

کد مقاله: SBI-FAI-0003

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶/۰۲/۱۴



شبکه بلبرینگ ایران

دپارتمان تحقیق و توسعه

نقش ناترازی در کاهش عمر بلبرینگ های غلتشی

چکیده:

ناترازی زاویه ای بین رینگ داخلی و خارجی بلبرینگ های غلتشی، یکی از عوامل کاهش عمر این بلبرینگ ها به شمار می رود. طبق برخی گزارشات، ناترازی عامل نزدیک به ۱۳ درصد از خرابی های زود هنگام بلبرینگ های غلتشی است. این مقاله به بررسی تأثیر ناترازی بر عمر بلبرینگ های شیار عمیق و رولر بلبرینگ های استوانه ای به عنوان دو نمونه پر کاربرد از بلبرینگ های غلتشی، می پردازد. نتایج بررسی ها نشان دهنده این نکته است که برای هر بلبرینگ غلتشی، یک مقدار حدی وجود دارد که تا زمانی که میزان ناترازی کمتر از آن باشد، میزان کاهش عمر محدود بوده و مشکل خاصی ایجاد نمی شود. همچنین میزان تحمل ناترازی توسط بلبرینگ ها، علاوه بر نوع بلبرینگ به لقی داخلی آن و میزان نیروی وارد به بلبرینگ نیز بستگی دارد. مطالعات نشان داد که در محدوده های مجاز و رایج، افزایش میزان لقی یا نیروی شعاعی اعمالی به بلبرینگ ها، موجب بهبود عملکرد آن ها در تحمل ناترازی می گردد.

کلمات کلیدی:

بلبرینگ های شیار عمیق، بلبرینگ های غلتشی، خرابی زود هنگام، رولر بلبرینگ های غلتشی، ناترازی.

۱- مقدمه:

ناترازی زاویه ای بین رینگ داخلی و خارجی بلبرینگ های غلتشی، جزء عوامل مؤثر در خرابی زودهنگام آن ها می باشد. این ناترازی ممکن است به دلایل مختلفی رخ دهد و می توان آن را به ناترازی های استاتیکی و دینامیکی تقسیم بندی نمود. ناترازی های استاتیکی که از آن ها تحت عنوان ناترازی های اولیه نیز نام برده می شود، به آن دسته از ناترازی ها گفته می شود که بعد از نصب بلبرینگ و قبل از حرکت شفت وجود دارند. در مقابل، ناترازی های دینامیکی به آن دسته از ناترازی ها گفته می شود که در اثر چرخش شفت رخ می دهند. معمولاً عدم دقت ابعادی و مشکلات نصب در سایر اجزاء مرتبط با بلبرینگ، از عوامل ناترازی استاتیکی و خم شدن شفت در حین چرخش از عوامل ناترازی دینامیکی می باشند [۱].

میزان تحمل ناترازی توسط بلبرینگ های غلتشی مختلف متفاوت است. برخی از انواع بلبرینگ ها مانند بلبرینگ های خود تنظیم و رولربلبرینگ های کروی (بشکه ای) مقادیر قابل توجهی از ناترازی را تحمل می کنند و برخی دیگر، شامل بلبرینگ های تماس زاویه ای و رولربلبرینگ های استوانه ای، تنها مقادیر بسیار کوچک ناترازی را تحمل می کنند [۲].

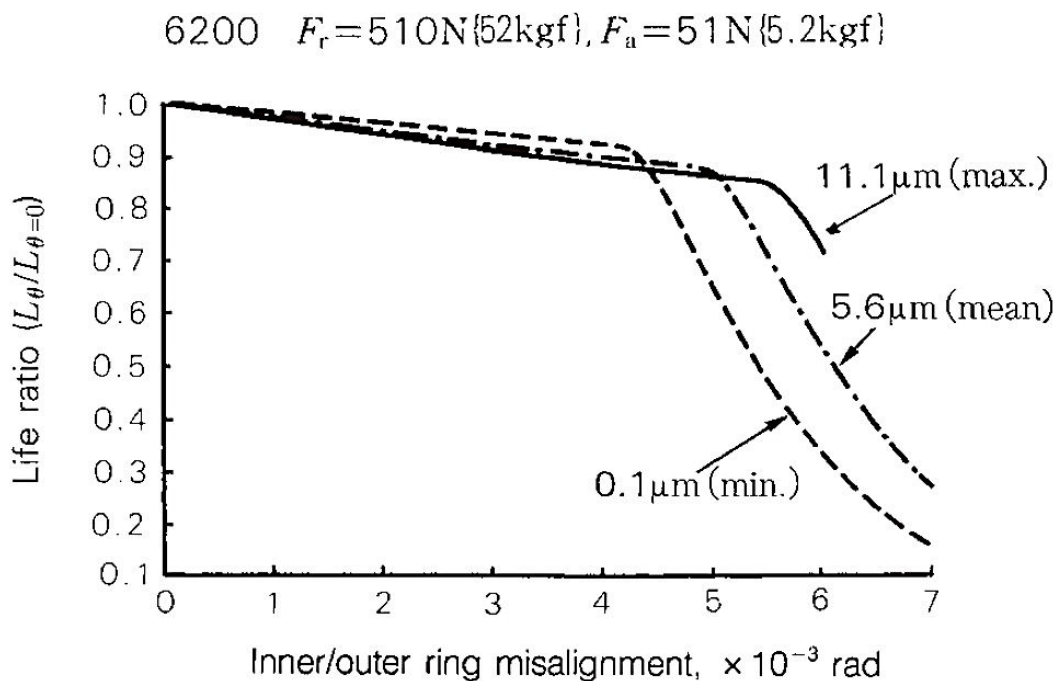
در مطالعه فعلی، نقش ناترازی در کاهش عمر بلبرینگ های شیار عمیق و رولربلبرینگ های مخروطی به عنوان دو نمونه از بلبرینگ های غلتشی، مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- ناترازی در بلبرینگ های شیار عمیق:

مقدار ماکزیمم ناترازی مجاز برای بلبرینگ های شیار عمیق تک ردیفه، عموماً بین ۰/۰۰۰۶ تا ۰/۰۰۳ رادیان (۲ تا ۱۰ دقیقه) است، ولی این مقدار بر اساس سایز بلبرینگ های شیار عمیق، میزان لقی داخلی در حین کار بلبرینگ و بار وارده متغیر است، بنابراین در کاتالوگ ها معمولاً تنها میزان تقریبی ناترازی مجاز بیان می گردد [۱] و [۳]. البته میزان تحمل ناترازی بلبرینگ های شیار عمیق تک ردیفه دارای شکاف ساچمه زنی کمتر است و در دامنه ۲ تا ۵ دقیقه محدود می باشد. همچنین مقدار ماکزیمم ناترازی مجاز بلبرینگ های شیار عمیق دو ردیفه، کمتر از ۲ دقیقه می باشد که به طور قابل توجهی کمتر از مقدار مجاز برای بلبرینگ های شیار عمیق تک ردیفه است [۱].

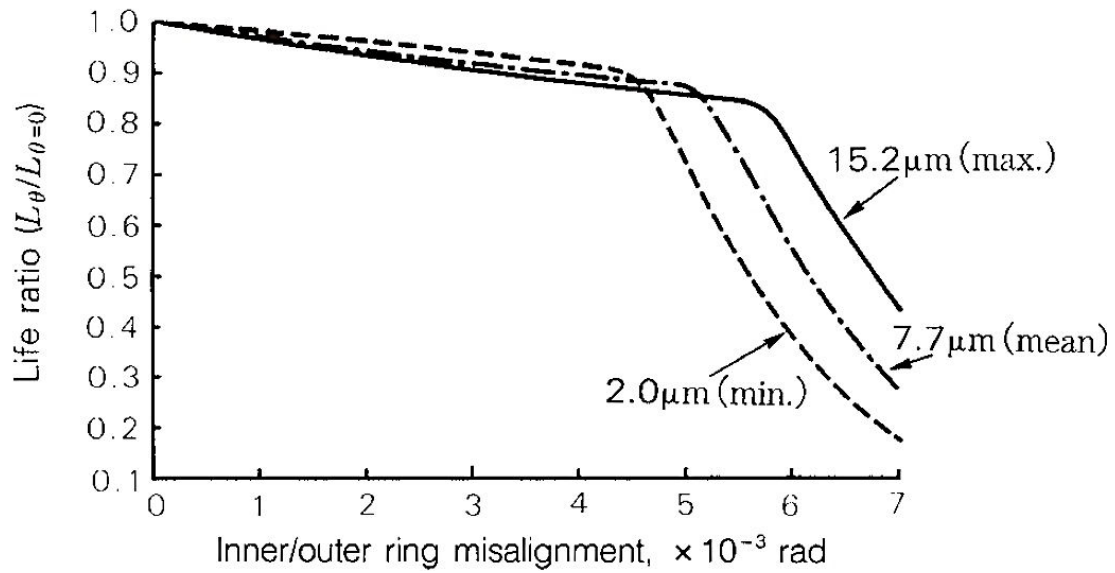
با توجه به این که خستگی، عامل اصلی خرابی بلبرینگ ها می باشد، مطالعاتی برای ارزیابی تأثیر ناترازی بر عمر خستگی بلبرینگ ها صورت گرفته است. با فرض این که عمر خستگی در شرایط عدم وجود ناترازی، با علامت $L_{\theta=0}$ نشان داده شود و عمر خستگی در شرایط وجود ناترازی با L_{θ} مشخص گردد. تأثیر ناترازی

روی عمر خستگی بلبرینگ با محاسبه نسبت $\frac{L_{\theta}}{L_{\theta=0}}$ مشخص می گردد. شکل های ۱ تا ۴ تأثیر ناترازی بر عمر خستگی بلبرینگ های شیار عمیق را نشان می دهند. بار اعمال شده به هر بلبرینگ، به صورت ترکیبی از بار شعاعی به میزان تقریبی ۱۰ درصد بار مجاز دینامیکی و بار محوری به میزان تقریبی ۱ درصد بار مجاز دینامیکی می باشد. بلبرینگ های انتخابی دارای لقی شعاعی نرمال بودند و انطباق شفت از نوع ۵j است. همچنین با فرض این که تفاضل دما بین رینگ داخلی و خارجی در حین کار ۵ درجه سانتیگراد باشد، مقدار $\frac{L_{\theta}}{L_{\theta=0}}$ محاسبه شده است.



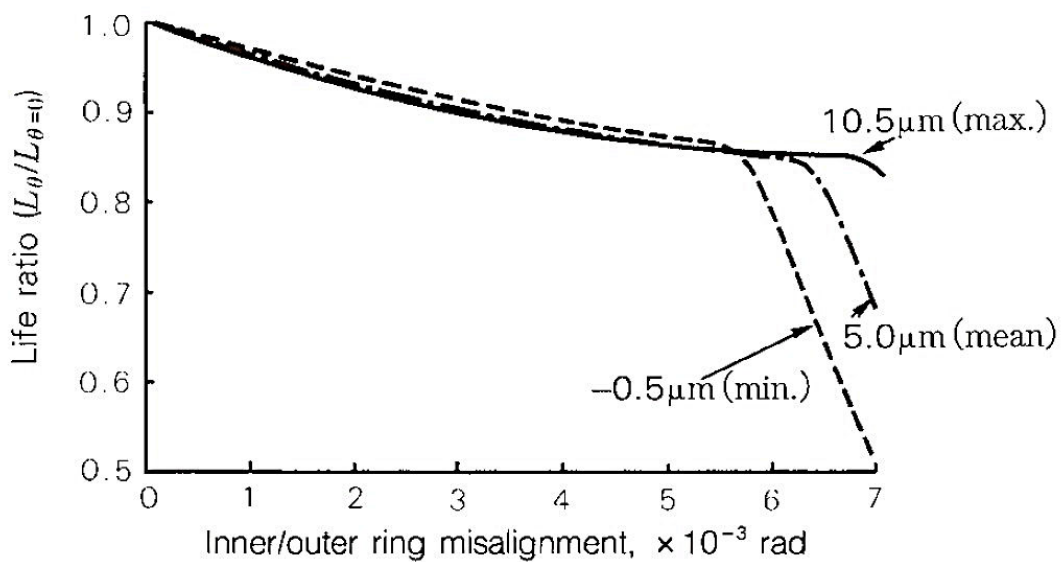
شکل ۱: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی بلبرینگ 6200 [۳]

6202 $F_r = 765\text{N} \{78\text{kgf}\}$, $F_u = 76.5\text{N} \{7.8\text{kgf}\}$

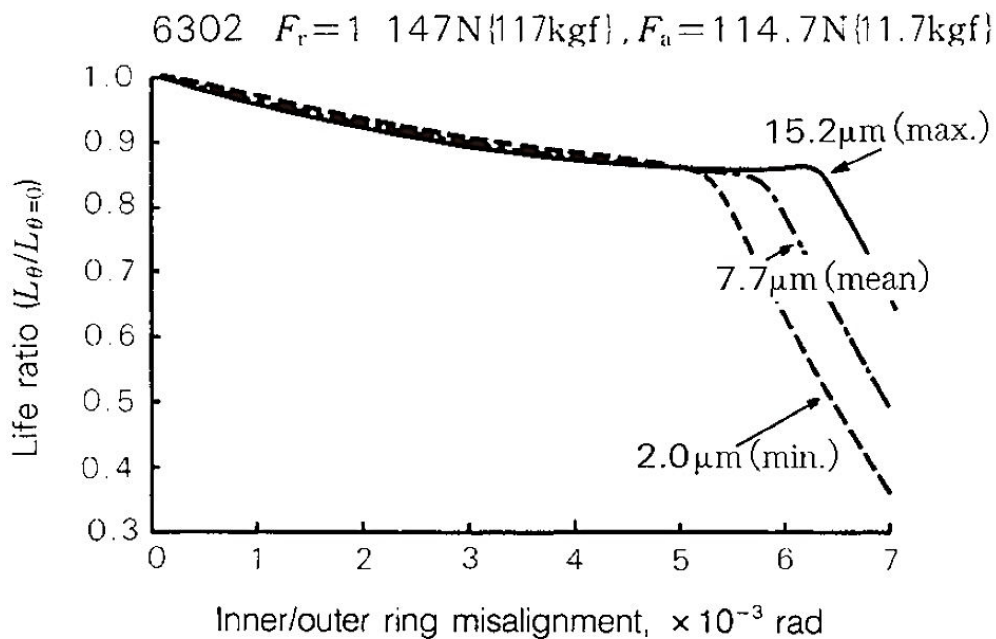


شکل ۲: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی بلبرینگ 6202 [۳]

6300 $F_r = 809\text{N} \{82.5\text{kgf}\}$, $F_u = 80.9\text{N} \{8.25\text{kgf}\}$



شکل ۳: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی بلبرینگ 6300 [۳]



شکل ۴: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی بلبرینگ 6302 [۳]

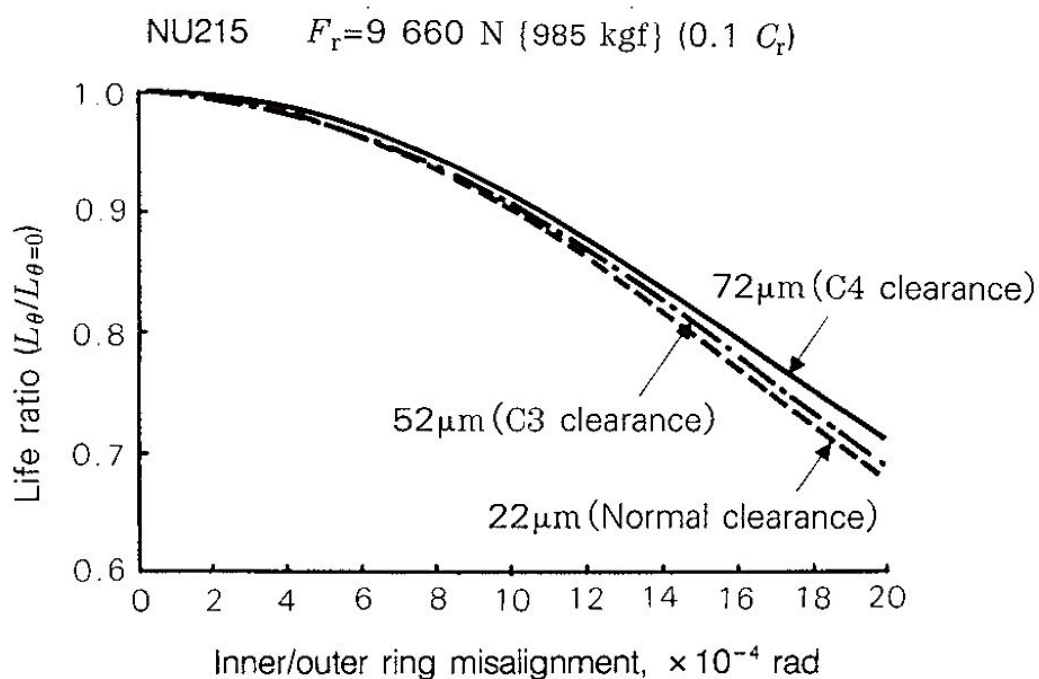
همان طور که در شکل های ۱ تا ۴ نشان داده شده است، در هر نمودار، به ازای مقادیر مشخصی از ناترازی، میزان کاهش عمر خستگی کمتر از ۱۰ درصد است. به عبارت دیگر در این محدوده، مشکل جدی در خصوص کاهش عمر بیرینگ مشاهده نمی شود، اما هنگامی که ناترازی از یک حد مشخص بیشتر شود، همان طور که در شکل ها نشان داده شده است، عمر خستگی به سرعت کاهش پیدا می کند. این حد مشخص، در واقع همان ناترازی ماکزیمم مجاز برای بیرینگ است.

در هر یک از شکل های شماره ۱ تا ۴، سه نمودار مختلف ترسیم شده است که مربوط به لقی عملکردی مینیمم، ماکزیمم و میانه بیرینگ مورد نظر می باشد. با توجه به شکل های ۱ تا ۴ مشاهده می شود که هر چه لقی عملکردی بیرینگ بیشتر باشد، میزان حساسیت آن به ناترازی کمتر است.

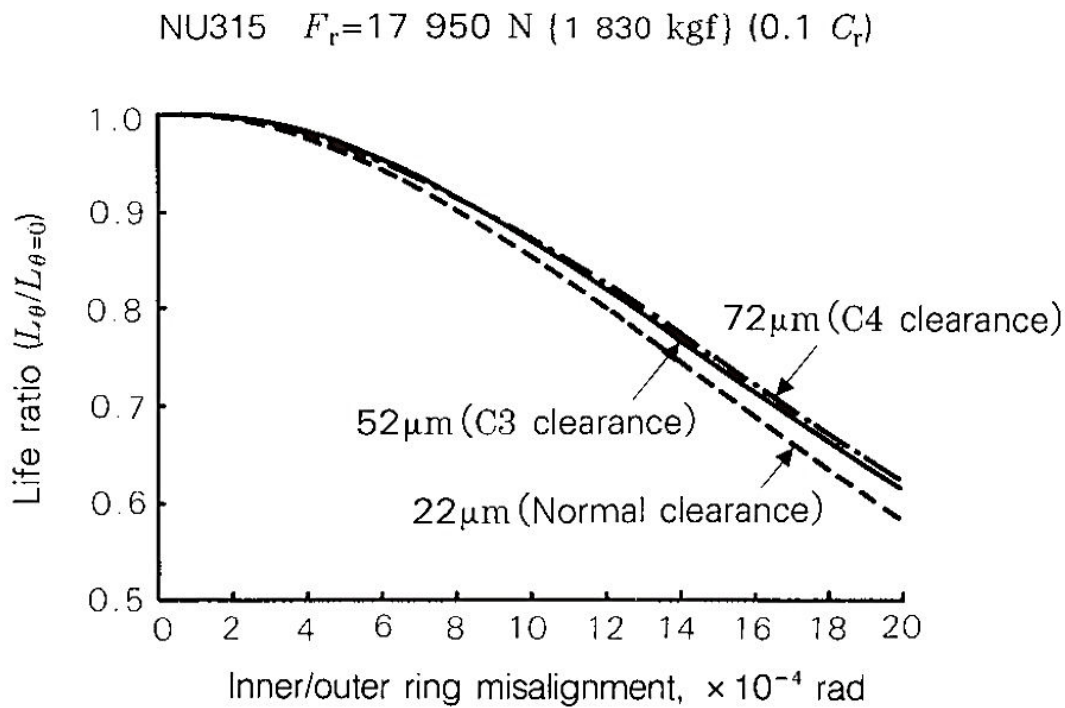
۳- ناترازی در رولربیرینگ های استوانه ای:

همان طور که اشاره شد، هنگامی که شفتی که توسط بیرینگ های غلتشی نگه داشته می شود، دچار انحراف گردد و یا مقداری عدم دقت در یکی از شانه ها وجود داشته باشد، میزان ناترازی بین رینگ داخلی و خارجی

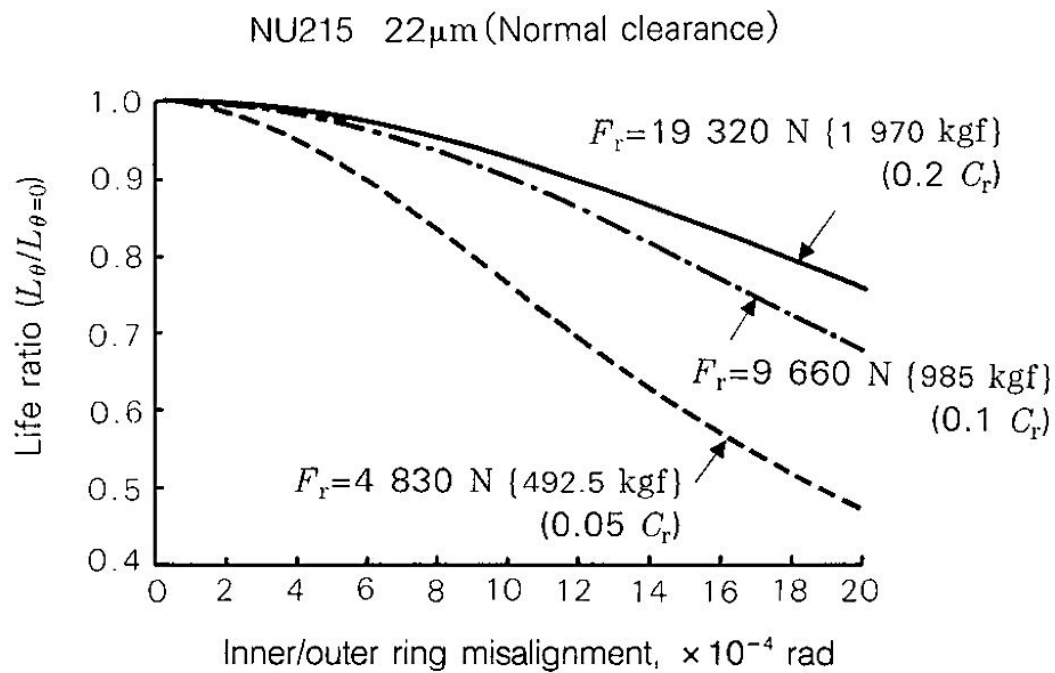
افزایش یافته و به تبع آن عمر خستگی بیرینگ ها کاهش می یابد. میزان کاهش عمر به نوع بیرینگ و طراحی داخلی آن بستگی دارد و متأثر از لقی داخلی شعاعی و مقدار نیروی اعمالی هنگام کار نیز می باشد [۳]. مقدار ناترازی ماکزیمم مجاز برای رولربیرینگ های استوانه ای کمتر از بلبرینگ های شیار عمیق می باشد و اغلب در دامنه ۰/۰۰۰۹ تا ۰/۰۰۱۱ رادیان (۳ تا ۴ دقیقه) محدود است [۱]. شکل های ۵ تا ۸ تأثیر ناترازی بر عمر خستگی رولربیرینگ های مخروطی را نشان می دهند. با توجه به این که رولربیرینگ های استوانه ای برای تحمل بارهای شعاعی، طراحی و ساخته شده اند، بارهای وارده در این تست ها، از نوع شعاعی می باشد. در این جا هم تفاضل دمایی رینگ های داخلی و خارجی برابر با ۵ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شده است.



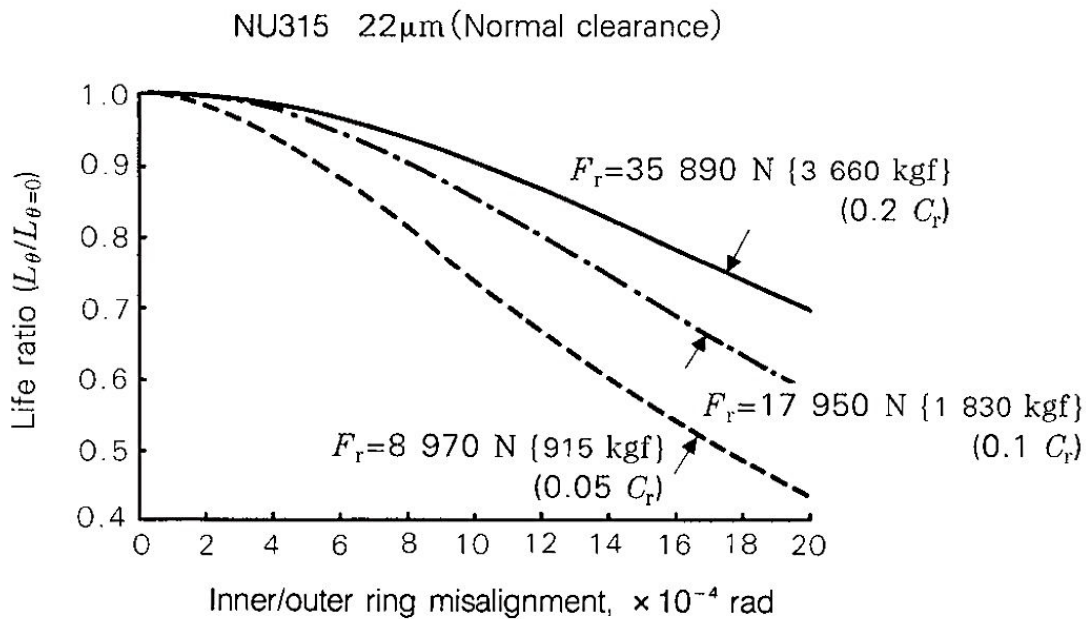
شکل ۵: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی رولربیرینگ NU215 با کلاس های لقی مختلف [۳]



شکل ۶: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی رولربیرینگ NU315 با کلاس های لقی مختلف [۳]



شکل ۷: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی رولربیرینگ NU215 در صورت اعمال بارهای مختلف [۳]



شکل ۸: تأثیر ناترازی روی عمر خستگی رولربیرینگ NU315 در صورت اعمال بارهای مختلف [۳]

همان طور که در نمودارهای شکل های ۵ و ۶ دیده می شود، هر چه لقی داخلی یک رولربیرینگ استوانه ای بیشتر باشد، میزان حساسیت آن به ناترازی کمتر است. همچنین با توجه به شکل های ۷ و ۸، مشخص می شود که با افزایش نیروی شعاعی وارد به رولربیرینگ استوانه ای (در محدوده بارهای رایج) میزان حساسیت آن ها نسبت به ناترازی به طور محسوسی کاهش می یابد.

۴- بحث و نتیجه گیری

طبق برخی گزارشات، ناترازی علت خرابی زود هنگام ۱۳ درصد از بیرینگ ها است [۴] و [۵]، در نتیجه، توجه به این بحث و مطالعه تأثیر آن بر عملکرد بیرینگ ها ضروری است. همان طور که در این مقاله نشان داده شد، ناترازی موجب کاهش عمر خستگی بیرینگ های غلتشی می شود. با این وجود، برای هر بیرینگ غلتشی، یک مقدار حدی وجود دارد که تا زمانی که میزان ناترازی کمتر از آن باشد، میزان کاهش عمر محدود بوده و مشکل خاصی ایجاد نمی شود. همچنین مشخص شد که میزان حساسیت به ناترازی در بیرینگ های مختلف و برای شرایط مختلف بارگذاری متفاوت است. به عنوان مثال بلبرینگ های شیار عمیق، عموماً ناترازی بیشتری را نسبت به رولربیرینگ های استوانه ای تحمل می کنند. علاوه بر این، برای یک نوع بیرینگ خاص هم بیشتر بودن میزان لقی داخلی بیرینگ، منجر به کاهش حساسیت به ناترازی می گردد. به همین دلیل در مواردی

که اجتناب از بروز ناترازی ممکن نباشد، توصیه می گردد که از بیرینگ های دارای لقی داخلی بزرگتر استفاده شود [۶]. همچنین افزایش بار شعاعی در محدوده های رایج نیز، موجب تحمل بهتر ناترازی توسط رولربیرینگ های استوانه ای می گردد.

منابع:

- [1] SKF Group (2013), "Rolling Bearings".
- [2] NSK motion & control TM (2008), "Rolling Bearings (Cat. No. E1102f)", Printed in Japan.
- [3] NSK motion & control TM (2009), "Technical Report (Cat. No. E728g)", Printed in Japan.
- [4] <http://www.taproot.com/archives/55827> , Date of access: 2017.04.03
- [5] <http://www.waikatobearings.co.nz/news-item/bearing-failure-statistics> , Date of access: 2017.04.03
- [6] Schaeffler Group Industrial (2006), "Rolling Bearings".