

خرابی بیرینگ بعلت گذر جریان الکتریکی

مهدی پیامنی^۱، مهدی دادبود^۲

بندر امام خمینی - پتروشیمی رازی

m.payamani@razip.com

چکیده

پیدا کردن سریع و صحیح عیوب دستگاهها یکی از آمال و آرزوهای مهندسين تعمیر و نگهداری می باشد در این مقاله سعی شده که یکی از عیوب که منجر به آسیب بیرینگهای غلتشی میگردد مورد بررسی قرار گرفته و پس از معرفی مکانیسم ایجاد و گسترش خرابی، نحوه تشخیص سریع این مشکل و راه حل های این مشکل ارائه گردود در انتها یک مورد نمونه مشاهده شده از این خرابی بعلاوه راههای عملی موجود و قابل استفاده در صنایع کشور را جهت تشخیص این عیب معرفی نماییم.

واژه‌های کلیدی: بیرینگهای غلتشی - جریان الکتریکی - عیب یابی - طیف ارتعاشی.

مقدمه

با گسترش دامنه علوم پیشگیری و عیب یابی های پیشرفته در صنایع مختلف، پس از مهار عیوب رایج، نوبت به مشکلاتی میرسد که درصد خرابی پایینتری را ایجاد می نمایند معمولا عیوب اصلی در ماشینهای دوار نابالانسی، عدم هم‌محوری ولقی ها ذکر میشود که اکثرا در وهله اول منجر به خرابی بیرینگ خواهند گردید و سایر خرابی ها پیامد این عیب خواهند بود در این بین عیوب بیرینگ نیز دارای مولفه های متمایز تری از جمله عدم نصب صحیح، عدم روانکاری مناسب و بار بیش از حد می‌باشد اما در کنار این عیوب رایج، عیوب دیگری هم وجود دارند که کمتر رخ می دهند اما در صورت بروز و عدم کشف به موقع، باعث خرابی های پی در پی و صرف هزینه و وقت خواهند بود از جمله خرابی ناشی از عبور جریان الکتریکی از بیرینگ غلتشی که در این مقاله به این موضوع پرداخته شده است.

^۱ - کارشناس CM

^۲ - مسئول CM پتروشیمی رازی

گذر جریان الكتريكي از بيرينگ

هنگامي كه يك جريان نشتي (Stray current) در يك موتور از بيرينگ بعنوان مسيري براي تخليه به زمين استفاده كند ، اين قضيه منجر به ايجاد جرقه در داخل بيرينگ مي گردد . بيشترين علت جرقه الكتريكي شامل :

۱- عدم تقارن مدار مغناطيسي موتور

۲- كابل هاي روکش نشده

۳- فرکانس متغير سوئيچ سريع مي باشد (VFDs) Variable frequency drives .

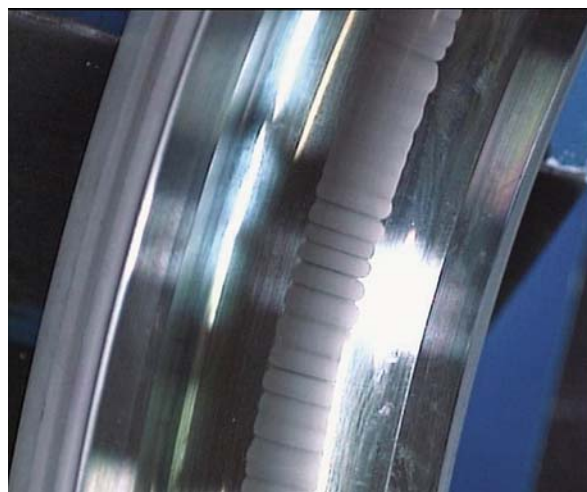
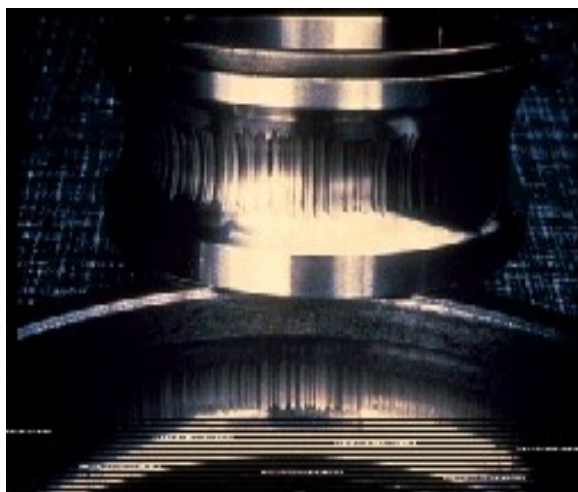
اگر اختلاف پتانسيل بين هوزينگ و شافت وجود داشته باشد جرقه هاي الكتريكي در نقاط تماس بين اجزاء غلتنده و شيار بيرينگ كه غالباً بصورت نقطه اي مي باشد گسترش مي يابند (حتي اختلاف اندك در ولتاژ بصورت بلقوه مي تواند توليد اين اثر را بنمايد) .

بيرينگ هاي موتور تنها اجزايي نيستند كه مي توانند به هم جوش بخورند جريان نشتي مي تواند همچنين باعث خرابي بيرينگ ماشيني كه به الكتروموتور كوپل شده گردد . هنگامي كه يك خرابي بيرينگ باعث جرقه الكتريكي شروع ميشود ، ارتعاش بيش از حد ، افزايش دما ، افزايش سطح سروصدا و کاهش اثر روانكاري نهايتاً منجر به کاهش عمر مفيد كاري بيرينگ مي گردد . وسعت خرابي بيرينگ بستگي به مقدار انرژي و مدت زمان كاري دستگاه دارد . در هر حال اثرات مشابه مي باشد خرابي حفره اي در خط سيرااجزاء غلتنده و احتمالاً ورقه ورقه يا خرد شدن اين ناحيه اتفاق مي افتد . افت سريع روانكاري خرابي زودرس بيرينگ و در نتيجه توقفات برنامه ريزي نشده تجهيز و هزينه هاي تعمير را در پي خواهد داشت .

خرابي هنگامي كه يك جريان عبوري از مناطق گذر جريان اجزاء غلتنده و مسير حركت آن ها و انرژي الكتريكي تخليه شده از ميان سطح تماس فيلم روانكاري ايجاد گرما مي كند باعث ذوب نقطه اي سطحی مي گردد . اثر روي يك بيرينگ تقريباً شبیه يك مجموعه كوچك ضربات رعدآسا كه باعث ذوب و دوباره تمپير كردن سطوح داخلي بيرينگ مي گردد مي شود .

جنس بعضی سطوح كنده شده و خرده هاي ريز جدا مي گردد بطور بلقوه باعث کاهش عمر بيرينگ مي گردد . خبر خوب اين است كه يك راه حل سريع مشكل را رفع مي كند و آن هم عايق كاري مي باشد عايق در برابر تداخل يا عود در برابر نشانه هاي هشدار .

سطوح خاکستري تيره اجزاي غلطنده يك علامت هشدار سريع براي عيب يابي مي باشد .



شكل (۱) علايم عبور جريان كه بشكل كلاسيك نشان دهنده عبور جريان الكتريكي از بيرينگ مي باشد .

نشانه ديگر خرابي بيرينگ ناشي از جرقه الكتريكي مشخصه شيار شيار سطح داخل كنس بيرينگ مي باشد شيارشيار شدن به علت اثرات ديناميكي اجزاي غلطنده كه به علت حركت پيوسته روي حفره هاي ريز سطحی و آهنگ و الكوي حركت سطوح مسير حركت در بيرينگ مي باشد . سرانجام اين زوال منجر به خرابي بيرينگ مي گردد .

شکل شماره ۱ نشاندهنده شکل خرابی بیرینگ بواسطه عبور جریان الکتریکی می باشد که شیارهای در راستای محور بیرینگ قابل توجه می باشند و در هنگام بروز این عیب مشخصا این شیارها باید جهت تعیین عیب مورد توجه قرار گیرند .

راه حل

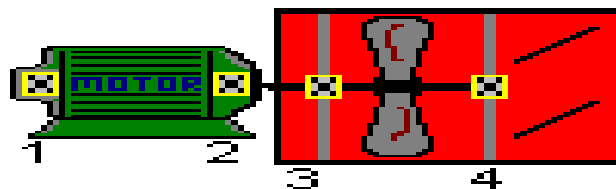
هنگامیکه جریان از میان بیرینگ عبور نماید ایجاد شیارهایی بر روی سطح بیرینگ می نماید و سطح بیرینگ شیار میگردد. با پوشش سرامیکی بر روی قطر خارجی بیرینگ می توان از این پدیده جلوگیری نمود. اگر وجود جرقه الکتریکی روی بیرینگ مورد شک قرار بگیرد . بیرینگ باید تعویض گردد ، و پس از نصب صحیح ، مسیر جریان الکتریکی به سمت زمین منحرف گردد .

راه حل پیشرفته مهندسان این است لایه نازک اکسید آلومینوم که محافظت بالایی در برابر جرقه زدن و شیار شدن بیرینگ و اکسید شدن گریس ایجاد می کند روی اجزای بیرینگ را بپوشاند تا در برابر جریان ناشی از خرابی آن ها جلوگیری کند .

سازنده های بیرینگ این تستها را در 1000V DC با کمترین مقاومت اهمی انجام می گیرد . این آزمایشات نشان داده که این لایه محافظ می تواند یک راه موثر برای کمترین خرابی در فرکانس های بالای موتورهای AC باشد . یک نشت گیر الکتریکی در دماهای بالا نیز پایداری و مقاومت در برابر رطوبت و عوامل شیمیایی ایجاد می کند . این بیرینگها بدون تغییر در سایزهای استاندارد، توسط ISO حمایت می شوند . این بیرینگها برای تمامی هوزینگها مناسب می باشند .

مشکل ارتعاشی دستگاه فن مکنده غبار هوا در واحد گرانول اوره پتروشیمی رازی F-4404

شمای کلی دستگاه در شکل شماره (۲) که که نقاط لرزه نگاری شده روی آن مشخص شده آمده است .



شکل (۲) شماتیک دستگاه

معرفی دستگاه

دستگاه مورد بررسی یک الکترو موتور فن می باشد که جهت خارج نمودن غبار از سیستم به شکل مکش ، مورد استفاده قرار می گیرد (Scrubber exhaust fan).

مشخصات الکتروموتور

این الکتروموتور دارای توان ۴۵۰ کیلو وات و ولتاژ برق مصرفی ۴۱۵۰ ولت و بیرینگها از نوع شیار عمیق یک ردیفه 6622C3 و دور دستگاه ۱۴۸۰ دور در دقیقه می باشد .
در این گزارش مشکل خرابی مکرر بیرینگ سمت آزاد الکتروموتور بررسی می گردد.

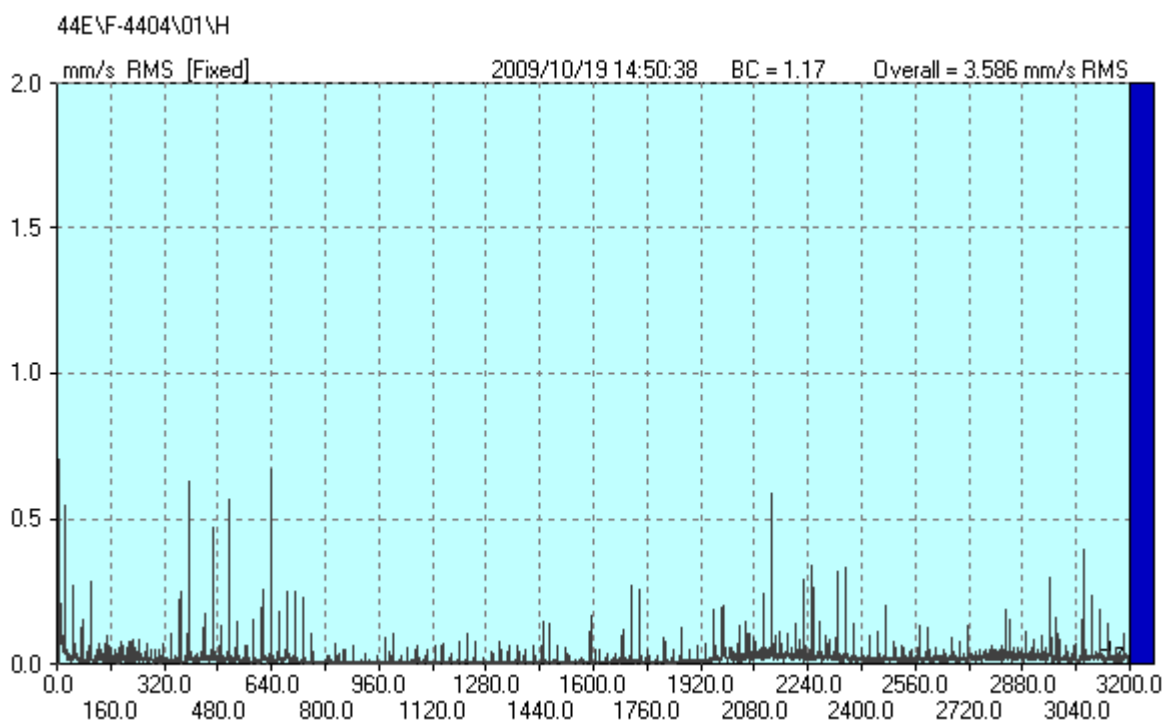
سابقه دستگاه

الکتروموتور در اردیبهشت ماه سال ۸۸ تعمیر اساسی گردید اما پس از شروع به کار دستگاه بطور میانگین در هر دوره ۱ ماهه بیرینگ سمت آزاد تجهیز (نقطه شماره ۱) دچار ارتعاش بالای حد مجاز گردیده (حد هشدار برای این تجهیز مطابق استاندارد ISO10816 3 mm/s مقرر گردیده است) و تعویض گردیده است شکل بیرینگهای تعویض شده در شکل (۵) آمده است.

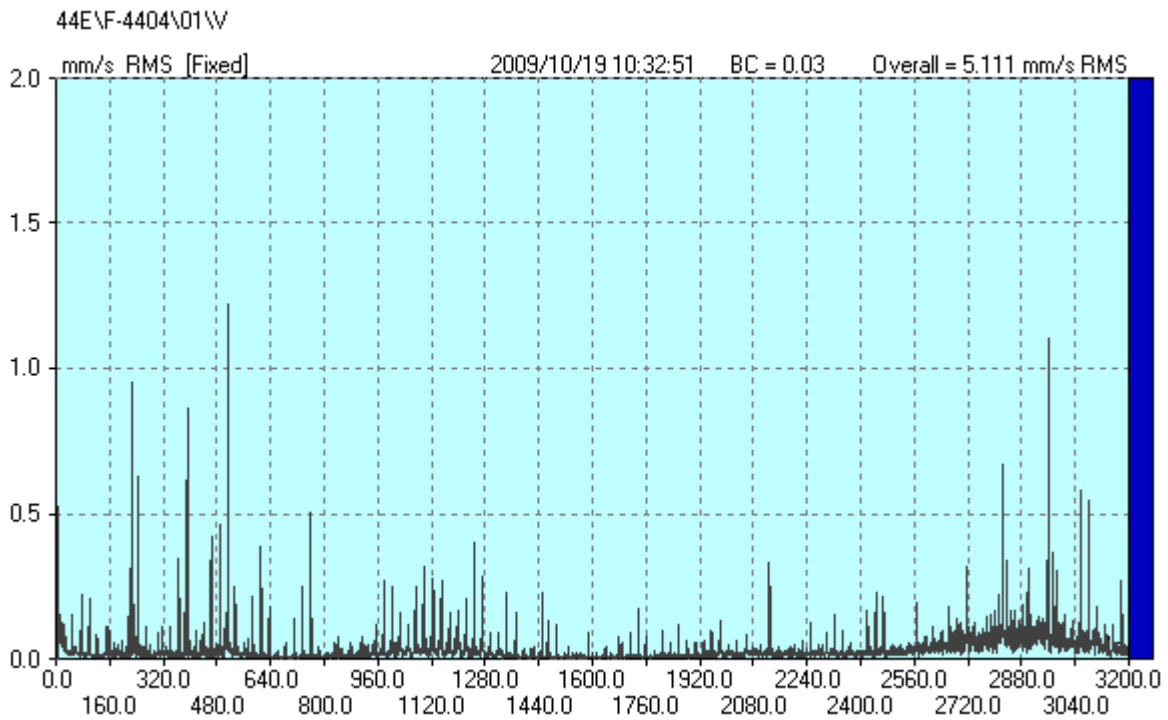
طیف ارتعاشی

طیف ارتعاشی ثبت شده پس از افزایش ارتعاشات به شکل زیر می باشد که در جهات افقی وعمودی از محل بیرینگ معیوب ثبت شده است (شکلهای ۳و۴)

همانگونه که در شکل طیفها مشخص است در اکثر فرکانس ها دامنه ارتعاش تحریک شده است که با توجه به شیار های موجود روی درشکل ۱ کاملا محتمل هستند و در تماس با اجزاء ساچمه ها که آنها هم احتمالا آسیب میبینند ایجاد نویز و ارتعاش می نمایند.



شکل (۳) طیف ارتعاشی جهت افقی



شکل (۴) طیف ارتعاشی جهت عمودی

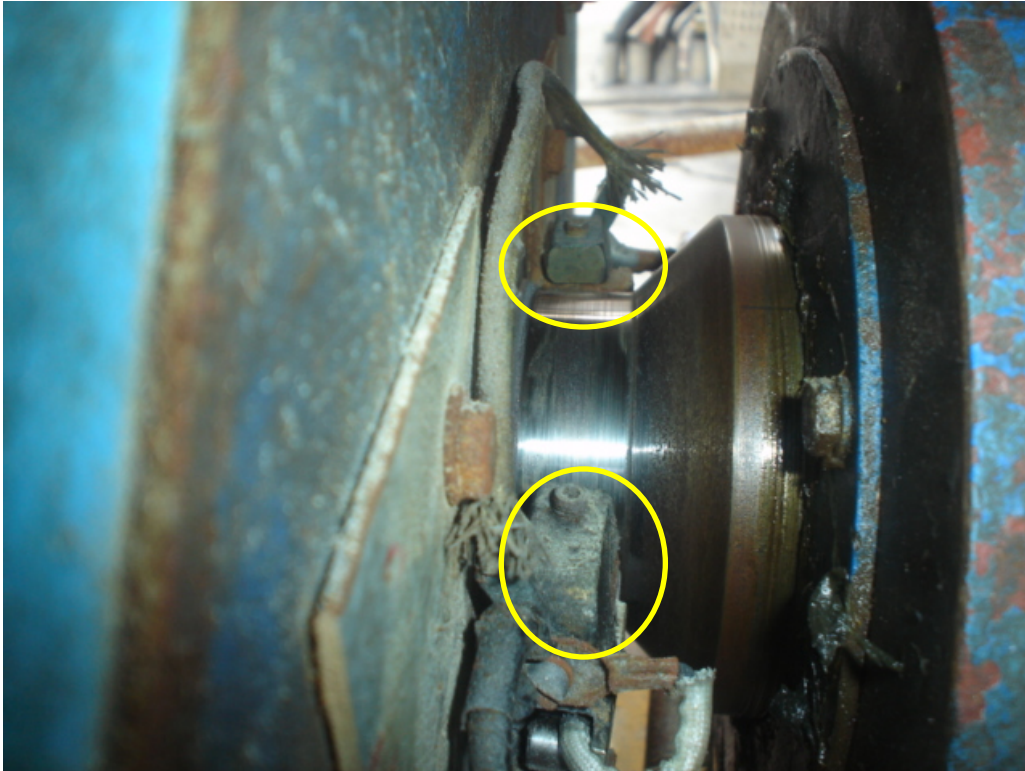


شکل (۵) شیار های مشاهده شده روی بیرینگ دستگاه مورد بحث

اندازه جریان الکتریکی

با مورد شک قرار گرفتن عبور جریان الکتریکی از بیرینگ اقدام به اندازه گیری جریان نشتی الکتروموتور گردید برای برقراری جریان الکتریکی از منبع آن به زمین ، همانگونه که در شکل (۶) مشاهده میشود از ذغالهایی در دو طرف شافت استفاده شده است که بوسیله یک سیم به محل اتصال زمین وصل شده اند و جریان الکتریکی را به صورت مطلوبی با حداقل گذر از بیرینگها ، بطور ایمن به زمین برقرار میکند.

ابتدا در الکتروموتور هایی که بطور نرمال کار میکردند اندازه گیری جریان به این روش انجام گرفت که جریان عبوری بطور متوسط ۱۰ تا ۲۰ میلی آمپر اندازه گیری شد هرچند در این زمینه دمای کارکرد و جنس ذغال استفاده شده نیز از پارامترهای تاثیر گذار بر این اندازه گیری می باشند بطوریکه ذغالهای حاوی درصد بالاتری از مس هدایت بیشتری را فراهم می کنند.



شکل (۶) نمایش ذغالهای نصب شده روی شافت

در الکتروموتور مورد بحث اندازه گیری جریان در حالت های مختلف به شرح جدول (۱) انجام شد

جدول (۱): مقایسه جریان عبوری از ذغالهای مختلف

وضعیت ذغال جاروبک	جریان نشتی (میلی آمپر)
بدون ذغال	۱۳۰
با ذغال معمولی	۹۰
با نصب فنر پشت ذغال	۳۵
با نصب ذغال با درصد مس بالا	۱۵

نتیجه گیری

با کشف عبور جریان الکتریکی از بیرینگ بهترین کار برای کمترین آسیب به بیرینگ ها ، انتقال جریان از مسیر دیگری غیر از بیرینگ می باشد که با نصب ذغالهای با درصد مس بالا و ارتباط دادن آن به زمین، کاهش معنا دار جریان از بیرینگ ها را خواهیم داشت بطوریکه در مورد این تجهیز تا قبل از انجام این راه حل بطور میانگین ماهانه نیاز به تعویض بیرینگ داشت اما پس از اجرای این روش تا تاریخ تهیه گزارش قریب به ۵ ماه می باشد که بدون مشکل خاصی ، دستگاه در حال کاردهی می باشد.

[1] www.skf-usa.com