

# آشنایی با تکنیک‌های پایش وضعیت و فلسفه نگهداری بر پایه شرایط (CBM)

مؤلف و مدرس:

مهندس بابک فاضل بخشی

www.ketab.ir

|                         |   |                                                                                                                       |
|-------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | : | فاضل بخششی، بابک، ۱۳۵۱                                                                                                |
| عنوان و نام پدیدآور     | : | آشنایی با تکنیک های پایش وضعیت و فلسفه نگهداری بر پایه شرایط cbm / نویسنده بابک فاضل بخششی.                           |
| مشخصات نشر              | : | تهران: نشر آباژور، ۱۴۰۳.                                                                                              |
| مشخصات ظاهری            | : | ۱۹۴ ص.: مصور؛ ۲۲×۲۹ س.م.                                                                                              |
| شابک                    | : | ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۴۸-۶۱-۵                                                                                                     |
| وضعیت فهرست نویسی       | : | فیبا                                                                                                                  |
| یادداشت                 | : | چاپ اول.                                                                                                              |
| موضوع                   | : | ماشین آلات -- بازرسی<br>Machinery – Monitoring<br>ماشین آلات -- نگهداری و تعمیر<br>Machinery – Maintenance and repair |
| رده بندی کنگره          | : | TJ153                                                                                                                 |
| رده بندی دیویی          | : | ۸۱۶/۶۳۱                                                                                                               |
| شماره کتابشناسی ملی     | : | ۹۷۹۴۹۰۰                                                                                                               |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : | ف                                                                                                                     |

نشر: آباژور

آشنایی با تکنیک های پایش وضعیت و فلسفه نگهداری بر پایه شرایط cbm

نویسنده: بابک فاضل بخششی

صفحه آرایشی: چاپ نوین نگر

سال و نوبت چاپ: چاپ اول - مهر ۱۴۰۲

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۴۸-۶۱-۵

قیمت: ۶۵۰۰۰۰ تومان

توجه:

به موجب ماده ۵ قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان، و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای شرکت صنعت آموز نوین پارسی (پارسی تک) و مولف محفوظ می باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

چاپ: نوین نگر

## فهرست مطالب

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| پیشگفتار .....                                                            | ۹  |
| مقدمه .....                                                               | ۱۱ |
| ۱- تشخیص عیب یا پیش‌بینی عیب .....                                        | ۱۵ |
| ۲- مروری کوتاه بر اصول نگهداری و تعمیرات .....                            | ۱۷ |
| انواع روش‌های نگهداری و تعمیرات کدام‌اند .....                            | ۱۸ |
| ۳- نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه .....                                     | ۲۱ |
| ۴- چرا وضعیت ماشین‌آلات باید پایش شوند .....                              | ۲۵ |
| ۵- تکنیک‌های مرسوم پایش وضعیت .....                                       | ۲۹ |
| ۶- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در مقابل نگهداری بر پایه وضعیت (CBM) ..... | ۳۱ |
| ۷- متدها و مدل‌های ساده‌سازی رای نگهداری بر پایه وضعیت .....              | ۳۳ |
| مدل‌های دیگر برای CBM .....                                               | ۳۸ |
| ۸- پایش را بر روی چه تجهیزاتی انجام می‌دهیم .....                         | ۴۱ |
| ۸-۱-۸ چند مثال از تعیین اولویت .....                                      | ۴۹ |
| ۸-۱-۸-۱ سفتی والو .....                                                   | ۴۹ |
| ۸-۱-۸-۲ شیر قطع گاز .....                                                 | ۴۹ |
| ۹- تعیین فواصل زمانی پایش وضعیت .....                                     | ۵۱ |
| فاصله زمانی PF .....                                                      | ۵۱ |
| ۱۰- اقدامات کنشی از دیدگاه برنامه‌ای .....                                | ۵۵ |
| ۱۱- تکنیک‌های نگهداری بر پایه شرایط (CBM) .....                           | ۵۷ |
| ۱۱-۱-۱ بازرسی‌های مبتنی بر حواس پنج‌گانه .....                            | ۵۸ |
| ۱۱-۲-۱ آنالیز ارتعاش .....                                                | ۵۹ |
| ۱۱-۲-۱-۱ کاربردها و تکنیک‌ها .....                                        | ۶۰ |
| ۱۱-۲-۱-۲ فاصله تشخیص .....                                                | ۶۰ |
| ۱۱-۲-۱-۳ دقت .....                                                        | ۶۰ |
| ۱۱-۲-۱-۴ اندازه‌گیری Overall یا کلی .....                                 | ۶۰ |
| ۱۱-۲-۱-۵ تحلیل شکل موج و تحلیل طیفی .....                                 | ۶۰ |
| ۱۱-۲-۱-۶ ارتعاش تورشنال یا پیچشی .....                                    | ۶۱ |
| ۱۱-۲-۱-۷ تحلیل ارتعاش چندکاناله .....                                     | ۶۱ |
| ۱۱-۲-۱-۸ تحلیل شاک پالس .....                                             | ۶۱ |
| ۱۱-۲-۱-۹ نصب سنسور ارتعاش .....                                           | ۶۱ |
| ۱۱-۲-۱-۱۰ محدودیت‌ها .....                                                | ۶۱ |
| ۱۱-۲-۱-۱۱ معیارهای پایش ارتعاش .....                                      | ۶۲ |

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| ۶۲ | ۱۲-۲-۱۱ معیار ارتعاش برای الکتروموتورها   |
| ۶۳ | ۱۳-۲-۱۱ بالانس                            |
| ۶۳ | ۱۴-۲-۱۱ معیارهای ارتعاش بیشتر             |
| ۶۴ | ۱۵-۲-۱۱ الکتروموتورهای تجدید سیم‌پیچی شده |
| ۶۴ | ۱۶-۲-۱۱ استانداردهای ارتعاش تجهیزات عمومی |
| ۶۵ | ۱۷-۲-۱۱ فن‌ها با درایو تسمه               |
| ۶۵ | ۱۸-۲-۱۱ راهنمای ارتعاش (ISO)              |
| ۶۷ | ۱۹-۲-۱۱ ارتعاش و اهمیت آنالیز آن          |
| ۶۸ | ۲۰-۲-۱۱ تفسیر گزارش                       |
| ۶۸ | ۲۱-۲-۱۱ روند نمایی کلی ارتعاش             |
| ۶۸ | ۲۲-۲-۱۱ نمودار طیفی                       |
| ۷۰ | ۲۳-۲-۱۱ روند فرکانسی                      |
| ۷۰ | ۲۴-۲-۱۱ نمونه گزارش                       |
| ۷۳ | ۲۵-۲-۱۱ شرایط تست و پذیرش ارتعاش          |
| ۷۵ | ۲۶-۲-۱۱ تأمین تجهیزات و مهارت             |
| ۷۵ | ۲۷-۲-۱۱ هزینه                             |
| ۷۵ | ۳-۱۱ ترموگرافی مادون قرمز                 |
| ۷۷ | ۱-۳-۱۱ کاربردها                           |
| ۷۸ | ۲-۳-۱۱ کاربردهای الکتریکی                 |
| ۷۹ | ۴-۳-۱۱ کاربردهای مکانیکی                  |
| ۷۹ | ۵-۳-۱۱ شرایط شدت خطا و پذیرش ترموگرافی    |
| ۸۰ | ۶-۳-۱۱ محدودیت‌ها                         |
| ۸۰ | ۷-۳-۱۱ معیارهای ترموگرافی                 |
| ۸۱ | ۸-۳-۱۱ تأمین تجهیزات و مهارت              |
| ۸۲ | ۹-۳-۱۱ هزینه‌ها                           |
| ۸۳ | ۴-۱۱ سیستم پایش اولتراسونیک               |
| ۸۶ | ۱-۴-۱۱ انواع تجهیزات                      |
| ۸۷ | ۲-۴-۱۱ کاربردها و رویه اجرا               |
| ۹۰ | ۳-۴-۱۱ محدودیت‌ها                         |
| ۹۱ | ۴-۴-۱۱ معیارهای اولتراسونیک هوابرد        |
| ۹۱ | ۵-۴-۱۱ تأمین تجهیزات و مهارت              |
| ۹۱ | ۵-۱۱ تجزیه و تحلیل روغن و ذرات فرسایشی    |
| ۹۳ | ۱-۵-۱۱ پایش سایش مکانیکی ماشین            |
| ۹۴ | ۲-۵-۱۱ پایش روغن                          |
| ۹۴ | ۳-۵-۱۱ آلودگی روان کار                    |
| ۹۵ | ۴-۵-۱۱ تست‌های تحلیلی استاندارد           |
| ۹۵ | ۵-۵-۱۱ آب                                 |
| ۹۸ | ۶-۵-۱۱ آزمایش‌های خاص                     |
| ۹۹ | ۷-۵-۱۱ کاربردها                           |

|     |                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۳ | ..... ۸-۵-۱۱ تحلیل سیال                                                 |
| ۱۰۳ | ..... ۹-۵-۱۱ نمونه برداری                                               |
| ۱۰۴ | ..... ۱۰-۵-۱۱ معیارهای آنالیز روغن و ذرات سایشی                         |
| ۱۰۵ | ..... ۱۱-۵-۱۱ معیارهای تحلیل روغن                                       |
| ۱۱۰ | ..... ۶-۱۱ پایش وضعیت الکتریکی                                          |
| ۱۱۱ | ..... ۱-۶-۱۱ تکنیک‌ها و روش‌ها                                          |
| ۱۲۹ | ..... ۲-۶-۱۱ تکنیک‌های بیشتر عیب‌یابی                                   |
| ۱۳۰ | ..... ۳-۶-۱۱ کاربردها                                                   |
| ۱۳۰ | ..... ۴-۶-۱۱ شرایط و پارامترهای تحت پایش                                |
| ۱۳۱ | ..... ۵-۶-۱۱ فاصله تشخیص                                                |
| ۱۳۱ | ..... ۶-۶-۱۱ محدودیت‌ها                                                 |
| ۱۳۲ | ..... ۷-۶-۱۱ تأمین تجهیزات و مهارت                                      |
| ۱۳۲ | ..... ۷-۱۱ تست‌های غیر مخرب                                             |
| ۱۳۳ | ..... ۱-۷-۱۱ تکنیک‌ها                                                   |
| ۱۴۲ | ..... ۲-۷-۱۱ کاربردها                                                   |
| ۱۴۳ | ..... ۳-۷-۱۱ محدودیت‌ها                                                 |
| ۱۴۵ | ..... ۸-۱۱ عکس برداری                                                   |
| ۱۴۵ | ..... ۱-۸-۱۱ مقدمه                                                      |
| ۱۴۵ | ..... ۲-۸-۱۱ کاربردهای عکس برداری                                       |
| ۱۴۶ | ..... ۳-۸-۱۱ عکس برداری سرعت بالا                                       |
| ۱۴۷ | ..... ۹-۱۱ روند نمایی کارایی تجهیز                                      |
| ۱۴۸ | ..... ۱-۹-۱۱ چگونه یک برنامه روند نمایی کارایی را پیاده‌سازی کنیم       |
| ۱۴۸ | ..... ۲-۹-۱۱ کاربردهای سیستم                                            |
| ۱۴۸ | ..... ۳-۹-۱۱ هزینه تجهیز و بازگشت سرمایه                                |
| ۱۴۹ | ..... ۱۰-۱۱ مثال‌هایی از کاربردهای پایش وضعیت و نتایج آن                |
| ۱۴۹ | ..... ۱-۱۰-۱۱ استفاده از گرما نگاری مادون قرمز برای تشخیص عیب در یک پمپ |
| ۱۴۹ | ..... ۲-۱۰-۱۱ گرما نگاری و عیب‌یابی یک تراپ بخار                        |
| ۱۴۹ | ..... ۳-۱۰-۱۱ عیب‌یابی سقف با دوربین ترموگرافی                          |
| ۱۵۰ | ..... ۴-۱۰-۱۱ کاهش خرابی گیربکس با تجزیه و تحلیل روغن                   |
| ۱۵۰ | ..... ۵-۱۰-۱۱ تعویض روغن در زمان نیاز                                   |
| ۱۵۰ | ..... ۶-۱۰-۱۱ تعویض روغن و برنامه‌ریزی تجهیز                            |
| ۱۵۱ | ..... ۷-۱۰-۱۱ تشخیص نشتی هوای فشرده با تکنیک اولتراسونیک هوابرد         |
| ۱۵۱ | ..... ۸-۱۰-۱۱ آنالیز ارتعاش یک پمپ                                      |
| ۱۵۱ | ..... ۱۱-۱۱ تکنولوژی‌های هوشمند و بی‌سیم برای نگهداری بر پایه وضعیت     |
| ۱۵۳ | ..... ۱-۱۱-۱۱ سیستم‌های هوشمند برای مدیریت نگهداری بر پایه وضعیت        |
| ۱۵۶ | ..... ۱۲-۱۱ سیستم‌های تجاری CBM                                         |
| ۱۵۸ | ..... ۱۳-۱۱ گام‌های کلیدی برای جاری‌سازی نگهداری بر پایه وضعیت          |
| ۱۵۹ | ..... ۱-۱۳-۱۱ گام اول: تحلیل هزینه فایده                                |
| ۱۵۹ | ..... ۲-۱۳-۱۱ گام دوم: اجرای ممیزی و بازرسی تجهیزات                     |

- ۱۱-۱۳-۳ گام سوم: اجرای ممیزی قابلیت اطمینان درجه حیاتی بودن ..... ۱۶۰
- ۱۱-۱۳-۴ گام چهارم: انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مناسب ..... ۱۶۱
- ۱۱-۱۳-۵ گام پنجم: انتخاب روش پایش ..... ۱۶۲
- ۱۱-۱۳-۶ گام ششم: جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آن‌ها ..... ۱۶۳
- ۱۱-۱۳-۷ گام هفتم: تعیین اقدام نگهداری و تعمیرات لازم ..... ۱۶۵
- ۱۱-۱۳-۸ گام هشتم: بازنگری و اندازه‌گیری اثربخشی ..... ۱۶۶
- ۱۱-۱۳-۹ مدیریت سیستم پایش وضعیت ..... ۱۶۶
- ۱۱-۱۳-۱۰ مثال‌هایی از تجهیزات مناسب برای نگهداری بر پایه وضعیت ..... ۱۶۷
- ۱۱-۱۴-۱۴ ملاحظات برنامه‌ریزی پایش وضعیت ..... ۱۶۷
- ۱۱-۱۴-۱ الزامات حمایت مدیریت ..... ۱۶۷
- ۱۱-۱۴-۲ شاخص‌های کارایی و خطوط راهنمای اجرای برنامه ..... ۱۶۹
- ۱۱-۱۴-۳ شاخص‌های کارایی ..... ۱۷۰
- ۱۱-۱۴-۴ محاسبات شاخص‌های عملکرد نگهداری مبتنی بر وضعیت ..... ۱۷۲
- ۱۱-۱۴-۵ سازمان‌دهی برنامه و الزامات آموزشی ..... ۱۷۴
- ۱۱-۱۴-۶ هزینه‌های برنامه‌های نگهداری بر پایه وضعیت ..... ۱۷۴
- ۱۱-۱۵ اقدامات کنشگرا و اصلاحی اساسی شده توسط تکنیک‌های پایش ..... ۱۷۵
- ۱۱-۱۵-۱ بالانسینگ (متعادل کردن) ..... ۱۷۵
- ۱۱-۱۶ چگونه می‌توانید برنامه پایش وضعیت را نابود کنید ..... ۱۸۶
- ۱۱-۱۶-۱ چرا بسیاری از برنامه‌ها شکست می‌خورند؟ ..... ۱۸۶
- ۱۱-۱۶-۲ هفت گام مؤثر برای نابودی برنامه پایش وضعیت ..... ۱۸۷
- ۱۲- منابع و مراجع ..... ۱۹۳

به نام ایزد منان که کلمه را به انسان آموخت تا بتواند هر آنچه می‌اندیشد را بر زبان آورد و سپس بر بستر کاغذ ثبت نماید. برگزاری دوره‌های تخصصی مختلف بخصوص در حوزه ترموگرافی و صحبت با دانش‌پژوهان گرامی به من نشان داد که متأسفانه هنوز بسیاری از فعالان حوزه پایش وضعیت کشور تسلط کافی بر اصول و مبانی این استراتژی مفید را نداشته و بیشتر بر یادگیری تکنیک‌ها و پیاده‌سازی آن‌ها علاقه‌مند هستند. درست است که تکنیک‌های پایش وضعیت بلاشک بهترین ابزارهای موجود برای بهبود عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات هستند، اما عدم وجود دانش کافی در رابطه با شناسایی استراتژی جاری شرکت و انتخاب ترکیب مناسب استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیرات که منجر به انتخاب گزینه‌های مناسب برای پیاده‌سازی CM می‌گردد، مسیر تعالی را با شکست مواجه خواهد کرد. شاید مهم‌تر از خرید تجهیزات و آموزش و اجرای تکنیک‌های CM، توجه به این مسئله حیاتی است که اصولاً اجرای این سیستم در سازمان شما مؤثر خواهد بود یا خیر، در صورت مؤثر بودن از نظر اقتصادی به صرفه است یا نه و درنهایت کدام یک از تجهیزات و تأسیسات باید وارد برنامه پایش وضعیت شوند. در حال حاضر کتب مختلفی در رابطه با استفاده از پایش وضعیت در نگهداری و تعمیرات پمپ‌ها، ترانسفورماتورها و... توسط متخصصین هر حوزه به رشته تحریر درآمده یا ترجمه شده است اما به نظر جای یک راهنمای کلی که به زبانی ساده و روان اما فنی و تخصصی علاقه‌مندان به این حوزه را با فلسفه این استراتژی آشنا کرده، روش‌های مختلف آن را معرفی و مزایا و معایب آن‌ها را مطرح نماید و درنهایت بتواند به‌عنوان یک راهنمای کلی برای انتخاب و پیاده‌سازی روش‌های مختلف پایش استفاده شود خالی بوده است. این مسائل باعث شد که در حین طراحی دوره آموزشی با هدف ایجاد یک جزوه اختصاصی برای دوره مذکور به جمع‌آوری، ترجمه منابع مفید، پردازش و پس از دو سال تلاش که دوره مذکور و جزوه آن آماده شد به اصرار زیاد برخی از دوستان که دوره و جزوه را مطالعه کردند، تصمیم به آن گرفتم که با تکمیل مباحث موردنظر کتابی جامع را در این زمینه تدوین کنم. بعد از تکمیل احساس کردم که وجود یک کتاب قطور و حجیم باز خود نقض غرض است و می‌تواند از حوصله متخصصین فنی که درگیر مسائل روزمره صنعت خود هستند خارج باشد لذا علیرغم میل باطنی مجموعه را تخلیص کرده و سعی کردم برای خواننده جذاب باشد و مطالعه آن در یک دوره حداکثر یک‌ماهه میسر گردد. درنهایت مجموعه حاضر را به‌صورت یک کتاب جامع اما فشرده با حذف و اضافات منابع و تجمیع مطالب به رشته تحریر درآورم. بدیهی است که ممکن است در برخی از مباحث کتاب به دلیل تخصصی بودن آن‌ها و بضاعت دانش این‌جانب در آن حوزه کم‌وکاست‌هایی مشاهده شود لذا از تمامی متخصصین فن درخواست می‌کنم در صورتی که هرگونه نظر اصلاحی و تکمیلی در حوزه تخصصی خود دارند به ایمیل این‌جانب [fazelbakhsheshi@gmail.com](mailto:fazelbakhsheshi@gmail.com) ارسال نمایند تا در صورت تجدید چاپ آن نظرات با

ذکر نام متخصصین در کتاب اعمال گردد و مجموعه مفیدتر و دقیق‌تر شود. امید دارم که این تلاش را به‌عنوان هدیه‌ای هرچند کوچک به جامعه نگهداری و تعمیرات کشور از این‌جانب قبول نمایید و مطالعه آن برای علاقه‌مندان مفید باشد و همچنین امید دارم که این‌جانب توانسته باشم با تقدیم پنجمین کتاب تخصصی خود در حوزه پایش وضعیت گام کوچک دیگری در راستای تعالی سیستم نگهداری و تعمیرات کشور برداشته باشم.

در اینجا لازم می‌دانم از مجموعه شرکت و آکادمی پارسی تک و مدیران محترم آن که همواره در راستای حمایت از منابع علمی صنعتی پیشگام بوده‌اند و از این اثر نیز حمایت کرده‌اند تشکر ویژه داشته باشم و امیدوارم که در مسیر توسعه دانش موفق و سربلند باشند.

بابک فاضل بخششی

مشاور پایش وضعیت و متخصص ترموگرافی

شما متخصص عزیز می‌دانید که امروزه انواع مختلفی از ماشین‌آلات در صنعت وجود دارند که هرکدام دارای مکانیزمی خاص برای تأمین انرژی و تولید کار مختص خود می‌باشند. امروزه بخش عمده‌ای از این ماشین‌ها دارای اجزای چرخشی هستند که منبع اصلی آن‌ها انرژی الکتریکی بوده و تجهیزات دوار را به گردش درمی‌آورند. بخشی دیگر ذاتاً خاصیتی استاتیک داشته وظایف خود را در وضعیتی «بدون حرکت و چرخش» انجام می‌دهند. در هر صورت چه متحرک و چه ایستا، برای اینکه یک کارخانه صنعتی نرخ تولید بالایی داشته باشد، ماشین‌آلات باید مطابق با مشخصات طراحی شده و ظرفیت نصب‌شده خود عمل کنند و هرگونه انحراف از این مشخصات می‌تواند سودآوری کارخانه را با کاهش تولید، انحراف کیفی تولید، کاهش راندمان انرژی و یا نیاز به نگهداری و تعمیرات بیشتر به شدت تحت تأثیر قرار دهد. برای اطمینان از اینکه این ماشین‌ها بدون خرابی قابل‌توجهی در نقاط بهینه خود کار کنند، ماشین باید در شرایط مناسبی حفظ شود. پرسنل نگهداری و تعمیرات در یک کارخانه به‌طور نسبی اطمینان از اینکه ماشین‌ها در طول عمر طراحی‌شده خود بدون هیچ‌گونه خرابی قابل‌توجهی کار می‌کنند، اقدامات لازم و برنامه‌ریزی‌شده‌ای را انجام می‌دهند. نگهداری و نظارت بر شرایط تجهیز اهمیت ویژه‌ای در حفظ و ابقای ماشین در شرایط ایده‌آل کارکردی خود دارد. نظارت بر وضعیت ماشین‌آلات در ترکیب با جنبه‌های نگهداری این ماشین‌ها اصولاً با وضعیت حال و گذشته ماشین سروکار دارد اما می‌تواند در یک رویکرد مدرن‌تر حتی آینده ماشین را نیز زیر ذره‌بین قرار دهد. به‌منظور اطلاع از وضعیت دستگاه، حسگرهایی از نوع ثابت یا متحرک در اطراف دستگاه نصب می‌شوند تا بتوان اطلاعات مربوط به وضعیت سلامت دستگاه را جمع‌آوری کنند. این اطلاعات نشان‌دهنده وضعیت حال تجهیز هستند اما روند نماهای به‌دست‌آمده از این حسگرها در طول زمان منجر به ایجاد سوابق اندازه‌گیری کتابخانه‌ای عظیم و ارزشمند از وضعیت گذشته تجهیز برای شما می‌گردد و لذا با کمک این حسگرها شما به داده‌های گذشته و حال دست پیدا می‌کنید. تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌های به‌دست‌آمده می‌تواند در مورد نگهداری و تعمیرات مناسب یا اقدامات اصلاحی دورنمایی واضح را برای ما ایجاد کنند تا بتوان برنامه‌ریزی لازم برای حفظ شرایط ماشین یا بهبود عملکرد آن را انجام داد تا دستگاه قادر به انجام آنچه که از آن انتظار می‌رود، باشد. تکنیک‌ها تحلیلی خاص، الگوشناسی‌ها و هوش مصنوعی امروزه به شما کمک می‌کند که با بررسی این داده نیم‌نگاهی به آینده تجهیز نیز داشته باشید. بدون استفاده از این‌گونه تحلیل‌های خاص و بدون پروتکل مناسب برای نگهداری و تعمیرات ماشین، بهره‌برداری از ماشین‌آلات نه تنها ممکن است نتواند اهداف اصلی خود را تأمین کند که می‌تواند عامل خسارت و هزینه‌های غیرضروری برای کارخانه و درنهایت کسانی باشد که روی تجهیز سرمایه‌گذاری کرده‌اند. نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات به نوع ماشین، شدت عیوب ماشین‌آلات و عواقب پایین‌دستی که ممکن است بر عملکرد کلی کارخانه داشته باشد، بستگی دارد. در

یکی از مطلوب‌ترین شرایط، نگهداری و تعمیرات وضعیت ماشین‌آلات طرحی است که در آن نگهداری و تعمیرات مناسب بر اساس وضعیت ماشین انجام می‌شود به عبارتی خود ماشین به ما می‌گوید که چه بر سر آن آمده و یا مستعد چه خرابی خواهد بود و بر اساس آن تصمیم خواهیم گرفت که چه باید بکنیم. فلسفه اصلی کار در این است که هر ماشین در حین کار، اطلاعات یا سیگنال‌هایی را به‌صورت نویز، لرزش، دما، وضعیت روغن روان‌کننده، کیفیت و کمیت جریان موتور کشیده شده و مواردی از این قبیل تولید می‌کنند که قابل اندازه‌گیری هستند. این سیگنال‌ها را می‌توان از ماشین به کمک نصب مبدل‌هایی که این کمیت‌ها را اندازه‌گیری و برای ما به‌صورت مناسب جمع‌آوری می‌کنند، آشکار کرد. سیگنال‌های به‌دست‌آمده معمولاً آنالوگ هستند و ذاتاً در حین کار ماشین سیگنال‌هایی دائمی هستند. به‌منظور ایجاد اطلاعات معنی‌دار از این سیگنال‌ها، سیگنال‌ها توسط مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال به حوزه دیجیتال تبدیل می‌شوند سپس داده‌های دیجیتال گسسته مربوط به سیگنال آنالوگ به‌دست‌آمده، در رایانه‌ها تجزیه و تحلیل می‌شود و نرم‌افزارهای خاص برای ذخیره و مدیریت کارآمد داده‌های دیجیتالی جمع‌آوری‌شده از ماشین‌ها به کمک ما می‌آید. این داده‌ها را می‌توان در الگوریتم‌های توسعه‌یافته برای تشخیص عیب در ماشین‌ها استفاده کرد و پس از تشخیص عیب در ماشین‌ها، می‌توان اقدامات اصلاحی را آغاز کرد تا دستگاه عمر مفید طولانی داشته باشد و کارخانه بهره‌وری بالایی داشته باشد.

همان‌طور که ذکر شد، برخی از جنبه‌های مهم فلسفه نظارت بر وضعیت ماشین‌آلات دستگاه اندازه‌گیری، مبدل‌های سیگنال، ابزار دقیق، نرم‌افزار تجزیه و تحلیل سیگنال و درنهایت سیستم‌های تصمیم‌گیری خبره است. تحولات بزرگی به‌طور مستمر در تمام جنبه‌های فوق‌الذکر در حال انجام است. به‌عنوان مثال در بسیاری ماشین‌آلات سراسر جهان، وضعیت ماشین از طریق اندازه‌گیری‌های کنترل می‌شود. در بیشتر موارد، ارتعاشات با استفاده از شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک نوع تماسی اندازه‌گیری می‌شوند. امروزه برای اندازه‌گیری ارتعاشات غیر تماسی، سیستم‌های مبتنی بر لیزر در دسترس هستند که می‌توانند ارتعاش عرضی و چرخشی ماشین دوار را حتی بدون تماس اندازه‌گیری کنند. امروزه تجهیزات جدید دیگری نیز وجود دارند که ارتعاش را به‌صورت بصری نشان می‌دهند هرچند در این زمینه دانش در مرزهای توسعه و پیشرفت است. سایش جزء لاینفک تجهیزات مکانیکی است و حضور ذرات ناشی از عملکرد ماشین در روغن روان‌کننده یک دستگاه و تعیین ترکیب شیمیایی آن‌ها همراه با تجزیه و تحلیل روغن موردتوجه سیستم‌های پایش قرار دارد. تجزیه و تحلیل ذرات سایشی و مشخصات خود روغن معمولاً در آزمایشگاه‌های شخص ثالث اختصاصی انجام می‌شود، اگرچه برخی از دستگاه‌های آنالیز پرتابل برای این کار وجود دارد و شمارش ذرات دستی نیز قابل انجام است تا تخمینی از اندازه و غلظت ذرات باقی‌مانده سایشی معلق در روغن روان‌کننده داشته باشد. تجزیه و تحلیل امضای جریان موتور نیز یک تکنیک اثبات‌شده برای تعیین عیوب در موتور الکتریکی است که ماشین مکانیکی را هدایت می‌کند. با این حال، اخیراً از این تکنیک برای شناسایی عیوب در تجهیزات مکانیکی

مانند پمپ‌ها و گیربکس‌ها با تجزیه و تحلیل کیفیت جریان کشیده شده توسط موتور الکتریکی نیز استفاده می‌شود. بسیاری از تکنیک‌های غیرمخرب (NDT) نیز برای تعیین عیوب داخلی در اجزای ماشین مانند ترک‌های داخلی، عیوب جوش، ترک‌های سطحی که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده نیستند و مواردی از این قبیل در دسترس قرار گرفته‌اند. تکنیک آرایه فازی (Phase Array) یکی از پیشرفت‌های اخیر در آزمایش اولتراسونیک است که در آن می‌توان نمای سه‌بعدی از داخل یک جزء را با اسکن سطح قطعه به دست آورد. چنین تکنیک‌های اسکن سریع بوده و صرفه‌جویی قابل زمانی در زمان به ارمغان می‌آورند. استفاده از تصویربرداری حرارتی مادون قرمز برای تشخیص مناطق با دمای بالا در یک قطعه ناشی از گرمای زیاد ایجاد شده در نواحی دارای نقص یک روش سریع برای شناسایی بسیاری از عیوب است. چنین تکنیک‌هایی به سرعت منبع یک نقص را مشخص می‌کنند و باعث می‌شوند بدون فوت وقت به رفع عیوب قبل از رخداد خرابی‌های هزینه‌بر پردازیم. امروزه پیشرفت‌های زیادی در ابزار دقیق و سیستم‌های پالایش و استخراج سیگنال نیز ایجاد شده است و سنسورهای هوشمند با لوازم الکترونیکی تعبیه شده در داخل آن‌ها کاملاً در دسترس هستند که این امکان را ایجاد می‌کنند تا تنظیمات لازم به همراه شماره سریال شناسایی در خود سنسور ذخیره شوند. این امکانات جدید، تشخیص را برای پرسنل نگهداری و تعمیرات تسهیل می‌کند زیرا دیگر لازم نیست حساسیت زیادی برای ثبت داده‌ها و دسته‌بندی آن‌ها صرف کنند. امروزه سنسورهایی در دسترس هستند که در صورت وجود ایراد در کابل، سیستم کامپیوتری هشدارهای لازم را می‌دهند و لذا دیگر نیاز به تجزیه و تحلیل‌های طاقت‌فرسا و زمان‌بر نیست. با پیشرفت الکترونیک سیستم‌های پایش نیز هرروز کوچک‌تر و سبک‌تر و استفاده از آن‌ها راحت‌تر می‌شود این مسئله باعث شده توسعه سیستم‌های قابل‌نصب با امکان اندازه‌گیری برخط پارامترهای حیاتی سرعت یابد. سیستم‌های پایش مبتنی بر نصب تجهیزات اندازه‌گیری ارزان‌تر و کارآمدتر شوند. در حوزه اندازه‌گیری دستی نیز به راحتی می‌توان مشاهده کرد که امروزه یک دستگاه پرتابل کارایی برابر با یک آزمایشگاه بزرگ را در کمتر از شصت سال گذشته برای شما به ارمغان می‌آورد و این یعنی فرصت‌های بسیار زیاد برای تحلیل‌های دقیق که می‌تواند عمر و کارایی تجهیزات را بهبود بخشد.