

مکنده یا دمنده ییلوره ها



از بلور کوچک فیلتر شنی تا مکنده‌ی دومتري فولادسازی-

سؤال‌هایی که متخصص تعمیرات باید بپرسد

وقتی ماشینی را برای اولین بار می‌بینی، کدام یافته‌های ماشین قبلی را باید کنار بگذاری؟

تماسی که با یک جمله شروع شد

یک روز تماس گرفتند- بلورهای فولادسازی از کار افتاده‌اند، بروید ببینید مشکل چیست)

تا آن روز، بلور برای من یک تصویر مشخص داشت) اولین بار بلورها را در فیلتراسیون فیلترهای شنی دیده بودم؛ ماشین‌های کوچک و متوسط از نوع دنده‌ای که کارشان عملیات بک‌واش بود) اندازه‌شان قابل حمل بود، رفتارشان قابل پیش‌بینی بود، و اگر چیزی خراب می‌شد، معمولاً می‌شد با تعویض یا باز کردن سریع رفع مشکل کرد)

در فولادسازی با چیز دیگری روبه‌رو شدم) بلورهای مکنده‌ای که قطرشان از دو متر بیشتر بود و از نوع سانتریفیوژ بودند) جا خوردم)

مسئله واقعی چیست؟

مسئله این است-

چرا تخصصی که با یک خانواده از ماشین‌ها مهارت دارد، در برخورد با خانواده‌ی دیگر بیشتر وقتش را صرف درمان علامت می‌کند، نه کشف علت؟

وقتی بلور مکنده‌ی بزرگ با لرزش، دبی کم و خوردگی دست‌وپنجه نرم می‌کند، سه راه آسان جلوی ما هست- بالانس دوباره، تعویض یاتاقان، و ترمیم پر) هر کدام می‌تواند موقتاً کار کند و هر کدام ممکن است ریشه را دست‌نخورده بگذارد)

نشانه‌هایی که می‌گویند این مسئله در یک واحد هم واقعی است-

• × بالانس کردیم، دو هفته خوب بود-

- xیاتاقان را عوض کردیم، باز دما و ارتعاشات بالا رفت-
 - xدبی که کم است، یعنی پره فرسوده شده-
 - xاز وقتی تعمیر شد، یک چیزی فرق کرده ولی نمی‌دانیم چه-
 - xعدد لرزش هست، اما مبنایی برای مقایسه نداریم-
- مشترک همه‌ی این جمله‌ها- تصمیم‌ها بر پایه‌ی علامت گرفته می‌شود و یک فرضیه‌ی روشن درباره‌ی علت وجود ندارد)
- بیش- هر ماشین بزرگ یک سؤال دارد که بیشتر از بقیه می‌ارزد) نخستین کار، پیدا کردن همان است)
- سؤال اول- این ماشین از کدام خانواده است؟
- پیش از لرزش و دبی و خوردگی، یک سؤال ساده‌تر هست که بیشترین تأثیر را دارد-
ماشینی که جلوی من است، چگونه کار می‌کند؟
- دو ماشینی که در این مقاله به آن‌ها اشاره شد، هر دو - بلور* نامیده می‌شوند، اما منطق کارشان متفاوت است)

ویژگی	بلور دنده‌ای بیجا به جایی مثبت، مانند روتس ^۱	بلور سانتریفیوژ بزرگ‌سیفن مکنده ^۱
اصل کار	هر دور، حجم تقریباً ثابتی هوا را جابه‌جا می‌کند	پروانه به هوا انرژی جنبشی می‌دهد و این انرژی در محفظه به فشار تبدیل می‌شود
رابطه‌ی دبی و فشار	دبی تقریباً ثابت، فشار را سیستم تع $\propto$ ن می‌کند	هر فشاری دبی مشخصی دارد؛ نقطه‌ی کار از تقاطع منحنی فن و منحنی سیستم به دست می‌آید
ریسک اصلی	بسته‌شدن مسیر خروجی و فشار بیش‌ازحد، فرسایش لقی‌ها	تع $\propto$ مقاومت سیستم، رسوب و فرسایش پروانه، لرزش روتور بزرگ
نشانه‌ی افت عملکرد	نشتی داخلی بین روتورها باعث افت دبی می‌شود	تع $\propto$ منحنی سیستم یا آسیب پروانه، دبی و مصرف برق را عوض می‌کند
چه چیزی را باید حتماً بینیم	لقی روتورها، دنده‌های هماهنگ‌کننده، شیر اطمینان	منحنی فن، موقعیت دمپر، فشار ورودی و خروجی، دور

نکته‌ی آموزنده این است که در بلور دنده‌ای، سیستم فشار را تع $\propto$ ن می‌کند و ماشین دبی را تقریباً ثابت نگه می‌دارد (در فن سانتریفیوژ، تقریباً برعکس است- ماشین یک منحنی دارد و سیستم نقطه‌ای را روی آن انتخاب می‌کند) بنابراین در فن بزرگ، -دبی کم* همیشه به معنای خرابی ماشین نیست (می‌تواند یعنی سیستم عوض شده است) خطای ذهنی رایج هنگام جابه‌جایی از ماشین کوچک به بزرگ همین است- دبی را صفت ماشین دانستن (در فن سانتریفیوژ، دبی صفت مجموعه‌ی ماشین و مسیر است) پیش از آن که بپرسیم ماشین چه مشکلی دارد، بپرسیم ماشین به چه چیز وابسته است

ابعاد بزرگ چه چیزی را عوض می‌کند؟

پیش از وارد شدن به دبی و لرزش، یک سؤال پیش‌زمینه‌ای هست- روتوری که بیش از دو متر قطر دارد، فقط یک نسخه‌ی بزرگ‌شده‌ی بلور کوچک نیست) بزرگی چند چیز را عوض می‌کند)

انرژی ذخیره‌شده بالاست (پروانه‌ی بزرگ جرم و اینرسی زیادی دارد) راه‌اندازی آن زمان می‌برد، موتور در این مدت جریان بالایی می‌کشد، و ایستادنش هم سریع نیست) اگر در حین کار چیزی از پروانه جدا شود، پیامد آن با ماشین کوچک قابل‌مقایسه نیست) به همین دلیل، بازرسی‌ها در ماشین بزرگ حساس‌تر و پیش‌نگرانه‌تر انجام می‌شود)

تنش‌های گریز از مرکز مهم‌اند (در دورهای بالا، هر نقطه‌ی ضعیف پروانه، مثل ناحیه‌ی ترک‌خورده‌ی جوش یا محل نازک‌شدن ناشی از سایش و خوردگی، می‌تواند به آغاز یک ترک خستگی تبدیل شود) بازرسی چشمی کافی نیست؛ ترک‌یابی جوش‌ها با روش مناسبی مثلاً مایع نافذ یا ذرات مغناطیسی، بسته به جنس^۱ و ضخامت‌سنجی نقاط بحرانی بخشی از بازرسی منطقی است)

بالانس در محل رایج‌تر است (پروانه‌ی بزرگ را همیشه نمی‌توان به کارگاه برد) بالانس در محل، با وزنه‌گذاری روی پروانه‌ی نصب‌شده، تکنیکی کاربردی است، اما باید بداند که شرایط تکیه‌گاه و سازه در نتیجه اثر دارد)

سازه نقش جدی دارد (فونداسیون و قاب نگه‌دارنده بخشی از سیستم مرتعش‌اند) ترک در پایه، شل‌شدن پیچ‌های مهار، یا فرسودگی ملات زیر پایه، لرزشی می‌سازد که هیچ بالانسی آن را حل نمی‌کند)

رشد حرارتی را باید حساب کرد (وقتی گاز داغ از ماشین عبور می‌کند، محور و پوسته منبسط می‌شوند و هم‌محوری -سرد× با هم‌محوری -گرم× فرق می‌کند) ماشینی که سرد خوب تنظیم شده، ممکن است در دمای کار نامتعادل باشد)

نکته‌ی مشترک همه‌ی این‌ها- در ماشین بزرگ، -اطمینان* را اندازه‌گیری می‌سازد، نه حس (چیزی که در ماشین کوچک با تجربه‌ی دست و گوش حل می‌شد، در ماشین بزرگ به ابزار و ثبت نیاز دارد)

بینش- بزرگی، فقط ابعاد را عوض نمی‌کند؛ هزینه‌ی خطای تشخیص را هم عوض می‌کند
سؤال دوم- دبی کم از فن است یا از سیستم؟

دبی کم یکی از سه داستانی بود که این ماشین‌ها داشتند و از آن‌جا که به ظاهر ساده‌ترین علامت است، گمراه‌کننده‌ترین هم هست)

سه قانون ساده‌ی فن‌بیه¹ Vc AVI h ; اچارچوب فکری خوبی می‌دهد- در یک سیستم ثابت، دبی با دور متناسب است، فشار با مجذور دور، و توان با مکعب دور (این یعنی افت کوچک دور یا افزایش کوچک مقاومت، اثری بزرگ‌تر از انتظار دارد، و یعنی نگاه به یک عدد کافی نیست)

وقتی دبی افت می‌کند، می‌توان علت‌ها را در سه دسته نگاه کرد-

الف¹ خود ماشین-

- جهت چرخش‌بیبعد از هر کار روی موتور یا برق باید دوباره تأیید شود¹
- دور واقعی در برابر دور طراحی‌بیلغزش کویلینگ، تنظیم درایو، لغزش تسمه اگر دارد¹

• وضعیت پروانه- فرسایش، خوردگی، رسوب که شکل پره را عوض کرده

• فاصله‌ی پروانه با مخروط ورودی

• آسیب یا کج‌شدن دمپر ورودی

ب¹ سیستم پیش از فن-

- افت فشار فیلتر، کیسه‌ها یا الکتروفیلتر

- گرفتگی کانال، رسوب در مسیر
- نشتی هوای ورودی از دریچه‌ها و فلنج‌های فشار مکش، هوای اضافه را می‌کشد و دبی مفید را کم می‌کند^۱

- موقعیت واقعی دمپرها در برابر نشانگرشان

ج^۱ تغ^x شرایط گاز-

- دمای گاز بیچگالی گاز عوض می‌شود و فشار و توان تغ^x را می‌کند^۱
 - ترکیب و بار غبار
- اینجا یک اصل سیستمی وارد می‌شود- آنچه می‌بینیم، محل ظهور مسئله است، نه لزوماً محل ایجاد آن (فنی که - دبی کم^x می‌دهد، گاهی فقط قربانی فیلتری است که مقاومتش بالا رفته است)

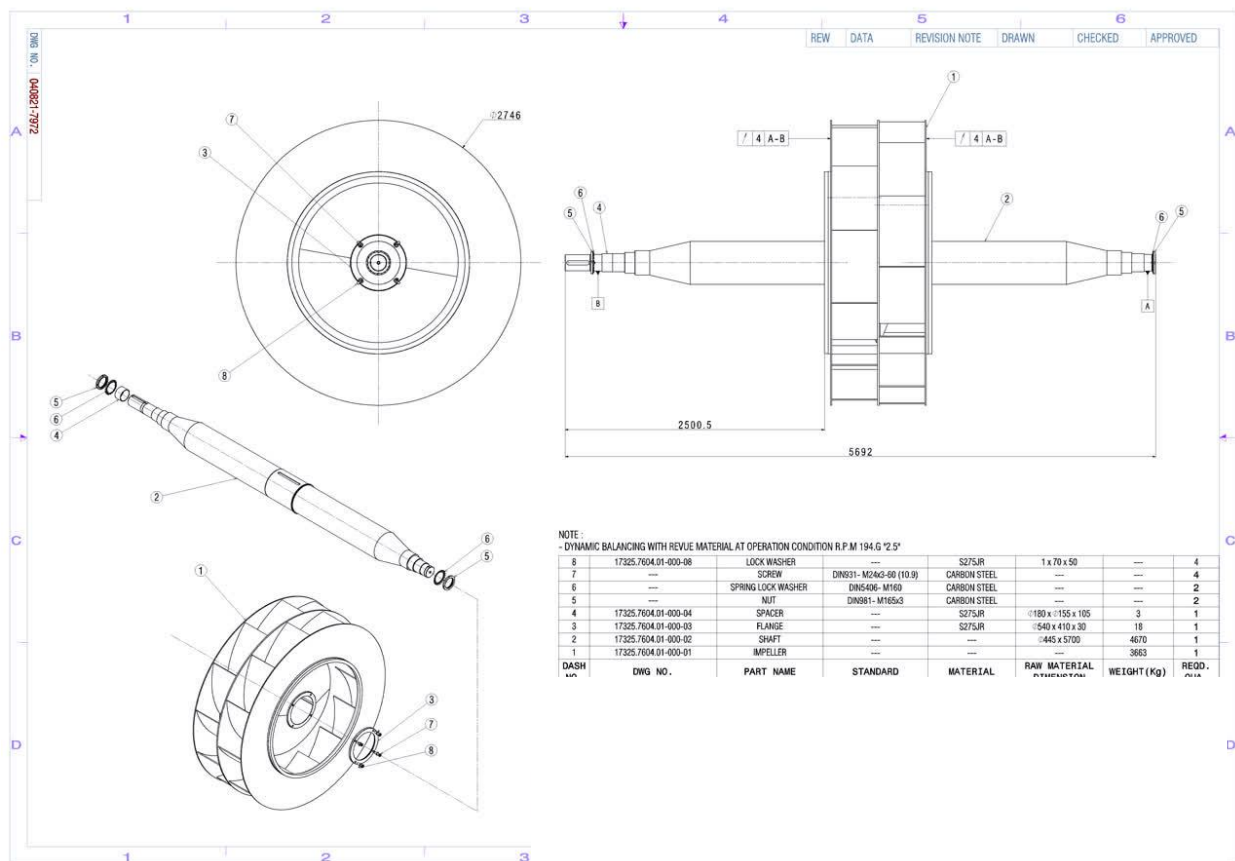
برای این که تفکیک روشن تر شود، یک سناریوی فرضی را مرور کنیم)

این سناریو فرضی و ترکیبی است و بازنمای هیچ واحد واقعی مشخصی نیست

فرض کنید در یک واحد، دبی مکنده افت کرده و مصرف جریان موتور هم پائین تر از معمول است (تیم نگهداری فکر می‌کند پروانه سا^۱ده شده اما اگر پروانه سا^۱ده بود، انتظار می‌رفت فشار و دبی هر دو افت کنند و جریان موتور نیز کم شود، و این با آنچه می‌بینند سازگار است) پس فرضیه‌ی اول قوی به نظر می‌رسد اما اگر کسی دمپرها^۱ی ورودی را بسنجد و ببیند دمپر روی سی درصد باز مانده، حتی با نشانگر هشتادی، فرضیه‌ی دیگری هم کنار فرضیه‌ی اول می‌نشیند- افت مصنوعی دبی در اثر موقعیت دمپر (هیچ کدام از این دو بدون اندازه‌گیری تأیید نمی‌شود) چیزی که این مثال می‌گوید، نه یک تشخیص، که یک ترتیب فکر است-

ابتدا فرضیه‌های رقیب، بعد اندازه‌گیری برای حذف آن‌ها)

تجربه زیسته - در موردی که خودتان با افت دبی روبه‌رو شدید، علت واقعی چه بود و با چه اندازه‌گیری یا مشاهد‌های به آن رسیدید؟ اگر علت سیستم بود نه فن، همین را بنویسید)



بیش دبی کم یک پرسش است، نه یک تشخیص جواب را باید از اندازه‌گیری گرفت

سؤال سوم- لرزش چه می‌گوید؟

در ماشینی که روتورش بیش از دو متر قطر دارد، لرزش فقط نشانه‌ی ناراحتی ماشین نیست؛ زبانی است که ماشین با آن حرف می‌زند! مشکل این است که همه‌ی ما به عددش نگاه می‌کنیم و کمتر به آنچه می‌گوید گوش می‌دهیم!

چند الگوی رایج که تحلیل طیف لرزشی b HeZXi g^۱ به ما نشان می‌دهد-

چه چیزی را اندازه بگیریم	اولین فرضیه	الگو
فاز لرزش، مقایسه‌ی قبل و بعد از تمیزکاری پروانه	عدم توازن روتور بیرسوب، فرسایش، خوردگی نامتقارن ^۱	قله‌ی غالب روی ۱، بیبرابر دور ^۱
هم محوری سرد و گرم، وضعیت پایه	عدم هم محوری یا مشکل کوپلینگ	۲، قوی، لرزش محوری بالا
کنترل پیچ‌ها، سفتی سازه،	شلی مکانیکی یا ترک پایه	هارمونیک‌های متعدد، نویز کف بالا
دمای روغن، لقی یاتاقان	ناپایداری فیلم روغن	زیرهمگام در یاتاقان لغزشی
آزمون ضربه، مقایسه‌ی دور و دامنه	تشدید سازه یا روتور	لرزش وابسته به دور یا بار
پاکت غلاف، دمای یاتاقان، تحلیل روغن	آسیب یاتاقان	فرکانس‌های مشخصه‌ی یاتاقان

دو نکته درباره‌ی ماشین‌های بزرگ

نخست، پایه و سازه اهمیت‌ی دارد که در ماشین کوچک کمتر دیده می‌شود (فن بزرگ روی فونداسیون و قاب نصب می‌شود و گاهی مشکل در ماشین نیست؛ در تطابق فرکانس طبیعی سازه با دور کار است) اگر لرزش فقط در یک بازه‌ی دور شدید می‌شود، باید سازه را نیز مشکوک دانست)

دوم، بالانس یک راه‌حل با تاریخ انقضا است، اگر علت عدم‌توازن برگردد (اگر رسوب یا خوردگی نامتقارن هر ماه روتور را از تعادل بیرون می‌برد، بالانس مکرر به معنای تکرار علامت‌درمانی است) پرسش درست این است- چه چیزی عدم‌توازن را می‌سازد؟

برای ارزیابی شدت، استانداردهایی مانند (\$) ' " + #: HD پیارتعاش ماشین‌های صنعتی^۱ و % , ' " HD کیفییت بالانس و سطح ارتعاش فن‌های صنعتی^۱ وجود دارند (این‌ها را باید با نسخه و رده‌ی ماشین خودتان تطبیق داد و مبنای مقایسه‌ی مشخص برای هر ماشین ساخت)

نظر من - عدد لرزش بدون سابقه، مثل ضربان نبض بدون دانستن حالت عادی بیمار است) بزرگ‌ترین هدیه‌ای که می‌توان به متخصص بعدی داد، یک خط پایه 6 VhZaZcZ پیوستند است)

تجربه زیسته من- لرزشی که در یکی از این ماشین‌ها دیدید چه الگویی داشت و بالاخره به چه چیزی نسبت داده شد؟

بیش- به عدد لرزش بسنده نکنیم؛ الگوی آن را تفسیر کنیم هر الگو یک فرضیه‌ی متفاوت می‌سازد)

سؤال چهارم- خوردگی اثر است یا علت؟

خوردگی، سومین داستان بود و در مکنده‌ی فولادسازی که با گاز و غبار سر و کار دارد، خوردگی همیشه حاضر است اما این که خوردگی چه نقشی در زنجیره‌ی خرابی دارد، جای بحث دارد

دو خوانش ممکن است-

خوانش اول- خوردگی علت است (فلز نازک می‌شود، پره ضعیف می‌شود، ترک ایجاد می‌شود) این خوانش درست است و خطر واقعی دارد، به‌ویژه در پروانه‌ای که با دور بالا می‌چرخد و تنش‌های گریز از مرکز دارد

خوانش دوم- خوردگی حلقه‌ی میانی زنجیره است (خوردگی سطح را زبر می‌کند، غبار راحت‌تر می‌چسبد، رسوب نامتقارن عدم‌توازن می‌سازد، عدم‌توازن لرزش می‌سازد، لرزش یاتاقان را می‌کشد) در این خوانش، اگر فقط یاتاقان را عوض کنیم، حلقه‌ی اول را دست‌نخورده گذاشته‌ایم

در عمل چند پرسش کمک می‌کند-

- خوردگی از کجا می‌آید؟ ترکیب گاز، رطوبت، و دمای سطح نسبت به نقطه‌ی شبنم اسیدی‌پیسته به ترکیب گاز باید بررسی شود (اگر دمای سطح پایین‌تر از آن بیفتد، میعان و خوردگی شدیدتر می‌شود)
- خوردگی است یا سایش؟ هر دو ممکن است همزمان باشند (فرسایش) خوردگی (الگوی ظاهری فرق می‌کند- سایش غالباً در لبه‌ی حمله و نقاط برخورد غبار است، خوردگی اغلب سطحی‌تر و منتشرتر)
- آیا ترکیب گاز یا دمای فرایند تغیر کرده؟ اگر بله، شاید این خوردگی -جدید× باشد و جنس قدیمی دیگر پاسخگو نیست)
- آیا ترمیم یا پوشش دادن، فقط حفاظت سطح است یا مسئله‌ی منبع را هم حل می‌کند؟

نظر من -وقتی خوردگی را فقط یک عیب فلزی ببینیم، به سراغ پوشش و ترمیم می‌رویم) وقتی آن را نتیجه‌ی شرایط فرایند ببینیم، به سراغ دما، رطوبت و ترکیب گاز می‌رویم) هر دو لازم است، اما دومی کمتر انجام می‌شود)

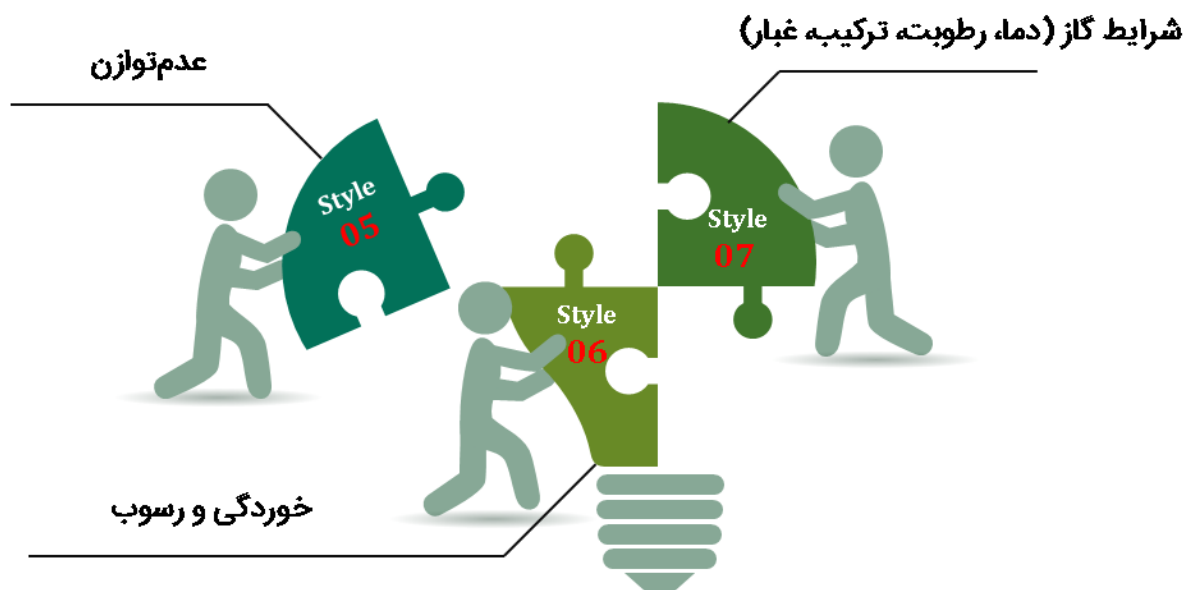
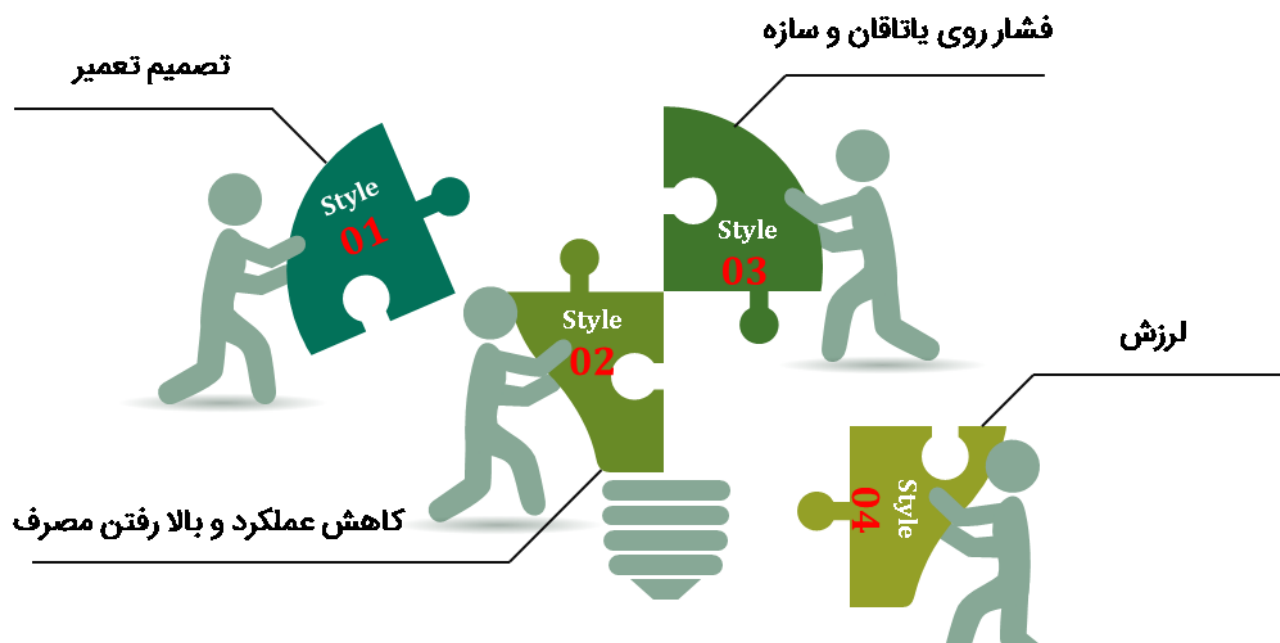
بیش- خوردگی معمولاً گزارش می‌دهد که فرایند چه شرایطی را به ماشین تحمیل کرده است)

همه‌ی این‌ها در یک زنجیره‌اند

اگر سه سؤال قبلی را کنار هم بگذاریم، یک تصویر سیستمی ظاهر می‌شود-



زنجیره سیستمی تعمیر



شرایط گازییدما، رطوبت، ترکیب، غبار^۱ → خوردگی و رسوب → عدم توازن → لرزش → فشار روی یاتاقان و سازه → کاهش عملکرد و بالا رفتن مصرف → تصمیم تعمیر و در بالای این زنجیره، سیستمی هست که ماشین فقط یک عضو آن است- فیلتر و کانال و دمپر، فرایند تولید گاز، و برنامه‌ی نگهداری)

پرسشی که در این تصویر باید پرسید همان است که در نگاه سیستمی همیشه پرسیده می‌شود-

آیا چیزی که می‌بینیم محل ایجاد مسئله است یا فقط محل ظهور آن؟

اگر لرزش در یاتاقان دیده می‌شود، شاید آغاز مسئله روی پروانه بوده است) اگر دبی در فن کم است، شاید آغاز مسئله فیلتر پیش از آن بوده است) اگر خوردگی روی پره‌هاست، شاید آغاز مسئله دمای گاز بوده است)

این زنجیره راه حل را هم عوض می‌کند) اگر فقط حلقه‌ی آخر را تعمیر کنیم، زنجیره دوباره ادامه می‌یابد) اگر حلقه‌ی اول را اصلاح کنیم، شاید چند حلقه‌ی بعدی بدون هزینه‌ی اضافه خودبه‌خود آرام شوند)

بینش- ماشین بزرگ تنها نیست؛ پیش از آن که تعمیرش کنیم باید بدانیم به چه چیزی وصل است)

سؤال پنجم- بعد از تعمیر، پایه‌ی مقایسه‌مان چیست؟

یکی از ساده‌ترین و مغفول‌ترین سؤال‌ها- وقتی تعمیر تمام شد، از کجا بفهمیم کار درست انجام شده؟

جواب معمولاً- راه می‌اندازیم و ببینیم* است) اما در ماشین دومتری، راه‌اندازی بدون معیار یعنی ریسک) پیشنهاد نگارنده این است که پیش از تحویل، چند عدد پایه ثبت شود-

- لرزش در همه‌ی نقاط یاتاقان و جهت‌ها، در دور کار و در بازه‌ی راه‌اندازی تا دور نهایی

- دمای یاتاقان‌ها و روغن

- جریان موتور، فشار ورودی و خروجی، و موقعیت دمپر در همان لحظه

- هم‌محوری نهایی و مقدار $Hd[i]$ $[ddi]$

- تصویر یا مستند از وضعیت پروانه‌ی ضخامت‌سنجی نقاط بحرانی، ترک‌یابی جوش‌ها به روش مناسب^۱

دلیلش روشن است- هر عددی که امروز ثبت نشود، فردا قابل مقایسه نیست) و ماشینی که همه‌ی اعداد -اولین روز* را دارد، اگر شش ماه بعد لرزید، می‌توان فهمید چه چیزی تغ* کرده است)

بیش- تعمیر وقتی تمام می‌شود که معیار مقایسه‌ی بعدی ثبت شده باشد)

سؤال ششم- این ماشین برای تولید چقدر حیاتی است؟

سؤال آخر، از جنس دیگری است) مهندسی نیست؛ مدیریتی است)

مکنده‌ی بزرگ فولادسازی معمولاً یک ماشین -تک‌نقطه* است) اگر بایستد، به زنجیره‌ی تولید اثر می‌گذارد، و فرصت توقف برنامه‌ریزی شده کم است) پروانه‌ی با این ابعاد را هم نمی‌توان از قفسه برداشت؛ تأمین یا ساخت آن زمان‌بر است) بنابراین سؤال‌های زیر پیش از بحران باید پاسخ داده شوند-

- اگر این فن همین الان بایستد، چه اتفاقی برای خط می‌افتد و چه مدت می‌توان تحمل کرد؟

- مدت تأمین پروانه یا روتور یدکی و یاتاقان‌های اصلی چقدر است؟

• آیا فرصت توقف برنامه ریزی شده‌ای برای بازرسی از درون ماشین پیپروانه، پوسته^۱ هست؟

• چه کسی تصمیم می‌گیرد وقتی لرزش از آلام گذشته ولی هنوز تریپ نکرده؟

آخرین سؤال را به‌طور خاص جدی بگیرید! وقتی تکلیف روشن نیست، تصمیم به لحظه‌ی بحران و به کسی که در آن لحظه حاضر است سپرده می‌شود! و در آن لحظه، هیچ‌کس برای بالانس یا ترمیم یا توقف فرصت اندیشیدن ندارد!

بیش- برای ماشین حیاتی، بخش مهمی از تعمیرات پیش از خرابی انجام می‌شود- در قرارها و پاسخ‌ها

اگر فردا به محل رفتید- ترتیب پیشنهادی بازرسی

گام اول- بپرسید چه تغیر کرده (از بهره‌بردار و تعمیرکار بپرسید- آخرین تعمیر چه بود، آخرین تغیر در فرایند چه بودیدما، بار، سوخت، تنظیم دمپرها^۲ و از کی علامت شروع شد؟ بسیاری از ماشین‌ها وقتی بد می‌شوند که پیرامونشان عوض شده است)

گام دوم- داده‌ی موجود را بخوانید (روند لرزش، دمای یاتاقان، جریان موتور، فشارهای ورودی و خروجی، و موقعیت دمپرها در چند هفته‌ی گذشته) اغلب پاسخ نیمه‌کاره در داده‌ای است که کسی کنار هم نگذاشته)

گام سوم- کنار ماشین بایستید (صدا، بو، دمای سطوح، وضعیت پایه و پیچ‌ها، نشت روغن، و وضعیت درهای بازرسی) چیزهای ساده‌ای که ابزار آن‌ها را نمی‌بیند)

گام چهارم- دو فرضیه‌ی رقیب بنویسید (حتی اگر یکی را بیشتر باور دارید، فرضیه‌ی دوم را بنویسید) اگر اندازه‌گیری‌تان بعداً فرضیه‌ی اول را رد کرد، مسیر دوم از پیش روشن است)

گام پنجم- اندازه‌گیری هدفمند (هر اندازه‌گیری باید یک فرضیه را بسنجد- فاز لرزش برای عدم‌توازن، هم‌محوری برای کوپلینگ، فشار پیش و پس از فن برای تفکیک فن از سیستم)

گام ششم- تصمیم و ثبت (حتی اگر نتیجه این باشد که -نمی‌دانیم×، ثبت کنید چه چیزی حذف شد و چه چیزی هنوز باز است)

بینش- ترتیب سؤال‌ها، به اندازه‌ی خود سؤال‌ها اهمیت دارد

سؤال‌هایی که قبل از دست‌زدن به بلور بپرسید

این مقاله را با یک جدول جمع‌بندی می‌کنیم

اگر قرار است فردا کنار یک بلور بزرگ بایستید، این سؤال‌ها را پیش از ابزار بیاورید-

سؤال	چرا مهم است
این ماشین جابه‌جایی مثبت است یا سانتریفیوژ؟	منطق دبی و فشار و ریسک‌ها متفاوت است
نقطه‌ی کار فعلی کجاست و نقطه‌ی طراحی کجا بود؟	شاید ماشین سالم باشد و سیستم عوض شده باشد
جهت چرخش و دور واقعی چیست؟	ساده‌ترین علت دبی کم است و گاهی نادیده می‌ماند
افت فشار پیش از فن و پس از آن چقدر است؟	تفکیک فن از سیستم
لرزش چه الگویی دارد؟ ، ۲ ، ، زیرهمگام ؟	هر الگو یک فرضیه‌ی متفاوت می‌سازد
آیا لرزش با دور یا بار تغیر می‌کند؟	تشخیص تشدید و مشکل سازه
خوردگی از چه شرایطی می‌آید؟	دمای شب‌نم، رطوبت، ترکیب گاز

چرا مهم است	سؤال
بدون آن، مقایسه ممکن نیست	آخرین خط پایهیی 6 VhZđcZ است؟
تغیر فوریت و برنامه‌ی جایگزین	اگر همین الان بایستد چه می‌شود؟
جلوگیری از تصمیم در لحظه‌ی بحران	چه کسی تصمیم توقف را می‌گیرد؟

اقدامک‌ها

- برای مهم‌ترین بلور واحد خود، یک -برگه‌ی هویت* یک صفحه‌ای بسازید- نوع، دور، نقطه‌ی کار طراحی، نقاط اندازه‌گیری لرزش، آخرین عدد پایه)
- ۱) در گشت بعدی، موقعیت واقعی دمپر را با نشانگرش مقایسه کنید و ثبت کنید)
- ۲) اگر طیف لرزش در دسترس است، الگوی غالب را پیدا ، ۲ ، یا چیز دیگر^۱ در یک جمله بنویسید و فرضیه‌ی متناظر آن را کنارش)
- ۳) یک پرسش را با بهره‌بردار هم‌مرز خود مطرح کنید- ترکیب و دمای گاز در سه ماه گذشته تغییر کرده؟
- ۴) مشخص کنید اگر لرزش از آلامر گذشت، تصمیم توقف را چه کسی می‌گیرد، و آن را کتبی کنید)

جمع‌بندی

به همان تماس برگردیم- بلورها از کار افتاده‌اند، بروید ببینید مشکل چیست-)

آن جمله وعده می‌دهد که مشکل یک چیز است) اما در ماشین بزرگ، -مشکل* اغلب یک زنجیره است- شرایط گاز، سطح، رسوب، تعادل، لرزش، یاتاقان، عملکرد و ما فقط انتهای زنجیره را از نزدیک می‌بینیم)

چرا دبی فن کم می‌شود در حالی که پروانه سالم است؟ در فن سانتریفیوژ، دبی از تقاطع منحنی فن و منحنی سیستم به دست می‌آید (افزایش مقاومت سیستمی فیلتر، گرفتگی، دمپر، نشتی هوای ورودی، یا افت دور می‌تواند بدون هیچ آسیبی به پروانه، دبی را کم کند)

لرزش با فرکانس ۱، معمولاً به چه چیزی اشاره دارد؟ اغلب به عدم توازن روتور، مثلاً رسوب یا فرسایش نامتقارن (اما برای تأیید باید فاز لرزش و تغیرات پس از تمیزکاری بررسی شود)

بالانس مکرر پروانه چه معنایی دارد؟ اگر عدم توازن برمی‌گردد، یعنی علتش بیرسوب، خوردگی یا فرسایش نامتقارن (هنوز فعال است) بالانس در این حالت علامت را درمان می‌کند، نه علت را)

خوردگی پره‌های فن را همیشه باید با تعویض حل کرد؟ نه همیشه (باید ابتدا مشخص شود خوردگی از کدام شرایط فرایند می‌آید و آیا ترمیم یا پوشش با آن شرایط سازگار است)

اصلی‌ترین تفاوت بلور دنده‌ای با فن سانتریفیوژ بزرگ برای تعمیرات چیست؟ در بلور دنده‌ای دبی تقریباً ثابت و فشار را سیستم تعین می‌کند (در فن سانتریفیوژ، نقطه‌ی کار را تقاطع منحنی ماشین و سیستم می‌سازد) پس افت عملکرد در دومی باید ابتدا در سیستم هم جست‌وجو شود



پلن تصویری پیرای طراح؛ قبل از انتشار حذف شود^۱

- ۱) تصویر شاخص -دو بلور در یک قاب- کوچک و دنده‌ای در کنار فن بزرگ مکنده‌ییا مقیاس انسان برای نشان دادن اندازه 5 a- x (مقایسه‌ی اندازه‌ی بلور دنده‌ای کوچک با فن سانتریفیوژ بزرگ مکنده)-
- ۲) نمودار منحنی فن و منحنی سیستم -نقطه‌ی کار به صورت تقاطع، با دو حالت ییافزایش مقاومت سیستم و افت دور (محل- بعد از سؤال دوم)
- ۳) زنجیره‌ی علی -شرایط گاز ← خوردگی .رسوب ← عدم توازن ← لرزش ← یاتاقان ← عملکرد(محل- بخش سیستمی)
- ۴) جدول سؤال‌های قبل از دست زدن به صورت چک لیست قابل چاپ)

H9D

- E g' b V g n @ Z n l d g Y- عیب یابی فن سانتریفیوژ فولادسازی
- H Z X d c Y V g n- لرزش فن مکنده، دبی کم فن صنعتی، خوردگی پروانه فن، بلور فولادسازی
- A d c \ (i V ^ a- چرا دبی فن سانتریفیوژ افت می کند، بالانس مکرر پروانه فن علت دارد
- H Z V g X \ x i Z c i- آموزشی و تشخیصی برای متخصصان تعمیرات و مهندسان نگهداری
- 9 c i ^ 1 ^ Z h- بلور دنده‌ای بیروتس^۲ فن سانتریفیوژ، منحنی فن و سیستم، (\$) ' + # : % ، % " HD *
- x i Z g c V a A ^ c ` h- پیشنهادی- تعمیرات و نگهداری دو فرآیند مجزا،- تعمیر یا تعویض پمپ وارمن-
- x i z j g l d e ^ x h- چگونه خط پایه‌ی لرزش بسازیم،- اثر سیستم بر عملکرد فن، x،- خوردگی در مسیر گاز فولادسازی-