

راهکارهای شناسایی یاتاقان نامرغوب

حسین غلامزاده ثانی

علیرضا رضائی

حجت ... اسدیان

چکیده

یاتاقان‌ها با ایفای نقش تکیه‌گاه و تحمل بارهای استاتیکی و دینامیکی از مهمترین و پرکاربردترین قطعات در ماشین آلات به شمار می‌روند. در تمام دپارتمانهای خط تولید یک کارخانه سیمان، بدون استثنا ماشین آلات متعددی وجود دارند که در ساختارشان یاتاقان بکار رفته و خرابی یاتاقان در آنها ضمن توقف تولید و تحویل، اتلاف انرژی و سرمایه را به دنبال خواهد داشت. از سوی دیگر متاسفانه بعلت عدم نظارت مناسب بر توزیع قطعات یدکی و نیز مشکلات ورود قطعات به کشورمان، باعث شده که میزان قابل توجهی یاتاقان تقلبی و یا دست دوم بعنوان یاتاقان اصلی و نو به مصرف کنندگان ارائه گردد. در این مقاله ابتدا به معرفی توصیه‌های موثر و روش‌های آزموده شده جهت شناسایی یاتاقان‌های نامرغوب پرداخته شده تا از خرید و بکارگیری آنها جلوگیری شود. سپس رفتار ارتعاشی یاتاقان‌های نامرغوب مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی : یاتاقان نامرغوب ، خرابی زودرس ، ماشین ، آنالیز ارتعاشات

مقدمه

یاتاقان‌های نامرغوب عمر بسیار کوتاهی دارند و استفاده از این یاتاقان‌ها منجر به افزایش توقفات (جهت تعویض یاتاقان) و کاهش تولید و سوددهی می‌شود. از سوی دیگر بدلیل ارایه رفتار متغیر، تحلیل ارتعاشات اینگونه موارد آسان نیست. ضمن آنکه در صورت بکارگیری یاتاقان نامرغوب از آنجاییکه فاصله بین آشکار شدن اولین علائم خرابی و بروز آسیب جدی معمولاً کوتاه است ضرورت پیشگیری از بکارگیری این قطعات و نیز آشنایی با علائم خرابی آنها جهت اقدام به موقع اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

در این تحقیق که حاصل مطالعه بر روی یکصد دستگاه ماشین و بررسی بیش از سیصد عدد یاتاقان و تحلیل حالات خرابی مرتبط با آنها می‌باشد، با رویکردی پیشگیرانه ابتدا به معرفی شاخص‌هایی جهت کمک به شناسایی یاتاقان نامرغوب قبل از نصب پرداخته و در ادامه به مطالعه رفتار ارتعاشاتی یاتاقان‌های نامرغوب می‌پردازیم.

جهت انتقال بهتر پیام و به منظور جلوگیری از طولانی شدن مطالب، در بخش مطالعه سیگنالهای ارتعاشاتی تنها ۳ الگو (از بین ۳۲ مورد الگوی خرابی) بررسی شده است.

لازم به ذکر است که خرابی زودرس یاتاقان به عوامل متعددی همچون : نصب ، روانکاری و ... نیز مرتبط است. اما شرایط فعلی بازار و دست و پنجه نرم کردن اکثر صنایع با یاتاقان های تقلبی ما را بر آن داشت تا تمرکز اصلی مقاله را بر شناسایی یاتاقان نامرغوب معطوف نمائیم. ضمن آنکه کلیه شرایط شامل انبارش ، نصب ، نگهداری و روانکاری برای موارد تحت بررسی ثابت در نظر گرفته شده است.

چگونه احتمال بکارگیری یاتاقان نامرغوب را کاهش دهیم ؟

امروزه دستورالعمل یا روش استاندارد ی که بر اساس آن بتوان شناسایی یاتاقان اصل را تضمین کرد وجود ندارد(مگر در موارد محدود با انجام آزمایشات گران قیمت که مقرون به صرفه هم نمی باشد) و آن دسته از نکاتی هم که بر اساس تجربیات مصرف کنندگان مختلف و توصیه سازندگان معتبری همچون SKF ، FAG و ... نیز بیان می شود صرفاً توصیه هایی هستند که با بکارگیری آنها می توان تا حد قابل قبولی استفاده از یاتاقان نامرغوب را کاهش داد.

چند توصیه جهت پیشگیری از بکارگیری یاتاقان نامرغوب :

۱- درگام نخست به عنوان یک قاعده کلی خرید از فروشنده معتبر مهمترین اصل در جلوگیری از بکارگیری یاتاقان نامرغوب تلقی می شود. در این خصوص باید کلیه تامین کنندگان یاتاقان را مورد ممیزی فنی دقیق قرار داده و خرید از فروشندگانی که ارزیابی نشده اند را فراموش کرد. همواره سعی کنید که از فروشندگان معتبر خرید نمایید. به خاطر داشته باشید که یاتاقان یک کالای فنی تخصصی به شمار می رود و آشنایی فروشنده با اطلاعات فنی پایه ای در این حوزه ضروری است. خرید از فروشندگان صرفاً تجاری (که امروزه کم هم نیستند) با ریسک بالایی همراه است. توجه و بررسی سابقه یک فروشنده نیز مسئله بسیار مهمی است که نباید به آن بی توجه بود. در صورت امکان برای ارزیابی تامین کنندگان به صورت حضوری اقدام نموده و به نحوه انبارش یاتاقان ها توجه کنید و رعایت نکات ذیل را در نحوه انبارش فروشنده ارزیابی نمایید :

- یاتاقان ها باید بصورت افقی (خوابیده) نگهداری شوند. [۱]
- رطوبت نسبی محل نگهداری یاتاقان را کنترل کنیم تا در محدوده زیر باشد : [۱]
 - ۷۵٪ در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد
 - ۶۰٪ در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد
 - ۵۰٪ در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد
- یاتاقان ها تا پیش از فرا رسیدن زمان استفاده جهت جلوگیری از خوردگی و ورود آلودگی درون بسته بندی اولیه (باز نشده) نگهداری شوند. [۱]
- یاتاقان ها هرگز نباید بر روی زمین نگهداری شوند بلکه باید آن ها را بر روی قفسه هایی که حدود ۲۰ سانتیمتر از سطح زمین بالاتر باشند قرار داد. [۲]
- یاتاقان هایی که همراه هوزینگ هستند ، باید بصورت ایستاده و بر روی پایه های هوزینگ نگهداری شوند. [۳]
- در سیستم انبارداری از سیستم FIFO استفاده شود. [۴]
- مکان نگهداری عاری از هرگونه لرزش و ارتعاش باشد. [۱]

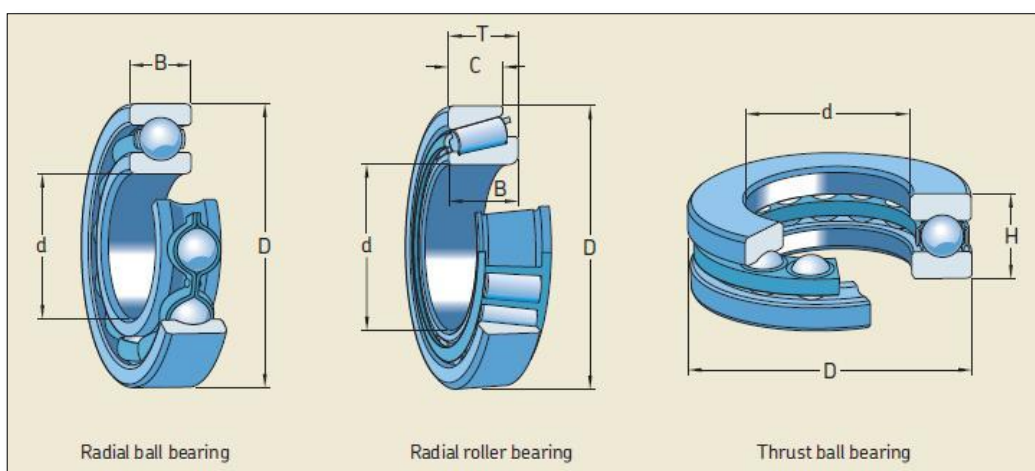
اهمیت نکات فوق از آن جهت است که اولاً یک یاتاقان اصل هم در صورت انبارش و حمل نامناسب ، هرگز عملکرد یک یاتاقان مرغوب را نخواهد داشت. ثانیاً رعایت موارد فوق توسط فروشنده نشان دهنده آگاهی و تعهد او نسبت به کیفیت یاتاقان است.

۲- در تشخیص یاتاقان اصل از یاتاقان تقلبی باید به کیفیت بسته بندی و ظاهر یاتاقان توجه کرد . به جرات می توان گفت هیچکدام از تولیدکنندگان معتبر یاتاقان محصولات خود را در بسته بندی نازل ارائه نمی کنند. بنابراین اگر یاتاقانی را دیدید که کوچکترین اثری از عیوب سطحی بر روی آن وجود دارد یا بسته بندی کیفیت نازلی دارد بدون درنگ از خرید آن یاتاقان اجتناب نمایید.

۳- سازندگان معتبر اطلاعات مربوط به کالا را کامل درج می کنند. مثلا SKF علامت تجاری ، مشخصه کامل فنی ، تاریخ ساخت (به شکل کد شده) و کشور سازنده را بر روی یاتاقان و بسته بندی آن به صورت کاملا خوانا حک می کند عدم وجود یا مخدوش و ناخوانا بودن هریک از اطلاعات مذکور باید باعث ایجاد تردید کاملا جدی در شما شود. [۱]

۴- توجه به تاریخ تولید یاتاقان نیز بسیار مهم است . هر تولید کننده ای با توجه به نوع محصول ، حداکثر مدت زمان مجاز جهت انبارش را تعیین می کند . مثلا SKF در خصوص یاتاقان های 2Z نگهداری بیش از ۳ سال و برای سایر یاتاقان ها بیش از ۵ سال را مجاز نمی داند. [۱]

۵- اندازه گیری و کنترل دقیق اندازه های ابعادی مرزی با رعایت تolerانس های مربوطه و مقایسه با کاتالوگ سازنده. [۱]



شکل ۱ - اندازه گیری و کنترل دقیق ابعاد یاتاقان

۶- اندازه گیری و کنترل لقی بیرینگ ها در شناسایی بیرینگ نامرغوب بسیار موثر است . لقی بیرینگ های بشکه ای را می توان با استفاده از فیلر قبل از نصب بر روی شفت و پس از آن، اندازه گیری و مقایسه کرد. البته این روش در یاتاقان های ساچمه ای شیار عمیق، یاتاقان های تماس زاویه ای و یاتاقان های استوانه ای نیز می تواند در تشخیص وضعیت یاتاقان تعیین کننده باشد . یک راه پیشنهادی مناسب جهت اندازه گیری لقی یاتاقان قبل از نصب ، آن است که رینگ داخلی و رینگ خارجی یاتاقان به نحوی مهار شده سپس به کمک ساعت اندیکاتور میزان جابجایی رینگ دیگر را اندازه گیری نموده و با جداول استاندارد سازنده مقایسه کرد. [۵]

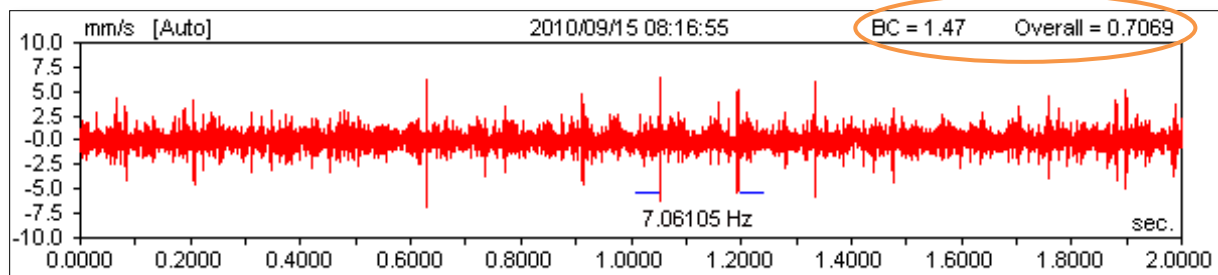
چگونه یاتاقان نامرغوب در حال کار را شناسایی کنیم؟

مطالعه رفتار ارتعاشی جهت شناسایی یاتاقان نامرغوب بسیار ضروری است زیرا هرچند رعایت نکات گفته شده در جلوگیری از بکارگیری یاتاقان نامرغوب بسیار موثرند اما نباید به آن‌ها اکتفا کرد. از این رو قبل از مطالعه رفتار ارتعاشاتی یاتاقان‌های نامرغوب توضیح مختصری راجع به انواع سیگنال‌های ارتعاشاتی ارائه می‌شود.

یاتاقان غلتشی آسیب دیده دو نوع سیگنال ارتعاشاتی متفاوت پدید می‌آورد:

۱. پالس‌های ضربه‌ای (Impact pulse)

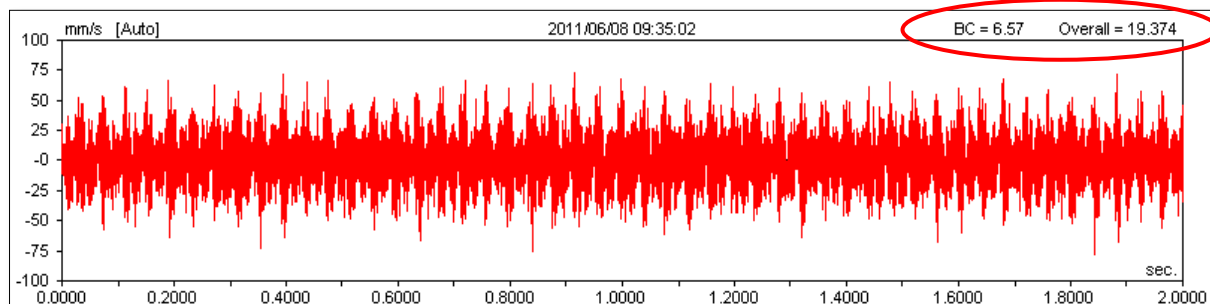
پالس‌های ضربه‌ای از تماس فلز با فلز بین اجزای یاتاقان به وجود می‌آیند. از آنجا که این نوع ضربه‌ها در مرحله شروع آسیب و زمانی که لبه‌های منطقه آسیب دیده تیز است، اتفاق می‌افتند، ضربه‌ها شدید و زمان وقوع آن‌ها بسیار کوتاه است. شکل شماره (۲) پالس‌های ضربه‌ای در یاتاقانی را نشان می‌دهد که در مراحل اولیه بروز خرابی بوده و فاصله ضربات برابر با سرعت چرخش قفسه (Cage) می‌باشد:



شکل ۲ - منحنی زمانی یاتاقان در مراحل ابتدایی خرابی

۲. نویز مدوله شده (Modulated noise)

نویز مدوله شده ناشی از عیب‌های ملایم‌تر مانند عیوب مرتبط با روانکاری و نصب است. با توجه به شدت ضربات، بالاترین مقدار فرکانس بدست آمده از نویز مدوله شده کم‌تر از فرکانس تولید شده از عیب ضربه‌ای است و دوره زمانی ضربه‌ها طولانی‌تر است. نکته مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد آن است که یک پالس ضربه‌ای در صورت بی‌توجهی با گذشت زمان و پیشرفت آسیب اولیه در یاتاقان، بعلافت صاف شدن نسبی لبه‌ها به نویز مدوله شده (که شبیه عیوب روانکاری و نصب است) تغییر می‌کند و جهت تشخیص دقیق باید بررسی بیشتری انجام گیرد. [۶] شکل شماره (۳) مربوط به سیگنال زمانی یاتاقانی است که در مراحل پیشرفته خرابی می‌باشد:

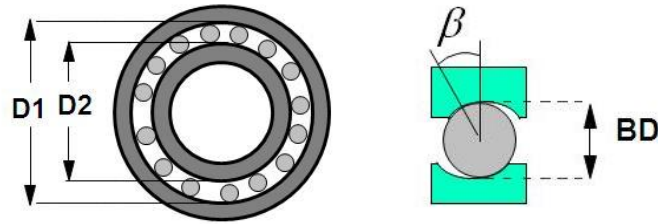


شکل ۳ - منحنی زمانی یاتاقان در مراحل پیشرفته خرابی

معرفی فرکانس‌های خرابی

- فرکانس گذر ساچمه از رینگ خارجی $^{1}(BPFO)$ به خاطر خرابی در رینگ خارجی یاتاقان
- فرکانس گذر ساچمه از رینگ داخلی $^{2}(BPFI)$ به خاطر خرابی در رینگ داخلی یاتاقان
- فرکانس چرخش ساچمه $^{3}(BSF)$ به خاطر خرابی خود ساچمه
- فرکانس سری پایه $^{4}(FTF)$ به خاطر خرابی قفسه

این فرکانس‌ها را می‌توان با استفاده از فرمول‌های زیر و با داشتن مشخصات یاتاقان محاسبه کرد :



$$PD = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$f_r = \text{rotation frequency}$

$n = \text{number of balls}$

$$BPFO = f_{outer}(Hz) = \frac{n}{2} f_r \left(1 - \frac{BD}{PD} \cos \beta\right) \quad (1)$$

$$BPFI = f_{inner}(Hz) = \frac{n}{2} f_r \left(1 + \frac{BD}{PD} \cos \beta\right) \quad (2)$$

$$BSF = f_{ball}(Hz) = f_r \frac{BD}{PD} \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \cos \beta\right)^2\right] \quad (3)$$

$$FTF = f_{cage}(Hz) = \frac{1}{2} f_r \left(1 - \frac{BD}{PD} \cos \beta\right) \quad (4)$$

لازم به ذکر است در این محاسبات چرخش ساچمه کامل فرض شده است. در صورتی که در واقعیت قدری لغزش نیز وجود دارد، لذا فرکانس بدست آمده از محاسبات، اختلاف جزئی با فرکانس اندازه گیری شده دارد.

اگر در مسیر حلقه خارجی یاتاقان غلتشی عیبی موضعی وجود داشته باشد، عبور هر یک از ساچمه‌ها از ناحیه آسیب دیده ضربه‌ای را ایجاد می‌کند. این ضربه‌ها موجب سیگنال ارتعاشی می‌شوند که از حلقه خارجی به سمت محفظه یاتاقان منتشر و با سنسور ارتعاش جمع آوری می‌شوند. نرخ تکرار این ضربه‌های آبی به عنوان فرکانس آسیب شناخته می‌شود. دامنه ضربه‌ها معیاری از شدت آن‌هاست، و به سرعت شافت، محل عیب و نوع بار وارده بر یاتاقان بستگی دارد. [۷]

1. Ball Pass Frequency outer race

2. Ball Pass Frequency inner race

3. Ball Spin Frequency

4. Fundamental Train Frequency

از آنجا که این فرکانس‌ها ، مضارب صحیحی از فرکانس دور ماشین نیستند ، شناسایی آنها راحت تر از شناسایی سایر عیوب می‌شود. زیرا اکثر فرکانس‌های عیوب ماشین مانند : نامیزانی ، عدم هم راستایی ، لقی ، خمیدگی شافت ، عیوب الکتریکی ، شکسته شدن یا ترک در روتور و ... مضرب صحیحی از فرکانس دور ماشین می‌باشند .

روش نصب سنسور روی ماشین موفقیت تکنیک های فرکانس بالا را تعیین خواهد کرد. تا حد امکان باید سنسور نزدیک به منطقه بار و روی سطح تمیز همواری نصب شده باشد. [۸] زیرا در مراحل ابتدایی بروز خرابی ، ضربات دارای فرکانس بسیار بالا و دامنه پائین می‌باشند به همین دلیل انتخاب فیلتر فرکانسی مناسب (جهت حذف ارتعاشات با دامنه بالا و فرکانس پائین) و همچنین استفاده از سنسور مناسب (مگنت دارمسطح) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. [۹]

معرفی روشهای شناسایی یاتاقان نامرغوب در حین کار

سه روشی که امروزه بیشترین کاربرد را جهت ارزیابی وضعیت یاتاقان دارند عبارتند از :

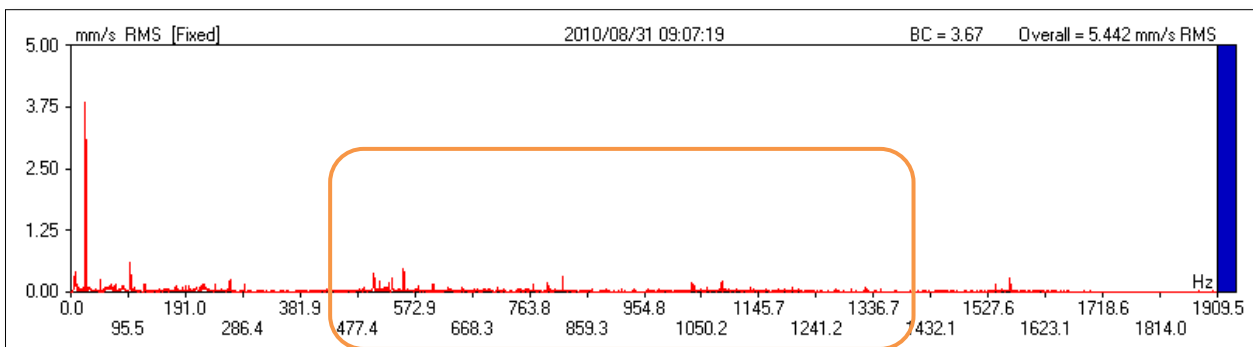
۱- آنالیز فرکانسی (FFT)

۲- آنالیز وضعیت یاتاقان (BCU)

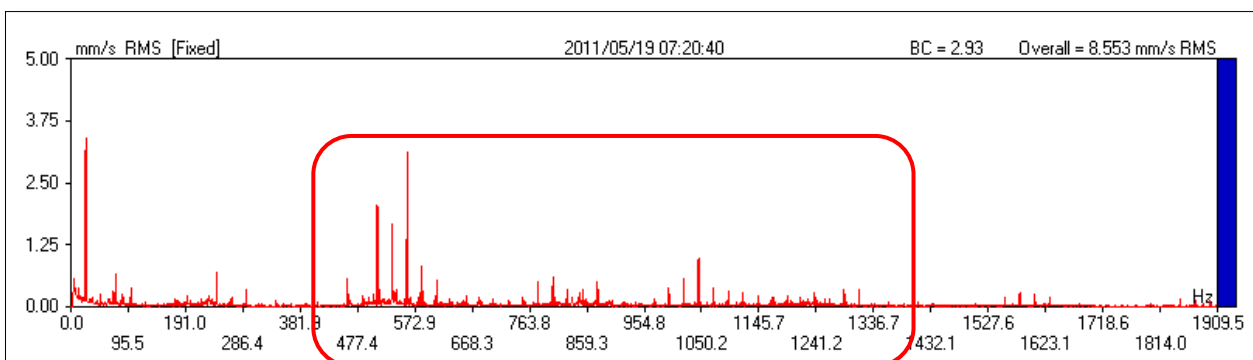
۳- آنالیز پوش سیگنال (Envelope)

آنالیز فرکانسی (FFT)

این روش در شناسایی عیوب ماشین آلات دوار از قبیل نامیزانی ، عدم هم راستایی ، لقی و ... کاربرد فراوانی دارد. از آنجا که این تکنیک مبتنی بر اندازه گیری RMS مقادیر ارتعاشات می‌باشد ، ارتعاش در محدوده فرکانسی پهن می‌شود و بدلیل اینکه فرکانس‌های آسیب یاتاقان در ابتدای خرابی دامنه بسیار کوچکی داشته و فرکانس‌های ارتعاشی بزرگ تر مانند نامیزانی و لقی ، ارتعاشات غالب در ماشین می‌باشند ، این روش فقط زمانی که آسیب خیلی شدید و گسترده باشد ، کاربرد دارد و در مراحل اولیه بروز خرابی کارائی چندانی ندارد. شکل‌های شماره ۴ و ۵ طیف فرکانسی یاتاقان 22219 EK C3 را به ترتیب در مراحل اولیه و پیشرفته خرابی نشان می‌دهند.



شکل ۴- منحنی فرکانسی یاتاقان در مراحل اولیه خرابی



شکل ۵ - منحنی فرکانسی یاتاقان در مراحل پیشرفته خرابی

از امتیازات این روش سریع و ساده بودن آن است اما کشف خرابی کمتر و کشف خرابی در آخرین مراحل از نقاط ضعف این روش می باشد.

مورد کاوی اول : شناسایی یاتاقان نامرغوب در فن خنک کن زیگمنت خروجی کوره با استفاده از آنالیز فرکانسی

جدول ۶- مشخصات فنی

نوع انتقال قدرت	نوع یاتاقان	سرعت دورانی فن	توان الکترو موتور	نوع ماشین
پولی و تسمه	22215 EK/C3	1500 rpm = 25 HZ	11 KW	فن دمنده

در تعمیرات اساسی یاتاقان های این فن تعویض شد. از همان نخستین لحظات راه اندازی فن شاهد افزایش ارتعاشات هر دو یاتاقان بودیم . بررسی طیف فرکانسی یاتاقان ها مطابق شکل شماره (۷) نشان دهنده وجود لقی در یاتاقان ها بود.

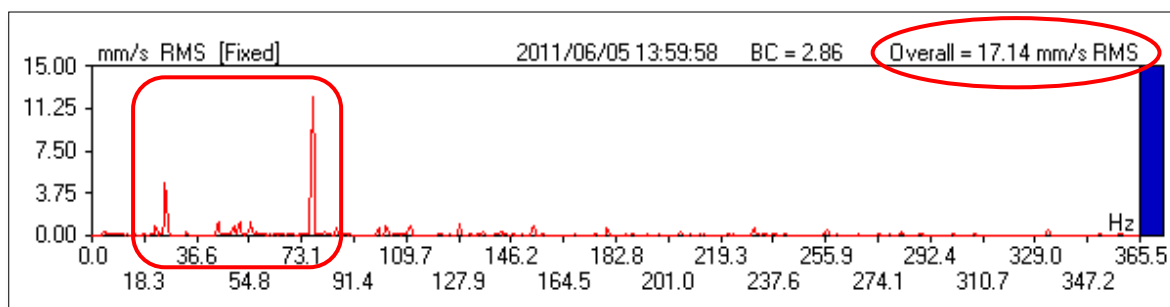
وجود لقی ناشی از دو عامل می توانست باشد :

(۱) ایراد در تنظیمات و نصب

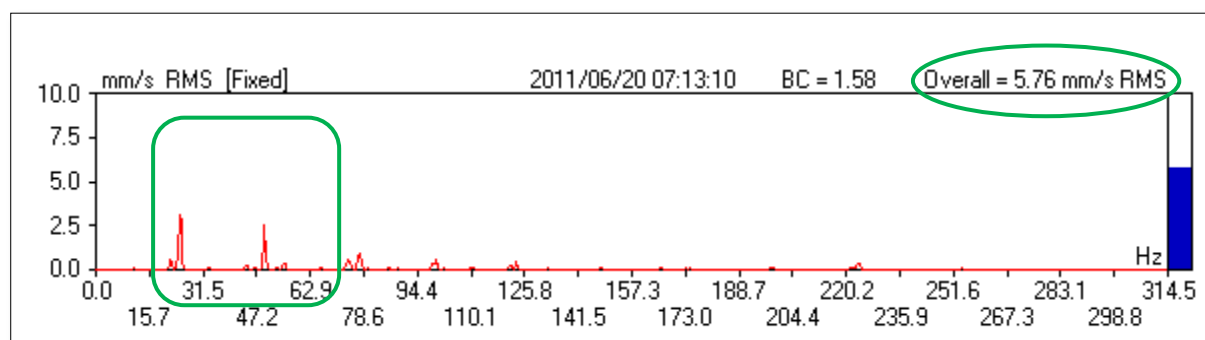
(۲) کیفیت نامناسب یاتاقان

پس از بررسی نصب و تنظیمات مربوطه و مشاهده لقی غیر معمول در یاتاقان ، احتمال نامرغوب بودن یاتاقان افزایش پیدا کرد. از این رو تعویض یاتاقان در دستور کار قرار گرفت. این بار یاتاقان ها پیش از نصب به لحاظ ظاهری و ابعادی بطور دقیق کنترل شدند.

پس از نصب یاتاقان های جدید شاهد کاهش چشمگیر ارتعاشات مطابق شکل شماره (۸) بودیم.



شکل ۷- منحنی فرکانسی پس از نصب یاتاقان نامرغوب



شکل ۸- منحنی فرکانسی پس از نصب یاتاقان مرغوب

پارامتر یاتاقان‌های غلطکی و ارتعاشات فرکانس بالا (BCU) :

یاتاقان‌های غلطکی قطعات دقیق و حساسی هستند که تا زمانی که عیب در آنها پیشرفت نکرده باشد علامتی از وضعیت خود در دامنه کلی ارتعاشات و طیف فرکانسی نشان نمی‌دهند. یاتاقان‌های غلطکی، به دلیل برخورد ساچمه‌ها با سطوح داخلی و خارجی ارتعاشات فرکانس متوسط تا بالا تولید می‌کنند، در نتیجه تنها راه پایش وضعیت اینگونه یاتاقان‌ها قرائت ارتعاشات با واحد شتاب است لیکن ابتدا باید ارتعاشات مربوط به عیوب عادی ماشین (ارتعاشات تا فرکانس های متوسط) از سیگنال حذف شوند. این ارتعاش را معمولاً پارامتر BC می‌گویند و مقدار آن به صورت ضریبی از شتاب ثقل نشان داده می‌شود برای مثال وقتی می‌گوئیم 2g ارتعاش داریم یعنی مقدار ارتعاش دو برابر شتاب ثقل زمین است. [۱۰]

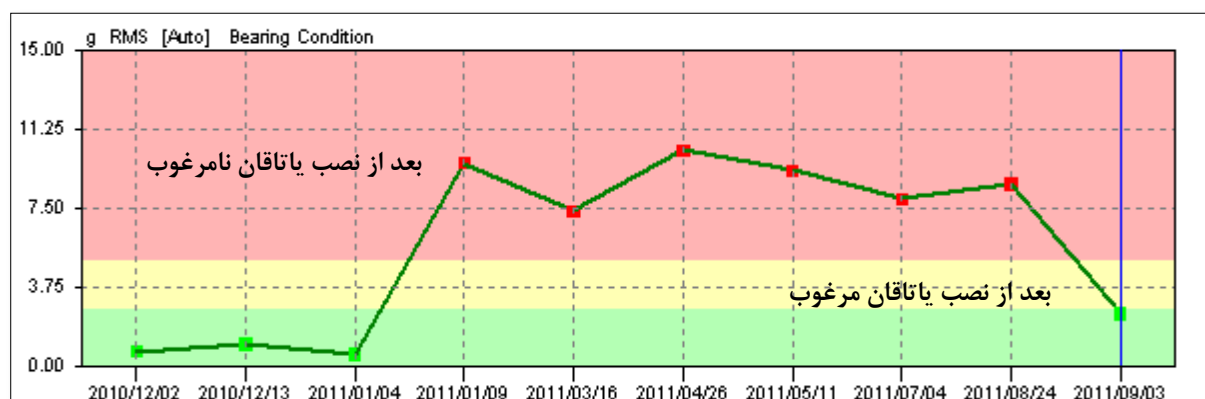
اصول اندازه گیری BCU استفاده از فرکانس تشدید سنسور شتاب جهت تقویت ضربات آنی کوچک حاصل از آسیب یاتاقان است. [۱۱] سازندگان تجیزات ارتعاشی، پارامترهای خاصی را جهت تعیین وضعیت یاتاقان تعریف کرده اند. به عنوان مثال شرکت IRD آمریکا از پارامتر Energy Spike، شرکت B&K دانمارک از Crest Factor، شرکت VMI سوئد و برخی دیگر از شرکت‌ها از BCU استفاده می‌کنند.

مورد کاوی دوم: شناسایی یاتاقان نامرغوب در فن بگ فیلتر شنک آسیای سیمان با استفاده از روش BCU

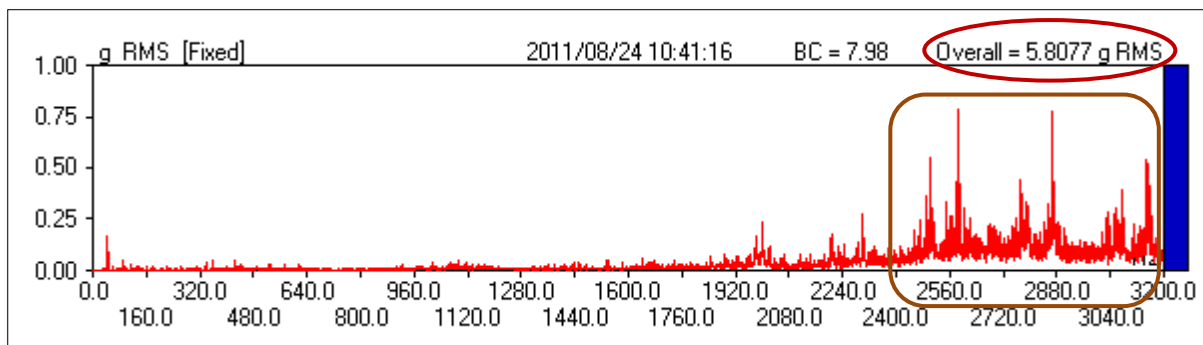
جدول ۹- مشخصات فنی

نوع انتقال قدرت	نوع یاتاقان	سرعت دورانی فن	توان الکترو موتور	نوع ماشین
پولی و تسمه	22211 EK/C3	2640 rpm = 44 HZ	30 KW	فن غبار گیر

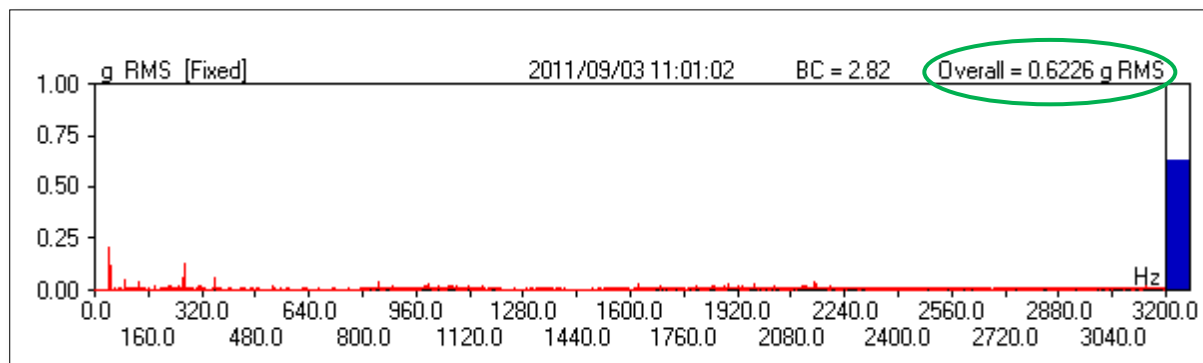
اولین اندازه گیری ارتعاشات پس از نصب یاتاقان‌های جدید در این ماشین نشان دهنده افزایش قابل ملاحظه مقادیر BC مطابق شکل شماره (۱۰) می‌باشد. به همین دلیل تعویض مجدد یاتاقان‌ها در دستور کار قرار گرفته و منحنی فرکانسی شتاب پس از نصب یاتاقان مرغوب و نامرغوب در شکل‌های شماره (۱۱ و ۱۲) نشان داده شده است.



شکل ۱۰- نمودار وضعیت یاتاقان (BCU)



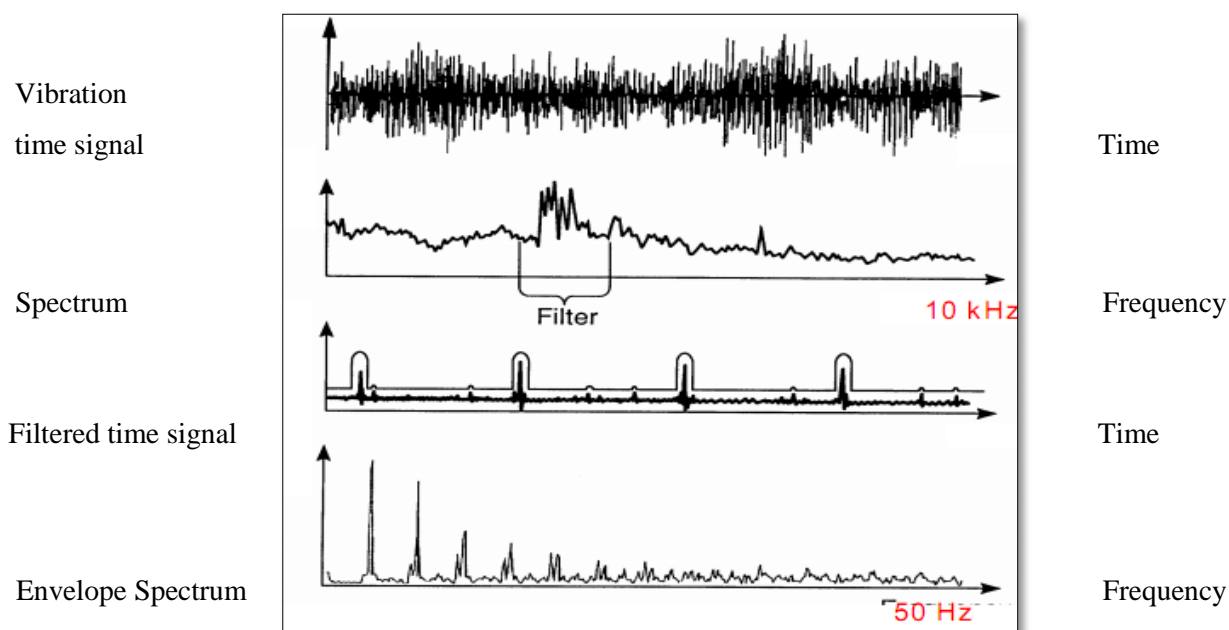
شکل ۱۱- منحنی فرکانسی شتاب یاتاقان نامرغوب



شکل ۱۲- منحنی فرکانسی شتاب یاتاقان مرغوب

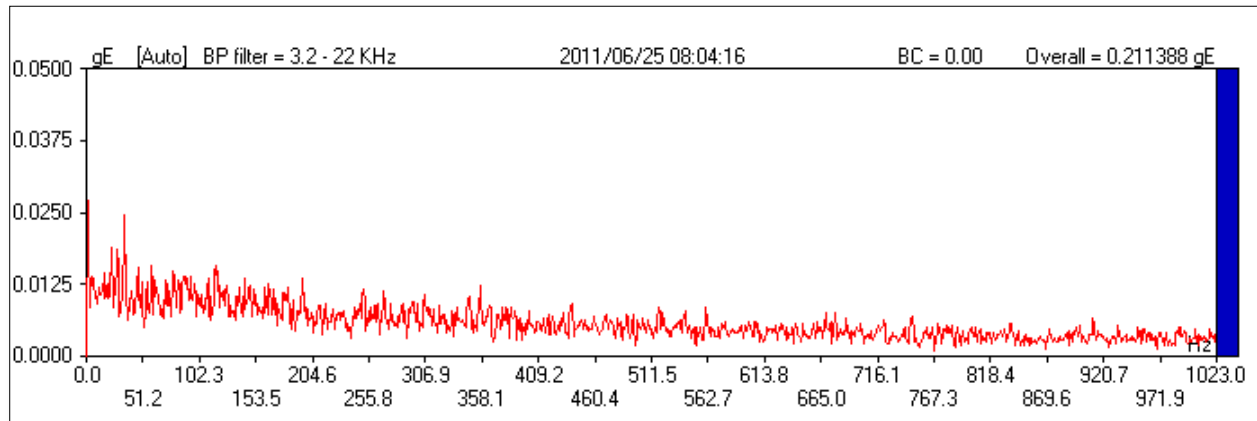
آنالیز پوش سیگنال (Envelope):

این روش می‌تواند ضربات متناوب، و نویز تصادفی تولید شده در یاتاقان ساچمه ای رو به خرابی را استخراج کند. در طیف پوش، ضربات منظم حاصل از یاتاقان به شکل پیک‌هایی (احتمالاً با تعدادی هارمونیک) در فرکانس یاتاقان ظاهر می‌شوند که مطابق با موقعیت عیب است. برای عیب‌یابی با روش پوش (Envelope)، سیگنال ابتدا فیلتر شده تا فرکانس‌های بالا باقی مانده و نویزهایی که در اثر عوامل ارتعاشی دیگر بوجود آمده‌اند، حذف شوند. [۷] (شکل شماره ۱۲)



شکل ۱۲- نحوه محاسبه منحنی پوش (Envelope)

اگر هیچ خرابی وجود نداشته باشد ، منحنی پوش دارای نویز خواهد بود (شکل شماره ۱۳) ، و اگر خرابی وجود داشته باشد (پیک و هارمونیک‌های) فرکانس خرابی اجزای یاتاقان را در خود خواهد داشت و همچنانکه خرابی توسعه می‌یابد ، دامنه این پیک‌ها افزایش یافته و در مراحل آخر خرابی ، سطح نویز (noise floor) بالا آمده و پیک‌ها را در بر می‌گیرد. [۸]



شکل ۱۳ - طیف پوش سیگنال یاتاقان سالم

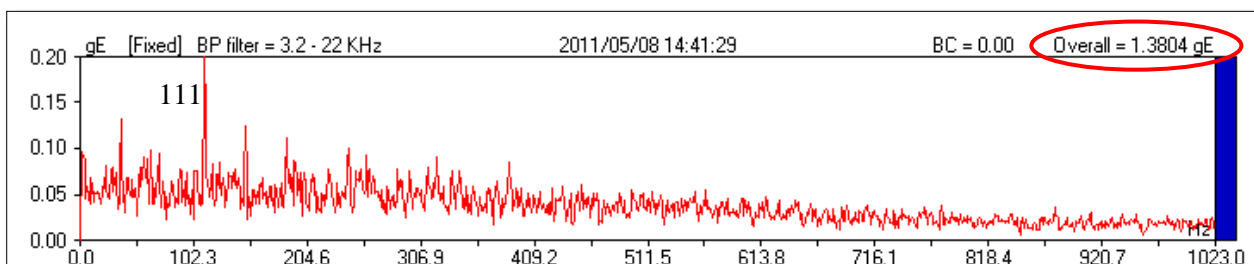
مشکلات روانکاری روی مقدار کلی پوش سیگنال (overall) تاثیر گذاشته و سطح نویز منحنی را بالا می‌برد . لازم به ذکر است بعد از روانکاری یاتاقان اندازه گیری و آنالیز ارتعاشات نیازمند پایدار شدن شرایط می‌باشد.

مورد کاوی سوم : شناسایی یاتاقان نامرغوب در فن بگ فیلتر سنگ شکن با استفاده از روش پوش سیگنال

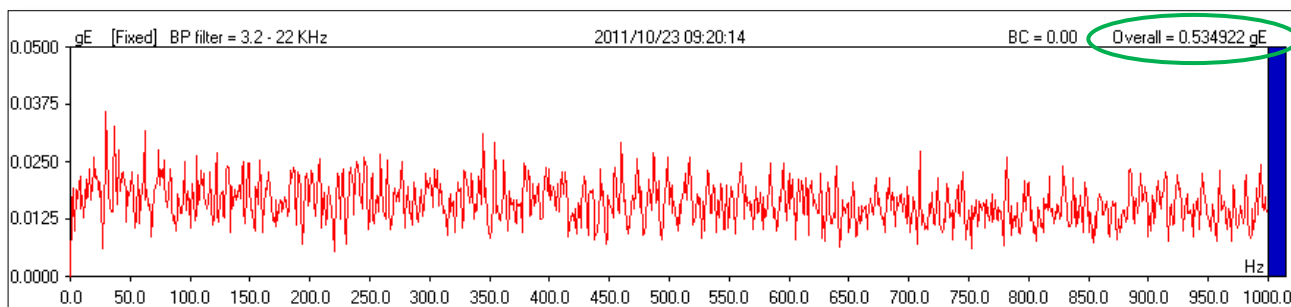
جدول شماره ۱۴- مشخصات فنی

نوع انتقال قدرت	نوع یاتاقان	سرعت دورانی فن	توان الکترو موتور	نوع ماشین
پولی و تسمه	22213 EK/C3	2220 rpm = 37 HZ	45 KW	فن غبار گیر

نخستین اندازه‌گیری ها پس از نصب یاتاقان های جدید نشان دهنده افزایش میزان ارتعاشات بود . همچنین مقدار کلی پوش سیگنال نیز (noise floor) نه تنها کاهش نداشته بلکه افزایش یافته بود . با بررسی منحنی پوش سیگنال بعد از تعویض ، متوجه افزایش سطح نویز شده و به علت تازه بودن روانکار احتمال آن میرفت که این افزایش ناشی از روانکاری باشد . با گذشت زمان و اندازه گیری مجدد کاهش محسوسی در مقادیر ارتعاشات مشاهده نشد . با توجه به منحنی پوش سیگنال همانطور که مشخص شده است ، فرکانس 111Hz که سه برابر فرکانس دور شافت فن می باشد ، پیک غالب است . لذا پس از بررسی مجدد نتایج آنالیز ارتعاشات و بازرسی دقیقتر ماشین ، تعویض یاتاقانها در دستور کار قرار گرفت . شکل شماره (۱۵) منحنی پوش یاتاقان تعویض شده نامرغوب و شکل شماره (۱۶) مربوط به منحنی پوش یاتاقان تعویض شده مرغوب می باشد.



شکل ۱۵- منحنی پوش یاتاقان تعویض شده نامرغوب



شکل ۱۶ - منحنی پوش یاتاقان تعویض شده مرغوب

نتیجه گیری :

- ۱- قبل از هر چیز برای جلوگیری از قرار گرفتن در دام یاتاقان تقلبی از فروشنده معتبر خرید نموده و ارزیابی دقیق فروشنده در کنار توجه به سوابق آنها را به هیچ وجه فراموش نکنید.
- ۲- درست است که هیچ روش کنترل ابعادی و بازرسی ظاهری صد در صدی برای شناسایی یاتاقان اصل وجود ندارد ولی مطمئن باشید رعایت دقیق نکات گفته شده (در بازرسی ظاهری و کنترل ابعادی یاتاقان) کمک قابل توجهی به شما در جلوگیری از دوباره کاریهای بعدی (ناشی از بکارگیری یاتاقان نامرغوب) خواهد کرد.
- ۳- همواره پس از هر تعویض یاتاقان ، بصورت منظم و در فواصل کوتاه (روزانه به مدت حد اقل دو هفته) ارتعاشات یاتاقان را ثبت و مطالعه نمایید. مطمئن باشید یک یاتاقان نامرغوب زودتر از آنچه که انتظارش را داشته باشید خودش را نشان می‌دهد. فقط کافیست شما دقیق باشید.
- ۴- جهت شناسایی یاتاقان نامرغوب در حال کار ، توصیه می شود حداقل دو روش از روشهای ذکر شده مورد استفاده قرار گیرد.

مراجع :

- [1] SKF bearing maintenance handbook, SKF Group, 2010
- [2] NTN Bearing Handling
- [3] SKF Reliability Maintenance Institute, SKF Group, 2003
- [4] www.SKF.com/Bearing Storage
- [۵] علی موسوی و ... "بررسی رفتار ارتعاشی یاتاقان های نامرغوب و روش های شناسایی آنها " پنجمین کنفرانس تخصصی پایش وضعیت و عیب‌یابی ایران، آبادان، دانشکده نفت آبادان ، اسفند ۱۳۸۹
- [۶] مهندس وحیدرضائی ، مهندس سعید سعیدی "تحلیل و تفسیر ارتعاشات ماشین آلات دوار " نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۸۹
- [۷] مهندس کاظمی "تکنیک های عیب یابی یاتاقان های ساچمه ای" سایت: www.cmmlearn.com ، ۱۳۹۰
- [۸] مهندس صابر اصغری ، "تشخیص خرابی یاتاقان های ساچمه ای با آنالیز ارتعاشات" سایت: www.cmmlearn.com ، ۱۳۹۰
- [9] J,Tranter ,Defect Bearing Fault,WWW.Relaibility.com,2011
- [10] Adash 4900-Vibrio,User's Guide
- [۱۱] مهندس وحیدرضائی ، مهندس سعید سعیدی "مبانی ارتعاشات ، اندازه گیری و ارزیابی" انتشارات پرس سانکو ، ۱۳۸۴