

بررسی روند استقرار پایش وضعیت مبتنی بر آنالیز ارتعاشات و اثربخشی آن در کارخانه سیمان زاوه تربت

حسین غلامزاده ثانی، کارشناس مکانیک دفتر فنی شرکت سیمان زاوه تربت

Hossein_sani@ztcc.ir

علیرضا رضائی، کارشناس مکانیک دفتر فنی شرکت سیمان زاوه تربت

Alireza_rezaie@ztcc.ir

عباس روحانی، شرکت مهندسی ارتعاشات بهروش

abbas.rohani@gmail.com

چکیده

در این مقاله گزارشی جامع از روند استقرار سیستم تعمیر و نگهداری مبتنی بر پایش وضعیت در کارخانه سیمان زاوه تربت ارائه و این گزارش از دیدگاه فنی و اقتصادی بررسی شده است. خواهیم دید چگونه اهتمام مدیریت ارشد در به کارگیری ابزار مؤثر و روش‌های مناسب تعمیر و نگهداری در یک واحد صنعتی بزرگ می‌تواند مزایای فنی و اقتصادی قابل توجهی به همراه داشته باشد. این مقاله نگاهی است گذرا به نتایج بیش از ۷۵۰ نفر ساعت جمع‌آوری اطلاعات شامل اندازه‌گیری و ثبت پارامترهای ارتعاشاتی ماشین‌آلات با همکاری دفتر فنی و مشاور، حدود ۶۰۰ نفر ساعت پردازش اطلاعات و تحلیل نتایج با همکاری فنی و مشاور، بیش از ۱۴۶۰ نفر ساعت اقدام اجرایی جهت بالانس، انجام تنظیمات و تعویض یاتاقان با همکاری مشترک دفتر فنی و واحد تعمیرات مکانیک.

واژه‌های کلیدی: تعمیر و نگهداری، پایش وضعیت، آنالیز ارتعاشات، مزایای فنی و اقتصادی، سیمان، زاوه.

مقدمه

جهت بهره‌گیری از روش‌ها و ابزار نوین تعمیر و نگهداری را در کارخانه فراهم آورده است. تعمیر و نگهداری براساس پایش وضعیت، از جمله مؤثرترین روش‌های تعمیر و نگهداری است که می‌تواند نقش مهمی در استفاده مفید و مؤثر از منابع، کاهش ضایعات و

شرکت سیمان زاوه تربت با ظرفیت تولید روزانه ۳۵۰۰ تن کلینکر در زمستان سال ۱۳۸۷ راه‌اندازی شد. استفاده از تجهیزات با آخرین فناوری روز صنعت سیمان، در کنار به‌کارگیری نیروی جوان و آموزش دیده، بستری مناسب



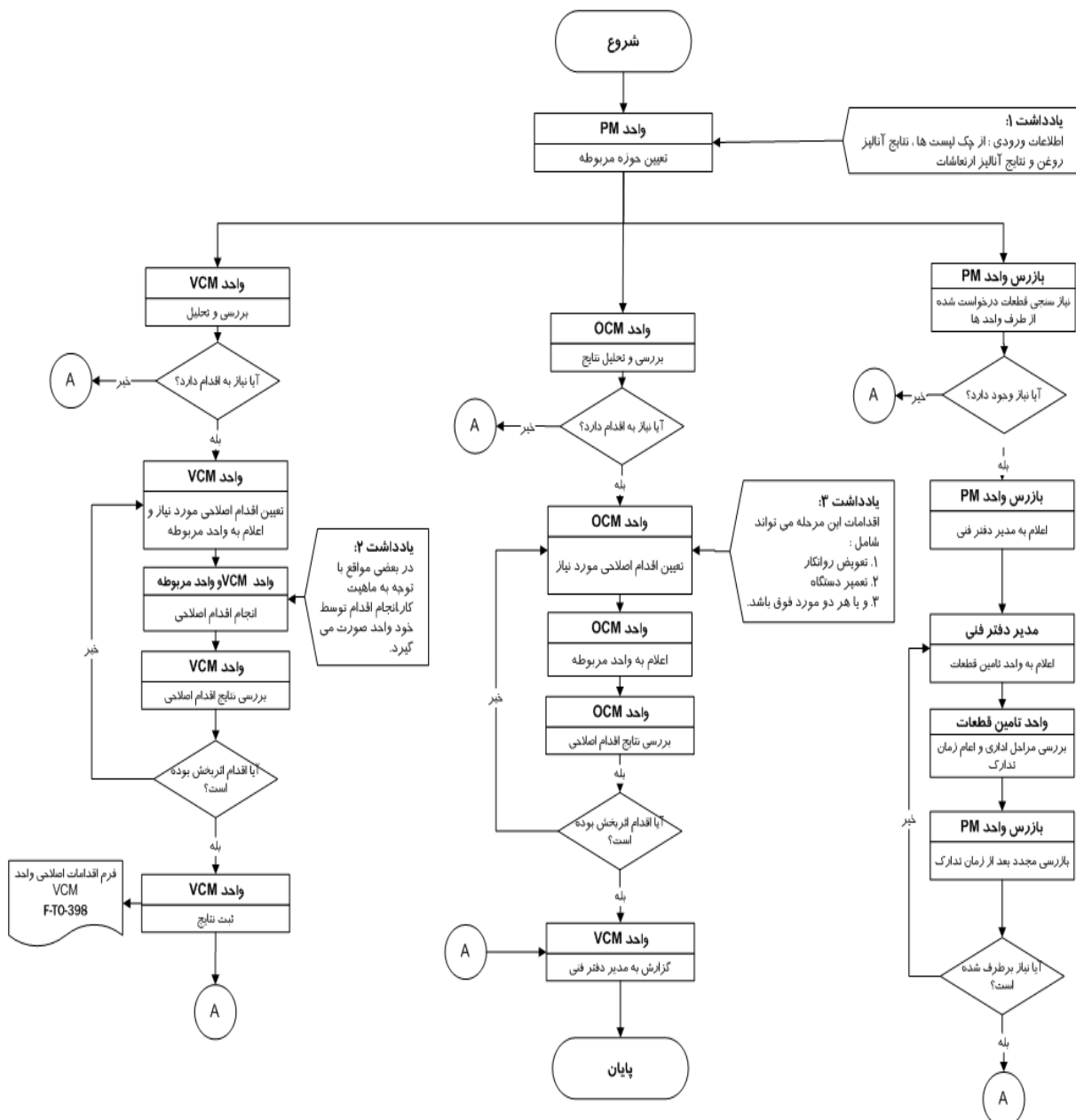
از پایش وضعیت در راستای برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری در کارخانه سیمان زاوه تربت نشان می‌دهد.

بررسی مزایای اقتصادی استقرار سیستم پایش وضعیت

اصولاً صرف‌نظر از نوع فرایند و محصول، هر واحد صنعتی را می‌توان یک بنگاه اقتصادی به‌شمار آورد که

هزینه‌ها، افزایش راندمان و بهره‌وری داشته باشد؛ و قطعاً با گذشت زمان مزایای بهره‌گیری از چنین ابزار و ایی بیشتر آشکار خواهد شد؛ زیرا که عمده فایده این روش‌ها در استفاده درازمدت از آنهاست.

یکی از مهم‌ترین نتایج بکارگیری سیستم تعمیر و نگهداری مبتنی بر پایش وضعیت واقعی‌تر کردن، اصلاح و افزایش کارایی برنامه‌نت پیشگیرانه است. شکل ۱ چگونگی استفاده



شکل ۱. به‌کارگیری ابزار پایش وضعیت در برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری



- دو مرحله داده برداری و تعیین نقاط اندازه گیری و مارک زدن آنها
- ارزیابی اطلاعات اندازه گیری شده و تحلیل مقادیر کلی ارتعاشات
- اعلام موارد غیرعادی در دو سطح آلارم و تریپ پس از اتمام مرحله نخست، با توجه به آموزش و توانمندسازی پرسنل کارخانه، طبق برنامه مقرر شد که داده برداری توسط کارفرما به صورت ماهانه انجام و برای تحلیل و بررسی برای مشاور ارسال شود. پس از اتمام ماه ششم، با توجه به کسب تجربه و مهارت لازم کلیه مراحل جمع آوری داده و تحلیل آن توسط پرسنل سیمان زاوه انجام شده، در موارد خاص اقدام اصلاحی با مشورت مشاور انجام می گرفت. جهت تعیین مقادیر مجاز ارتعاشات و حدود هشدار و خطر برای ماشین های تحت پایش از استانداردهای ISO 10816 و ISO 14694 استفاده شده است. پس از سه مرحله داده برداری و تحلیل پارامترهای ارتعاشی ماشین آلات تحت پایش تصمیم بر آن شد که با توجه به سطح ارتعاش ماشین آلات، اهمیت آنها در پروسه تولید و رفتار ارتعاشاتی آنها مقادیر هشدار و خطر تعریف شده در استاندارد، بازنگری شوند. مثلاً در ابتدای استقرار سیستم پایش وضعیت با توجه به بالابودن میزان ارتعاشات، برای فن ها مقادیر هشدار و خطر به ترتیب ۱۱/۸ و ۱۸ میلی متر بر ثانیه در نظر گرفته شد که این مقادیر پس از بازنگری به ۷/۱ و ۱۱ میلی متر بر ثانیه تغییر یافت.

تهیه برنامه زمانی بازرسی ها

با توجه به منحنی های مربوط به احتمال خرابی هر دستگاه، می توان بازه زمانی بهینه اندازه گیری ها را محاسبه کرد. فاصله زمانی بازرسی برای ماشین آلات کارخانه سیمان زاوه مطابق جدول ۱ است.

توجه پذیر بودن هزینه های صرف شده در موفق یا ناموفق بودن فعالیت های آن نقش کلیدی دارد. برای استقرار سیستم پایش وضعیت مبتنی بر آنالیز ارتعاشات در کارخانه سیمان زاوه تربت حدود ۳۲۰ میلیون ریال بودجه، شامل خرید دستگاه آنالیز ارتعاشات، عقد قرارداد با مشاور آنالیز ارتعاشات و آموزش پرسنل صرف شده است. از ابتدای استقرار سیستم پایش وضعیت تاکنون بیش از ۹۰ مورد نامیزانی شناسایی و بالانس شده است که با توجه به هزینه بالانسینگ در صنعت، در صورت انجام بالانسینگ توسط عوامل خارج از کارخانه هزینه این تعداد اقدام اصلاحی به بیش از ۴۵۰ میلیون ریال می رسد. صرف نظر از صرفه جویی های مستقیم ریالی، نباید فراموش کرد که اطمینان از صحت عملکرد ماشین آلات و قطعات، کاهش توقفات ناخواسته و افزایش عمر قطعات از دستاوردهای غیرمستقیم به کارگیری آنالیز ارتعاشات است که به لحاظ فنی و اقتصادی بسیار حائز اهمیت می باشد. ضمن آنکه مسلماً فوائد به کارگیری چنین ابزار و روش هایی در درازمدت بیش از پیش آشکار خواهد شد.

تشریح مراحل استقرار سیستم تعمیر و نگهداری مبتنی بر آنالیز ارتعاشات

شرکت سیمان زاوه تربت یک سال پس از راه اندازی با شناسایی و ارزیابی مشاورین فعال در زمینه آنالیز ارتعاشات، شرکت بهروش را با توجه به امتیازات فنی و اقتصادی به عنوان مشاور خود برگزید.

براساس طرح از پایش تعیین شده، کل زمان در نظر گرفته شده در قرارداد ۶ ماه بود، که در مرحله اول طی ۲ ماه روند ذیل توسط مشاور طی شد:

- تدوین شناسنامه ارتعاشات برای ۱۷۰ تجهیز تحت پایش
- ایجاد بانک اطلاعات نرم افزاری برای ماشین آلات تحت پایش



- نیاز به اقدام: شدت ارتعاش ماشین به حدی است که برای کارکرد طولانی مدت ماشین مضر است و باید در اولین فرصت ممکن اقدام اصلاحی انجام گیرد.
- نیاز به اقدام فوری: شدت ارتعاش ماشین به حدی است که امکان آسیب دیدن ماشین وجود دارد، لذا باید از ادامه کار ماشین تا برطرف شدن مشکل جلوگیری شود.

اهمیت این امر از آن جهت بیشتر روشن می شود که در نظر داشته باشیم که بسیاری از ماشین آلات دوار تحت پایش در معرض سایش تدریجی و مداوم و در نتیجه نامیزانی قرار دارند. آنالیز ارتعاشات کمک می کند تا با شناسایی و اقدام به موقع و مناسب، گستردگی و شدت این عیب در ماشین آلات تحت پایش کاهش چشم گیری یابد.

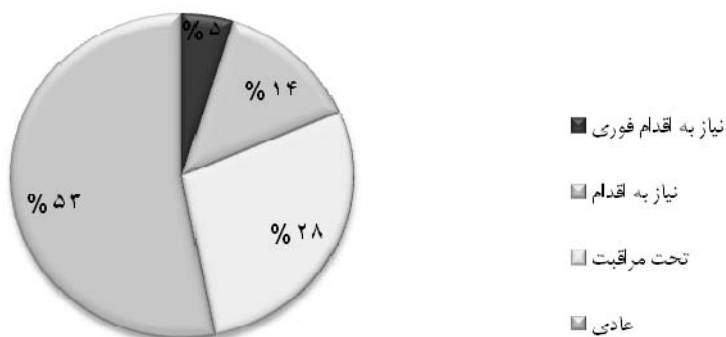
بررسی اثربخشی سیستم تعمیر و نگهداری

مبتنی بر پایش وضعیت به کمک آنالیز ارتعاشات

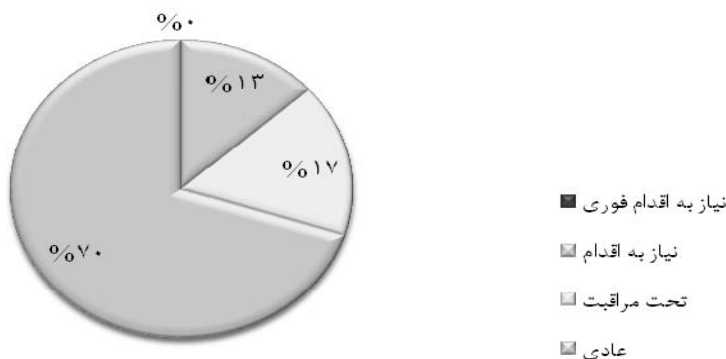
شکل های ۲ و ۳ به ترتیب وضعیت ماشین آلات دوار تحت پایش را در ابتدای استقرار سیستم تعمیر و نگهداری مبتنی بر پایش وضعیت به کمک آنالیز ارتعاشات و ۲ ماه پس از آن را نشان می دهند. ملاک طبقه بندی استاندارد ISO 10816 است که در آن هر یک از سطوح بدین قرار تعریف می شوند [۱]:

○ **عادی:** به ماشینی گفته می شود که ارتعاشات آن در محدوده مجاز است.

○ **تحت مراقبت:** ارتعاش ماشین در بعضی نقاط از حد توصیه شده استاندارد فراتر رفته، یا تغییر زیادی داشته است. با این حال ماشین قادر به ادامه کارکرد بدون نیاز به اقدام اصلاحی (ولی تحت مراقبت بیشتر) می باشد.



شکل ۲. وضعیت ماشین آلات تحت پوشش آنالیز ارتعاشات، بهمن ۱۳۸۸



شکل ۳. وضعیت ماشین آلات تحت پوشش آنالیز ارتعاشات، آبان ۱۳۸۹

نتیجه‌گیری

به‌کارگیری صحیح آنالیز ارتعاشات در کارخانه سیمان زاویه تربت ضمن بازگشت سرمایه‌گذاری اولیه در کمتر از یک سال، کاهش مؤثر توقفات مربوطه و افزایش اطمینان از عملکرد مناسب تجهیزات را به‌همراه داشته است. استقرار سیستم مبتنی بر آنالیز ارتعاشات و تشکیل بانک اطلاعاتی از ماشین‌آلات دوار کارخانه به فاصله کمی از راه‌اندازی سبب شده است امروز مجموعه بسیار ارزشمندی از سابقه رفتار ارتعاشی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه ماشین‌آلات دوار کارخانه موجود باشد که این مهم در تحلیل و عیب‌یابی ماشین‌آلات از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و البته ارزش چنین بانک اطلاعاتی به‌مرور زمان بیش از پیش نمایان خواهد شد.

اجرای مفید و مؤثر نت مبتنی بر آنالیز ارتعاشات ضمن آشنایی پرسنل با مفاهیم نت مبتنی بر پایش وضعیت زمینه مناسب جهت به‌کارگیری سایر روش‌های پایش وضعیت شامل آنالیز روغن و ترموگرافی را فراهم نموده، به‌گونه‌ای که هم‌اکنون استفاده از این روش‌ها، پس از تأیید فنی، آغاز شده است.

بررسی اثربخشی سیستم آنالیز ارتعاشات بر فن‌های غبارگیر

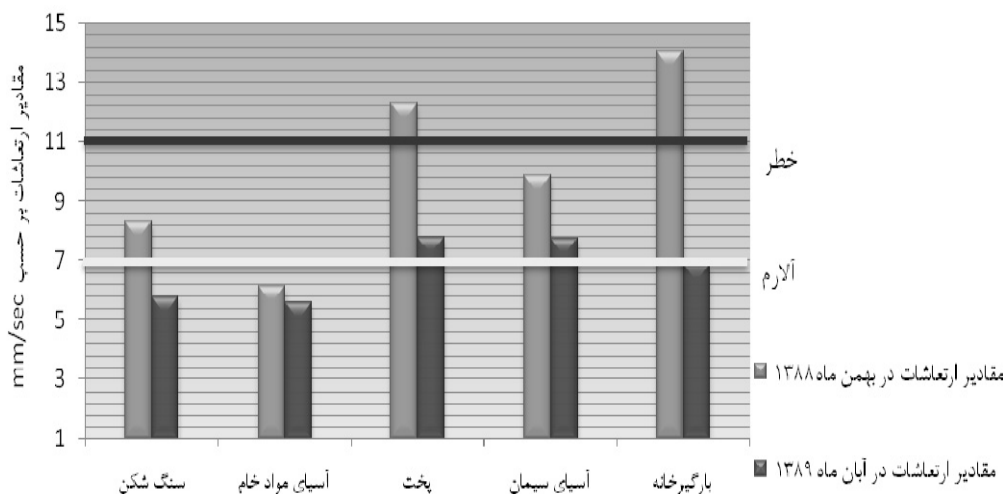
شکل ۵ میزان ارتعاشات در بگ فیلترهای خط تولید، که شامل چهار دستگاه فن با توان‌های ۱۱ تا ۲۵۰ کیلووات و سرعت دورانی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ دور بر است را، در ابتدا و ۱۰ ماه پس از استقرار سیستم آنالیز ارتعاشات، نشان می‌دهد.

بررسی اثربخشی سیستم آنالیز ارتعاشات بر فن‌های خنک‌کن

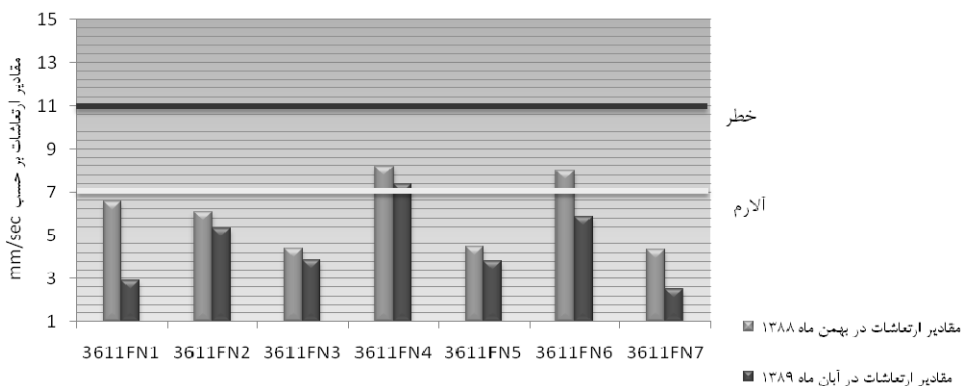
شکل ۶ میزان ارتعاشات در فن‌های خنک‌کن کولر، که شامل ۷ دستگاه فن با توان‌های ۱۳۲ تا ۲۵۰ کیلووات و سرعت دورانی ۱۵۰۰ دور بر دقیقه است، را در ابتدا و ۱۰ ماه پس از استقرار سیستم آنالیز ارتعاشات نشان می‌دهد.

بررسی اثربخشی سیستم آنالیز ارتعاشات بر فن‌های ایراسلاید

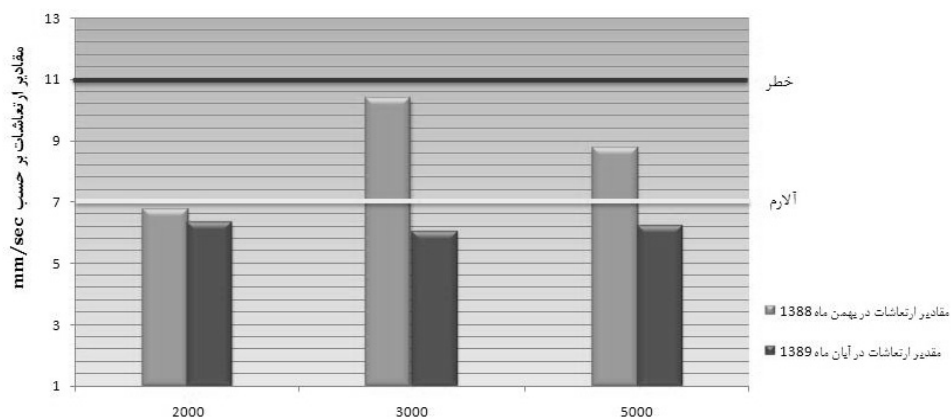
شکل ۷ میزان ارتعاشات در فن‌های ایراسلاید، که با توان‌های ۵/۵ تا ۱۱ کیلووات و سرعت دورانی ۳۰۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد، را در ابتدا و ۱۰ ماه پس از استقرار سیستم آنالیز ارتعاشات نشان می‌دهد.



شکل ۵. مقایسه تغییرات میانگین ارتعاشات بگ فیلترهای خط تولید به تفکیک دپارتمان



شکل ۶. مقایسه تغییرات میانگین ارتعاشات فن‌های گریت کولر خط تولید



شکل ۷. مقایسه تغییرات میانگین ارتعاشات فن‌های ایراسلاید خط تولید به تفکیک دپارتمان

جدول ۱. برنامه زمان‌بندی بازرسی ماشین‌آلات تحت پایش

| دسته | توصیف ماشین‌آلات | فاصله زمانی اندازه‌گیری |
|------|---|---------------------------------------|
| ۱ | ماشین‌آلات مهم در خط تولید که توقف آنها باعث توقف خط تولید شده و تعمیر آنها به هزینه و زمان طولانی نیاز دارد | ۲ هفته |
| ۲ | ماشین‌آلات با درجه اهمیت متوسط که در صورت توقف خط تولید می‌تواند تا مدتی به کار ادامه دهد یا دارای ماشین آماده به کار هستند | ۱ ماه |
| ۳ | ماشین‌های که در خط تولید نقش کلیدی ندارند و یا دارای سرعت بسیار پائین هستند. | ۲ ماه |
| ۴ | ماشین‌های هر یک از ۳ دسته فوق که ارتعاشات آنها از وضعیت عادی خارج شده و در وضعیت تحت مراقبت یا نیاز به اقدام قرار دارند | بسته به مورد بین ۱ تا ۷ روز متغیر است |

منابع

- [1] ISO 10816, Mechanical vibration Evaluation of machine vibration.

