

دومین همایش تخصصی گروه صنعتی سیمان تهران

## کاهش ارتعاش فن خنک کن کوره با افزایش ضریب سختی به ساختار تجهیز

حسن رضایی صادق

کارشناس CM در واحد سیمان هگمتان

[Hassan\\_rezaeisadegh@gmail.com](mailto:Hassan_rezaeisadegh@gmail.com)

### چکیده

فن های خنک کن از تجهیزاتی هستند که در صنعت کاربرد فراوان دارند و به همین دلیل کنترل ارتعاشات آنها از جمله موارد اساسی و مهم نگهداری به شمار می آیند. در این مقاله در یک بررسی موردی به مطالعه عامل ارتعاش در فن خنک کن شل کوره در مجتمع سیمان هگمتان می پردازیم. پس از بررسی موضوع علت اصلی ارتعاش تشدید تشخیص داده شده و جهت حل مشکل تقویت ساپورت نگهدارنده الکترو موتور انجام گردیده و شرایط مربوطه به بهبود رسیده است.

واژه های کلیدی: تشدید. نابالانسی. coast down.

### مقدمه

امروزه اهمیت مشکلات ارتعاشی سیستم های فن می تواند ناشی از مسائل گوناگون مکانیکی و اثر دینامیکی است که یکی از شایع ترین مشکلات موجود در فن ها در صنایع سیمان مشکل انبالانسی می باشد. از این رو که گرد و غبار و ریز گرد های معلق در محیط صنعتی سیمان بسیار شایع بوده و فیلتر های فن ها بازده مناسب و صد درصد ندارد و گچ موجود در ذرات گرد و غبار باعث تشدید چسبندی نیز می گردد بنابراین در بازه زمانی کوتاه این مواد به صورت نامتقارن به پروانه رسوب گردیده و علت نامیزانی جرمی که یکی از مهمترین عامل ارتعاش زا به شمار می آید دچار شده و موجب خرابی زود رس تجهیز می گردد.

دومین همایش تخصصی گروه صنعتی سیمان تهران

لازم به ذکر است با این که طبق برنامه PM نظافت این پروانه ها در طول زمانی دو هفته انجام میگردد ولی به دلیل عدم نظافت دقیقتر این مواد در بعضی از نقاطی که قابل دیده نمیشد مواد رسوب کرده و یا در مقابل این امر گرد و غبار باعث سایش پروانه میشود و موجب انبالانس دینامیکی و استاتیکی فن را شامل میشود. در این مقاله سعی شده علاوه بر تشریح خلاصه های از تأثیرات عیوب انبالانسی و تشدید به مثال های علمی و اثرات مثبت آن در صنایع سیمان هگمتان انجام شده پرداخت. لازم به توضیح است تمامی تحلیل ها با استفاده از نرم افزار آنالیز ارتعاشات در سیمان هگمتان انجام شده است.

## مشکل رایج در فن های انبالانس

جهت کاهش ارتعاشات فن ابتدا باید دنبال منبع آن که ناشی از عدم تقارن مکانیکی در توزیع جرم، تجمع مواد و ذرات الاینده بر روی پره های فن میباشد را تحت کنترل درآورد. و در مرحله بعد با بررسی جوانب امر و علایم موجود در سازه فن مورد مطالعه، تشدید به عنوان عامل اصلی شناخته میشود. تشدید وقتی به وجود میاید که فرکانس طبیعی سیستم با نیروی محرک برابر شود که این امر موجب افزایش دامنه ارتعاش میگردد. که این دامنه ارتعاش به دلیل افزایش بیش از حد بسیار مخرب و غیر قابل پیش بینی میباشد. براساس تئوری ارتعاشات کلاسیک هر قدر فرکانس تحریک بر فرکانس طبیعی یک سیستم نزدیکتر باشد پاسخ سیستم بزرگتر خواهد بود.

## از روش های متداول برطرف کردن تشدید موارد ذیل میباشد:

### 1- برطرف کردن یا ایزوله کردن منبع تحریک.

وقتی دوره کاری ماشین را بتوان با جریان الکتریکی (دارای فرکانس کانورتور) و یا با تغییر در طراحی ماشین (افزایش یا کاهش قطر محور محرک یا متحرک) موضوع مربوطه را تست نمود و با کاهش دور که در روند تولید خللی ایجاد نکند و دامنه ارتعاش کاهش پیدا کند مشکل برطرف میگردد.

### 2- تغییر فرکانس طبیعی سیستم

با افزودن میرایی به سیستم و تغییر جرم و سفتی و ایجاد تغییر در سازه تجهیز نگهدارنده الکترو موتور و فن میتوان فرکانس طبیعی سیستم را تغییر داد.

### 3- افزایش کیفیت بالانس دینامیکی.

در بالانس دینامیکی که با زاویه فاز انجام میگردد اگر فرکانس طبیعی تحریک گردد این امکان وجود ندارد بدلیل اینکه زاویه فاز مداوم در تغییر میباشد. جهت بالانس این تجهیزات نیاز به بالانس تحلیلی یا بالانس Four FUN میباشد که بدون استفاده از دستگاه و به صورت ترسیم انجام میگردد.

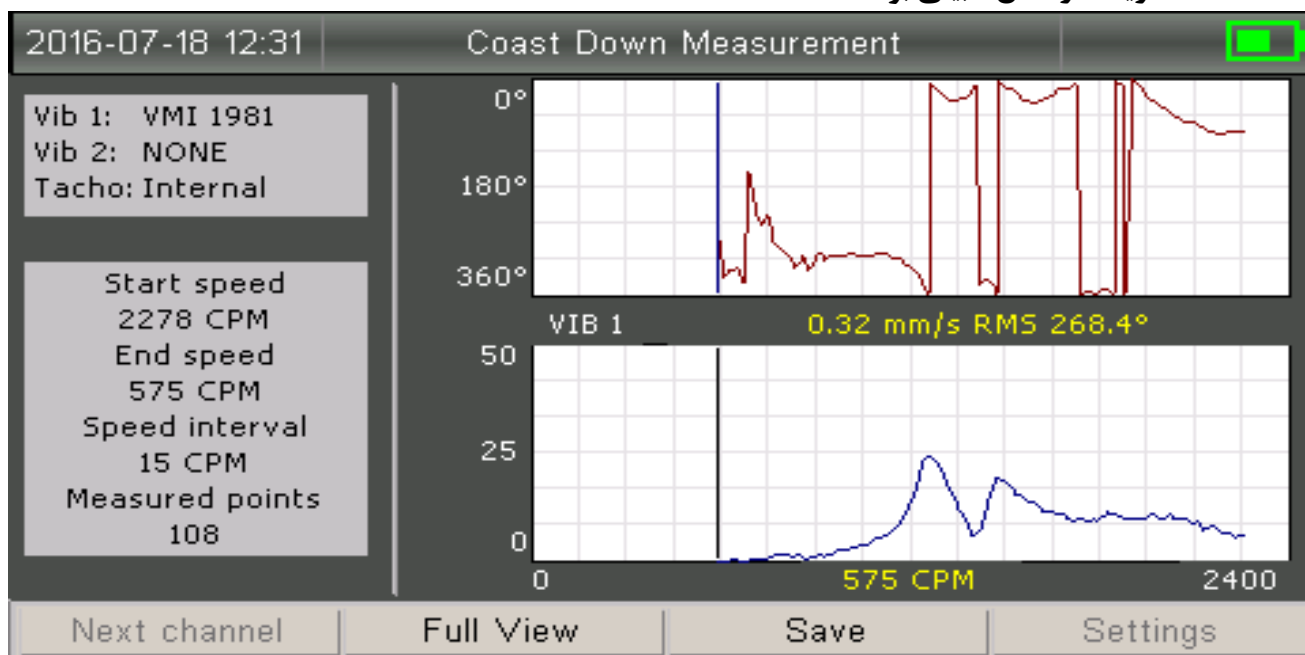
دومین همایش تخصصی گروه صنعتی سیمان تهران

## بالانس دینامیکی و رفع مشکل یک فن خنک کن شل کوره در واحد سیمان هگمتان

فن خنک کن شل کوره خط دو دارای دامنه ارتعاش بالای به مقدار 40 میلی متر بر ثانیه بود و در طیف فرکانسی آن پیک دور ماشین غالب بود و این نشان دهنده انبالانس دینامیکی تشریح می‌شد. بنابراین جهت رفع مشکل ارتعاشی به کارگاه فنی منتقل گردید. و بعد از دمونتاز فن از داکت دمنده. مواد رسوب شده آن نظافت گردید. بعد از استارت فن و اندازه گیری ارتعاش آن دامنه به مقدار 30 میلی متر بر ثانیه کاهش پیدا کرد.

در مرحله بعد جهت بالانس دینامیکی فن دستگاه بالانس نصب و آماده گردید. ولی بالانس دینامیکی با نصب وزنه نهایی بهبود پیدا نکرد. و شرایط همچنان باقی بود.

در هر مرحله از بالانس. دستگاه وزنه را در نقاط مختلف نشان میداد. و با اضافه نمودن وزنه نه تنها کاهش ارتعاش وجود نداشت بلکه افزایش نیز داشت. بررسی bend شافت با تجهیزات اندازه گیری وساعت اندیکاتور انجام گردید و میزان خارج از مرکزیت در کمترین مقدار ممکن قرارداد داشت. بنابراین موضوع دیگر تحریک فرکانس طبیعی سیستم بود. تست coast down بر روی نقطه v1 فن انجام گرفت همانطور در شکل که ملاحظه مینمایید با کاهش دور ماشین بعد از خاموش کردن زاویه فاز به مقدار 360 درجه اختلاف و مقدار ارتعاش روند افزایش و کاهش را نشان میدهد. علائم فوق نشان دهنده تحریک فرکانس طبیعی بود.



شکل شماره 2

همانطور که در شکل بالا مشاهده مینمایید طی یک اصل کلاسیک ارتعاش با افزایش دور ماشین ارتعاش نیز باید روند صعودی داشته باشد و یا بر عکس. بنابراین وقتی چنین نباشد تجهیز دارای دور بحرانی در دور کاری ماشین قرار دارد. و یا فرکانس طبیعی سیستم در حال نوسان با فرکانس محرک میباشد.

بنابراین از روش سوم برای بر طرف کردن مشکل تشدید استفاده شد و با استفاده از بالانس Four run که بدین صورت میباشد که وزنه آزمایشی را در سه نقطه 0 درجه و 120 درجه و 240 درجه امتحان نمود مقدار ارتعاش را ثبت نمود. بعد با استفاده از ترسیمات وزنه نهایی به دست میاید.

در تجهیز بالا این بالانس انجام گرفت ولی به دلیل ارتعاش بالا سیستم به شرایط بهبود نرسید. و چون دور الکترو موتور ثابت و انتقال قدرت به صورت کوبل مستقیم بود روش بعدی نیز قابل اجرا نبود. روش باقیمانده بررسی تحریک فرکانس طبیعی در نقطه مورد نظر بود که با این صورت که در شکل مشاهده مینمایید تجهیز تقویت گردید.



با توجه به طرح مسئله و درجه آزادی سیستم ضریب سختی معادل مربوطه به این صورت میباشد:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

در این رابطه  $\omega_n$  فرکانس طبیعی،  $k$  ضریب سختی و  $m$  جرم معادل میباشد. بنابراین با جوشکاری stiffness به صورت عمودی به طوری که ضریب سختی افزایش یابد و بعد با انجام بالانس دینامیکی وزنه نهایی 30 گرم در زاویه 250 درجه در طی یک مرحله ارتعاش تجهیز به صورت قابل توجه کاهش یافت که در جدول ذیل مشاهده مینمایید.

V1	H1	V2	H2	A2	زمان اندازه گیری	نام و کد تجهیز	ردیف
40	20	16	14	10	ویبره قبل تعمیر	فن خنک کن شل کوره شماره 6	1
3.5	2.1	0.6	1.2	1	ویبره بعد تعمیر		

نکته قابل توجه دیگر این میباشد که در صورت مشاهده علائم نابالانسی جرم در طیف فرکانسی تحلیل ارتعاش سنجی احتمال وجود عیب در ساختار و طراحی نیز میباشد. یکی از پدیده های که باعث میشود شرایط دیگری حادث شود نزدیک بودن دور بحرانی به فرکانس چرخش روتور میباشد. که این موضوع در ماشین مورد نظر وجود داشت. در پایان کمال تقدیر و تشکر از مدیریت ارشد سیمان هگمتان جناب مهندس ثنایی به دلیل اهمیت بر موضوع نگهداری و پیگیری تک تک موارد و اخذ گزارش کار میباشد که توانستیم توان فردی را جهت کار علمی افزایش دهیم و همچنین واحد تعمیرات و نگهداری سیمان هگمتان بابت همکاری و تلاش جهت رفع عیوب تکراری را میبایسیم.

## نتیجه گیری

در خصوص آنالیز ارتعاشات بعضی از تجهیزات احتمال وجود عیب متداول و پیچیدگی نیز میباشد. این مشکلات در اثر آشنا نبودن با رفتارهای فیزیکی ماشین آلات دوار بر میگردد. در بعضی عیوب تجهیزات نباید تنها به طیف فرکانسی جهت رفع عیوب متکی بود باید با انجام تست های چون coast down و آنالیز زاویه فاز میتوان عیب یابی صحیحتری انجام داد.

## منابع

Wowk v.. Machinery Vibration Measurement and Analysis. Mc graw hill. New Yoek. 1991

Eisenmann R..C Machinery Malfunction Diagnosis and Correction. Hewlett-Packard. New Jersey. 1998

Balance Quality Requirements of Rotating Rigid Bodies. Part 1  
."Determination and Verification of Balance Tolerance ."ISO 1940-1 .1998  
.part 2 ." Balance Errors. "ISO 1940-2 .1998