

## عیب یابی الکترو موتورها با استفاده از تکنیک آنالیز ارتعاشات

حسن رضایی صادق

کارشناس CM در شرکت سیمان هگمتان

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک طراحی کاربردی

Hassan rezaeisadegh@gmail.com

### چکیده

ضرورت طراحی و استقرار سیستم های نگهداری و تعمیرات در کارخانجات ، یکی از مسایل مبرم و حیاتی امروز صنایع کشور است. حفظ سرمایه های کشور از یک سو و ارزش بری بالای خرید ماشین الات و تجهیزات از سوی دیگر، استفاده عقلانی و برنامه ریزی شده و نگهداری و تعمیر به موقع ماشین الات و تجهیزات را الزامی می سازد. قوت وضعف این بخش مستقیماً در بهره وری و سود دهی تولید تاثیر میگذارد. بنابراین داشتن یک روش جامع ارزیابی عملکرد برای این بخش در راستای استراتژی واحد تولید از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین به کارگیری سیستم نگهداری و تعمیرات می تواند نقش بسیار زیادی را در کاهش قیمت تمام شده محصول نهایی هر شرکت ایفا نماید و این تاثیرات تنها محدود به هزینه نبوده و در سرعت ارائه محصول در کل زنجیره تامین ، کیفیت محصول ، قابلیت اطمینان و عواملی از این دست نیز تاثیرات خاص خود را خواهد داشت و از این رو می توان به نقش مهم و تاثیر گذار استراتژی مختلف نگهداری و تعمیرات بر روی کسب و کار یک بنگاه اقتصادی پی برد و آن را بخش جدایی ناپذیر از تولید دانست. لذا در این مقاله سعی بر این میباشد تا روش های عیب یابی تجهیزات الکتریکی دوار با استفاده از آنالیز ارتعاشات را تحلیل و تشریح نمود.

واژه های کلیدی: خرابی بیرینگ، لقی دورانی

### مقدمه

موتور های الکتریکی کاربرد بسیار گستردهای به عنوان محرک اولیه در بخشهای مختلف واحد های صنعتی دارند. نیروی محرکه اغلب تجهیزات دوار و رفت برگشتی ( پمپ، دمنده ، کمپرسور، سیستم های جابه جایی مواد و...) میباشد که معمولاً از طریق انواع مختلف این موتور ها تامین می شود. لذا از کار افتادگی یک موتور به معنای از سرویس خارج شدن یک سیستم و یا در برخی موارد ، کل خط تولید خواهد بود. در چنین شرایطی راهبری بهینه و اصولی این گروه از دارایی های فیزیکی ، مستلزم بکار گیری استراتژی نوین در عرصه نگهداری و تعمیرات است. نت مبتنی بر وضعیت به عنوان استراتژی برگزیده برای تجهیزات حیاتی و نقش مهمی در این میان بر عهده داشته و استفاده از تکنیک های پایش وضعیت برای اجرایی کردن این استراتژی ضروری است.

تکنیک های بسیاری برای پایش وضعیت موتور های الکتریکی بکار می روند. برخی از این تکنیک ها عبارتند از : آنالیز ارتعاشات، آنالیز صدا و التراسونیک، آنالیز حرارتی ( ترموگرافی) ، آنالیز مدار موتور و تست های تکمیلی الکتریکی و... در این میان آنالیز ارتعاشات از جمله روش های مهم و کاربردی است چون حالت های خرابی متداول را پوشش می دهد و عیب های گوناگونی از طریق آن قابل شناسایی و ردیابی هستند.

### اجزای اصلی الکترو موتور های القایی

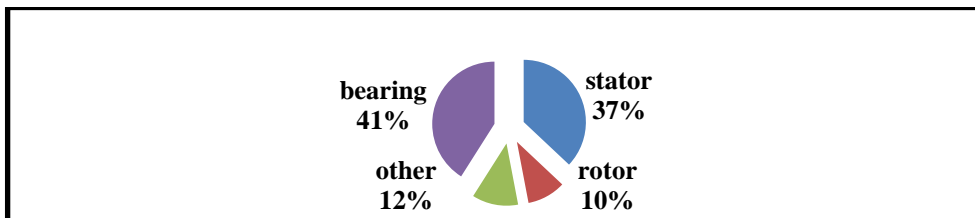
همانطور که میدانید اجزای اصلی الکترو موتور های القایی از روتور و استاتور تشکیل شده است. که استاتور شامل یک هسته آهنی، سیم پیچ ، و در قاب میباشد و روتور نیز شامل شافت محور دوران ، رینگ انتهای و بیرینگ تشکیل شده است. اجزای آسیب پذیر الکترو موتور در مراحل اولیه بیرینگ و در برخی موارد هوزینگ آن میباشد که بر اثر بار های دینامیکی نامتقارن و دمای محیط و عوامل الکتریکی و همچنین پایان عمر بیرینگ به وجود میآید. که از جمله عیوب متداول، خرابی بیرینگ الکترو موتور میباشد که این عیب را می توان با استفاده از تکنیک های CM به خصوص تکنیک ارتعاش سنجی پیش بینی و تحت کنترل قرار داد.

کنترل دمای الکترو موتور از جمله عوامل موثر در عمر بیرینگ موتور میباشد به طوری که با افزایش ۱۰ درجه دمای الکترو موتور موجب کاهش ۵۰ درصدی عمر آن میباشد. بنابراین عوامل ایجاد دما در الکترو موتور به شرح ذیل میباشد:

۱- بار اضافی ۲- استارت و توقف مکرر ۳- دمای محیط کاری الکترو موتور ۴- ولتاژ پایین ویا انبالانسی ولتاژ ۵- تهویه نامناسب ۶- ارتعاش سیستم ۷- ارتفاع از سطح دریا

### حالت های خرابی

اغلب خرابی های موتور دارای ریشه الکتریکی می باشد حتی زمانی که خرابی مکانیکی عادت ظاهری باشد. مطالعه مشترک موسسه تحقیقات برق قدرت EPRT و شرکت جنرال الکتریک مشخص می کند که منبع اصلی بیش از ۵۰ درصد از خرابی ها موتور علل الکتریکی می باشد. و شکل ذیل سهم قسمت های مختلف موتور را در ایجاد عیوب نشان میدهد.



### بررسی نوع مختلف کنترل خرابی بیرینگ های الکترو موتور ها با استفاده از آنالیز ارتعاشات در شرکت سیمان هگمتان

#### الف- خرابی مکرر بیرینگ فن های گریت کولر خط یک ( دلیل خرابی: نشتی جریان الکتریکی)

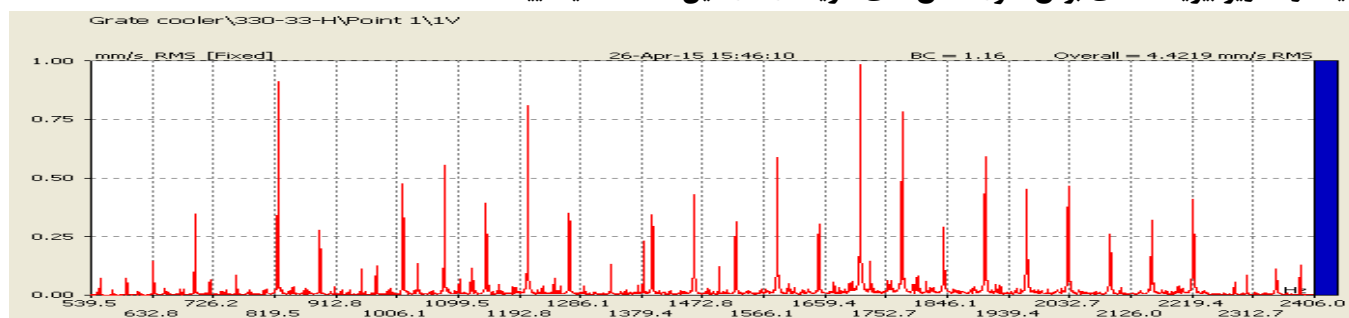
روند خرابی زود رس موتور های الکتریکی مربوط به فن های گریت کولر هزینه تعمیراتی بالا و نیز خود عامل اصلی توقفات کوره بوده و در تحلیل ارتعاش سنجی طیف فرکانسی پیک های خرابی بیرینگ مشهود بود. همچنین بررسی روند تغییرات، نشان دهنده این بود که رشد خرابی روند نسبتا سریعی دارد. بطوریکه بیرینگ که اخیرا تعویض شده، طی مدت چندماه، حتی با دامنه کلی ارتعاش پایتتر مجدد علایم خرابی را با روند روبه رشد نشان میداد. بنابراین جهت کاهش دامنه کلی و تاخیر زمان خرابی بیرینگ الکترو موتور ها اقدامات اصلاحی برای واحد تعمیرات پیش بینی گردید که به شرح ذیل میباشد.

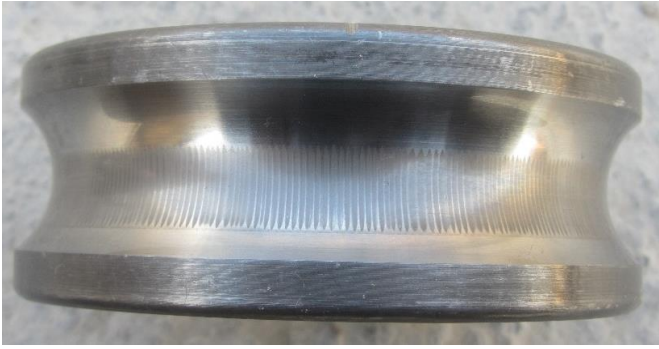
۱- پایه لرزه گیر های فن از لحاظ بازدهی به دلیل فرسودگی ناشی از کارکرد طولانی بررسی و موارد معیوب تعویض گردید تا میزان دمپینگ افزایش یابد.

۲- تنظیمات همراستایی پولی ها با استفاده از الایمنت لیزری با کمترین خطا جهت کاهش دامنه کلی overall انجام شد. قابل توجه می باشد علت اصلی خرابی بیرینگ الکترو موتور های گریت عبور جریان الکتریکی از سمت روتور به قطعات دوار بیرینگ پیش بینی گردید و به این دلیل که نشتی جریان بیشتر در الکترو موتور های frequency drive اتفاق می افتد و الکترو موتور های گریت از این نوع میباشد بنابراین به عنوان نمونه بیرینگ معیوب شده یکی از الکترو موتور فن دمونتاژ شده و بعد از برش عرضی بیرینگ که در تصویر ذیل مشاهده مینمایید سطح داخلی بیرینگ به صورت شیارو کل سطوح رینگ داخلی آن دچار آسیب شده بود.

عوامل مختلفی منجر به وقوع نشتی جریان می شود که این پدیده، برای موتورهای دارای مبدل فرکانس frequency drive بیشتر رخ میدهد. براساس بررسی های انجام شده بر روی طیف های ارتعاشی اشکال مشابه را در کلیه فن های گریت کولر مشخص می نمود. لذا با توجه به اهمیت و حساسیت این تجهیزات در پروسه تولید (هم از لحاظ توقف خط وهم از لحاظ هزینه های تعمیراتی خود موتور ها) ضرورت ایجاد میکرد برای پیشگیری از خرابی مکرر بیرینگ های موتور های فن های گریت کولر راهکار مناسب اتخاذ گردد. بنابراین نوع بیرینگ موتور با بیرینگ های عایق در برابر الکتریسته تعویض گردید و مشکل خرابی مکرر بیرینگ برطرف شد.

طیف و تصاویر بیرینگ های برش خورده فن های گریت را در ذیل مشاهده مینمایید.





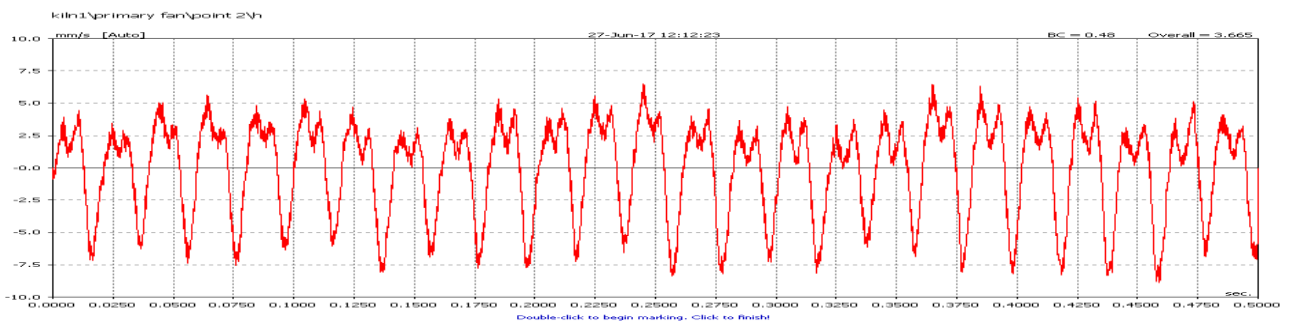
سطح رینگ داخلی یکی از بیرینگهای موتور فن گریت



سطح رینگ بیرونی یکی از بیرینگهای موتور فن گریت

### ب- علایم لقی دورانی در مجموعه هوزینگ بیرینگ الکترو موتورها

یکی از عوامل متداول خرابی بیرینگ الکترو موتورها مشکل لقی دورانی در هوزینگ بیرینگ بود. در بسیاری از موارد بعد از تعمیر الکترو موتور و گذشت چند ماه، علایم وجود لقی در طیف فرکانسی قابل مشاهده میگردید. قابل ذکر است علایم مربوطه در تحلیل مشخصه های طیف فرکانسی وجود هارمونیک های متعدد سرعت دورانی (rich spectrum) و در برخی موارد ایجاد ارتعاش در فرکانس  $0.5 * RPM$  و هارمونیک های آن و در موارد حادث در منحنی شکل موج Truncation صاف شدن یا بریده شدن قله های شکل موج ارتعاشات قابل مشاهده بود که موارد مذکور منجر به عیوب برخورد یا تماس فیزیکی (Rub) و وجود هر گونه فشار غیر عادی روی شافت و لقی دورانی در هوزینگ بیرینگ را نشان میداد.



علایم لقی وسایش در هوزینگ یا تاقان الکترو موتور

بنابراین جهت جلوگیری از تکرار موضوع محل هوزینگ بیرینگ تا یک ضخامت مشخص بوش گذاری و با توجه به میزان خرابی برخی در قاب های الکترو موتور ها، به جایگزین کردن در قاب نو اقدام گردید.

### نتیجه گیری:

در مقاله فوق عیوب مختلف برای الکترو موتور های القایی شناسایی و معرفی گردید و برای هر یک نمونه ای از شرکت سیمان هگمتان تشریح شد از آنجاییکه تکنیک ارتعاش سنجی عیوب مختلف مربوط به بخشهای گوناگون موتور را تحت پوشش قرار میدهد لذا می توان به عنوان روشی مطمئن و کارآمد در برنامه نگهداری و تعمیرات موتور های الکتریکی مورد استفاده قرار داد. این روش در کنار آنالیز مدار الکتریکی (به عنوان مکمل) پایش وضعیت موتور ها را کامل نموده و این اطمینان خاطر را فراهم می نماید که استراتژی نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت به نحو مناسب صورت اجرایی پیدا کند. برای این منظور در شرکت سیمان هگمتان یک پایگاه اطلاعاتی (data base) نرم افزاری از کلیه تجهیزات دوار تهیه گردیده که نتایج را برای ارزیابی و مقایسه به شکل مناسب ذخیره می کند و با دیتا برداری روتین و پیگیری های مدیریت محترم شرکت، تا کنون نتایج مطلوبی حاصل شده است.

### منابع:

- \_ آنالیز مدار موتور و کاربرد آن برای پایش وضعیت و عیب یابی موتور های الکتریکی در صنعت - حسین وروانی فراهانی.
- \_ ارتعاشات ماشین های صنعتی - نویسنده ویکتور ووک - مترجم دکتر رفیعیان و مهندس عزیزیان - انتشارات دانشگاه یزد
- \_ اصول ومبانی ارتعاشات وعیب یابی ماشین های دوار - دکتر بهزاد وهمکاران - انتشارات شرکت ملی پتروشیمی
- گزارش های واحد CM کارخانه سیمان هگمتان

