

استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات مدرن در کارخانجات و نقش آن در کاهش شدت مصرف انرژی

نویسنده:

سید عبدالله رضایی کنتی (سرپرست دپارتمان پخت سیمان گیلان سبز)

خلاصه:

یکی از ارکان اصلی و موثر در مدیریت انرژی، وجود یک سیستم نگهداری و تعمیرات مدرن در کارخانجات میباشد.

نظارت دقیق بر شاخص مصرف انرژی و یا هزینه های مربوط به آن نشان می دهد که کدام یک از تجهیزات و یا کدام قسمت از ماشین به نگهداری و تعمیر نیاز دارد. به این ترتیب با انجام نگهداری و تعمیرات موثر امکان کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه عملکردی و در نتیجه افزایش سوددهی میسر میگردد.

کلمات کلیدی:

سیستم نگهداری و تعمیرات (نت) - قابلیت اطمینان عملکرد ماشین آلات صنعتی (Reliability) - توقف های برنامه ریزی شده ماشین (Planned Downtime) - توقف های برنامه ریزی نشده ماشین (Unplanned Downtime) - نگهداری اصلاح - گرایانه (Corrective or Breakdown maintenance) - نگهداری پیش گیرانه (Preventive or Time-based maintenance) - نگهداری پیش گوینده (Predictive Maintenance) - نگهداری و تعمیرات مدرن - نظارت بر وضعیت ماشین آلات (Condition monitoring) - اثربخشی جامع تجهیزات (Overall Equipment Effectiveness)

۱- مقدمه (ضرورت و نقش نگهداری و تعمیرات مدرن در صنعت)

طراحان و سازندگان ماشین های تولیدی جهت افزایش ظرفیت تولید ماشین آلات و رقابت با دیگر سازندگان به سمت طراحی ماشین آلات پیچیده، سرعت بالا و کم مصرف از نظر انرژی روی آورده که این روند تحت تاثیر نیازهای رقابتی بازار نیز استمرار دارد.

قابلیت اطمینان عملکرد ماشین آلات (Reliability) به صورت زیر تعریف میشود:

احتمال آنکه یک ماشین یا دستگاه عمل خواسته شده ای را بدون مشکل تحت شرایط مشخص و در زمان معینی انجام دهد را قابلیت اطمینان می گویند. بهینه کردن قابلیت اطمینان عملکرد ماشین آلات پیشیناز دستیابی به بهره وری بهینه و به تبع آن بهینه سازی مصرف انرژی میباشد.

به این منظور، بسیاری از شرکت ها برنامه های نگهداری و تعمیرات خود را توسعه داده و به این نتیجه رسیده اند که نظارت بر وضعیت عملکرد ماشین آلات از جمله الزامات اساسی دستیابی به بهره وری بهینه و بالاخره کاهش شدت مصرف انرژی است. ارزیابی نحوه عملکرد ماشین آلات نیاز به ارزیابی شاخص هایی دارد که مهمترین آنها به شرح ذیل می باشد:

- شدت مصرف انرژی
- کیفیت محصولات تولیدی
- حجم تولید
- توقف های برنامه ریزی نشده
- وقوع حوادث
- هزینه های عملکردی

- شاخص های زیست محیطی

از بین شاخص های اشاره شده، ارتباط تنگاتنگی بین نگهداری و تعمیر موثر و مصرف بهینه انرژی وجود دارد. ساده تر اینکه هر چه ماشین با بهره وری بیشتری کار کند شدت مصرف انرژی آن کاهش می یابد. نظارت (monitoring) دقیق بر مصرف انرژی و با هزینه های مربوط به آن نشان می دهد که کدام یک از تجهیزات و یا کدام قسمت از یک ماشین به نگهداری و تعمیر نیاز دارد.

۲- مدیریت مصرف انرژی و ارتباط آن با سیستم نگهداری و تعمیرات

وجود یک سیستم نگهداری و تعمیرات مدرن نقش بسیار مهمی در کاهش شدت مصرف انرژی دارد. به اختصار مواردی را در ذیل گفته میشود که میتواند پایه های اساسی مدیریت انرژی در یک شرکت باشد:

۱. کاهش توقفات موردی و هدایت توقفات به سوی برنامه ریزی شدن

۲. افزایش راندمان تجهیزات

۳. بهبود سیستم تولید از نظر کمی و کیفی

۴. افزایش بهره وری

۵. کاهش تلفات تولید

۶. افزایش عمر مفید تجهیزات

۷. کنترل مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی

۳- سیستم نگهداری و تعمیرات و اثر آن در کاهش توقفات موردی:

منظور از قابل دسترس بودن (Availability) یک ماشین، درصد زمان عملیاتی بودن آن ماشین است. مدت زمان عملیاتی بودن یک ماشین (Operating time) از لحاظ عددی برابر است با مدت زمان یکسال منهای مدت زمان لازم برای توقف های برنامه ریزی شده ماشین (Planned Downtime) که از ملاحظات طراحی ماشین نتیجه میشود و اجتناب ناپذیر است و مدت زمان مربوط به توقف های برنامه ریزی نشده (Unplanned Downtime) که آن نیز به علت استفاده نادرست از ماشین آلات اجتناب ناپذیر است. یکی از اهداف مهم استراتژی های نگهداری و تعمیر به حداقل رساندن زمان توقف های برنامه ریزی نشده ماشین آلات و در نتیجه تحت کنترل در آوردن و بهینه سازی مصرف انرژی و افزایش بهره وری ماشین میباشد.

تدوین برنامه کوتاه مدت تعمیراتی برنامه ریزی شده در قالب شرح فعالیت های تعمیراتی، انجام کلیه بازرسی ها و اجرای فعالیت های نگهداری در ساعات غیرکاری، پیک و تعطیلات نیز نقش بسیار ضروری در کاهش توقفات موردی خواهد شد.

۴- نقش خرابی ها و تعمیرات موردی پیش بینی نشده (توقفات اضطراری) در کاهش تولید و

شدت مصرف انرژی:

۱. مصرف انرژی

۲. قطع تولید

۳. تولید محصولات معیوب یا با کیفیت پایین

۴. از دست دادن موقعیت های فروش

۵. نیاز به انبارداری و ذخیره سازی وسایل یدکی

۶. صدمه به محیط زیست

۷. کاهش عمر مفید ماشین آلات

۵- استراتژی های نگهداری و تعمیرات گذشته و نگهداری و تعمیرات مدرن و مزایای آنها:

۵-۱- نگهداری اصلاح گرایانه (Corrective or Breakdown Maintenance)

دستگاه تا هنگامی که دچار خرابی نشده به کار خود ادامه دهد و فقط زمانی نسبت به تعمیر آن اقدام شود که خرابی رخ داده باشد. معایب این روش عبارتند از:

- احتمال وقوع خسارت های ثانویه به ماشین آلات دیگر
- افزایش احتمال وقوع خطرات ناشی از حوادث
- نگهداری و تعمیر بدون برنامه ریزی قبلی
- تلفات مواد اولیه و کاهش کیفیت محصولات تولیدی
- فرایندهایی که امکان توقف آنها امکان پذیر نیست مثل کوره در صنعت سیمان که اگر از کار بیفتد ممکن است باعث انجماد مذاب و از کار افتادن خط تولید شود.

۵-۲- نگهداری پیش گیرانه (Preventive or Time-based Maintenance)

در زمان های مشخص از قبل تعیین شده توسط سازنده نسبت به بازرسی، نگهداری و تعمیر و سرویس بخش های مختلف ماشین و همچنین تعمیر اساسی (Overhaul) اقدام میگردد. مواردی وجود دارد که این روش از لحاظ فنی و اقتصادی مقرون به صرفه نیست:

- توقف جهت بازرسی به معنای افزایش توقف خط تولید و کاهش تولید محصولات میباشد.
- برآورد و تخمین زمان تعمیرات اساسی مشکل میباشد.
- خطر خرابی زود هنگام بعد از تعمیر اساسی بدلیل خطای انسانی هنگام مونتاژ قطعات وجود دارد.
- تعمیرات بسیاری از قطعات (نه فقط قطعات خراب) را در بر میگیرد.
- جهت تعمیرات اساسی نیاز به متخصص دارد.
- تعمیرات اساسی زمان بر است.
- تضمینی برای عدم وقوع خرابی کلی و ناگهانی ماشین آلات وجود ندارد.

۵-۳- نگهداری پیش گویانه (Predictive Maintenance)-نگهداری و تعمیرات مدرن

خرابی ماشین آلات تاثیر منفی بیشتری بر کیفیت تولیدات، محیط زیست و ایمنی وارد می آورد به علت رقابت فزاینده و وضع قوانین و مقررات محدودکننده حفظ و نگهداری منابع و دارایی های یک شرکت مشکل تر شد. با اتوماسیون هر چه بیشتر کارخانجات تولیدی، سیستم های تولید انعطاف پذیر، قابلیت اطمینان، قابل دسترس بودن و قابلیت تعمیرپذیری ماشین آلات از اهمیت بیشتری برخوردار گردید. به این دلیل روش نگهداری پیش گویانه توسعه یافت.

خصوصیات بارز روش پیش گویانه به شرح ذیل میباشد:

- نظارت دقیق بر وضعیت ماشین آلات انجام شده و زمان خرابی آنها پیش بینی میشود
- برنامه تعمیرات از قبل تهیه میشود
- ماشین آلات زمانی تعمیر میشوند که نیاز به تعمیر داشته باشند (فقط قسمت های خراب).

مزایای سیستم نگهداری پیش گویانه :

- عملکرد بهتر و قابلیت در دسترس بودن و افزایش قابلیت اطمینان ماشین آلات
- ایمنی بیشتر
- ارتقاء کیفیت محصولات تولیدی
- توجه بیشتر به محیط زیست

- افزایش عمر مفید ماشین آلات

- افزایش بهره وری تولید

فعالیت های نت پیشگویانه

- بازرسی فنی توسط حواس انسانی:

- توسط پرسنل و با استفاده از حواس انسانی همچون بازرسی سرو صدای غیر عادی یا گرم شدن بیش از حد اجزاء.

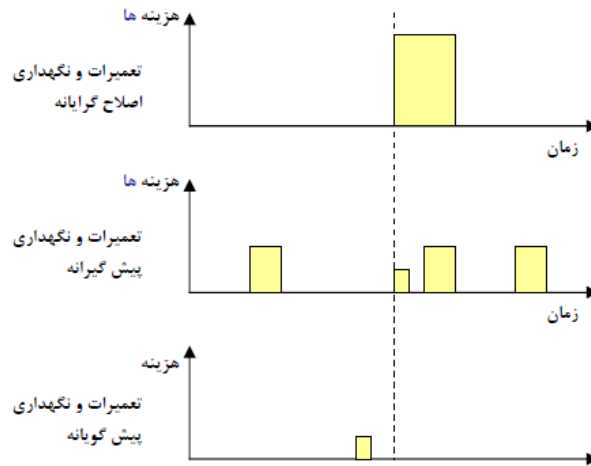
- اندازه گیری فرسایش با استفاده از ابزار توسط انسان:

- در این روش بازرسی PM در فواصل مشخص زمانی و در حین کار ماشین با استفاده از ابزار نسبت به اندازه گیری میزان فرسایش اجزاء اقدام و نتایج به دست آمده را با محدوده کارکرد مجاز اجزاء مقایسه می نماید.

- بازرسی و اندازه گیری پیوسته توسط ابزار:

- اجزاء ماشین ها توسط سنسورهایی مجهز شده اند تا مشکلات و عیوب تجهیز را هشدار دهند.

نمودار شماره ۱: مقایسه ای هزینه - زمان سه روش نگهداری
خرابی و توقف ماشین



۱-۳-۵- اصول روش نظارت بر وضعیت ماشین آلات:

در این روش اندازه گیری برخی از کمیات مهم ماشین، وضعیت عملکردی ماشین را مشخص می کند نظارت بر وضعیت ماشین

یکی از اجزا اساسی نگهداری پیشگویانه می باشد. در این روش دو حالت مهم باید تشخیص داده شود:

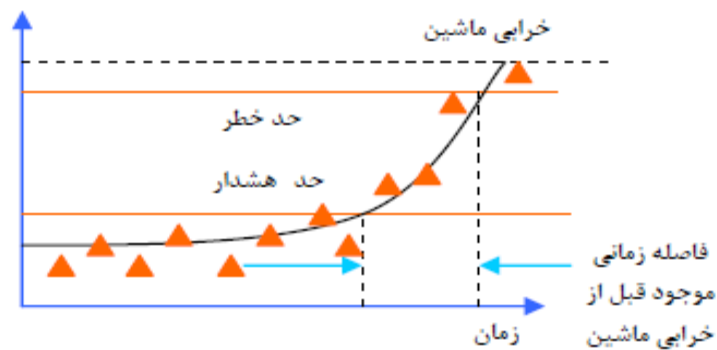
۱. بروز یک اشکال (حد هشدار)

۲. رسیدن به حداکثر مجاز اشکال تا قبل از خرابی ماشین (حد خطر)

پس از مشاهده اولین نشانه های بروز یک اشکال در ماشین اقدام اصلاحی باید بلافاصله صورت پذیرد، در غیر این صورت، ماشین

جهت رفع اشکال باید بی درنگ متوقف گردد.

نمودار شماره ۲



۱-۳-۵- تحلیل ارتعاشات (Vibrational Analysis)

بررسی ها نشان می دهد که در ۹۰ درصد خرابی ماشین آلات، تغییراتی در رفتار ارتعاشی ماشین به وجود می آید با شناسایی این تغییرات در نحوه ارتعاش ماشین آلات می توان به زمان و نحوه خرابی ماشین آلات پی برد. اغلب عیوب به افزایش میزان ارتعاش ماشین آلات منجر می شود. هیچ کمیت دیگری نمی تواند اطلاعاتی را تا این حد در خصوص وضعیت سلامت عملکرد ماشین آلات در اختیار قرار دهد.

۲-۳-۵- تحلیل روغن

تحلیل روغن یکی از روش های مهم نظارت بر وضعیت ماشین آلات می باشد. کاربرد اصلی تحلیل روغن در کنترل کیفیت روغن روانکاری، کاهش منابع ذخیره روغن و تعیین بهترین زمان تعویض می باشد. مزایای کامل روش تحلیل روغن وقتی حاصل می آید که نمونه برداری های منظم و تهیه نمودارهای روند کیفی روغن و ذرات فلزی و غیرفلزی موجود در آن برای هر یک از ماشین آلات در کارخانه انجام پذیرد. در این صورت اطلاعات کافی برای تصمیم گیری های نگهداری فراهم می آید.

۳-۳-۵- تصویر برداری حرارتی

تصویر برداری حرارتی روشی است که توسط آن می توان وضعیت یک ماشین، سازه یا سیستم را مورد نظارت قرار داد. تشعشعات مادون قرمز دارای بلندترین موج ها در میان انواع انرژی های تشعشعی بوده و بدون وجود ابزار مخصوص قابل رویت نمیباشد. با تشخیص بی نظمی های موجود در الگوهای حرارتی یک سیستم صنعتی، یک ممیز خبره می تواند به آغاز وقوع یک اشکال پی ببرد.

۴-۳-۵- نظارت عملکردی

به نظارت بر وضعیت ترمودینامیکی یک فرآیند یا ماشین مربوط میشود. با نظارت بر دما و فشار جریان های ورودی/ خروجی، دبی جریان ها و سرعت یک ماشین محاسبه پارامترهای زیر مقدور می باشد.

- بازده حرارتی

- حد فشار

این پارامترها اطلاعات کافی جهت اطمینان از کارکرد بهینه اقتصادی و تحت کنترل داشتن مصرف انرژی با حداقل اثرات زیست محیطی در پمپ ها، توربین ها و کمپرسورها را فراهم میکنند.

نتیجه گیری:

اجرای یک سیستم نگهداری و تعمیرات موثر و مدرن به جهت کنترل توقفات و کاهش توقفات موردی و در نهایت کاهش شدت مصرف انرژی بسیار ضروری است. به این منظور در کارخانجات از طریق متدهای پیشرفته ای مانند اثربخشی جامع تجهیزات موردی به شرح ذیل نتیجه گیری میشود.

- بهینه سازی مستمر نحوه استخراج ، دریافت، ثبت و پردازش داده های نگهداری و تعمیرات، ارتقاء مستمر سطح تخصص ، مهارت و آموزش متخصصان نت و گروه های اجرایی نت، بهینه سازی پیوسته دستورالعمل های نت (فعالیت های پیشگیرانه، فعالیتهای تعمیراتی و) با انتخاب و ارتقاء مناسب روشهای نظارتی بر وضعیت ماشین آلات.

مراجع:

۱. وبلاگ نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر
۲. آرشیو سازمان بهره وری انرژی ایران
۳. Maintenancejournal.com
۴. www.TPM.com
۵. www.OEE.com