

*اسکندر رستمی دفتر فنی شرکت سیمان هگمتان

مهندس مکانیک (طراحی جامدات) و کارشناس مدیریت صنعتی

چکیده:

امروزه استفاده از تکنولوژی آنالیز ارتعاشات یکی از مهم ترین و موثر ترین ابزارهای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به شمار می آید که علت اصلی آن وجود مشخصه های خاص ارتعاشی برای هر عیب مکانیکی و الکتریکی میباشد در این مقاله سه نمونه عیوب مکانیکی دستگاه های خط تولید شرکت سیمان هگمتان که توسط دستگاه Easy-Viber از محل برداشت گردید و پس از تجزیه و تحلیل فرکانسی عیوب مشخص و توسط واحد های مجری اصلاحات لازم انجام شده را مورد بررسی قرار میدهیم.

مقدمه:

موقعی که ماشین آلات دوار ارتعاشات و یا صدای بیش از حد معمول ایجاد می کنند شما حدس می زنید که اشکال مکانیکی در آنها پیدا شده است. این طبیعی است که وضعیت سلامت یک ماشین را با میزان صدا و ارتعاشاتی که ایجاد می کنند مرتبط دانست. از نیمه دهه ۱۹۵۰ اندازه گیری و آنالیز ارتعاشات بصورت مهمترین تکنیک در کنترل وضعیت ماشین آلات در حین کار در آمده است. این تکنیک را ارزیابی مکانیکی و یا MECHANICAL ANALYSIS که مخفف آن MECHANALYSIS است می نامیم. ارزیابی مکانیکی در واقع ارزیابی پارامترهایی چون ارتعاشات، حرکات شافت، درجه حرارت و کلیه شرائط دیگری است که به ما امکان می دهد وضعیت سلامت ماشین در حین کار را تعیین کنیم.

تمام ماشین الات دوار دارای ارتعاشات هستند. ماشین آلات حتی در بهترین شرائط خود بدلیل وجود عیب و نقص هایی جزئی در هنگام ساخت آنها دارای مقداری ارتعاشات خواهند بود. بنابراین هر ماشین دوار اعم از یک توربین ژنراتور، یک ماشین تراش، یک جاروی برقی و یا یک هواکش دارای مقداری ارتعاشات در یک حد نرمال هستند.

هنگامیکه ارتعاشات ماشین آلات افزایش می یابد، همیشه دلیل آن یک اشکال مکانیکی می باشد. هیچگاه ارتعاشات ماشین آلات بدون دلیل افزایش نمی یابد، عاملی این افزایش را باعث می شود. عاملی چون به هم خوردن تعادل جرمی (Unbalance)، سایش یاتاقانها و یا چرخ دنده ها، بهم خوردن هم خطی بین گردنده و گرداننده (Misalignment) و غیره.

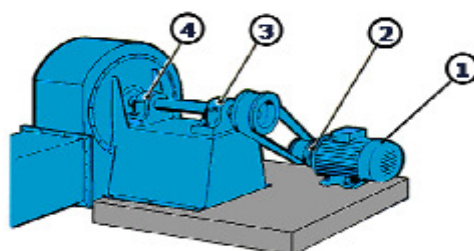
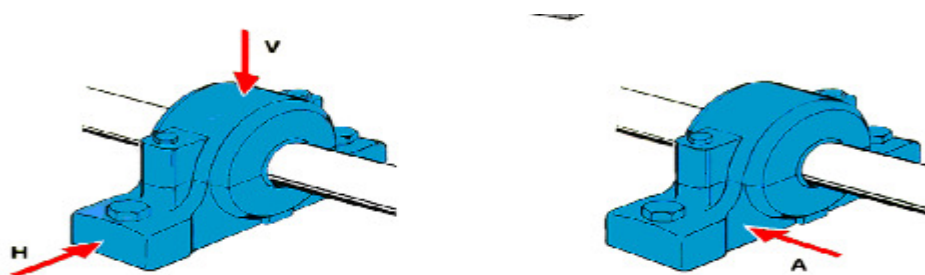
هر عیب مکانیکی ارتعاشات با مشخصات مربوط به خود را ایجاد می کند. در نتیجه می توان با اندازه گیری ارتعاشات و توجه به مشخصات آن عیب مکانیکی مربوطه را شناسایی کرد. با یک برنامه منظم ارزیابی مکانیکی شرایط ماشین آلات که آنرا تعمیرات پیشگیری یا predictive Maintenance می نامیم شما می توانید پیدایش عیوب مکانیکی را از روی بررسی پریودیک

میزان ارتعاشات ماشین به موقع تشخیص داده و قبل از آنکه خرابی پیش آید اقدام لازم جهت رفع عیب را به عمل آورید



شکل ۱

در شکل ۱ انواع دستگاه بنام Data Collector یا جمع کننده اطلاعات نمایش داده شده است. ارتعاشات توسط اپراتور در محل برداشته شده و میزان ارتعاشات در حافظه دستگاه ثبت می گردد. پس از خاتمه اندازه گیری دستگاه جمع کننده اطلاعات به کامپیوتر مرکزی (از نوع IBM یا سازگار) متصل و اطلاعات به کامپیوتر منتقل و در پرونده نقاط مربوطه ثبت می گردد.



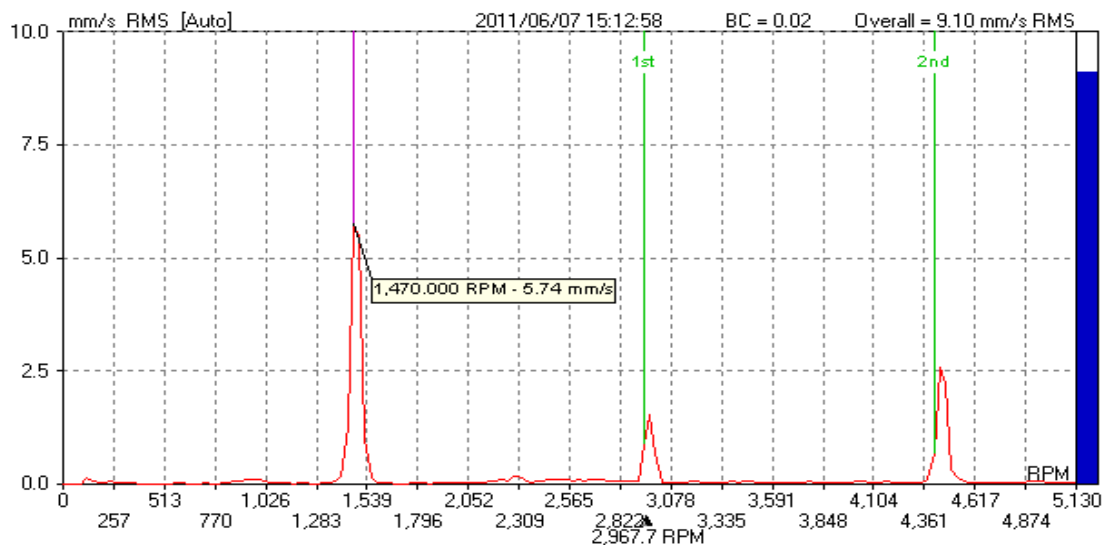
شکل ۲ (نقاط و جهات لازم برای اندازه گیری)

معمولا ارتعاشات در سه جهت افقی ، عمودی، و محوری اندازه گیری می شود..

مورد کاری شماره ۱:

فن بگ فیلتر آسیاب ۱۲ که بیشترین ویبره ان ۷۹/۱ بود و علت عیب عدم همراستایی تشخیص داده شد. پس از اصلاح ویبره فن به ۷۳/۳ رسید. در این بررسی ابتدای نمودار گرافیکی دستگاه که توسط دستگاه آنالایزر از محل برداشته شده است در سه حالت V عمودی H افقی و A محوری قبل و بعد از اصلاح مورد بررسی قرار می گیرد (با توجه به اینکه تعداد نقاط زیاد می باشد و برای هر عیب بایستی ۲۴ نمودار گرافیکی نمایش داده شود فقط به ۲ نمودار بسنده کرده ایم)

cement mill 12\bin bag filter\point1\1v





نمودار گرافیکی شماره ۱ (مشکل عدم همراستایی قبل وبعد از رفع عیب)

تشخیص عیب:

مقادیر ارتعاشات جدول بالا نشان دهنده وجود عیب در سیستم مخصوصا سمت موتور می باشد. در تحلیل منحنی فرکانسی معلوم شد که همه نقاط دارای پیک های ارتعاشی در ۱X و ۲X و ۳X می باشد که غالب این پیکها در ۱X و ۲X مشاهده گردید ولی در نقطه ۴ یعنی بیرینگ سمت فن پیک ۳X از همه پررنگ تر بود. لیکن چون ارتعاشات سر موتور خیلی بیشتر بود سمت موتور بیشتر بررسی گردید. البته قابل ذکر است که در نقطه ۲ مقدار ارتعاش در راستای محوری خیلی بالا بود. ارتعاش محوری و پیکهای ۱X, ۲X, ۳X نشان دهنده این بود که کوپلینگ به خوبی line نیست. و بایستی هم راستا گردد.

Point	V	H	A
1	9.1	5.31	—
2	15.59	8.03	14.74
3	4.63	6.06	6.24
4	6.09	3.43	4.81

جدول شماره ۱: (نتایج قبل از همراستا سازی)

رفع عیب:

بعد از تشخیص عیب عدم همراهی اقدام به همراهی با دستگاه (Easy laser) شد که نتایج اولیه مشخص گردید که عقب موتور در حدود $1/8\text{mm}$ و سر موتور $0/7\text{mm}$ پایین است و نیاز به شیم گذاری دارد. و همچنین عقب موتور $2/8\text{mm}$ و جلو موتور $1/27\text{mm}$ انحراف به سمت راست دارند. بعد از اصلاح موارد فوق دستگاه استارت گردید. و ارتعاشات دستگاه پس از اصلاح گرفته شد که نشان از رضایت بخش بودن کار بود.

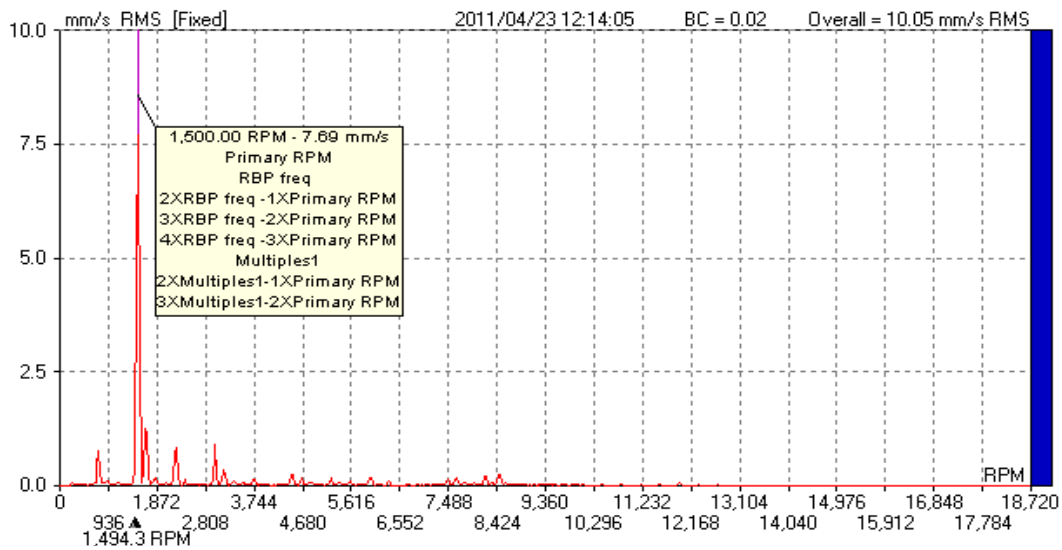
Point	V	H	A
1	3.39	2.38	—
2	2.59	2.76	4.09
3	2.80	1.73	3.27
4	4.44	1.37	3.66

جدول شماره ۲: (نتایج بعد از همراهی سازی)

مورد کاری شماره ۲:

فن خنک کن گریت کولر خط یک (فن ۳۳) که بیشترین ویبره آن $710/05$ بود و علت عیب عدم همخوانی تسمه و پولی تشخیص داده شد که پس از اصلاح ویبره آن به $71/6$ رسید. در این بررسی ابتدای نمودار گرافیکی دستگاه که توسط دستگاه آنالایزر از محل برداشته شده است در سه حالت V عمودی H افقی و A محوری قبل و بعد از اصلاح مورد بررسی قرار گرفت.

great cooler\330-33-H\Point 1\1H



great cooler\330-33-H\Point 1\1H



(نمودار گرافیکی شماره ۲ فن گریت کولر (مشکل تسمه پولی قبل و پس از رفع عیب)

تشخیص عیب:

با توجه به مقادیر overall جدول بالا مقادیر افقی (H) بیشترین مقدار ارتعاش در این فن میباشد در نگاه اول به همین اعداد میتوان حدس زد که مشکل تسمه و پولی است به این علت که اکثر مقادیر ارتعاشات تقریباً در راستای کشش تسمه زیاد است (افقی). بعد از بررسی منحنی فرکانسی مشاهده گردید که در فرکانس های ۱۲/۵ و ۲۵ و ۳۷/۵ و ۵۰ هرتز و حتی در ۵۰ هرتز پیک ارتعاشی وجود دارد. البته در فرکانس ۲۸ هرتز هم پیک ارتعاشی موجود بود که مربوط به فرکانس خود ایمپلر می باشد ولیکن به علت اینکه غالب پیک ارتعاشی در فرکانس ۲۵ هرتز که همان فرکانس دور موتور بود این مشکل به پولی سمت موتور نسبت داده شد و علت اینکه در ۱۲/۵ هرتز و هارمونیکهای آن (دوم و سوم

وچهارم) پیک دیده میشود این که این پیک مربوط به نصف دور موتور که احتمال rubbing را قوت بخشد که در هر دو صورت مشکل به پولی و تسمه بر می گردد. مخصوصا پولی سر موتور که بایستی چک و تنظیم گردد. البته احتمال عدم همراستایی دوپولی نیز وجود دارد

Point	V	H	A
1	10.05	10.05	—
2	6.19	10.52	6.46
3	4.14	17.48	2.99
4	3.62	16.50	3.29

جدول شماره ۳ (نتایج قبل از تعویض تسمه)

رفع عیب:

بعد از تحلیل بالا بررسی در محل معلوم گردید که تسمه ها منبع اصلی ایجاد ارتعاش هستند. اولین مشکل عدم هم خوانی تسمه ها با یکدیگر بود که سه عدد از آنها کاملا شل و دو عدد از آنها متوسط و یکی از آنها سفت بود که تصمیم به تعویض آنها گرفته شد و بعد از تعویض تسمه ها و کوتینگ زدایی (نظافت) پولی ها و همراستا نمودن پولی ها فن استارت گردید که میزان ارتعاشات آن در جدول بالا نشان از پایین آمدن ارتعاشات می باشد.

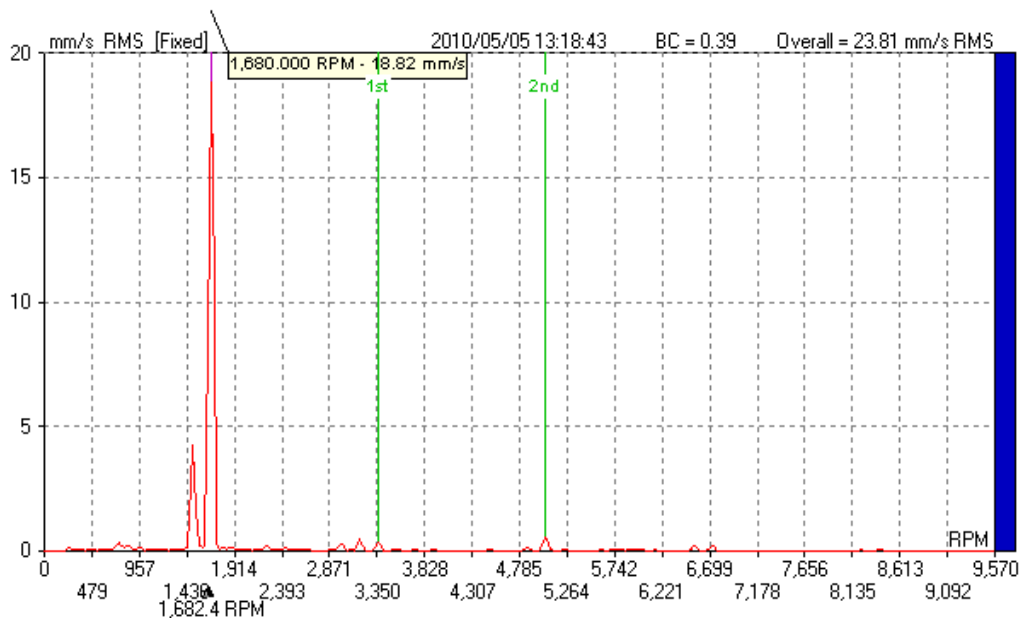
Point	V	H	A
1	1.67	1.24	—
2	2.57	2.47	1.70
3	2.36	2.48	1.81
4	2.01	2.79	1.87

جدول شماره ۴ (نتایج پس از تعویض تسمه)

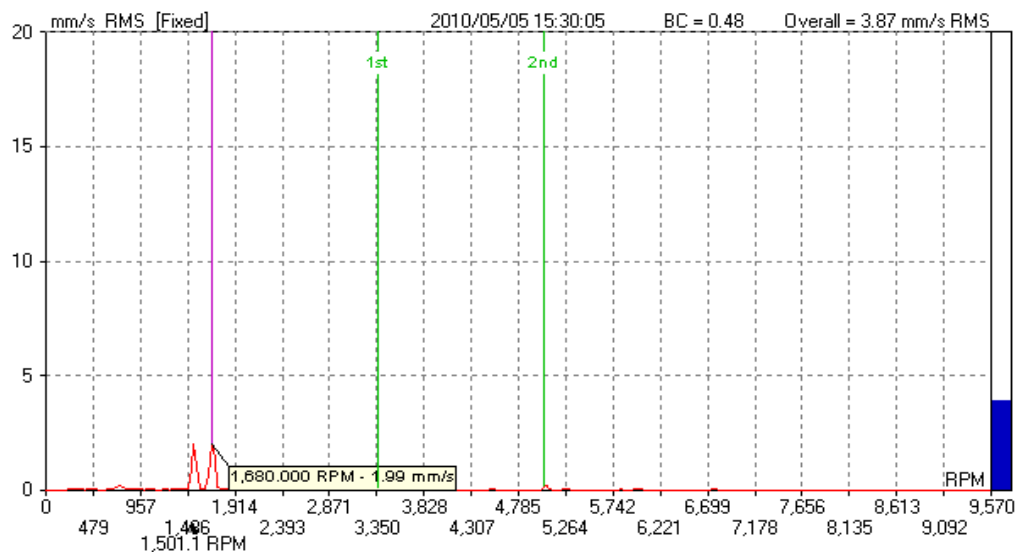
مورد کاری شماره ۳:

فن خنک کن گریت کولر (فن ۳۳۰-۳۳) بیشترین ویبره آن $H_{23/8}$ بود و علت عیب انبالانسی تشخیص داده شد که پس از اصلاح ویبره آن به $H_{3.8}$ رسید و ویبره نقاط دیگر نیز کاهش یافت. در این بررسی ابتدا نمودار گرافیکی دستگاه که توسط دستگاه آنالایزر از محل برداشته شده است در سه حالت V عمودی H افقی و A محوری قبل و بعد از اصلاح مورد بررسی قرار گرفت.

great cooler\330-33-H\Point 4\h



great cooler\330-33-H\Point 4\h



نمودار گرافیکی شماره ۳ (مشکل انبالانسی قبل و پس از رفع عیب)

تشخیص عیب:

مقادیر ارتعاشات نشان دهنده عیب در نقطه ۲ عمودی و همچنین نقطه ۳ و ۴ افقی میباشد. در تحلیل اولیه از سوی مقادیر ارتعاشات میتوان حدس زد که عیب از سمت فن می باشد نه موتور. بعد از تحلیل فرکانسی ادعای بالا تبدیل به یقین گردید زیرا پیک های غالب ارتعاشی در دور فن اتفاق افتاده است (دور موتور ۱۵۰۰ و دور فن ۱۶۸۰) و این که غالب پیک فرکانسی در یک برابر دور مربوط به فن می باشد. البته عیب های مختلف در یک برابر دور اتفاق می افتد و عیب یابی پیک یک برابر دور واقعا مشکل می باشد و نیازمند ابزارهای دیگری مانند زاویه فاز و تحلیل شکل موج

میباشد. ولی در این مورد تنها یک تحلیل تجربی به کمک امد به این صورت که چون نیرو ثابت است و در راستای عمودی که امپدانس فن در قسمت بیرینگها زیاد می باشد این نیرو میتواند خود را نشان بدهد ولی در قسمت افقی که امپدانس کمتری دارد و این نشان میدهد که مشکل انبالانسی است.

Point	V	H	A
1	-	-	-
2	13.7	5.96	6.37
3	6.83	20.13	4.2
4	5.48	23.81	3.5

جدول شماره ۵ (نتایج قبل از بالانس)

رفع عیب :

بعد از تشخیص عیب انبالانسی اقدام به بالانس تک صفحه ای گردید ووزنه ای حدود ۵۰ گرم به ایمپلر اضافه شد که با همین مقدار وزنه مقادیر ارتعاش به طور قابل ملاحظه ای پایین آمد که در جدول زیر مشاهده می گردد.

Point	V	H	A
1	-	-	-
2	2.15	2.56	3.7
3	3.74	3.75	2.1
4	2.43	3.85	1.85

جدول شماره ۶ (نتایج پس از بالانس)

نتیجه گیری: بدیهی است بهترین راه نگهداری از ماشین آلات دوار تحت کنترل قرار دادن و ارزیابی مسائل آنها در حین کار است. امروزه استفاده از روشهای جدید و تکنولوژیهای پیشرفته نگهداری و تعمیرات در واحدهای صنعتی رواج قابل ملاحظه ای یافته است. به کمک این روشها و تکنولوژیها که نگهداری و تعمیرات بر اساس وضعیت یکی از مهم ترین آنهاست. اثر بخشی برنامه نگهداری و تعمیرات افزایش یافته و ضمن کاهش ریسک خرابی و از کار افتادگی تجهیزات و توقف تولید هزینه های عملیاتی کاهش می یابد.

پایان