

کد مقاله: SBI-FAI-0005

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶/۰۹/۲۸



شبکه بلبرینگ ایران

دپارتمان تحقیق و توسعه

مروری بر پدیده عبور جریان الکتریکی از بیرینگ های غلتشی

چکیده:

در صورت عبور جریان الکتریکی از داخل بیرینگ های غلتشی، مجموعه ای از مکانیزم های مخرب رخ می دهد که در نهایت منجر به خرابی زود هنگام بیرینگ می شود. مقاله حاضر به دنبال معرفی مکانیزم های خرابی ناشی از عبور جریان الکتریکی از بیرینگ ها و بحث و بررسی پیرامون علل وقوع این پدیده، نشانه ها و راهکارهای مقابله با آن است. طبق نتایج تحقیقات مختلف که در این مقاله جمع بندی شده است، مکانیزم تخریب بیرینگ در اثر عبور جریان الکتریکی، اغلب شامل سه بخش ایجاد حفره های آتشفشانی (pitting)، شیار شیار شدن مسیر ساچمه رو (fluting) و تخریب روانکار درون بیرینگ می شود. همچنین مواردی از قبیل حذف جریان ناشی، تغییر مسیر عبور جریان ناشی، استفاده از بیرینگ های هیبریدی و بیرینگ های ایزوله الکتریکی را می توان به عنوان راهکارهای مقابله با این پدیده برشمرد.

کلمات کلیدی:

جریان الکتریکی ناشی، خرابی زود هنگام بیرینگ ها، تخریب روانکار، Fluting, Pitting.

۱- مقدمه:

عبور جریان الکتریکی از بیرینگ های غلتشی، یکی از عوامل خرابی زود هنگام این بیرینگ ها می باشد. این پدیده خصوصاً در ابزارها و ماشین آلاتی که بخش عمده ای از آن ها الکتریکی می باشد، مشاهده می گردد. به عنوان مثال، در فوریه سال ۲۰۱۷ میلادی شرکت SKF اقدام به معرفی پنج مورد از شایع ترین عوامل خرابی بیرینگ ها در موتورهای الکتریکی نمود که یکی از این موارد، فرسایش الکتریکی بود [۱].

به دلیل اهمیت خرابی زود هنگام بیرینگ ها در صنعت و بروز موارد متعدد خرابی به دلیل عبور جریان الکتریکی، این پدیده توسط پژوهشگران متعددی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. مقاله حاضر به دنبال ارائه خلاصه ای از نتایج پژوهش های مختلف در این حوزه می باشد. همچنین راهکارهایی برای مقابله با این پدیده پیشنهاد می دهد.

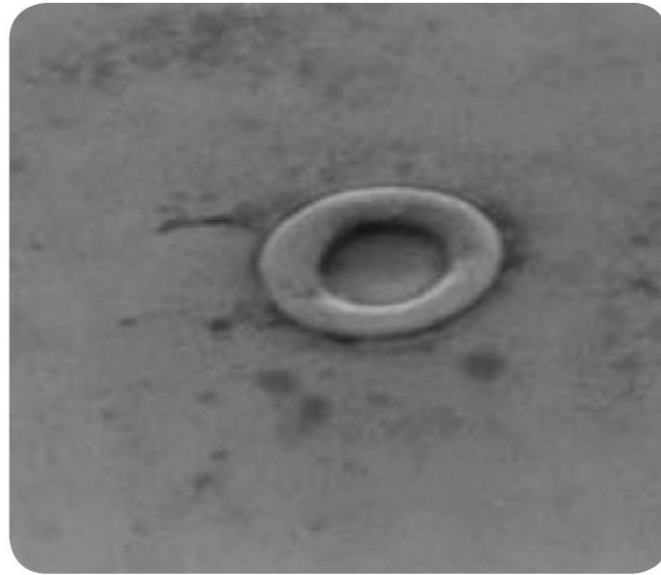
۲- علت بروز پدیده خرابی ناشی از عبور جریان الکتریکی در بیرینگ ها و علائم آن:

اصولاً طراحی غالب ماشین آلات صنعتی به گونه ای است که نباید جریان الکتریکی از بیرینگ های دستگاه عبور کند. ولی در بسیاری از مواقع در هنگام عملکرد دستگاه، پدیده ای با عنوان جریان ناشی بروز می کند. جریان ناشی، جریانی است که به طور ناخواسته از یک مدار الکتریکی AC یا DC به بیرون درز می کند و معمولاً به سمت شاسی دستگاه و زمین جریان می یابد [۲].

فرسایش الکتریکی در بیرینگ ها زمانی اتفاق می افتد که جریان الکتریکی از طریق المان غلتشی از یکی از رینگ های بیرینگ، به رینگ دیگر آن منتقل گردد. میزان خسارتی که به بیرینگ وارد می شود، تابعی از میزان انرژی الکتریکی منتقل شده و مدت زمان این انتقال است. ولی روند تخریب یاد شده، در اغلب اوقات مشابه است و شامل ایجاد حفره هایی روی المان های غلتشی و مسیرهای ساچمه رو (pitting damage)، تنزل سریع کیفیت روانکار و خرابی زود هنگام بیرینگ می گردد [۱].

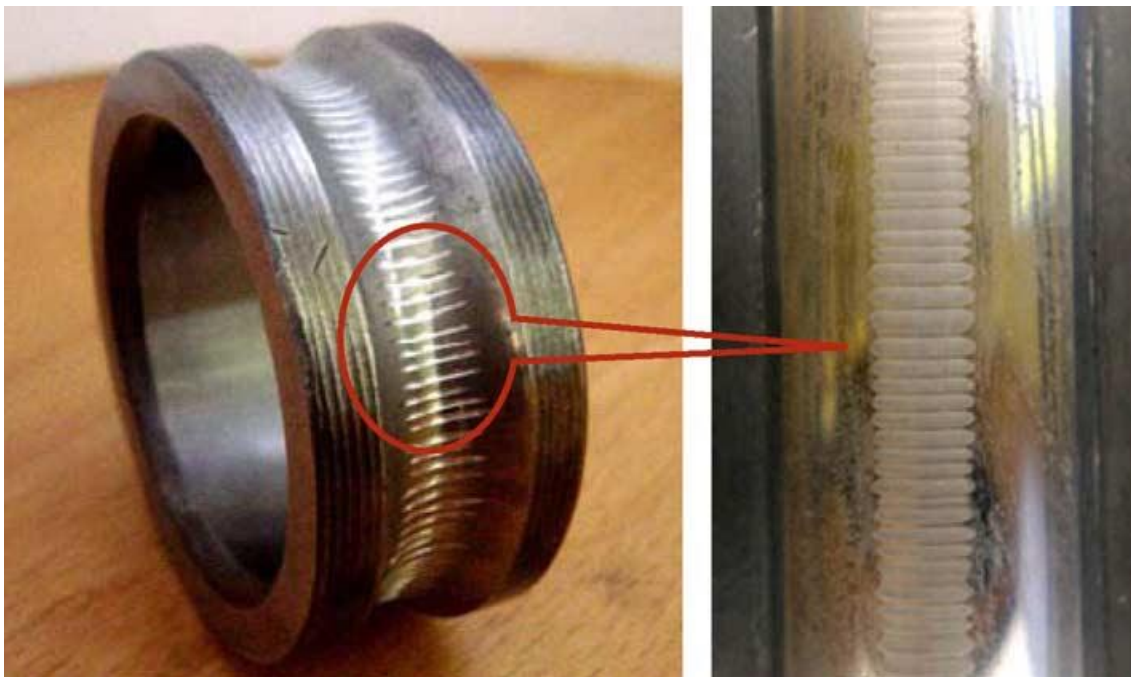
از جمله علل بروز جرقه های الکتریکی در بیرینگ ها می توان به مواردی از قبیل عدم تقارن مدار مغناطیسی موتور، وجود کابل های فاقد روکش مناسب و استفاده از VFD ها اشاره نمود [۳].

در مراحل اولیه، آسیب وارده، به شکل حفره های آتش فشانی با ابعاد کوچک است که قابل شناسایی با چشم غیر مسلح نمی باشد. در واقع آن چه تحت عنوان pitting الکتریکی اتفاق می افتد، نوعی جوش نقطه ای در مقیاس بسیار کوچک است که منجر به ایجاد حفره هایی به شکل دهانه آتش فشان ها می گردد. شکل شماره ۱، یکی از این دهانه های آتش فشانی را که در شکل بزرگنمایی شده است، نشان می دهد. ابعاد واقعی این حفره در حد چند میکرومتر می باشد [۴].



شکل ۱: نمونه بزرگ نمایی شده از دهانه های آتش فشانی ایجاد شده بر روی المان های غلتشی یک بیرینگ [۴]

در مرحله بعد، پدیده ای موسوم به *fluting* (چین چین شدن) رخ می دهد که به شکل مجموعه ای از خطوط موازی خاکستری رنگ بر روی مسیرهای ساچمه رو مشاهده می گردد [۴]. شکل شماره ۲، بروز *fluting* در مسیر ساچمه رو یک بیرینگ را نشان می دهد.



شکل ۲: بروز پدیده *fluting* در مسیر ساچمه رو یک بیرینگ به دلیل عبور جریان الکتریکی از آن [۵]

و بالاخره این که جریان الکتریکی می تواند منجر به تجزیه و تخریب روانکار داخل بیرینگ گردد که نمونه ای از این پدیده در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: تخریب روانکار درون یک بیرینگ غلتشی در اثر عبور جریان الکتریکی از آن [۴]

۳- راهکارهای مقابله با پدیده خرابی ناشی از عبور جریان الکتریکی در بیرینگ ها:

با توجه به این که عبور جریان الکتریکی ناشی از بیرینگ علت بروز آسیب های مذکور در بخش قبلی است، طبعاً یکی از راهکارهای مقابله با این آسیب ها، شناسایی منبع بروز جریان های ناشی و در صورت امکان، قطع این جریان ها می باشد. راهکار دیگر، بر این حقیقت استوار است که جریان های الکتریکی بیشتر از مسیرهایی عبور می کنند که مقاومت الکتریکی کمتری دارند. بنابراین در صورتی که مسیری جایگزین با مقاومت الکتریکی کم برای عبور جریان ناشی ایجاد شود، دیگر این جریان از بیرینگ عبور نمی کند و در نتیجه آسیب های ذکر شده اتفاق نمی افتد. به عنوان یک نمونه موفق از به کارگیری این روش می توان به رفع مشکل عبور جریان الکتریکی از بلبیرینگ یک الکتروموتور فن خارج کننده غبار از سیستم مکش در پتروشیمی رازی اشاره نمود. در پروژه مذکور با نصب زغال هایی با درصد مس بالا و ارتباط دادن آن ها با زمین، میزان عبور جریان ناشی از داخل بیرینگ به مقدار زیادی کاهش و متعاقباً عمر بیرینگ مورد نظر افزایش یافت [۳].

از جمله راهکارهای پیش گیری از آسیب های ناشی از عبور جریان الکتریکی از داخل بیرینگ، می توان به استفاده از بلبیرینگ های تمام سرامیکی یا هیبریدی اشاره نمود که نوع هیبریدی آن در صنعت رایج تر است.

در بیرینگ های هیبریدی، رینگ ها از جنس فولاد و المان های غلتشی از جنس سیلیکون نیتريد (Si_3N_4) است. این بیرینگ ها برای استفاده در موتورهای AC و DC و همچنین ژنراتورها بسیار مناسب می باشند. زیرا سیلیکون نیتريد عایق بسیار خوبی برای جریان برق می باشد و مانع از انتقال برق از شفت به محفظه و یا از محفظه به شفت می شود [۶].

یکی از اصلی ترین راهکارهای مقابله با آسیب های مذکور در قسمت قبل، استفاده از بیرینگ های ایزوله الکتریکی می باشد. اگر چه این بیرینگ ها خود انواع مختلفی دارند؛ ولی به طور معمول همان بیرینگ های عادی هستند که سطح خارجی رینگ داخلی یا خارجی آن ها با لایه ای از نوعی اکسید آلومینیم روکش شده است. همچنین اغلب از یک لایه رزین نیز در ترکیب با لایه مذکور استفاده می شود تا از اثرات هدایت الکتریکی ناشی از آب یا رطوبت پیشگیری شود. این بیرینگ ها در نامگذاری به روش SKF با پسوند های VL0241 و VL2071 نشان داده می شوند که پسوند VL0241 مربوط به بیرینگ هایی است که سطح خارجی رینگ بیرونی آن ها عایق کاری شده و پسوند VL2071 مربوط به بیرینگ هایی است که سطح خارجی رینگ داخلی آن ها عایق کاری شده است.

۴- بحث و نتیجه گیری

در این مقاله، به بررسی اجمالی پدیده عبور جریان الکتریکی از داخل بیرینگ های غلتشی به عنوان یکی از عوامل خرابی زود هنگام بیرینگ ها پرداخته شد. علل بروز و مکانیزم این پدیده بررسی گردید و آسیب های ناشی از آن مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین راهکارهای مختلفی برای مقابله با این پدیده معرفی شد. توجه به این نکته ضروری است که انتخاب یک یا چند مورد از راهکارهای مذکور بستگی به شرایط بیرینگ و دستگاه مورد نظر دارد. به عبارت دیگر، در صورتی که امکان حذف جریان ناشی وجود داشته باشد، می توان از این روش استفاده کرد و در غیر این صورت امکان تغییر مسیر جریان ناشی مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین ممکن است که استفاده از بیرینگ های هیبریدی یا ایزوله الکتریکی با پاره ای از محدودیت های فنی و بازرگانی همراه باشد. در کل توصیه می شود که در صورت امکان به منظور افزایش ضریب اطمینان، از ترکیب راهکارهای فوق استفاده شود.

همچنین اگر وضعیت و عملکرد یک دستگاه به گونه ای است که در معرض خطر عبور جریان الکتریکی از بیرینگ های آن قرار دارد (حتی در صورتی که در حال حاضر این مشکل بروز نکرده باشد)، بهتر است به طور منظم از نظر عبور یا عدم عبور جریان ناشی از بیرینگ ها مورد بررسی قرار گیرد. همچنین بهتر است در صورت امکان در چنین دستگاه هایی همواره از بیرینگ های ایزوله الکتریکی استفاده گردد.

منابع:

- [1] http://www.skf.com/group/news-and-media/news-search/2017-01-22-5_most_common_causes_of_bearing_failures_in_electric_motors_and_what_to_do_about_them.html , Date of access: 2017.11.18
- [2] <https://www.sunpower-uk.com/glossary/what-is-leakage-current/>, Date of access: 2017.11.18
- ۳- پیامی، مهدی و دادبود، مهدی (۱۳۸۸)، «خرابی بیرینگ به علت گذر جریان الکتریکی»، چهارمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب یابی ماشین آلات ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف.
- [4] Humbert, S. (2008), "Detection of electrical discharges in bearings", SKF Group.
- [5] Onel, I.Y & Benbouzid M.H. (2008), "Induction Motor Bearing Failure Detection and Diagnosis: Park and Concordia Transform Approaches Comparative Study", IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Volume: 13, Issue: 2, Pages: 257- 262.
- [6] www.skf.com/us/products/bearings-units-housings/engineered-products/hybrid-bearings/index.html, Date of access: 2017.11.18
- [6] <http://www.skf.com/us/products/bearings-units-housings/ball-bearings/principles/bearing-specifics/materials-for-rolling-bearings/cage-materials/polymer-cages/index.html> , Date of access: 2017.07.12
- [7] SKF Group (2009), "PEEK cages for bearings in demanding application", Printed in Sweden.