ISAV2024
چهاردهمین کنفرانس بین المللی آکوستیک و ارتعاشات
۲۱و ۲۲ آذر ماه ۱۴۰۳ کرج - ایران
انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران
دانشگاه خوارزمی

تشخیص ناهم‌محوری کمپرسور سانتریفیوژ با استفاده از پایش وضعیت و اصلاح آن

محمد مهدی ابراهیمی راویز

[۱] ایران، کرمان، شرکت فولاد زرند ایرانیان، مجتمع فولادسازی، سرپرست تعمیرات مکانیک پلنت اکسیژن

* mm.ebrahimi1991@gmail.com

چکیده

عیب یابی تجهیزات دوّار به کمک پایش وضعیت (CM) مزایای بسیاری از جمله کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، کاهش زمان خرابی، جلوگیری از توقفات برنامه‌ریزی نشده و طولانی شدن عمر تجهیز را دارد. در حالت کلی متداول‌ترین عیوب مکانیکی که سبب رفتار ارتعاشی نامناسب می‌شود، شامل نامیزانی جرمی، خمیدگی شفت، شل شدن قطعات دوار، نصب نادرست، عدم هم‌محوری ، خرابی کوپلینگ‌ها و عدم نصب صحیح یاتاقان‌ها است. در این پژوهش تاثیر نرمی پایه(Soft foot) بر روی ارتعاشات الکتروموتور کمپرسور بررسی شد. لذا ارتعاشات الکتروموتور کمپرسور هوا در پلنت اکسیژن فولاد زرند ایرانیان قبل و بعد از رفع نرمی پایه الکتروموتور مقایسه شد. بعد از اینکه ارتعاشات اندازه‌گیری شده‌ی اولیه، از مقدار ثبت شده در سابقه‌ی تجهیز بیشتر بود، داده‌های به‌دست آمده تحلیل و هم‌محوری و نرمی پایه کمپرسور مجدداً بررسی گردید. با توجه به مشاهدات صورت گرفته نرمی پایه الکتروموتور اصلاح شد. نتایج حاصل بهبود رفتار ارتعاشی الکتروموتور بعد از اصلاح نرمی پایه را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: ماشین دوار؛ ارتعاشات؛ هم‌محوری؛ نرمی پایه.

۱- مقدمه

کمپرسورهای سانتریفیوژ، کارکردی پیوسته دارند و در رده کمپرسورهای دینامیک قرار می‌گیرند. اساس کارکرد کمپرسورهای سانتریفیوژ اینگونه است که ابتدا توسط ایمپلر به سیال سرعت داده می‌شود و سپس این انرژی جنبشی در دیفیوزر به انرژی پتانسیل (فشار) تبدیل می‌گردد.

کمپرسورهای سانتریفیوژ نسبت به سایر کمپرسورها مصرف انرژی کمتری دارند اما در یک مرحله قادر به رسیدن به نسبت‌های فشار بالا نیستند.

به مجموعه اقداماتی که جهت ارزیابی تغییرات یک ماشین در طول زمان براساس فاکتورهایی نظیر؛ ارتعاشات، صدا، عملکرد، روانکاری و دما به کار برده می‌شود، پایش وضعیت (CM) گفته می‌شود. در نگهداری و تعمیرات پیش بینانه، پایش وضعیت بسیار مهم و کاربردی است و از بروز آسیب‌های سنگین به ماشین آلات صنعتی جلوگیری می‌کند. در پایش وضعیت تجهیزات دوار، به کمک تجهیزات پایش وضعیت، ماشین آلات بررسی شده و در فواصل زمانی مشخصی بازدید خواهند شد. در این حالت وضعیت ماشین‌آلات در بازدیدهای دوره‌ای ثبت و پایش می‌گردد و چنانچه هر نوع خرابی مشاهده شود، سرعت رشد آن تحت نظر قرار می‌گیرد و قبل از خرابی، از سرویس خارج می‌شود . قسمت معیوب که از قبل تعیین شده بود، تعمیر خواهد شد تا بدین ترتیب بتوان با هزینه کمتر و در کوتاه‌ترین زمان ممکن از بروز خسارات بیشتر جلوگیری کرد. همچنین در اثر پایش وضعیت، خسارات و هزینه‌های ناشی از توقف ناخواسته دستگاه کاهش می‌یابد و از خراب شدن دیگر قسمت‌های تجهیزات نیز جلوگیری می‌شود.

نگهداری بر اساس پایش وضعیت، بطور عمده بر قابلیت اطمینان واحدهای صنعتی افزوده و از طرفی باعث کاهش هزینه های نگهداری و تعمیر این واحدها شده است[1].

کنترل ارتعاشات برای تشخیص ارتعاشات غیرعادی حاصل از نواقص، یکی از روش های پایش وضعیت توربوکمپرسورها است[2].

یکی از رایج ترین عیوب تجهیزات دوار ناهم‌محوری است، که سالانه میلیاردها دلار هزینه به صنعت دنیا تحمیل می‌کند. قلب و روح نگهداشت تجهیزات دوار، الایمنت است. در صورت وجود ناهم‌محوری ممکن است یاتاقان‌ها، شفت و کوپلینگ ها آسیب ببینند. علیرغم باور عمومی، ناهم محوری می‌تواند به خوبی خود را در ماشین‌های دوار پنهان کند. آنچه ما شاهد آن هستیم اثرات ثانویه است زیرا به آرامی در مدت زمان طولانی به ماشین آسیب می رساند[3].

همانطور که قبلا ذکر شد، اکثر خرابی‌ها در ماشین‌های دوار ناشی از نیروهای نامطلوب است. هنگامی که نیروهای استاتیکی یا دینامیکی بیش از حد باشد، اجزاء به آرامی شروع به تخریب می‌کنند و در نهایت منجر به خرابی مکانیکی می‌شود. عملکرد تجهیزات وابسته به شرایط عملیاتی طراحی آن مانند اسب بخار خروجی، فشار تخلیه، جریان، سرعت و غیره است، اما اگر مقادیر بیش از حد نیرو و ارتعاش وجود داشته باشد، قطعاً برای مدت زیادی کار نمی‌کند [3].

تماس سطحی ضعیف یا عدم تماس سطحی بین قسمت زیرین پایه‌ی دستگاه و جایی که آنها با صفحه‌ی پایه یا قاب تماس دارند، نرمی پایه نامیده میشود. نرمی پایه یکی از رایج ترین مشکلات در الایمنت ماشین های دوار است[3].

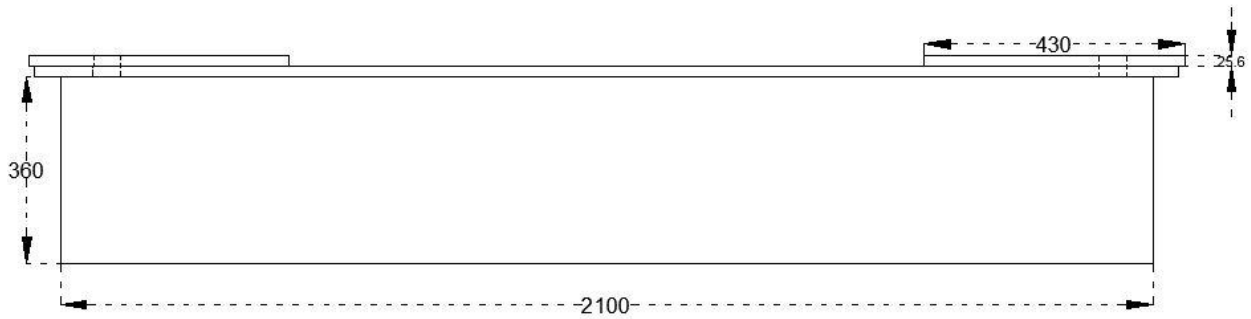
در این پژوهش ارتعاشات الکتروموتور کمپرسور هوا در پلنت اکسیژن فولاد زرند ایرانیان پایش شد که نتایج نامطلوب در مقایسه با نتایج قبل از تعمیر اساسی مشاهده گردید. سپس عیب یابی انجام شد. پس از اصلاح هم محوری و رفع نرمی پایه، رفتار ارتعاشی تجهیز بهبود یافت.

مشخصات کمپرسور و الکتروموتور مربوطه در جدول (۱) آورده شده است.

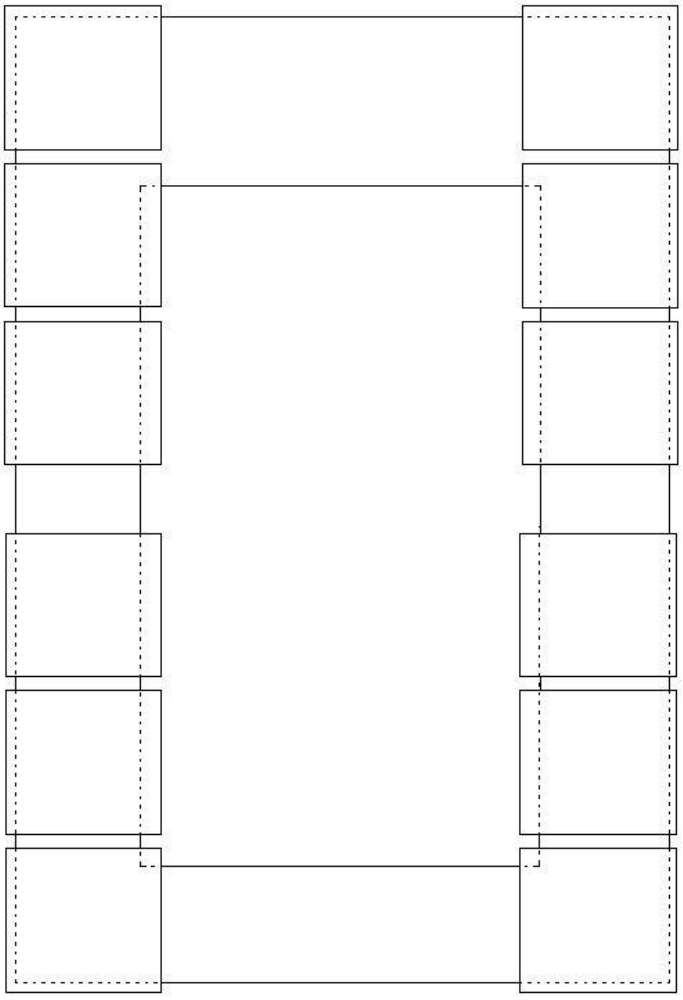
جدول ۱. مشخصات کمپرسور و الکتروموتور

تجهیز	توان	دور	ظرفیت
کمپرسور	۷۸۰۰KW	۶۹۱۵ r/min	۲۰۶۰ m3/min
الکتروموتور	۸۸۰۰kW	۱۴۹۴ r/min	--------

شماتیک شاسی مربوط به الکتروموتور از نمای عقب در شکل (۱) و از نمای بالای آن در شکل(۲) نشان داده شده است.



شکل ۱. شماتیک شاسی مربوط به الکتروموتور از نمای عقب.



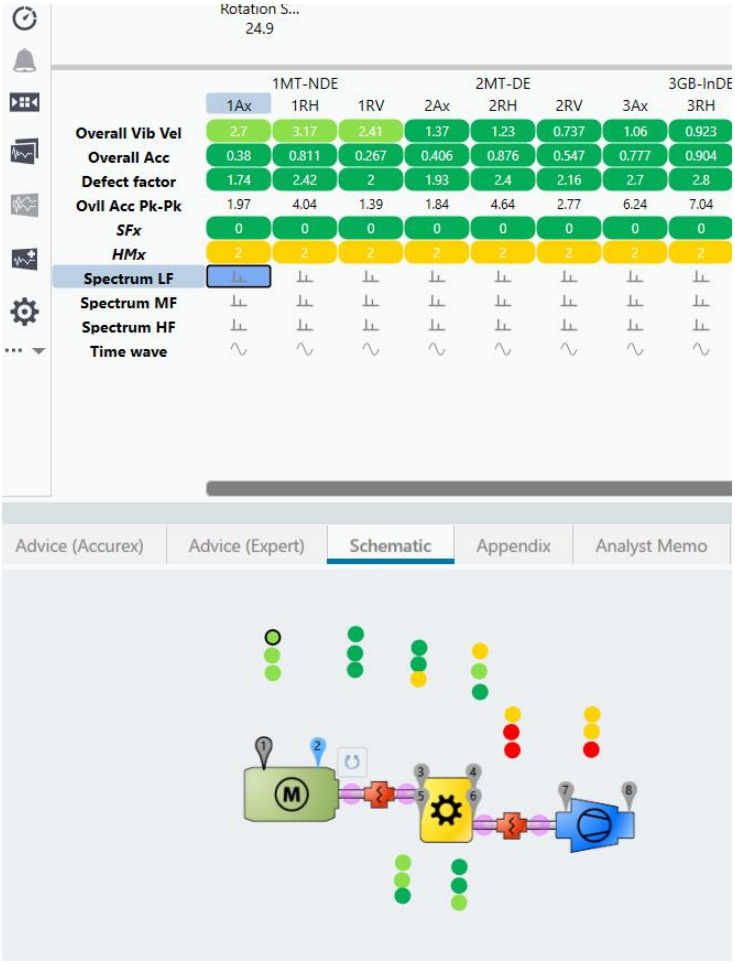
شکل ۲. شماتیک شاسی مربوط به الکتروموتور از نمای بالا.

۲- روش پژوهش

پایش وضعیت مستمر تجهیزات در صنعت موجب جلوگیری از خرابی، توقف ناخواسته فرایند تولید و همچنین کاهش هزینه های تعمیرات می‌شود. پایش وضعیت تجهیزات دوار به کمک آنالیز ارتعاشات یکی از روشهای پایش تجهیز است. در این روش ارتعاشات در نقاط مختلف کمپرسور اندازه‌گیری می‌شود و پس از آن میزان ارتعاش با استفاده از استاندارد ISO ۱۰۸۱۶-۳ [4] بررسی می‌شود. همچنین مقادیر ارتعاش با سابقه تجهیز مقایسه و تغییرات آن تحلیل می‌گردد.

پس از انجام تعمیرات اساسی بر روی کمپرسور هوا در پلنت اکسیژن مجتمع فولاد زرند ایرانیان و راه‌اندازی مجدد آن، جهت بررسی وضعیت کارکرد تجهیز، ارتعاش کمپرسور و الکتروموتور در نقاط مختلف اندازه‌گیری شد. بعد از آنالیز و بررسی مشخص شد که میزان ارتعاش الکتروموتور نسبت به قبل از تعمیرات اساسی افزایش یافته است.

شکل(۳) داده‌های اندازه‌گیری شده مربوط به الکتروموتور را نشان می‌دهد.

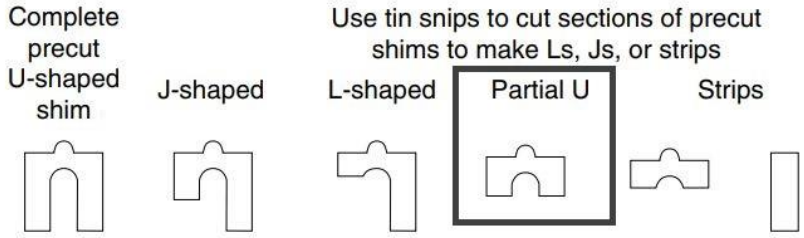


شکل ۳. ارتعاش الکتروموتور کمپرسور قبل از رفع عیب

با توجه به بررسی نتایج حاصل، الایمنت(هم محوری) کمپرسور مجدد بررسی شد. سپس هم‌محوری بین کمپرسور و گیربکس، الکتروموتور و گیربکس و همچنین نرمی پایه های مربوط به الکترموتور اندازه گیری شد. پس از بررسی مشخص شد یکی از پایه های الکتروموتور نرمی پایه زاویه‌ای دارد.

پس از اندازه‌گیری، فاصله‌ی بین پایه الکتروموتور و شاسی با استفاده از شیم پلیت مناسب به صورت نیمه پر شد[3].

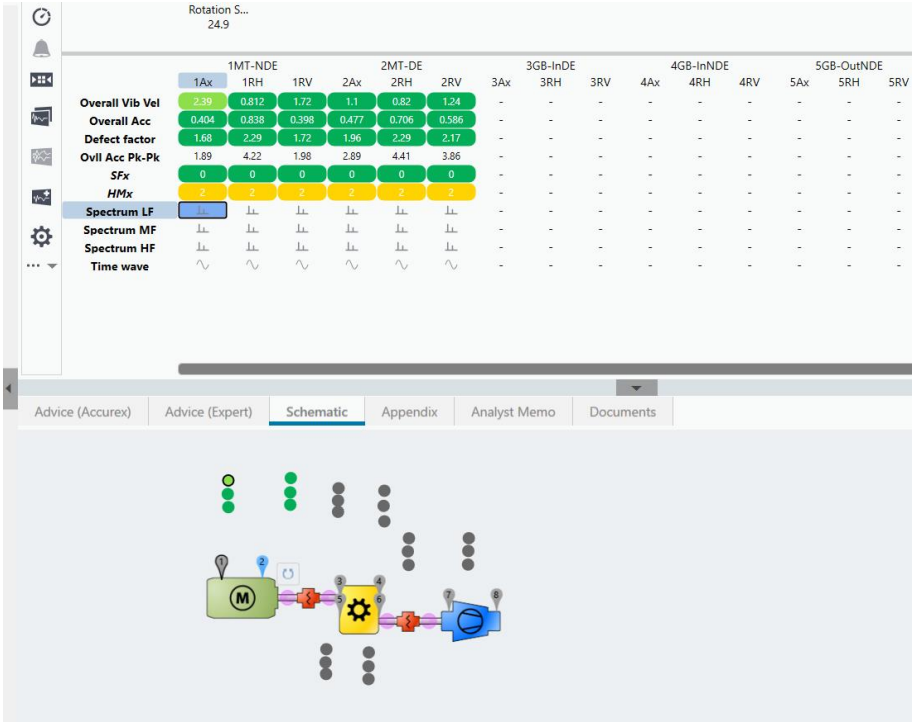
برای برطرف کردن این عیب، از یک شیم پلیت نیمه مطابق شکل (۴) استفاده شد.



شکل ۴. شیم پلیت انتخاب شده[3].

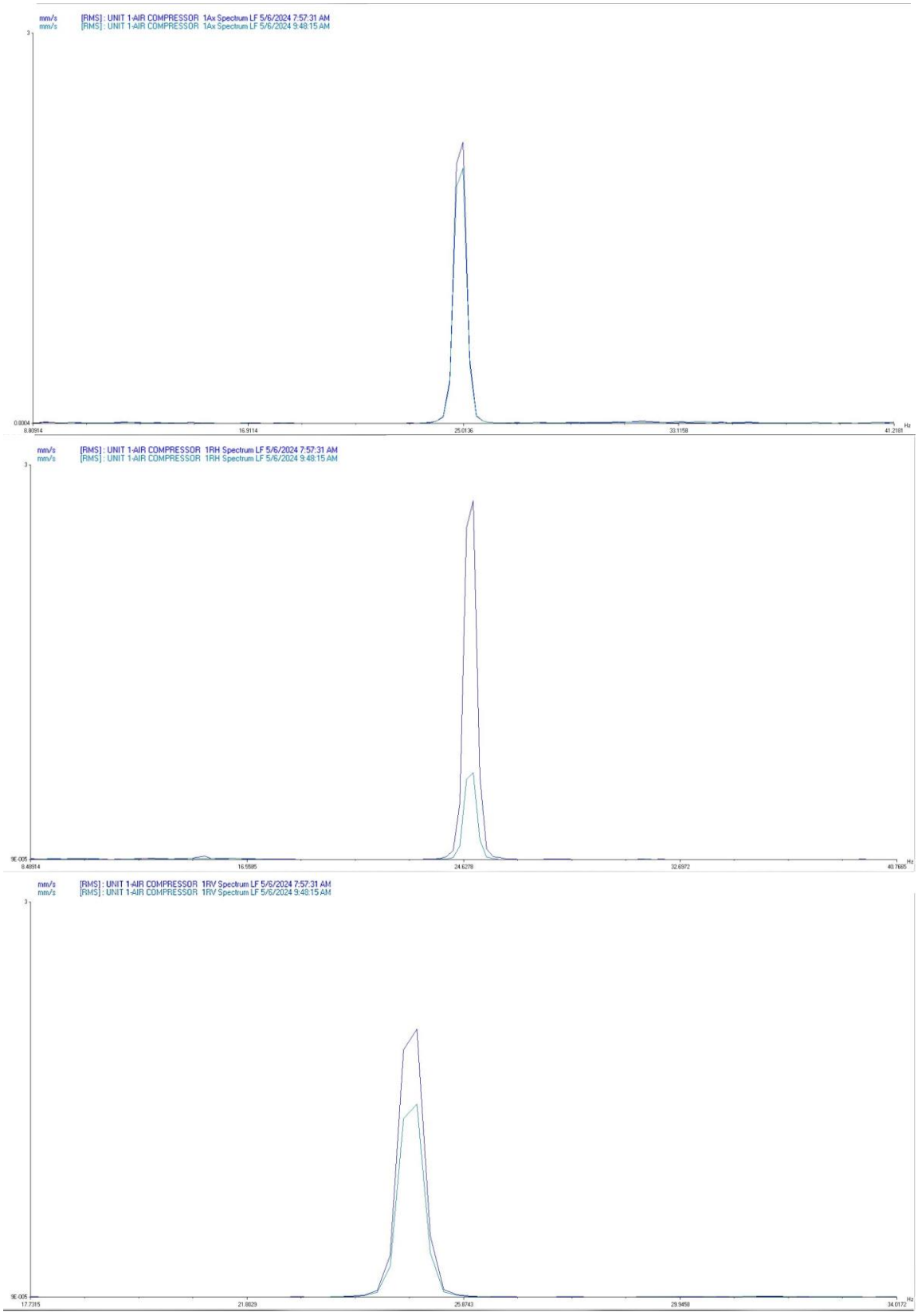
۳- نتایج

بعد از رفع نرمی پایه، مجداً ارتعاش نقاط مختلف کمپرسور اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از بهبود وضعیت الکتروموتور است. شکل(۵) داده‌های ارتعاشی الکتروموتور بعد از الایمنت مجدد را نشان می‌دهد.



شکل ۵. ارتعاش الکتروموتور کمپرسور بعد از رفع عیب.

شکل(۶) مقدار ارتعاش قبل و بعد از رفع عیب را نشان می‌دهد.



شکل ۶. مقدار ارتعاش قبل و بعد از رفع عیب.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی رفتار ارتعاشی کمپرسور قبل و بعد از رفع نرمی پایه‌ی الکتروموتور نشان داد که این عیب بر روی ارتعاش الکتروموتور تاثیر بسزایی دارد. بنابراین باید به هم‌محوری به عنوان یکی از موارد مهم در فرایند نگهداری و تعمیرات توجه کرد.

مراجع

1. صفدری رنجبر، مصطفی و رحمان سرشت، حسین و منطقی، منوچهر و قاضی نوری، سیدسروش"الگو ساخت و انباشت قابلیت تولید محصولات و سامانه‌های پیچیده در کشورهای درحال توسعه" فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره4، شماره3، 114-84، 1395
2. چراغی،گودرز و ارشادی، علی" بررسی همزمان اثر دمای ورودی به توربین و دمای محیط بر عملکرد توربوکمپرسور از دیدگاه اگزرژی مطالعه موردی: ایستگاه تقویت فشار واحد بهره‌برداری نفت سفید" اولین کنفرانس بین المللی فناوری های نوین در علوم،1396، آمل
3. Piotrowski, J ,"Shaft Alignment Handbook", *Third Edition* , 2006.
4. ISO10816-3:2009