

به نام خدا

۱. عنوان مقاله: نقش PM,CM در تولید پایدار و کم هزینه

نویسنده: احمد مرتضوی

کارشناس PM دفتر فنی سیمان نهاوند

a.mortazavi58@yahoo.com

چکیده:

با توجه به پیشرفت های علم الکترونیک و ساخت ابزارهای اندازه گیری نوین و پیشرفت علوم فنی و مهندسی روش های جدیدی برای بهره برداری بهتر از ماشین آلات و پایین آوردن هزینه های تولید با توجه به رقابت در بازارهای هدف در هر صنعتی ارائه شد که یکی از این روش ها برنامه های تعمیر و نگه داری تجهیزات میباشد که هدف آن بالا بردن عمر تجهیزات و کمتر شدن توقفات پیش بینی نشده و در نهایت کمتر شدن هزینه های تولید میباشد

کلمات کلیدی:

Maintenance, Monitoring, pm, cm، تعمیر نگه داری، ارتعاش سنجی، ترموگرافی

مقدمه

در هر صنعتی بخصوص صنایع بزرگ که دارای ماشین آلات و تجهیزات گران قیمت میباشند توقف های پیش بینی نشده خط تولید در هر ساعت هزینه های زیادی را به مجموعه تحمیل میکند مثلاً در صنعت سیمان در صورت توقف پیش بینی نشده کوره هزینه های دیماندر برق، حقوق پرسنل، هزینه گاز و یا مازوت مصرفی برای دوباره گرم کردن کوره و یا گرم نگه داشتن کوره تا تمام شدن توقف و راه اندازی مجدد، هزینه های تحمیل شده به سیستم میباشند که باید به آن پیشرفت خرابی در تجهیزات و بالاتر رفتن هزینه تعمیر تجهیزات را اضافه کرد بدیهی است که مجموع اعداد مذکور رقم قابل توجهی خواهد شد که در سیستم های مدیریت و مهندسی صنایع جدید اینگونه توقفات باید به حداقل برسد که برای رسیدن به این مهم از استراتژی های نگهداری و تعمیرات استفاده میشود.

متن مقاله

همانطور که در چکیده و مقدمه اشاره شد هر صنعتی برای رسیدن به تولید پایدار و کم هزینه مجبور به استفاده از روش های تعمیر و نگه داری برای بالاتر بردن راندمان تجهیزات میباشد که این روش ها هر کدام بر مبنای یک فاکتور از پیش تعیین شده عمل میکنند مثلاً در یک روش فاکتور تعیین کننده زمان ارائه شده از سوی سازنده تجهیز میباشد و در یک روش دیگر فاکتور تعیین کننده علائم خرابی تعریف شده ملاک عمل میباشد و حتی در بعضی موارد ممکن است صرف با این باشد که خط تولید برای یک تجهیز ارزان قیمت تا زمانی که خود تجهیز از کار نیفتاده متوقف نشود انتخاب هر کدام از روش ها و استراتژی های تعمیر و نگه داری در جای خود کاربرد دارد در ادامه استراتژی های تعمیر و نگه داری که در حال حاضر مطرح میباشند معرفی میشود:

۱. تعمیر بعد از خرابی (Reactive maintenance)

(Run to failure) تجهیز اینقدر به کار کردن ادامه بدهد تا بدلیل نقص فنی متوقف شود

۲. نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (preventive maintenance)

تعمیر و نگه داری بر اساس برنامه زمان بندی تعویض قطعات انجام شود مثلاً بیرینگ های یک

گیربگس بعد از طی زمان عمر مفید حتی در صورت سالم بودن تعویض شود

۳. نگه داری و تعمیرات پیش بینانه (predictive maintenance)

و یا condition base maintenance که تعمیر و نگه داری بر اساس مونیتورینگ وضعیت

تجهیزات انجام میشود مثلاً بیرینگ های گیربگس تا زمانی که علائم خرابی مانند ارتعاشات، صدا و دما ندارد

تعویض نشود

هر کدام از استراتژی های فوق در موارد خاص خود کاربرد دارد و باید به نسبت سود و زیان و مدیریت

مجموعه انتخاب شوند

در حال حاضر در صنعت سیمان با توجه به کمبود قطعات یدکی، زمانبر بودن تهیه قطعات یدکی

، گران بودن و کم بودن قطعات اصلی و همچنین ارزانتر تمام شدن محصول نهایی و در عین حال نگه داشتن

تجهیزات و ماشین آلات در شرایط ایده آل و راندمان مناسب بهترین راه استفاده از CBM, pm به طور همزمان

میباشد بطور مثال آچارکشی و بازدیدهای دوره ای و یا برنامه کالیبراسیون های دوره ای و تعویض روانکارها بصورت دوره ای PM و آنالیز ارتعاشات و ترموگرافی CM میباشد

CBM(condition based maintenance),

CM (condition monitoring) یکی از شاخه های CBM میباشد از دیگر شاخه های آن میتوان

به روال گردش کار، سازماندهی نیروی انسانی، برنامه ریزی تعمیرات و... اشاره کرد

در CM اصول کار بر این مبناست که فرایند خرابی تجهیزات یک فرایند تدریجی و همراه با بروز نشانه های قابل آشکار سازی است که در این راستا ۳ اصل زیر رویکرد کار میباشند:

۱. تعریف و مونیتورینگ "شاخص های وضعیت تجهیز" به صورت روتین

۲. تعیین حدود مجاز و غیر مجاز برای شاخص های فوق

۳. انجام فعالیت تعمیراتی هنگام عبور شاخص از وضعیت مجاز

در این خصوص مواردی که در صنعت سیمان قابل CM میباشد شامل:

۱. آنالیز ارتعاشات تجهیزات دوار

۲. آنالیز ترموگرافی تجهیزات مکانیکی، برقی و پروسس

۳. آنالیز ذرات فرسایشی (آنالیز روغن)

۴. آنالیز مشخصه های الکتریکی (آنالیز جریان)

میباشند که از موارد فوق آنالیز ارتعاشات و ترموگرافی و آنالیز جریان معمولاً در خود کارخانه توسط پرسنل

دفتر فنی انجام میشود و آنالیز روغن بعد از نمونه گیری روتین مطابق با برنامه PM تعریف شده برای هر تجهیز

و ارسال نمونه توسط آزمایشگاههای معتبر انجام میشود.

نکته مهم در خصوص اجرای مرتب و مدون برنامه تعمیر و نگه داری PM این است که بعد از چندین دوره داده

برداری از یک تجهیز و آرشو کردن این اطلاعات میتوان به حالت های نرمال رفتار یک تجهیز در شرایط

مختلف کاری پی برد و از این الگو برای عیب یابی استفاده کرد بنحوی که در صورت تغییر رفتار یک تجهیز

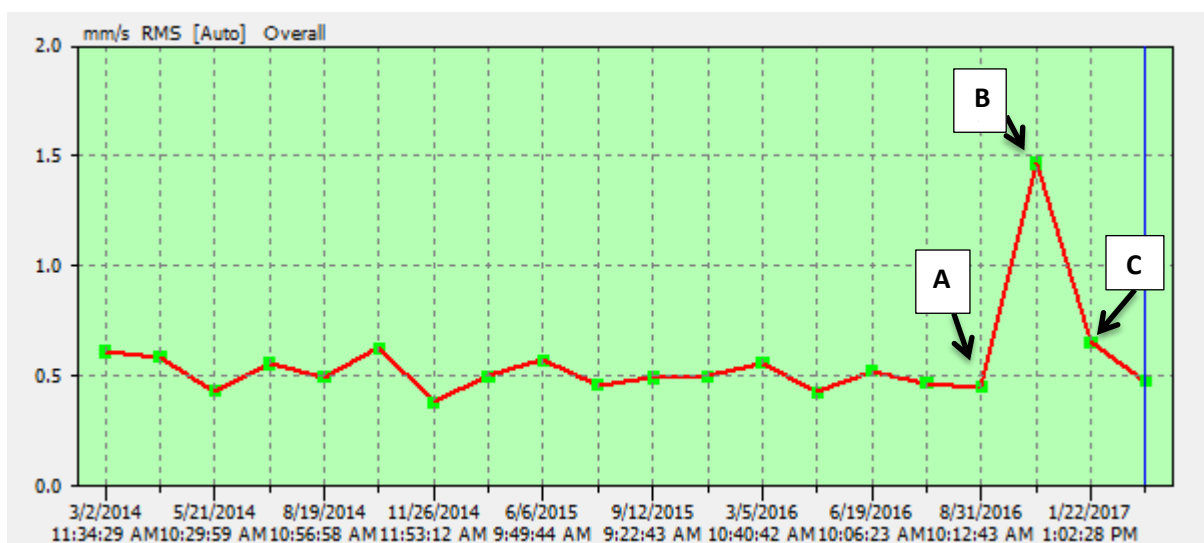
در همان مراحل اولیه پیشرفت خرابی بلافاصله مشخص میشود که این مسئله در خصوص تجهیزات گران قیمت

وماشین آلات بزرگ صنعت سیمان که هزینه تعمیر بالایی دارند بسیار مهم میباشد زیرا خرابی در بسیاری از موارد در مراحل اولیه رفع میشود به به تجهیز صدمه جدی وارد نمیکند در ادامه چندین مورد از خرابی هایی که در هنگام اجرای برنامه CM مشخص شد و عدم رفع آنها باعث توقف طولانی خط تولید و صدمه به تجهیزات اصلی میشد آورده شده است.

بروز خرابی در بیرینگ های موتور میل فن آسیاب سیمان و تعویض بموقع بیرینگ ها

در پی انجام CM روتین از تجهیزات و مقایسه با سوابق قبلی تجهیز مشخص شد که نمودارهای ارتعاش سنجی بیرینگ های دوسر موتور آسیاب سیمان علائم مشخصی از خرابی بیرینگ دارد و سرعت پیشرفت خرابی زیاد است همانگونه که در نمودار زیر دیده میشود

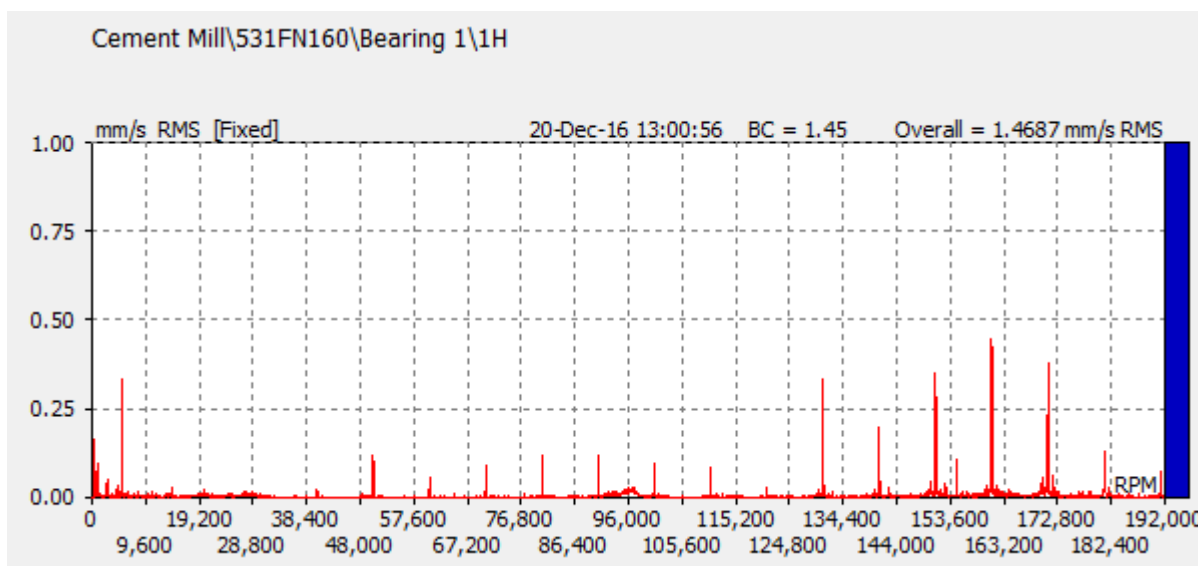
نمودار شماره ۱



مطابق با نمودار فوق برنامه ارتعاش سنجی برای میل فن آسیاب سیمان (موتور+فن) از تاریخ ۲۰۱۴/۲/۳ بصورت مدون و روتین اجرا شده است همانطور که در نمودار ارتعاش سنجی بیرینگ سر موتور دیده میشود تا نقطه A مقدار و بیره در محدوده مجاز بوده و رفتار ارتعاشی تجهیز تغییر نداشته است در نقطه B ناگهان مقدار و بیره بیرینگ موتور ۲ برابر شده است که در رفتار و سابقه این تجهیز بی سابقه بوده است با وجود اینکه هنوز مقدار

ارتعاش در رنج مجاز قرار دارد ولی بررسی دقیقتر نمودارهای ارتعاش سنجی (نمودار شماره ۲) نشان از خرابی بیرینگ دارد

نمودار شماره ۲

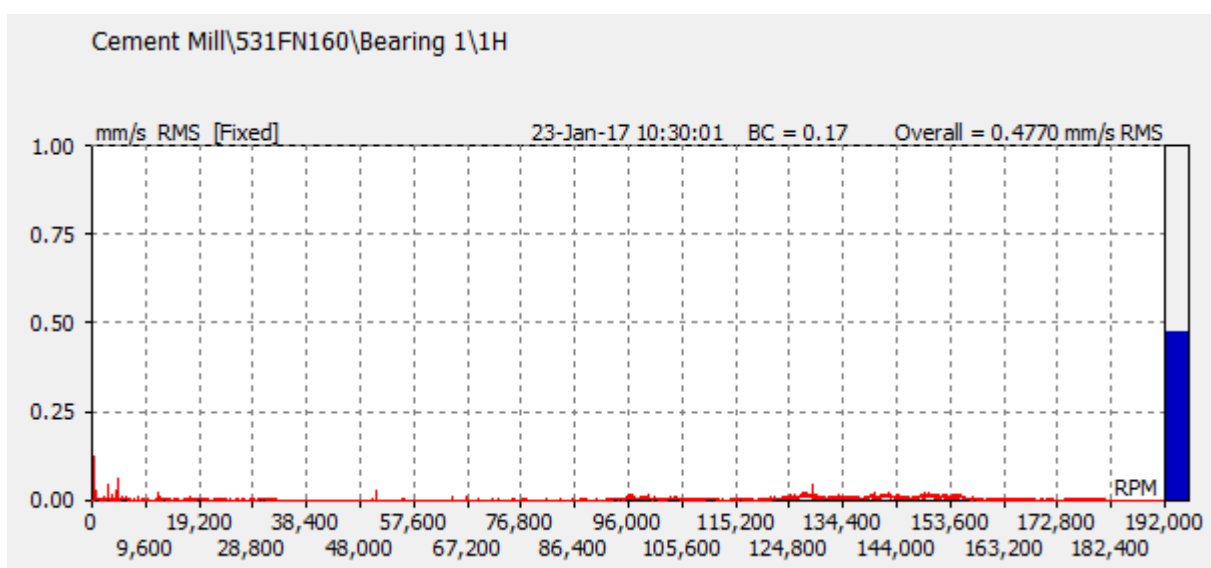


همانطور که در نمودار فوق دیده میشود پیک هایی در فرکانسهای مربوط به بیرینگ که نشان از شروع خرابی دارد دیده میشود.

لازم به ذکر است الکتروموتور مذکور یک موتور ۱۴۰۰ کیلووات تحت FC مارک ABB و ساخت کشور سوئیس میباشد که در بازار فعلی امکان خرید آن وجود ندارد و در صورت پیدا کردن موتور با این مارک و مشخصات و اطمینان از اصل بودن آن باز هم هزینه و زمان زیادی صرف تهیه آن خواهد شد با توجه به موارد فوق تصمیم به تعویض بیرینگ های موتور گرفته شد که بعد از ۶ روز کاری تعویض بیرینگ های موتور انجام شد و بعد از باز کردن موتور همانطور که در تصویر شماره یک دیده میشود آثار خرابی کاملاً روی کنس داخلی بیرینگ مشهود است.



پس از کویل مجدد موتور به فن مقدار ارتعاش مطابق با نمودار شماره ۱ به نقطه C رسید و نمودار ارتعاش سنجی و وضعیت پیک های بیرینگ بعد از تعویض در نمودار زیر دیده میشود
نمودار شماره ۳



همانگونه که در نمودار ارتعاش سنجی شماره ۳ مربوط به بعد از تعویض یاتاقان دیده میشود عیب کاملاً برطرف شده است .

در این مثال عملی به راحتی میتوان به فواید PM,CM پی برد که بطور خلاصه در این مثال شامل :

۱. جلوگیری از صدمه جدی و جبران ناپذیر به شفت موتور و سیم پیچ آن (با توجه به کم بودن فاصله هوایی بین روتور و استاتور در صورت افتادن ساچمه های بیرینگ و خارج از محور شدن شفت صدمه جدی به استاتور وارد میشود که در بعضی موارد قابل سیم پیچی هم نمی باشد)

۲. حفظ تجهیز در وضعیت ایده آل کاری

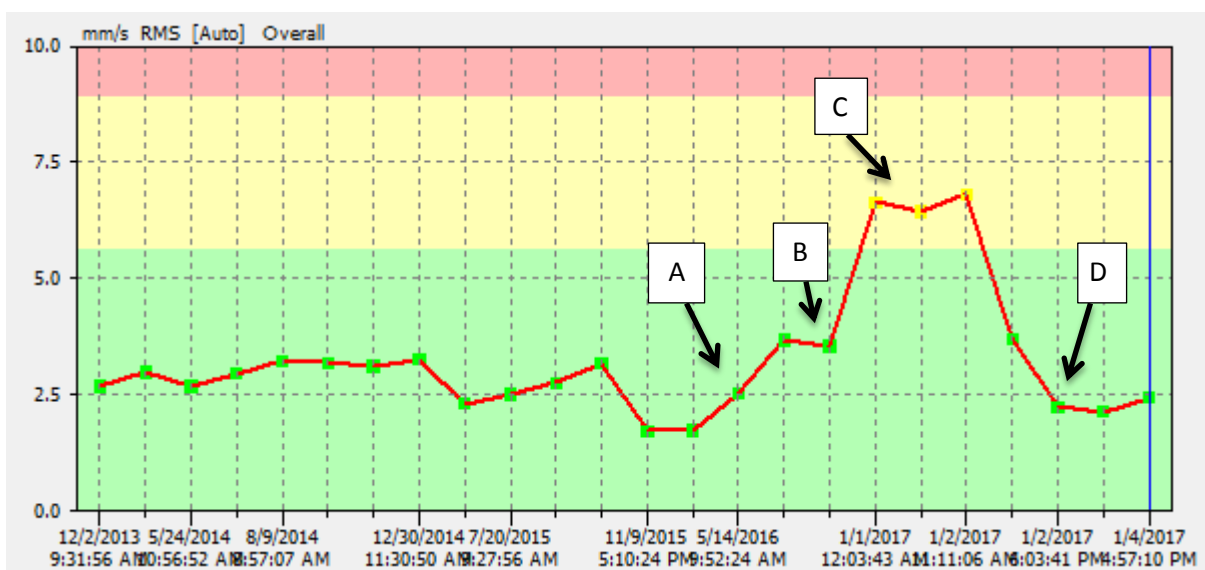
۳. جلوگیری از توقف ناخواسته و برنامه ریزی نشده طولانی

۴. حفظ سرمایه های سازمان و تولید پایدار

تشخیص آنبالانسی میل فن آسیاب مواد در پی اجرای cm و بالانس آن

در نمودار شماره ۴ رفتار ارتعاشی میل فن آسیاب مواد دیده میشود

نمودار شماره ۴



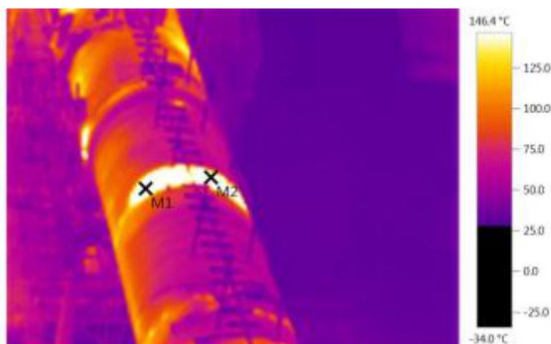
همانگونه که نمودار شماره ۴ نشان میدهد عملیات CM برای تجهیز فوق بصورت منظم و دوره ای انجام شده است از نقطه A در نمودار فوق رفتار ارتعاشی تجهیز تغییر میکند و نمودارهای ارتعاش سنجی پیشرفت آنبالانسی را نشان میدهند (نقطه B) بعد از بازرسی فیزیکی از ایمپلر خوردگی و سایش در نقاطی از ایمپلر دیده میشود که نتیجه آن آنبالانسی ایمپلر میباشد با توجه به اینکه منشا خرابی شناسایی شده و نرخ پیشرفت آن کند میباشد تا زمان تعمیرات اساسی تجهیز به کار خود ادامه میدهد در تعمیرات اساسی ایمپلر بوسیله الکتروود های مخصوص و ضد سایش هارد فیسینگ میشود بلافاصله بعد از استارت مشخص میشود که مقدار و بیره فن زیاد شده (نقطه C) و در مرحله آلارم قرار دارد با توجه به وزن زیاد شفت و ایمپلر (۳۷ تن) و امکان صدمه به یاتاقانهای میل فن، عملیات بالانس بصورت ۲ صفحه ای و با نصب حدود ۳ کیلوگرم وزنه بالانس روی ایمپلر توسط دفتر فنی انجام میشود که بعد از آن با توجه به نقطه D در نمودار ۴ مقدار و بیره فن به عدد نرمال برمیگردد در مورد فوق با توجه به کم بودن نرخ خرابی نیاز به توقف سریع نبود

یک مثال از ترموگرافی

File:
IV_01239.BMT

Date:
95/04/05

Measuring Time:
9:35:47 AM



Picture parameters:

تصویر فوق مربوط به ترشری ایرداکت یکی از کارخانه های سیمان میباشد که بنده برای انجام عملیات ترموگرافی و ارتعاش سنجی به آنجا رفته بودم در پی ترموگرافی مشخص شد که ترشری از قسمت بالا و بین ۲ پایه دچار سوختگی شدید شده است که این امر بدلیل نداشتن دوربین ترموگرافی از دید دفتر فنی و بازرسی کارخانه مذکور جا افتاده بود و در صورت تشدید سوختگی و با توجه به اینکه سوختگی بین ۲ پایه لوز ترشری قرار داشت امکان افتادن ترشری در صورت عدم ترمیم بموقع وجود داشت .

نتیجه گیری :

بجز محاسن و مزایای که در بدنه مقاله در خصوص نت پیشگیرانه گفته شد، یکی از محاسن عملیات CM,PM در برنامه ریزی تعمیرات مشخص میشود با توجه به نتایج خروجی PM,CM دفتر فنی به راحتی و با دقت بالا میتواند پیش نیاز های تعمیرات اعمم از لوازم یدکی، پرسنل مورد نیاز و مدت زمان تعمیرات و... را برنامه ریزی کند و زمان با ارزش تعمیرات صرف تهیه اقلام پیش بینی نشده نشود

منابع:

آرشیو ارتعاش سنجی تجهیزات سیمان نهاوند
جزوات مهندس فراهانی از شرکت فراپایش باختر