ترموگرافی دارد، به دلیل خشک بودن آب و هوای منطقه تغییر چندانی نداشته است. مسافت اپراتور دوربین نیز در داده برداری ها یکسان بوده است.

افزایش دمای هوا یک علت اصلی افزایش دمای تجهیزات است. در سه داده برداری اولیه بیرینگ به ازای تغییر ۷ درجه سانتی گراد دمای هوا، تغییر ۱,۵ درجه سانتی گرادی دمای بیرینگ دیده می شود. در این سه داده برداری تناژ ورودی آسیا همواره برابر ثابت ۲۰۰۰ تن بر ساعت بوده است. با داشتن مقیاسی از تاثیر تغییرات دمای هوا بر روی دمای بیرینگ نمی توان افزایش دمای بیرینگ ها را به افزایش دمای هوا نسبت داد. بنابراین تغییر رفتار دمایی بیرینگ می تواند نشان دهنده وجود مشکل در مجموعه شفت و پینیون باشد.

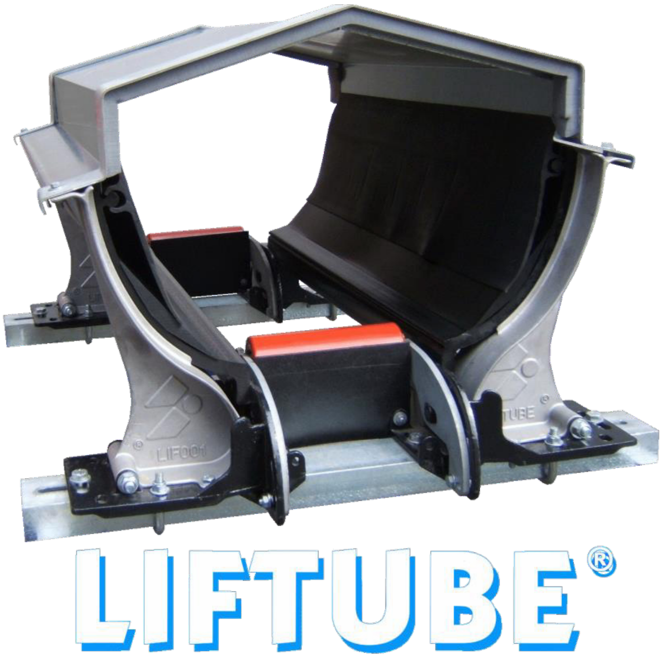
۵- جمع بندی و نتیجه گیری

ترموگرافی از جمله کاربردی ترین روش ها در پایش وضعیت تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در صنایع محسوب می شود که اساس عملکرد آن امواج مادون قرمز ساطع شده از اشیا است. این مساله سبب گردیده است تا بتوان به کمک دوربین های ترموویژن دمای اجسامی که امکان نزدیک شدن و تماس با آن ها را نداریم به راحتی اندازه گرفته و به تشخیص بروز عیب در آن ها پرداخت. در این مقاله ابتدا نقش آنالیز ترموگرافی در پیشبرد اهداف نگهداری و تعمیرات بیان گردید. سپس به ذکر چند نمونه از کاربردهای ترموگرافی در مجتمع معدنی و صنعتی گل گهر پرداخته شد. شایان ذکر است که کاربردهای ترموگرافی به موارد فوق الذکر محدود نبوده و دامنه موارد کاربرد این تکنیک بسیار گسترده می باشد.

مراجع

[1] Meola, C. Infrared Thermography: Recent Advances and Future Trends; Bentham Science: New York, NY, USA, 2012.

[2] InterNational Electrical Testing Association – NETA 3050 Old Centre Avenue, Suite 102 Portage, MI 49024: www.netaworld.org



بررسی پروژه سیلینگ نوار نقاله ۲۲۶ کارخانه مگنتیت با نام تجاری لیفتیوب

حسین عندلیب[1]   امیر خیرمند پاریزی[2]   عباس زین الدینی[3]

چکیده

یکی از مشکلات اصلی کارخانه مگنتیت مدیریت فرآوری مجموعه گل گهر، گرد و غبار موجود در سایت می باشد. یکی از منابع اصلی تولید این گرد و غبار ریزش مواد از نوارهای نقاله موجود در سایت می باشد. برای رفع این مشکل با تشکیل کارگروه هایی تخصصی این موضوع مورد بحث و بررسی قرار گرفت و پس از مطرح شدن گزینه های متفاوت تصمیم گرفته شد که از یک تکنولوژی جدید استفاده شود که در دنیا تحت عنوان لیفتیوب شناخته می شود. این تکنولوژی توسط کمپانی استاندارد ایندastری[4] فرانسه در سطح بین المللی به اجرا در آمده است و نتایج مثبتی از اجرای این تکنولوژی در این صنایع ثبت شده است. مجموعه مدیریت فرآوری با در نظر گرفتن جوانب مختلف تصمیم بر این گرفت که برای اولین بار در کشور از این تکنولوژی نوین استفاده کند.

واژه‌های کلیدی: نوار نقاله، سیلینگ، لیفتیوب، غبار، ریزش

---

۱. کارشناس مکانیک دفتر فنی مدیریت امور فرآوری

۲. سرپرست دفتر فنی مدیریت امور فرآوری

۳. کارشناس ارشد مکانیک کارخانه مگنتیت

۴. Industry

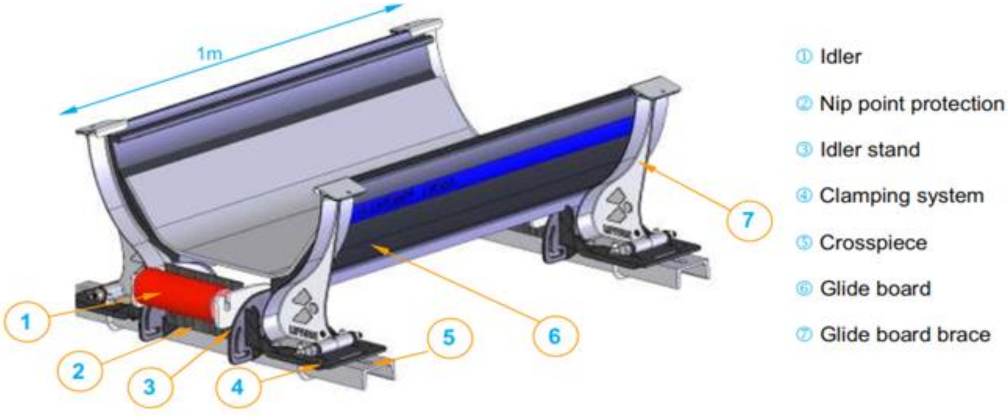
۱- مقدمه

پس از بررسی های مختلف و در نظر گرفتن موارد فنی و تولیدی تصمیم بر این شد که پروژه لیفتیوب بر روی یکی از نوارهایی که شرایط بحرانی تری دارد و دارای تجهیز جایگزین است اجرا شود که در نهایت نوار ۲۲۶ انتخاب شد. این پروژه در طی ۳ روز اجرایی شد. اقدامات صورت گرفته در حین اجرا شامل دو مرحله کلی دمونتاژ تجهیزات قدیمی و مونتاژ تجهیزات جدید بود که مهم ترین موارد اجرا شده در مرحله دمونتاژ پروژه شامل جدا سازی داکتینگ های جمع آوری غبار، باز کردن شوت ورودی مواد، برداشتن پایه ایدلرهای رفت و باز کردن نوار و در مرحله مونتاژ نصب تیر های عرضی، ساپورت ها، گلاید بورد های جانبی، آیدلر ها، سازگار کردن شوت ورودی، اسپلایس نوار جدید و تنظیم کردن آن و نصب درپوش ها می باشد. پس از اجرای پروژه و راه اندازی مجدد نوار و کارکرد مشاهده شد که ریزش مواد و تولید غبار به طور قابل ملاحظه ایی کاهش یافته است. در شکل ۱ زیر وضعیت نوار قبل و بعد از اجرا پروژه قابل ملاحظه است. در ادامه سعی می شود که این تکنولوژی جدید به صورت دقیق تر بررسی شود.

شکل ۱: وضعیت نوار ۲۲۶ قبل و بعد از اجرای پروژه

۲- تعریف کلی سیستم لیفتیوب

به طور کلی لیفتیوب سیستمی جدیدی برای بهینه کردن سیلینگ نوار نقاله با هر عرض و طول و جنس است. در این سیستم نوار به جای تماس با ایدلرهای رفت بر روی تک ایدلر های مرکزی که بین گلاید بوردهای جانبی قرار دارد سر می خورد. گلایدبورد ها که به عنوان جایگزین ایدلر های جانبی در نظر گرفته شده اند جنس کامپوزیتی خاصی دارند که هم نسبت به سایش مقاوم اند و هم ضریب لغزش مناسب تری نسبت به آیدلرهای جانبی سیستم های متداول قدیمی فراهم می آورد. در شکل. ۲ شماتیکی از سیستم و اجزای آن نشان داده شده است.



شکل۲: شماتیک لیفتیوب و اجزای آن

4. Standard industrie
5. Lateral glide boards

۳- مزایای و شرایط عملکردی سیستم لیفتیوب

مهم ترین مزایای این سیستم عبارتند از:

۱- کاهش ذرات غبار معلق در هوا در فاصله بین بار گیری و تخلیه بار نوار نقاله مطابق با استاندارد ISO 14001

۲- به دلیل اینکه مواد در محیطی کاملا بسته حمل می شوند، در برابر مخلوط شدن با سایر مواد محافظت می شوند و بنابراین کیفیت محصولات افزایش می یابد.

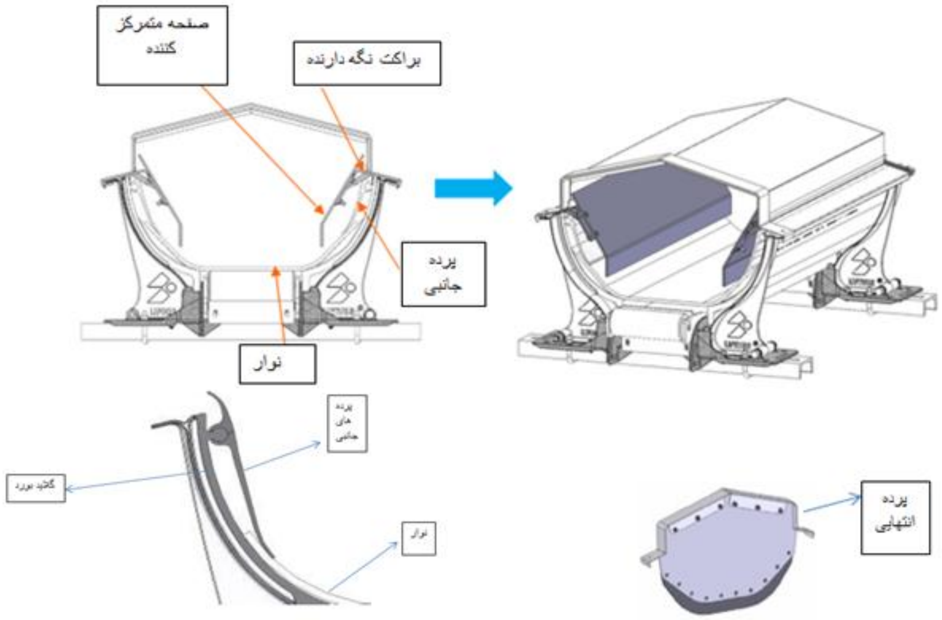
۳- کاهش و سهولت فعالیت های نگه داری و تعمیرات

۴- سهولت اجرا به دلیل اینکه این سیستم قابلیت نصب بر روی هر نوار نقاله را دارا می باشد و نیازی به تغییر سیستم درایو و سازه ندارد.

به لحاظ فنی این سیستم قابلیت اجرا بر روی نوار هایی با سرعت ۰٫۰۵ – ۵ m/s را دارد. هم چنین ماکزیمم بار قابل انتقال ۱۵۰۰ t/h و ماکزیمم دمای مواد قابل انتقال تا ۱۲۰ C° می باشد.

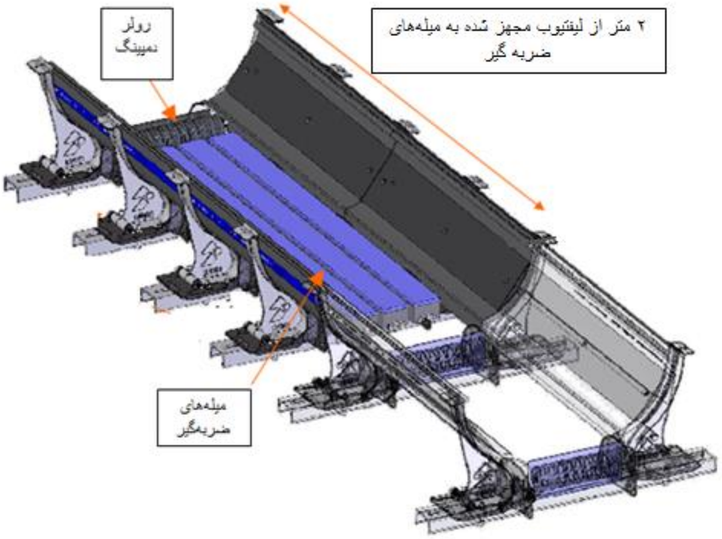
هم ایدلرها و هم گلاید بورد ها دارای این قابلیت می باشند که بچرخند تا کارهای تعویض و نگهداری تعمیراتی بر روی سیستم سریع تر و ایمن تر صورت پذیرد. هم چنین بر روی نوار نقاله در پوش هایی قابل برداشتن قرار داده شده است تا ذرات قابلیت فرار و معلق شدن در هوا را نداشته باشند. این موارد در شکل زیر قابل مشاهده اند.

شکل۳: شماتیک ویژگی های سیستم



شکل۴: پرده های جانبی، انتهایی و صفحات متمرکز کننده

6. Lateral curtain
7. Rear curtain



شکل ۵: میله های ضربه گیر

برای جلوگیری از ورود مواد بین گلاید بورد و نوار از پرده های جانبی استفاده می شود و به منظور سیلینگ انتهای نوار نیز از پرده انتهایی استفاده می شود. همچنین به منظور قرار دادن مواد در مرکز نوار از دو صفحه متمرکز کننده استفاده می شود که درشکل ۴ نشان داده شده اند.

در مواقعی که در هنگام ورود مواد به بلت ضربه مواد به نوار بحرانی است، در این سیستم از میله های ضربه گیر استفاده می شود تا ضربه مواد جذب شود. که در شکل ۵ نشان داده شده است.

۴- جمع بندی

اجرای لیفتیوب می تواند منجر به کاهش گرد و غبار گردد، همچنین تعمیرات آن مشابه با تعمیرات نوار نقاله های متداول می باشد. این پروژه برای اولین بار در کشور، در کارخانه مگنتیت شرکت معدنی و صنعتی گل گهر اجرا شد و تبعات و پیامدهای آن از جمله بازده و کارایی سیستم در حال بررسی می باشد.

بررسی خرابی پمپ های ۲۰۹ و ۲۱۰ کارخانه خط ۴کنسانتره و ارائه پیشنهادهای اصلاحی

حنیف مغزی نجف آبادی[1]

هادی شمس پور[2]

چکیده

پمپ های ۲۰۹، ۲۱۰ و ۲۱۱ کارخانه خط ۴ کنسانتره به صورت موازی نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند و آب بازیافتی سر ریز تیکنر را به تانک هوایی مربوطه پمپاژ می کنند. بر اساس گزارشات نگهداری تعمیرات، ملاحظه گردید پمپ های ۲۰۹و ۲۱۰ کارخانه خط ۴ کنسانتره، در مدت زمان کوتاه دچار خرابی های زیاد می شود و از جمله مهم ترین آنها بریدن شفت این پمپ های در بازه زمانی حدود ۵ روز یکبار می باشد. با توجه به آمار بالای خرابی این پمپ ها در این گزارش ضمن بررسی این خرابی ها به علل بروز آنها پرداخته شده است و در نهایت راهکار های اجرایی کوتاه مدت با حداقل هزینه به منظور کاهش خرابی ها ارائه شده است. طی بررسی های انجام شده با توجه به نوع خرابی و مشاهده اثرات نوع خوردگی پره و بریدن شفت در نهایت علل اصلی بروز تعداد زیادی از مشکلات پمپ ها، رخداد پدیده کاویتاسیون شدت بالا در مکش پمپ می باشد. علت اصلی بروز این پدیده، موازی بودن نامتناسب ۳ پمپ با مسیر و منحنی عملکرد سیستم و درنتیجه اثرات مقاومتی هیدرودینامیکی زیاد پمپ ها روی یکدیگر می باشد. در اثر بوجود آمدن این پدیده لرزش و ارتعاشات مجموعه پمپ و پره به شدت افزایش می یابد که با توجه به ساختار این پمپ ها در اثر لرزش زیاد و کاهش مقاومت شفت در اثر خستگی، شفت خیلی زوتر از زمان طراحی از بین می رود و خرابی پکینگ و بیرینگ های نیز افزایش می یابد.

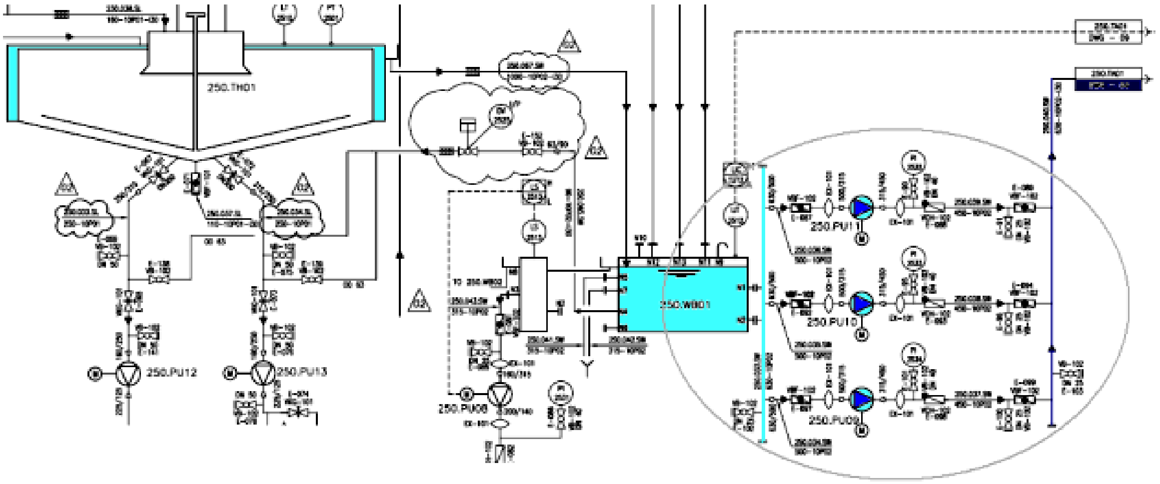
واژه‌های کلیدی: پمپ، کاویتاسیون، منحنی عملکرد سیستم، تنش برشی، شفت

۱. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مکانیک و کارشناس مکانیک دفتر فنی مدیریت امور فرآوری hanif6383@gmail.com

۲. نویسنده دوم : کارشناس ارشد مکانیک و کارشناس ارشد مکانیک کارخانه خط ۴ کنسانتره shamspourhadi@yahoo.com

۱- شرح مسئله

پمپ های ۹، ۱۰ و ۱۱ کارخانه خط ۴ کنسانتره از نوع گریز مرکز می باشد که به منظور پمپاژ آب سرریز تیکنر به تانک هوایی و در نهایت تامین آب مصرفی پروسۀ کارخانه خط ۴ کنسانتره مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۱: نمودار P&ID پمپ های ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱ کارخانه خط ۴ کنسانتره

بر اساس گزارشات واحد نگهداری تعمیرات مشخص شد خرابی این پمپ ها به شدت بالا می باشد. جهت بررسی دقیق تر و مشخص کردن تعداد و نوع خرابی ها طی استخراج گزارشات خرابی در بازه ۸ ماه از نرم افزار نگهداری تعمیرات تیمار ملاحظه گردید برای این پمپ ها به تعداد زیاد بریدن شفت گزارش شده است با توجه به اهمیت موضوع به منظور رفع عیوب این پمپ ها، طی کارگروهی با همکاری مهندسان دفتر فنی، کارخانه خط ۴ کنسانتره و شرکت گهر روش عیوب مشاهده شده در این پمپ ها بررسی و جهت اصلاح وضع موجود راهکارهایی ارائه گردید.

مهم ترین خرابی مشاهده شده در پمپ ها بر اساس مستندات نرم افزار نگهداری تعمیرات از تاریخ ۹۳/۱/۱ لغایت ۹۳/۸/۲۰ به شرح زیر می باشد:

جدول ۱: خرابی پمپ های ۲۰۹،۲۰۹،۲۱۱ کارخانه خط ۴ کنسانتره از تاریخ ۹۳/۱/۱ لغایت ۹۳/۸/۲۰

عیب	پمپ ۲۰۹	پمپ ۲۱۰	پمپ ۲۱۱
بریدن شفت	۱۹	۲۰	
تعویض پکینگ	۴	۴	۲
تعویض تسمه ها	۳	۱	۲
تعویض روغن	۲	۱	۳
خرابی Inlet Pump	۱	۷	
خرابی ایمپلر	۴	۵	
بستن کاور پمپ		۴	

بر اساس خرابی های مشاهده شده از نرم افزار تیمار و گزارش کارشناسان تعمیراتی شرکت گهر روش مشخص گردید، شفت پمپ های ۹ و ۱۰ در بازه زمانی کمتر از ۱۰ روز بریده می شود که این رفتار در پمپ ۱۱ مشاهده نشده است. بدلیل تفاوت چشمگیر تعداد و نوع خرابی پمپ های ۹ و ۱۰ با پمپ ۱۱، به منظور بررسی دقیق تر مشخصات فنی این ۳ پمپ استخراج شده و به شرح زیر است:

جدول ۲ : مشخصات فنی پمپ های ۹، ۱۰ و ۱۱

پمپ	مدل پمپ	دبی (طراحی) (m3/h)	هد (طراحی) (m)	توان مصرفی (طراحی) (Kw)	قطر پروانه (mm)	قطر شفت (سمت پره) (mm)	قطر ورودی (mm)	قطر خروجی (mm)	تعداد پره	بازده (طراحی)
۲۰۹	۳۰۰-۳۵ Pump Iran	۱۳۵۰	۲۵	۱۱۲	۳۴۵	۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۵	۸۵٪
۲۱۰										
۲۱۱	VOGEL ۲۵۰ LS ۳۵۰	۹۸۰	۲۵	۹۲	۰۳۶	۵۵	۳۰۰	۲۱۰	۶	۸۱٪

پمپ	بیرینگ سمت پره	بیرینگ سمت پولی	دور (rpm)	Inlet pump	قطر شفت (mm) (قسمت شفت هوزینگ)	قطر شفت (mm) (پکینگ)	قطر شفت (mm) (پولی)
۲۰۹	SKF ۶۴۱۱	SKF ۶۴۱۱	۱۴۵۰	دارد	۶۹,۵	۵۵	۵۰
۲۱۰	SKF ۶۴۱۱	SKF ۶۴۱۱	۱۴۵۰	دارد	۶۹,۵	۵۵	۵۰
۲۱۱	NU ۳۱۵	BG ۷۳۱۵	۱۴۷۵	ندارد	۸۲	۵۵	۴۹

در بازدید از محل به طور واضح بر اساس سرو صدای پمپ های ۹ و ۱۰ و خرابی های مشاهده شده در پره، پوسته و ورودی پمپ مشخص گردید که در این ۲ پمپ به شدت کاویتاسیون اتفاق می افتد.

شکل ۲: مشاهدات خرابی اجزای پمپ های ۹ و ۱۰ در اثر کاویتاسیون شدید

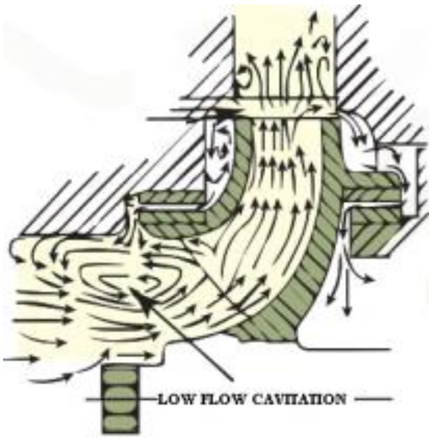
بر اساس خرابی های مشاهده شده مشخص است کایتاسیون زیاد در پمپ های ۹ و ۱۰ یکی از علت های اصلی خرابی پمپ ها می باشد؛ ولی این نکته قابل ذکر است که کاویتاسیون به تنهایی نمی تواند عامل بریدن شفت باشد بنابراین جهت بررسی دقیق تر علت خرابی و بریدن شفت ها تست هایی طراحی و انجام شد که بر اساس آنها به علت خرابی و عامل اصلی خرابی ها پی برده شده است,

جدول ۳: مشاهدات و اندازه گیری های صورت گرفته بر اساس تست های انجام شده

شماره تست	شرح تست	مشاهدات		دبی m^3/h	فشار bar
۱	پمپ ۹، ۱۰ و ۱۱ روشن	پمپ ۹ و ۱۰ پمپ ۱۱	کاویتاسیون شدید بدون کاویتاسیون		
۲	پمپ ۹ و ۱۱ روشن و پمپ ۱۰ خاموش	پمپ ۹ و ۱۱	کاویتاسیون کم	۱۳۷۰	۲,۵
۳	پمپ ۱۰ و ۱۱ روشن و پمپ ۹ خاموش	پمپ ۹ و ۱۱	کاویتاسیون کم	۱۳۷۰	۲,۵
۴	پمپ ۹ و۱۰ روشن و پمپ ۱۱ خاموش	پمپ ۹	بدون کاویتاسیون	۱۴۲۰	۲,۴
۵	پمپ ۱۰ روشن و پمپ ۹ و ۱۱ خاموش	پمپ ۱۰	بدون کاویتاسیون	۱۰۸۰	۲,۲
۶	پمپ ۹ روشن و پمپ۱۰ و ۱۱ خاموش		بدون کاویتاسیون	۱۰۵۰	۲,۲
۷	بررسی جریان مصرفی پمپ ها قبل و بعد از بریدن شفت	افزایش ناگهانی جریان مصرفی قبل از بریدن شفت			

بر اساس تحلیل نتایج تست های طراحی شده، علل اصلی بریدن شفت، ایجاد کاویتاسیون و خرابی پره در ورودی پمپ

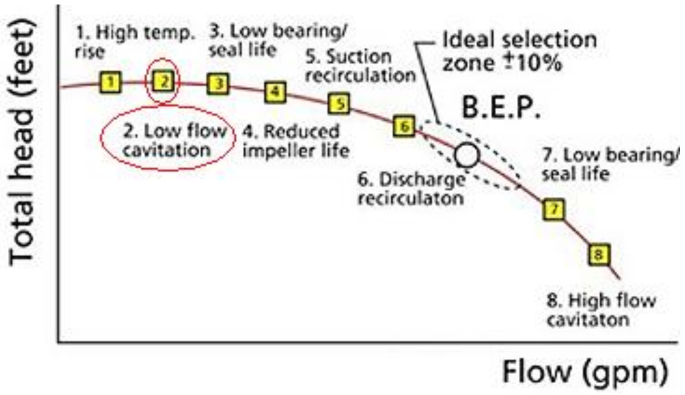
با اطمینان زیاد مشخص گردید. بر اساس خرابی های مشاهده شده در پره و قطعات ورودی پمپ و همچنین عدم وجود این خرابی در خروجی پمپ، وجود پدیده کاویتاسیون ناشی از جریان کم یا به عبارتی ایجاد پدیده کاویتاسیون در اثر کمبود دبی در مکش را قوت می بخشد. این بدان معنی است که در این جا پدیده کاویتاسیون بدلیل افت فشار در مکش پمپ ها اتفاق نمی افتد بلکه علت اصلی، اجازه خروج ندادن سیال از پمپ های ۹ و ۱۰ بدلیل مقاومت سیال خارج شده از پمپ ۱۱ بر روی هدر اصلی خروجی سه پمپ می باشد. با توجه به مشخصات فنی ۳ پمپ و نتایج تست ها، مشخص است پمپ ۱۱ بدلیل اینکه دبی کمتر و فشار بیشتری تولید می‌کندو اصولا پمپی که جهت تامین فشار بالا می باشد بر روی عملکرد دو پمپ ۹ و ۱۰ ایجاد مزاحمت می کند به طوری که دبی پمپ های ۹ و ۱۰ را به شدت کاهش می دهد و این دو پمپ را دچار پدیده کاویتاسیون در ورودی پمپ کرده است که این پدیده به Low Flow Cavitations شناخته شده است.



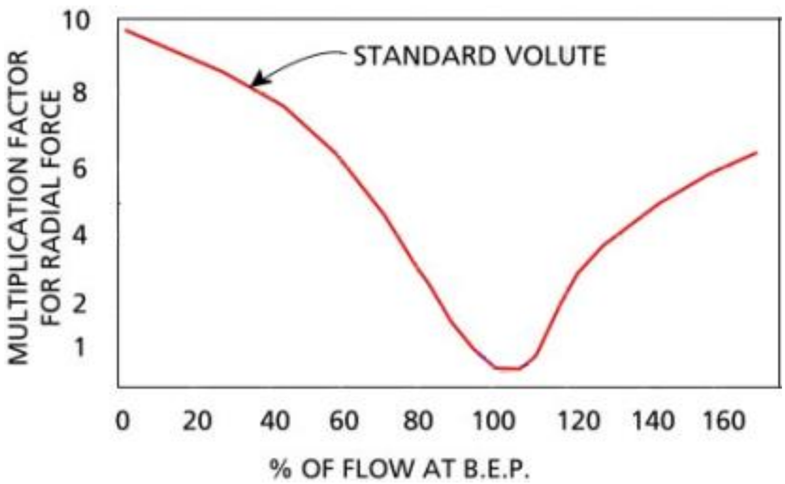
شکل ۳ : تشکیل گردابه و افت فشار در مکش پمپ و ایجاد کاویتاسیون

همانطور که در شکل ۴ مشخص است این پدیده در نواحی که دبی به شدت افت کرده است اتفاق می افتد. در این نواحی بازده پمپ خیلی کمتر از بازده ایده ال آنها بوده و این کاهش شدید بازده علاوه بر افزایش توان مصرفی موتور همانطور که در شکل ۵ مشخص است باعث افزایش چشمگیر نیروی شعاعی وارده به پره و در نتیجه نیروی برشی چندین برابر حالت معمول به شفت می گردد.

با توجه به سطح مقطع برش کاملا ۹۰ درجه شفت ، مشخص است علت بریده شدن شفت ها وارد شدن نیروی برشی زیاد به شفت می باشد. با توجه به شکل ۵ مشخص است در اثر کاویتاسیون ناشی از دبی پایین، نیروی برشی حدودا ۸ برابر شده است و این افزایش نیروی برشی به مقدار زیاد می تواند باعث کاهش عمر شفت و ایجاد خستگی برشی در شفت گردد که در نهایت منجر به برش شفت می گردد.

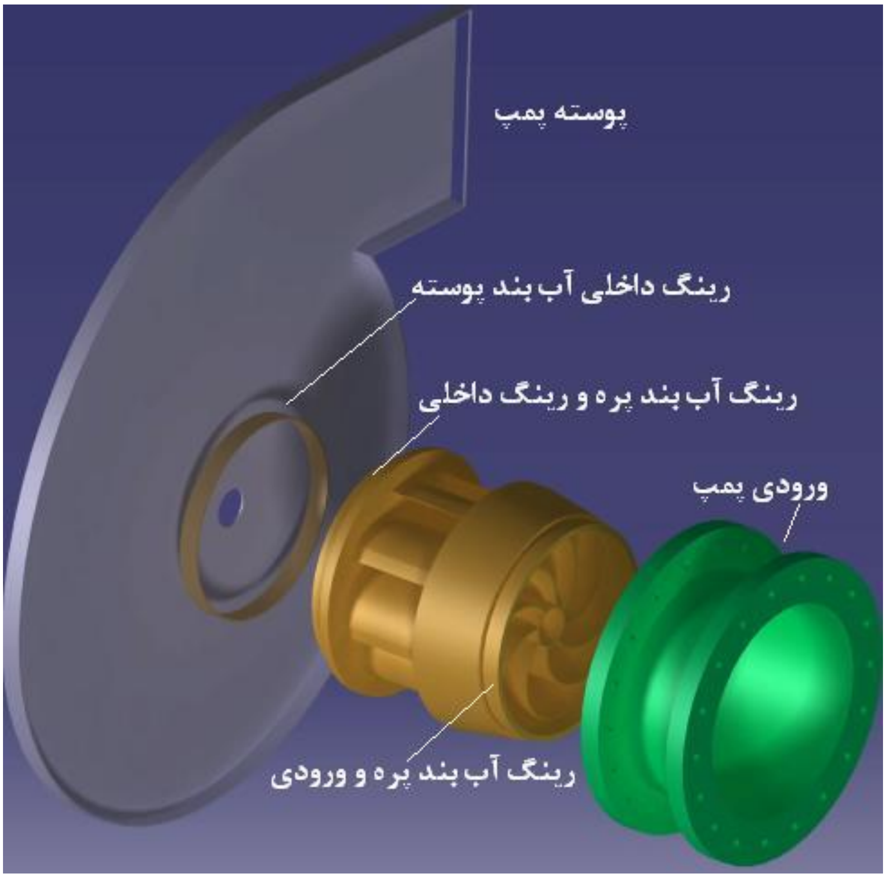


شکل ۴: ایجاد پدیده کاویتاسیون در اثر کاهش دبی



شکل ۵ : افزایش نیروی برشی در اثر کاهش بازده پمپ

شواهد و مستندات خرابی این پمپ ها به قدری متفاوت است که به تنهایی وجود این علت نمی تواند تنها علت بریده شدن شفت ها گردد. همانطور که اشاره شد، بر اساس بررسی جریان مصرفی پمپ ها ملاحظه گردید دقیقا قبل از بریده شدن شفت، جریان موتور افزایش ناگهانی دارد. این رفتار بیانگر گیر کردن پره و افزایش جریان می باشد تا جایی که شفتی که در اثر خستگی و وارد شدن نیروهای برشی بیش از حد طراحی ضعیف شده ، به یکباره بریده می شود. این عیب نیز با بررسی دقیق تر روی خرابی پره ها قابل ملاحظه است. همان طور که در شکل ۶ مشخص است، پره این نوع پمپ به گونه ای طراحی شده است که به منظور آب بندی در قسمت مکش و دهش پره، در جلو و عقب پره رینگ آب بندی قرار گرفته است که از جلوی پره، آب بندی با ورودی پمپ و در عقب با پوسته پمپ صورت می گیرد. لقی این رینگ به قدری است که لرزش های داخلی پره ناشی از کاویتاسیون باعث برخورد های متناوب پره به ورودی و رینگ داخلی پوسته می شود. این برخورد ها به مرور زمان باعث خرابی لبه های پره و جدا شدن قسمت هایی از پره می شود که در شکل ۷ نشان داده شده است. دلیل اصلی این خرابی سایش پره با ورودی پمپ و تماس فلز با فلز و درنتیجه کنده شده لبه ها می باشد. همچنین از طرفی در خصوص لرزش پره ناشی از کاویتاسیون، لرزش پره به حدی زیاد است که باعث تماس های مداوم اسلیو شفت با سوراخ پوسته شده و به مرور این سوراخ را گشاد می کند با گشاد شدن پوسته دامنه ارتعاشی و لرزش پره افزایش می یابد و به مرور زمان رینگ آب بند داخلی که روی پوسته پمپ جهت آب بند کردن پره قرار دارد نیز در اثر این ارتعاشات از پوسته کنده می شود و در این هنگام به علت تنش های زیاد وارده به پره، شفت از ضعیف ترین جای خود می برد.



شکل ۶: شماتیک پره و آب بندی آن با پوسته و ورودی پمپ توسط دو رینگ آب بند

شکل ۷ : جدا شدن لبه های پره در اثر تماس و گیر کردن پره با ورودی پمپ

در راستای بررسی دقیق تر موضوع خرابی این پمپ ها، پوسته و سوراخ ورودی شفت به پوسته بررسی شد. بر اساس مشاهدات صورت گرفته، مشخص شد در هنگام تعویض شفت این سوراخ گشاد تر شده است.

شکل ۸: وضعیت سوراخ پوسته قبل و بعد از بریدن شفت

و همچنین بعد از چندین بار بریدن شفت مشاهده گردید لبه داخلی پوسته که برای آب بندی داخلی پره استفاده می شود از پوسته جدا شده است.

شکل ۹: وضعیت رینگ آب بند داخلی پوسته قبل و بعد از بریدن شفت

۳-نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی خرابی ها همانطور که اشاره شد، وجود کاویتاسیون از نوع Low Cavitations باعث لرزش زیاد پره و افزایش نیروی برشی وارد بر شفت می شود. افزایش نیروی برشی چندین برابر طراحی و اعمال آن به صورت مداوم و متناوب باعث خستگی و کاهش دوام پره می گردد. از طرفی لرزش بیش از حد پره به مرور زمان باعث گیر کردن لبه های آب بند جلویی و عقب پره به ورودی و پوسته می گردد از طرف دیگر با لرزش زیاد پره، شفت و اسلیو شفت ارتعاشات زیادی داشته تا جایی که اسلیو شفت در اثر تماس های مکرر سوراخ پوسته گشاد تر شده، لبه آب بند داخل پوسته از بدنه جدا گشته و همچنین شفت می برد و هم زمان با این روند جریان مصرفی موتور افزایش می یابد.

نکته قابل ذکر این است که اگر مقاوت شفت به هر طریقی افزایش یابد این امکان وجود دارد که در اثر افزایش آمپر موتور بسوزد که در طی این بررسی ها یک مورد سوختن موتور پمپ ۱۰ نیز گزارش شده است. پس از مشخص شدن علت اصلی خرابی اجزای این پمپ و به خصوص بریدن مکرر شفت، می بایست برای حذف این عیب راهکاری کاربردی اندیشید. برای این منظور چندین پیشنهاد فنی ارائه گردید که تمامی آنها قدم به قدم در حال انجام و بررسی نتایج اجرایی آن می باشد. پیشنهاد های صورت گرفته جهت اصلاح وضعیت موجود در جدول زیر به همراه نتایج اجرایی آن اشاره شده است.

جدول ۴: پیشنهادات اصلاحی جهت بهبود و رفع عیب خرابی ها

ردیف	پیشنهادات اصلاحی	مشاهدات
۱	به منظور کاهش اثر مقاوم جریان پمپ ۱۱ روی جریان پمپ ۹ و ۱۰ در هدر اصلی و کاهش کاویتاسیون، دبی پمپ ۱۱ با بسته نگه داشتن شیر خروجی به میزان ۵۰ درصد، کاهش یابد.	با کم کردن دبی پمپ ۱۱ اثرات خرابی پره ناشی از کاویتاسیون به شدت کاهش یافته است و بریدن شفت تا حد قابل توجهی کم شده است.
۲	اتصال رینگ داخلی به پوسته به صورت پرسی است که مقاومت اتصالی آن کم می باشد. اتصال این رینگ به پوسته با جوش تقویت شود.	با جوش دادن این رینگ به پوسته مقاومت اتصال آن افزایش یافته است. با این اقدام خرابی پمپ به شدت کاهش یافته است به طوری که علیرغم بریدن شفت هر ۱۰ روز یکبار در حال حاضر بعد از ۵۰ روز خرابی مشاهده نشده است.
۳	با توجه به محل قرار گیری پمپ ۱۱ در انتهای هدر اصلی و تاثیر مقاومتی روی کل هدر، جابجایی پمپ ۱۱ و ۹ به منظور کاهش اثرات مقاوم پمپ ۱۱ روی جریان پمپ های ۹ و ۱۰	در حال بررسی
۴	استفاده از بوش برنجی فداشونده جهت نصب در سوراخ پوسته به منظور کاهش تنش های اسلیو شفت و جلوگیری از تخریب دائمی پوسته و بریدن شفت با خراب شدن آن زودتر از تخریب پوسته و شفت	در حال بررسی
۵	بررسی منحنی عملکرد سیستم و پمپ ها به منظور انتخاب مجموعه پمپ مناسب جهت عملکرد بهتر با راندمان بالا و همخوانی ایده آل پمپ ها با یکدیگر	در حال بررسی

حفاظت کاتدی مربوط به سازه‌های فولادی تیکنرهای هماتیت و خط چهارم کنسانتره

ولی الله ژاله[1]

چکیده

پتانسیل گیری انجام شده برای تیکنرهای هماتیت و خط ۴ کنسانتره مشخص کرد که این تجهیزات در معرض خوردگی قرار دارند لذا به منظور کاهش سرعت خوردگی در این تجهیزات اجرای سیستم حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان القایی پیشنهاد شد. جریان لازم برای حفاظت هر یک از تیکنرها توسط تست گسترش جریان، اندازه‌گیری شد که این جریان برای تیکنرخط ۴ کنسانتره در حدود ۲۴ آمپر و برای مجموع تیکنرهای هماتیت ۴۹ آمپر اندازه گیری شد و بر اساس جریان های بدست آمده سیستم حفاظت کاتدی برای این تیکنرها طراحی شد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت کاتدی، آند فدا شونده، جریان القایی، تیکنر

۱. کارشناس متالورژی دفتر فنی مدیریت امور فرآوری

۱- مقدمه

واحد هماتیت مجتمع سنگ آهن گل گهر مشتمل بر سه تیکنر و واحد خط ۴ کنسانتره شامل یک تیکنر می‌باشد. این تیکنرها به منظور بازیافت آبهای صنعتی و صرفه‌جویی آب در مجتمع طراحی و ساخته شده است و مجهز به ادوات و سازه‌های فولادی می‌باشند که مغروق در آب هستند. تجهیزات فولادی دوار مغروق در آب سه مورد تیکنرهای واحد هماتیت مطابق طراحی اولیه ساخت این تجهیزات توسط سیستم حفاظت‌کاتدی به روش آندهای فداشونده و با استفاده از آندهای روی (Zinc Anode) تحت پوشش جریان حفاظت‌کاتدی قرار گرفته بود.

برای سازه های فولادی مربوط به تیکنر خط ۴ کنسانتره در طراحی اولیه Lining در نظر گرفته شده بود ولی پوشش حفاظت کامل را برای این تجهیز بوجود نمی‌آورد. چنانچه پتانسیل خوردگی تجهیزات فولادی مدفون و مغروق به ۰/۹- برسد و یا منفی تر از مقدار مذکور باشد، تجهیز مورد نظر تحت حفاظت قرار دارد ولی با اندازه‌گیری پتانسیل سازه‌های تیکنرهای مربوطه نسبت به الکترود نقره/ کلرید نقره مشخص گردید که پتانسیل‌های اندازه‌گیری شده مثبت تر از ۰/۹- است و سازه ادوات مربوط به تیکنرها در محدوده خوردگی قرار دارند. و نیازمند سیستم حفاظت کاتدی است.

۲- اساس خوردگی و تشریح سیستم حفاظت‌کاتدی

اصولاً تجهیزات و لوله‌های فولادی که درون آب و یا خاک نصب می‌گردند بنا به دلائل مختلف در سطح این تجهیزات نقاط آند و کاتد بروز می‌نماید. یکی از این دلائل اتصال قطعات فولادی غیر هم جنس به یکدیگر در یک الکترولیت و یا وجود ناخالصی و آلیاژهای محتلف در ساختار قطعات فولادی می‌باشد. در نتیجه در سطح فولادی مدفون در خاک و یا مغروق در آب نقاط آند و کاتد پدیدار می‌گردد. بین نقاط آندی و کاتدی اختلاف سطح الکتریکی (اختلاف ولتاژ) نسبت به الکترولیت مجاور خود به وجود می‌آید. این پدیده منجر به حرکت جریان های خوردگی از سمت نقاط آندی به سمت نقاط کاتدی می‌گردد و نهایتاً صدمه دیدگی و خورندگی در نقاط آندی در پی خواهد داشت.

به منظور مهار این جریان خوردگی در سطح فولادی سیستم حفاظت‌کاتدی طراحی و نصب می‌گردد.

۳- روش‌های جلوگیری از خوردگی Cathodic Protection System

۳-۱- روش آند فداشونده Sacrificial Anode System

در این روش از آندهای تهیه شده از آلیاژهای مختلف که نسبت به تاسیسات مورد حفاظت، پتانسیل خوردگی منفی‌تر دارند استفاده می‌شود. (مانند آندهای منیزیم ، آلومینیوم و روی)

این آندهای از طریق کابل و یا مفتول فولادی به تاسیسات مورد حفاظت متصل می‌گردند و با عبور جریان حفاظت کاتدی از این آندها به سمت تاسیسات مورد حفاظت در سطوح فولادی پتانسیل پلاریزاسیون ایجاد می‌گردد و عملاً خوردگی مهار می‌گردد.

۳-۲- روش اعمال جریان القائی Impressed Current System

در این روش با استفاده از یک منبع تغذیه ولتاژ D.C مانند دستگاه ترانسفورمر ـ رکتیفایر و استفاده از آندهای مختلف بستگی به الکترولیت که کاتد در آن قرار گرفته است نوع آند و سایز آن مشخص می‌گردد که با اعمال یک جریان القایی کامل، که بر تمامی نقاط آندی و کاتدی موجود در سطح کاتد فائق می‌آید عملاً خوردگی مهار می‌گردد. در این روش آندها به قطب مثبت منبع تغذیه و کاتد به قطب منفی منبع تغذیه متصل می‌گردد این روش در جایی که مقاومت الکتریکی الکترولیت زیاد باشد و یا پوشش عایقی اعمال شده مناسب نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴- طراحی سیستم‌های حفاظت‌کاتدی

۴-۱- روش تعیین مقدار سطح و تعیین چگالی جریان :

با تعیین مساحت سطح تجهیز بر حسب مترمربع و تعیین چگالی جریان، مقدار جریان مورد نیاز محاسبه می‌گردد. (از ضرب مساحت محاسبه شده در چگالی جریان مقدار جریان، مورد نیاز محاسبه می‌گردد)

این چگالی جریان در آب معمولاً بین ۱۰ تا ۵۰ میلی آمپر بر مترمربع و در زمین بین ۳ تا ۱۰ میلی آمپر بر مترمربع بستگی به مقاومت الکتریکی الکترولیت و مقاومت الکتریکی پوشش عایق سطح مورد حفاظت و اعمال ضریبی به عنوان

اطمینان خاطر مد نظر قرار می‌گیرد که براساس این جریان تعداد آندها ، نوع آندها ، سایز آندها تعداد دستگاههای ترانسفورمر رکتیفایر و ظرفیت آنها مشخص می‌گردد.

۴-۲- روش انجام آزمایش گسترش جریان :

با بکارگیری یک یا چند منبع تغذیه جریان D.C سیار و استفاده از آندهای موقت آزمایش توزیع جریان، به صورت عملی بر روی تجهیز مورد نظر انجام می‌شود. در این آزمایش آند موقت به قطب مثبت منبع و تجهیز به قطب منفی اتصال پیدا می‌کند و مقدار دقیق جریان مورد نیاز به منظور افزایش پتانسیل تجهیز و جلوگیری از خوردگی و نحوه توزیع جریان مشخص می‌گردد. براساس این نیاز جریان ظرفیت دستگاههای ترانسفورمر رکتیفایر و تعداد آندها و مشخصات کابل ها تعیین می‌گردد. این روش مشخصات دقیق‌تری از جریان مورد نیاز برای حفاظت کاتدی مشخص می‌کند.

۵- روش انجام و محاسبات طراحی سیستم حفاظت‌کاتدی سازه‌های فولادی تیکنرها

به منظور تعیین مقدار جریان مورد نیاز سازه‌های فولادی درون تیکنرها، همچنین مشخص نمودن ظرفیت دستگاه های ترانسفورمر ـ رکتیفایرها و تعداد آندهای مورد نیاز و تعیین محل مناسب نصب آندها با استفاده از یک باطری ۱۲ ولت و با استفاده از نبشی‌های فولادی بعنوان آندهای موقت در کلیه تیکنرها، آزمایشات گسترش جریان انجام گرفت. تنظیم جریان اعمالی با بالا و پایین کردن نبشی‌ها انجام شد.

نتایج حاصل از پتانسیل گیری قبل و بعد از انجام آزمایشات گسترش جریان در جداول (۱)، (۲)، (۳) و (۴) آورده شده است.

براساس نتیجه آزمایش گسترش جریان، نیاز جریان سازه‌های فولادی درون تیکنر واحد خط ۴ کنسانتره به منظور رساندن پتانسیل سازه نسبت به الکترولیت مجاور در مقایسه با الکترود نقره در کلرور نقره به منفی (۱-) ولت، ۲۰ آمپر می‌باشد. جریان مورد نیاز با ضریب ۱/۲ بمنظور بالابردن ضریب اطمینان، ۲۴ آمپر می‌باشد.

محاسبات طراحی سیستم حفاظت کاتدی سازه‌های فولادی تیکنرهای واحدهای هماتیت براساس نتایج حاصل از انجام آزمایشات گسترش جریان نیاز جریان سازه‌های فولادی درون تیکنرها که پتانسیل سازه نسبت به الکترولیت مجاور خود در مقایسه با الکترود کلرور نقره در نقره به منفی (۱-) ولت برسد برابر است با:

TK-No-401 ۲۰ آمپر

TK-No-402 ۱۰ آمپر

TK-No-403 ۱۱ آمپر

مقدار کل جریان مورد نیاز برای سه تیکنر برابر است با:

$20A + 10A + 11A = 41$ آمپر

جریان مورد نیاز با ضریب ۱/۲ به منظور بالابردن ضریب اطمینان برابر است با:

$4A \times 1/2 = 49$ آمپر

با اعمال جریان محاسبه شده به تیکنرهای مذکور، پتانسیل این تجهیزات در محدوده حفاظت قرار می‌گیرد.

جدول۱: پتانسیل اندازه گیری شده در نقاط مختلف تیکنرخط ۴ کنسانتره قبل و بعد از انجام تست گسترش جریان

منبع تغذیه جریان		ولتاژ V=۱۲	الکترود مرجع	
باطری ۱۲ ولت		آمپر I = ۲۰	کلرور نقره در نقره	Ag/AgCl
محل اندازه گیری	واحد	محل آزمایش	پتانسیل قبل از اعمال جریان	پتانسیل القایی (ولت)
۱	خط ۴کنسانتره	تیکنر -TK	-۰/۴۱	-۲
۲	خط ۴ کنسانتره	تیکنر -TK	-۰/۴۲	-۱/۳۰
۳	خط ۴ کنسانتره	تیکنر -TK	-۰/۴۰	-۱/۳۰
۴	خط ۴ کنسانتره	تیکنر -TK	-۰/۴۰	-۱/۱۵

جدول۲: پتانسیل اندازه گیری شده در نقاط مختلف تیکنر ۴۰۱ کارخانه هماتیت قبل و بعد از انجام تست گسترش جریان

منبع تغذیه جریان		ولتاژ V=۱۲	الکترود مرجع	
باطری ۱۲ ولت		آمپر I =۲۰	کلرور نقره در نقره	Ag/AgCl
محل اندازه گیری	واحد	محل آزمایش	پتانسیل قبل از اعمال جریان	پتانسیل القایی (ولت)
۱	هماتیت	TK-۴۰۱	-۰/۶۵	-۱/۰۲
۲	هماتیت	TK-۴۰۱	-۰/۶۶	-۱/۰۷
۳	هماتیت	TK-۴۰۱	-۰/۶۵	-۱/۰۳

جدول۳: پتانسیل اندازه گیری شده در نقاط مختلف تیکنر ۴۰۲ کارخانه هماتیت قبل و بعد از انجام تست گسترش جریان

منبع تغذیه جریان		ولتاژ V=۱۲	الکترود مرجع	
باطری ۱۲ ولت		آمپر I =۱۰	کلرور نقره در نقره	Ag/AgCl
محل اندازه گیری	واحد	محل آزمایش	پتانسیل قبل از اعمال جریان	پتانسیل القایی (ولت)
۱	هماتیت	TK-۴۰۲	-۰/۸۴	-۱/۳۰
۲	هماتیت	TK-۴۰۲	-۰/۸۴	-۱/۲۰
۳	هماتیت	TK-۴۰۲	-۰/۸۳	-۱/۴۰
۴	هماتیت	TK-۴۰۲	-۰/۸۸	-۱/۴۰

جدول۴: پتانسیل اندازه گیری شده در نقاط مختلف تیکنر ۴۰۳ کارخانه هماتیت قبل و بعد از انجام تست گسترش جریان

منبع تغذیه جریان		ولتاژ V=۱۲	الکترود مرجع	
باطری ۱۲ ولت		آمپر I =۱۱	کلرور نقره در نقره	Ag/AgCl
محل اندازه گیری	واحد	محل آزمایش	پتانسیل قبل از اعمال جریان	پتانسیل القایی (ولت)
۱	هماتیت	TK-۴۰۳	-۰/۸۵	-۱/۲۰
۲	هماتیت	TK-۴۰۳	-۰/۸۵	-۱/۲۰
۳	هماتیت	TK-۴۰۳	-۰/۸۵	-۱/۵۰
۴	هماتیت	TK-۴۰۳	-۰/۸۵	-۱/۳۰

گزارش تحلیل ارتعاشی آسیا غلطکی فشار بالا پس از تعویض رول

ابوالفضل احمدی پور[۱]

رحیم ستوده بحرینی[۲]

چکیده

در این مقاله به بررسی پارامترهای دما و ارتعاش آسیا فشار بالا غلطکی کارخانه خط چهارم کنسانتره قبل و بعد از انجام تعمیرات پرداخته شده است. تعویض رول ها و انجام تنظیمات آسیا همچون فشار کاری، zero gap و زاویه ریزش مواد ورودی به آسیا از جمله مواردی است که در این تعمیرات انجام شد.

واژه‌های کلیدی: آسیا فشار بالا غلطکی، ارتعاش، ترموگرافی

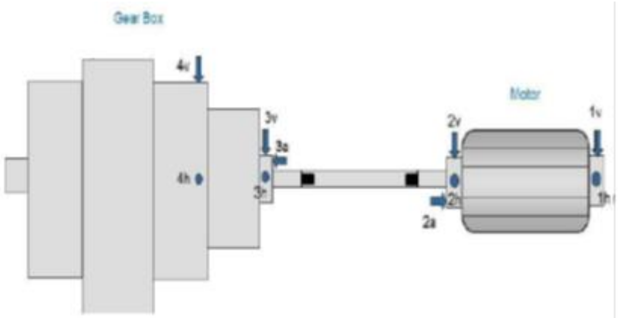
۱. کارشناس ارشد مکانیک – کارشناس نگهداری تعمیرات Abolfazl.ahmadipoor@gmail.com
۲. کارشناس ارشد مکانیک – کارشناس ارشد نگهداری و تعمیرات Rahim.sotoudeh@golgohar.com

۱ـ مقدمه

به منظور بررسی تغییرات آسیای فشار بالا غلطکی قبل از تعویض رول ها و پس از آن چندین داده برداری از تمامی نقاط موتور، گیربکس، بیرینگ های دو طرف رول، فونداسیون موتور، فونداسیون گیربکس و فونداسیون فریم رول ها انجام شد. اولین داده برداری در حالت بدون بار آسیا در تاریخ ۲۰۱۴/۱۲/۱۱ و داده برداریهای بعدی با بار انجام شده است. داده برداریهای قبل از تعویض رول در چهار نوبت انجام شده است. مقایسه و تحلیل این داده ها به شرح زیر است.

۲- شرح گزارش

شماتیک تجهیز آسیا غلطکی فشار بالا در شکل ۱ آورده شده است. مقادیر کلی ارتعاشات در سه جهت عمودی، افقی و محوری برای نقاط نشان داده شده در جداول زیر آورده شده است. این مقادیر بر حسب rms سرعت با واحد mm/s است. در این جداول مقادیر کلی ارتعاشات برای دوره زمانی قبل و بعد از تعمیرات(بعد از تعمیرات ۲۰۱۴/۱۲/۱۱ تست با حالت بی باری و ۲۰۱۴/۱۲/۱۵ کار با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت) نشان داده شده است. نکته قابل توجه افزایش مقدار ارتعاشات بعد از تعمیرات در تمامی نقاط است. افزایش ارتعاشات در همه نقاط به دلیل تغییرات فرایندی مانند کم کردن Zero gap و افزایش تناژ می باشد که نسبت به حالت قبل از تعمیرات سبب افزایش بار وارده به رول ها و انتقال آن به نقاط گیربکس و بیرینگ یونیت می شود. لازم بذکر است بدلیل حجم بالای نمودار های ارتعاشی تنها بخشی از آن ها در این گزارش آورده شده است.



شکل ۱: **شماتیک نقاط داده برای الکترو موتور و گیربکس آسیا**

۲-۱ مجموعه غربی

مقادیر کلی ارتعاشات برای نقاط ۳، ۴ و ۷ مجموعه غربی در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است. نقاط ۳ و ۴ بر روی گیربکس غربی وجود دارند که در شماتیک شکل ۱ نشان داده شده اند. نقطه ۳ محل اتصال گاردان شفت به گیربکس است که افزایش قابل توجهی در مقادیر آن دیده می شود. افزایش ارتعاشات در نقطه ۴ گیربکس و نقطه ۷ (شکل ۲) که محل بیرینگ یونیت سمت آزاد رول می باشد نیز دیده می شود. روند افزایش برای نقطه ۳ بیش از سایر نقاط است.

جدول۱: مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۳ گیربکس غربی (ثابت)

تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری	توضیحات
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۳	۰،۹۸	۱،۲۲	۰،۶۳	پس از انجام تعمیرات با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۳	۰،۸	۰،۴۹	۰،۲۸	پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۳	۰،۷۰۳	۰،۳۸۶	۰،۲۰۸	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۳	۰،۶۷	۰،۳۶	۰،۱۹	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۵۲ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۳	۰،۹۷	۰،۶۳	۰،۳۴	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۸۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۳	۰،۸۳	۰،۶۵	۰،۲۸	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۱۰ تن بر ساعت

شکل۲: نقطه شماره ۷، بیرینگ یونیت سمت آزاد رول

جدول ۲: مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۴ گیربکس غربی

تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری	توضیحات
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۴	-	۰،۸۰۷	۰،۶	پس از انجام تعمیرات با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۴	-	۰،۳۵	۰،۲۸۶	پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۴	۰،۴۵۵	۰،۲۷۱	۰،۲۲	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۴	۰،۴۰۵	۰،۲۷۳	۰،۲۰۱	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۵۲ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۴	-	۰،۴۵۵	۰،۳۵۴	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۸۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۴	۰،۵۶۱	۰،۵۲۵	۰،۲۹۷	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۱۰ تن بر ساعت

جدول ۳: مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۷ گیربکس غربی (ثابت)

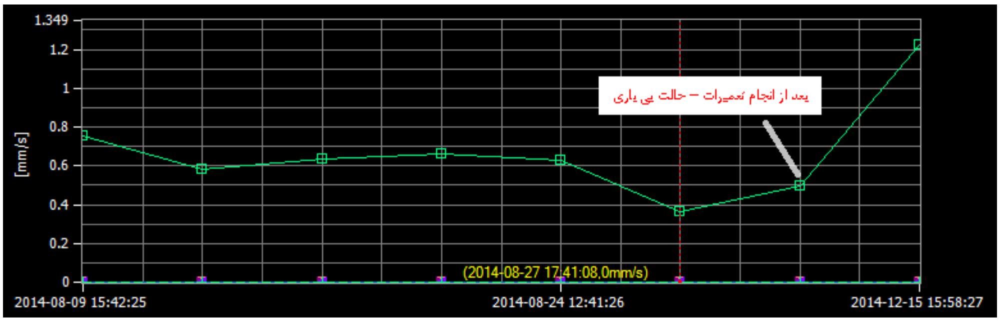
تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری	توضیحات
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۷	۰،۳۱۲	۰،۴۰۳	۰،۳۲۸	پس از انجام تعمیرات با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۷	۰،۰۶۲	۰،۰۸۷	۰،۰۷۵	پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۷	۰،۰۶۳	۰،۰۶۷	۰،۰۸	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۷	۰،۰۶۵	۰،۰۷۸	۰،۰۷۳	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۵۲ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۷	۰،۱۰۹	۰،۰۷۹	۰،۱۰۹	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۸۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۷	-	-	-	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۱۰ تن بر ساعت

بررسی نتایج ترموگرافی نشان می دهد که دمای همه قسمت های آسیای غلطکی پس از تعویض رول ها نسبتا با کاهش روبرو بوده است. اما بیرینگ ورودی گیربکس غربی آسیا با افزایش دما مواجه شده است. دمای این نقطه از گیربکس در حدود ۷۷ درجه سانتی گراد است که نسبت به ترموگرافی تاریخ ۲۰۱۴/۰۹/۰۳ با وجود کاهش ۶ درجه ای دمای هوا، افزایش دمای ۷ درجه ای را نشان می دهد. با توجه به این افزایش دما، احتمال بروز عیب در بیرینگ ورودی گیربکس غربی آسیا وجود داشته که نیاز به تحت پایش قرار دادن این تجهیز در بازه های زمانی کوتاه مدت وجود دارد (جدول شماره ۴).

جدول ۴: تغییرات دمایی نقطه ۳ گیربکس غربی

بیرینگ گیربکس	دمای هوا	تاریخ
۵۷	۲۰	۲۰۱۳/۱۲/۲۱
۷۲	۵	۲۰۱۴/۰۱/۰۶
۶۰	۰	۲۰۱۴/۰۲/۰۳
۶۷	۲۲	۲۰۱۴/۰۴/۲۱
۷۵	۲۵	۲۰۱۴/۰۶/۲۱
۶۴	۳۴	۲۰۱۴/۰۸/۰۹
۶۹	۲۵	۲۰۱۴/۰۸/۱۱
۷۸	۲۵	۲۰۱۴/۰۸/۱۳
۷۰	۲۱	۲۰۱۴/۰۹/۰۳
۶۱	۱۵	۲۰۱۴/۱۲/۱۱
۷۷	۱۴	۲۰۱۴/۱۲/۱۵

با مقایسه مقادیر جدول ۱ می توان دریافت که مقادیر کلی ارتعاشات در حالت بی باری پس از تعمیرات در محدوده مقادیر قبل از تعمیرات است. کارکرد تجهیز پیش از انجام تعمیرات بدلیل آسیب دیدن رول ها همانند حالتی است که هیچ باری بر روی تجهیز وجود ندارد. نمودار تغییرات مقادیر ارتعاشی در جهت ۳ افقی در شکل ۳ آورده شده است، در این نمودار مقدار ارتعاشات کلی در جهت افقی پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری نشان داده شده است. نمودار شکل ۳ نیز نشان دهنده کارکرد تجهیز پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری با حالات قبل از انجام تعمیرات است. نتایج ارتعاشی نقاط ۴ و ۷ نیز روندی مشابه با نقطه ۳ دارند.

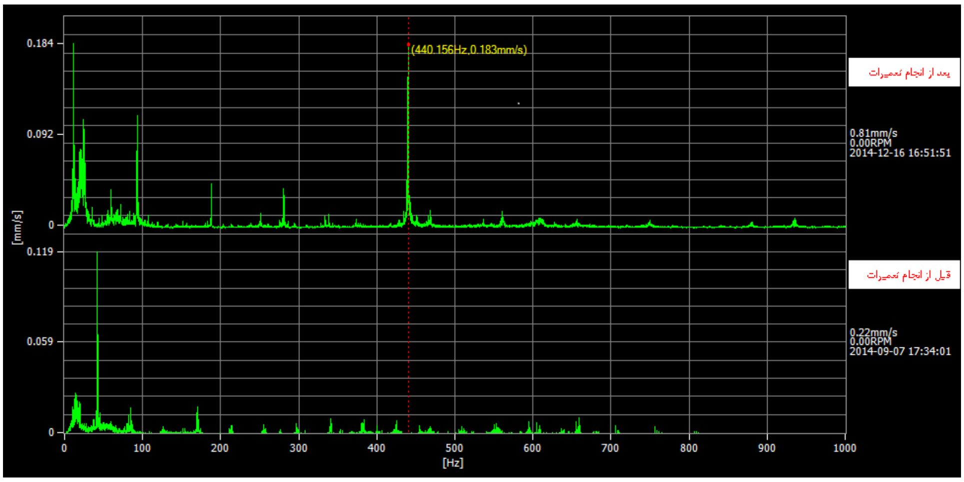


شکل ۳: نمودار تغییرات مقدار کلی ارتعاش در جهت افقی نقطه ۳

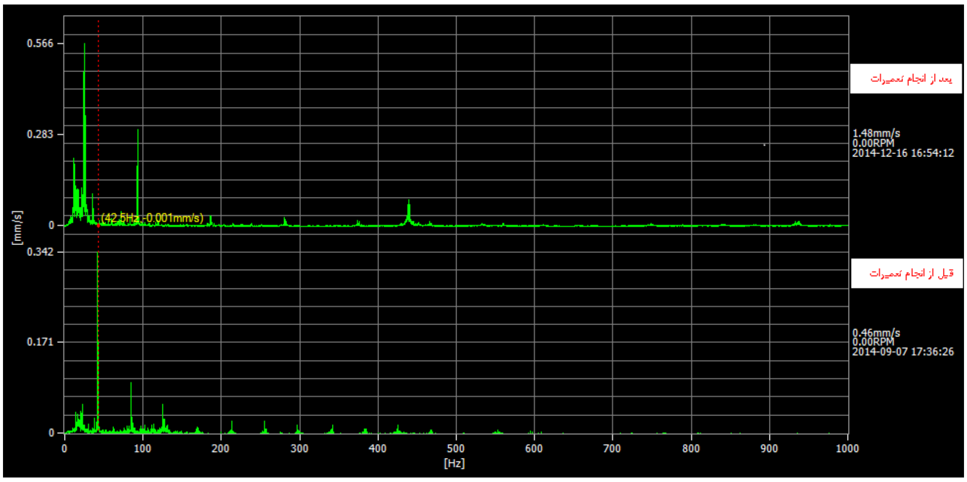
نمودار های اسپکترامی برای نقطه ۴ در جهت های عمودی و محوری برای دو تاریخ قبل و بعد از تعمیرات در شکل های ۴ و ۵ آورده شده است. همانگونه که در جدول ۲ مشخص است مقدار ارتعاش کلی در جهت محوری در تاریخ ۲۰۱۴/۱۲/۱۶ سه برابر مقدار ارتعاش در تاریخ ۲۰۱۴/۰۹/۰۷ است.

دلیل این افزایش را می توان در نمودارهای اسپکترامی نقطه ۴ محوری در دو تاریخ ذکر شده جستجو کرد. همانگونه که در شکل ۴ مشخص است بعد از انجام تعمیرات پیک قابل ملاحظه ای در فرکانس ۴۴۰ هرتز به وجود آمده که از عوامل اصلی افزایش مقدار ارتعاش است.

این پیک مربوط به فرکانس درگیری دنده های گیربکس است که با افزایش با وارده بر گیربکس رشد کرده است. این پیک همچنین می تواند به دلیل اثرات لقی سیستم به دلیل نوع خاص فونداسیون گیربکس باشد.



شکل ۴: نمودار اسپکترامی نقطه ۴ محوری قبل و بعد از انجام تعمیرات



شکل۵: نمودار اسپکترامی نقطه ۴ عمودی قبل و بعد از انجام تعمیرات

شکل ۵ نیز نمودار اسپکترامی نقطه ۴ عمودی را نشان می دهد. گرچه میزان کلی ارتعاشات در این نقطه ۳ برابر شده است اما این مقدار ارتعاشات در محدوده مجاز است.

۲-۲ مجموعه شرقی

روند افزایشی مقادیر ارتعاشی مجموعه شرقی همانند مجموعه غربی است. مقادیر کلی ارتعاشی برای نقاط ۳، ۴ و ۷ مجموعه شرقی در جداول ۵ تا ۷ آمده است.

جدول ۵: مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۳ گیربکس شرقی(متحرک)

تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری	توضیحات
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۳	-	۲,۳۹	۰,۹۵۷	پس از انجام تعمیرات با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۳	-	۰,۷۰۳	۰,۳۶۸	پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۳	۰,۹۰۵	۰,۴۵۱	۰,۵۳۶	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۳	۰,۹۷۶	۰,۴۲۸	۰,۲۶۴	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۵۲ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۳	۱,۰۱۴	۰,۷۵۵	۰,۴۷۷	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۸۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۳	۰,۹۵۳	۰,۸۸۹	۰,۵	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۱۰ تن بر ساعت

جدول ۶ :مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۴ گیربکس شرقی(متحرک)

تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری	توضیحات
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۴	-	۱,۲۹	۱,۱۵	پس از انجام تعمیرات با فید ورودی ۵۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۴	-	۰,۳۰۴	-	پس از انجام تعمیرات در حالت بی باری
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۴	-	۱,۹۲	۰,۴۹۵	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۰۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۴	-	۰,۲۸۷	۰,۲۸۸	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۴۵۲ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۴	۰,۷۰۷	۰,۴۳۳	۰,۴۵۴	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۸۰ تن بر ساعت
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۴	۰,۶۳	۰,۶۷۹	۰,۵۷۵	قبل از انجام تعمیرات- فید ورودی ۳۱۰ تن بر ساعت

جدول۷: مقادیر کلی ارتعاشات در نقطه ۷ گیربکس شرقی(متحرک)-بیرینگ یونیت سمت آزاد

تاریخ	نقطه	جهت عمودی	جهت افقی	جهت محوری
۲۰۱۴/۱۲/۱۵	۷	۰,۴۸۳	۰,۸۱۴	۰,۲۹۹
۲۰۱۴/۱۲/۱۱	۷	-	-	-
۲۰۱۴/۰۹/۰۷	۷	۰,۰۸۴	۰,۰۸۸	۰,۰۵۷
۲۰۱۴/۰۸/۲۷	۷	۰,۰۹۲	۰,۰۶۳	۰,۰۶۱
۲۰۱۴/۰۸/۲۴	۷	-	-	-
۲۰۱۴/۰۸/۱۶	۷	-	-	-

۳ـ نتیجه‌گیری

۱- میزان ارتعاشات سیستم پس از تعمیرات در تمامی نقاط افزایش داشته است. این افزایش مقدار ارتعاشات به دلیل موارد فرآیندی و مکانیکی همچون افزایش تناژ، کاهش Zero Gap و .... قابل توجیه است.

۲- فرآیند کاری قبل از تعمیرات آسیا همانند حالت بی باری است که می توان از روی مقادیر ارتعاشات به این نکته پی برد.

۳- تعمیرات آسیا و تعویض رول ها به لحاظ مقادیر ارتعاشی قابل قبول است. تنها نکته ای که باید بررسی گردد چک تنظیمات مربوط به نقطه ۳ است.

مجله

نگهداری تعمیرات

تابستان ۱۳۹۴