

بهبود برنامه نگهداری و تعمیرات جرثقیل ۲۴۰ تن با استفاده از رویکرد RCM

شهاب قربانی

سرپرست تعمیرات؛ شرکت فولاد هرمزگان



همایش

بین‌المللی مدیریت فنی و نگهداری و تعمیرات



فهرست مطالب

* معرفی مجتمع فولاد هرمزگان

* معرفی جرثقیل ۲۴۰ تن واحد فولادسازی

* مراحل انجام آنالیز RCM و نتایج حاصل از آن

معرفی مجتمع فولاد هرمزگان



- * سومین کارخانه تولید فولاد از نظر حجم تولیدات
- * زمینی به مساحت ۹۵ هکتار در ۱۳ کیلومتری غرب بندرعباس
- * مجاورت با بندر شهیدرجایی، نزدیکی به مخازن گاز عسلویه و دسترسی آسان به ذخایر سنگ آهن گل گهر
- * آغاز ساخت مجتمع در سال ۱۳۸۵
- * آغاز بهره‌برداری رسمی از اسفندماه ۱۳۸۷
- * ظرفیت اسمی تولید سالانه ۱۶۵۰ تن آهن اسفنجی و ۱.۵ میلیون تن اسلب فولاد و سایر محصولات میانی مانند اکسیژن، نیتروژن و آرگون



همایش

بین‌المللی مدیریت فنی و نگهداری و تعمیرات



معرفی جرثقیل ۲۴۰ تن واحد فولادسازی



* ساخت شرکت TAIM-TFG اسپانیا

* دو دستگاه در حال فعالیت در واحد فولادسازی

* دارای یک قلاب ۲۴۰ تن برای جابجایی بارهای سنگین مانند پاتیل مذاب

* ۲ قلاب ۷۰ تن برای جابجایی بارهای تا ۷۰ تن و نیز کمک به تخلیه پاتیل

* ۲ قلاب ۵ تن برای جابجایی بارهای تا ۵ تن و شارژ الکتروود به کوره قوس

الکتریکی



همایش

بین‌المللی مدیریت فنی و نگهداری و تعمیرات



مراحل انجام آنالیز RCM و نتایج حاصل از آن

* برگزاری دوره آموزشی RCM در مجتمع

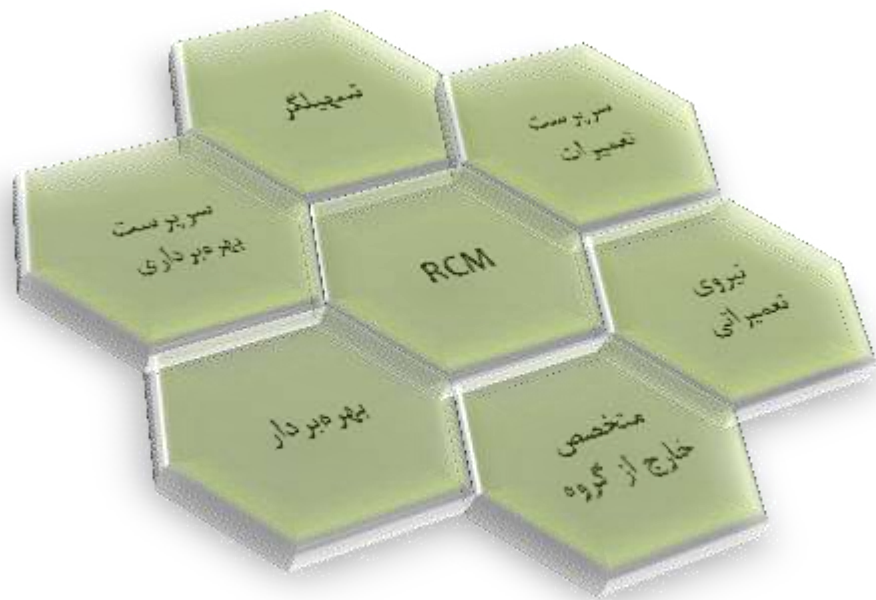
* تشکیل تیم آنالیز RCM

* تدوین سند شرح عملیات (Operating Context)

* انجام آنالیز RCM با مشارکت نیروهای خبره مجتمع

* پیاده‌سازی نتایج حاصل از RCM و استفاده از نتایج در بازنگری‌های آتی RCM

ساختار تیم آنالیز RCM



اعضای تیم RCM:

- * تسهیلگران RCM
- * سرپرست بهره‌برداری
- * بهره‌بردار (اپراتور جرثقیل)
- * سرپرستان تعمیرات (مکانیک، برق و ابزار دقیق)
- * تکنسین‌های خیره تعمیراتی مکانیک، برق و ابزار دقیق
- * متخصصان خارج از گروه (مانند کارشناسان دفترفنی)



همایش

بین‌المللی مدیریت فنی و نگهداری و تعمیرات



سند شرح عملیات (Operating Context)

- شرح فرایند تولید مجتمع
- شرح مأموریت جرثقیل ۲۴۰ تن
- تشریح اجزای جرثقیل با کمک مستندات و مدارک فنی
- تعیین کارکردهای اصلی و استانداردهای عملکرد جرثقیل
- شرایط نرمال و بدترین شرایط عملیات
- پیامدهای توقف جرثقیل
- سیستم‌های محافظ و ایمنی
- شیفت‌های کاری
- ملاحظات لوازم یدکی و انبارداری

پیامد های خرابی جرثقیل ۲۴۰ تن

هزینه توقف (سود از دست رفته) بر اساس زمان توقف (میلیون تومان)

نوع توقف

| ۱۶ ساعت | ۱۴ ساعت | ۱۲ ساعت | ۱۰ ساعت | ۸ ساعت | ۶ ساعت | ۴ ساعت | ۲ ساعت | ۱ ساعت | نوع توقف |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| ۸۲.۶ | ۶۸.۶ | ۶۶.۵ | ۶۶.۵ | ۵۰.۱ | ۳۶.۹ | ۲۵.۵ | ۱۷.۲ | ۷.۳ | بدون تداخل |
| ۱۶۶ | ۱۳۴.۲ | ۱۱۹.۱ | ۱۱۷.۶ | ۱۱۳.۱ | ۱۰۹.۱ | ۱۰۵.۸ | ۶۴.۲ | ۵۸.۴ | نیم ساعت تداخل |
| ۱۹۱.۹ | ۱۷۴.۴ | ۱۷۲.۳ | ۱۷۱.۶ | ۱۵۹.۱ | ۱۲۳.۴ | ۱۰۸.۶ | --- | --- | ۲ ساعت تداخل |

همایش



بین المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



هفت گام اجرای آنالیز RCM

- ۱- کارکردها و استانداردهای عملکرد تجهیز در شرایط عملیاتی موجود، چیست؟
- ۲- به چه صورت هایی ممکن است تجهیز از انجام کارکردهایش باز ایستد؟
- ۳- علت وقوع هر یک از شکست های کارکردی چیست؟
- ۴- در زمان رخداد هر شکست چه اتفاقاتی روی می دهد؟
- ۵- هر شکست از چه نظرهایی اهمیت دارد؟
- ۶- برای پیش بینی یا پیش گیری از هر شکست چه می توان انجام داد؟
- ۷- اگر نتوان فعالیت پیش اقدام مناسبی پیدا کرد، چه باید کرد؟



همایش

بین‌المللی مدیریت فنی و نگهداری و تعمیرات



کارکرد

- کارکرد های مورد انتظار کاربر:

- کارکرد های اولیه: انتظارات رده اول از تجهیز را شامل می شوند و به این سوال که «چرا تجهیز را خریده ایم؟» پاسخ می دهند.

- کارکرد های ثانویه: سایر انتظاراتی که از تجهیز داریم مانند ایمنی، کنترل، آلودگی، راحتی، صرفه جویی، حفاظت، راندمان عملیات، تطابق با مقررات زیستی، و ظاهر تجهیز را شامل می شود.

- باید توجه داشته که تنها دلیل این تقسیم بندی، حصول اطمینان از بررسی تمام کارکردهای تجهیز است و این تقسیم بندی به معنای اهمیت بیشتر یا کمتر هر یک از کارکردها نیست.

برخی از کارکردهای جرثقیل

- ۱- جابجایی و تخلیه بار با وزن حداکثر ۲۴۰ تن در سه جهت طول (لانگ تراول)، عرض (کراس تراول) و ارتفاع (هویست) سالن، با سرعت حداقل ۲۰، ۴۰، ۶۵ و ۸۰ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ لانگ تراول، سرعت حداقل ۸، ۱۵، ۲۳ و ۳۰ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ کراس تراول، با سرعت حداقل ۳، ۴، ۵ و ۶ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ هویست و سرعت حداقل ۲.۷ تا ۹ متر بر دقیقه در استپ‌های ۱ تا ۴ برای هویست کمکی (برای تخلیه پاتیل) و حرکت عرضی هویست کمکی (شاتل) با سرعت حداقل ۱۰ متر بر دقیقه.
- ۲- انتشار آلام هشدار هنگام حرکت تراولینگ جرثقیل با حداقل شدت ۲۰ دسی‌بل.
- ۳- جلوگیری از سقوط افراد.
- ۴- جلوگیری از حرکت جرثقیل و بار در سه جهت طولی، عرضی و ارتفاع در زمان صفر بودن Leverها.
- ۵- توانایی جلوگیری از برخورد دو جرثقیل، به طوری که فاصله بین دو جرثقیل پس از توقف حداقل ۳ متر باشد.
- ۶- توانایی تریپ دادن الکتروموتورها در صورتی که ولتاژ از ۴۲۰ ولت بیشتر و یا از ۳۸۰ ولت کمتر شود.
- ۷- ...

همایش



بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



نمونه‌ای از حالت‌های خرابی (کاربرگ اطلاعات)

| اثرات شکست (به هنگام شکست چه رخ می دهد) | حالت شکست (علت شکست) | شکست کارکردی | کارکرد |
|---|---|-----------------------|--|
| در اثر کارکرد طبیعی بر روی کنتاکتورها گرد و غبار تجمع کرده و منجر به قطع عملکرد کنتاکتورها خواهد شد. در صورت انجام نظافت کنتاکتورها با استفاده از وکیوم و تمیز کاری با الکل، کنتاکتور با احتمال قابل قبولی بیش از ۶ ماه بدون بروز مشکل کار خواهد کرد. برای انجام این تمیزکاری، باید جرثقیل به مدت ۱۵ دقیقه متوقف شود. در صورتی که این آلودگی زدوده نشود و خرابی اضطراری رخ دهد، برای رفع خرابی به ۲ ساعت زمان نیاز است. | تجمع آلودگی بر روی کنتاکتورهای اصلی (23KM6 و 23KM7) | ۱۳ توقف کلی جرثقیل | A جابجایی و تخلیه بار با وزن حداکثر ۲۴۰ تن در سه جهت طول (لانگ تراول)، عرض (کراس تراول) و ارتفاع (هویست) سالن، با سرعت حداقل ۲۰، ۴۰، ۶۵ و ۸۰ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ لانگ تراول، سرعت حداقل ۸، ۱۵، ۲۳ و ۳۰ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ کراس تراول، با سرعت حداقل ۳، ۴، ۵ و ۶ متر بر دقیقه به ترتیب در استپ‌های ۱ تا ۴ هویست و سرعت حداقل ۲.۷ تا ۹ متر بر دقیقه در استپ‌های ۱ تا ۴ برای هویست کمکی (برای تخلیه پاتیل) و حرکت عرضی هویست کمکی (شاتل) با سرعت حداقل ۱۰ متر بر دقیقه. |

همایش



بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



نمونه‌ای از حالت‌های خرابی (کاربرگ اطلاعات)

| کارکرد | شکست کارکردی | حالت شکست (علت شکست) | اثرات شکست (به هنگام شکست چه رخ می‌دهد) |
|---|---|--|---|
| ۴ جلوگیری از حرکت جرثقیل و بار در سه جهت طولی، عرضی و ارتفاع در زمان صفر بودن Leverها و فعال نبودن ترمز الکتریکی درایو | A عدم جلوگیری از حرکت تراولینگ جرثقیل در زمان صفر بودن Lever و فعال نبودن ترمز الکتریکی درایو مربوطه | ۵ شکستن فنر ترمز تراولینگ در اثر کارکرد طبیعی | <p>دراثر کارکرد طبیعی و به‌صورت تصادفی احتمال شکستگی فنر ترمز وجود دارد. تراولینگ ۴مجموعه ترمز دارد که در صورت شکستگی یک فنر، اگر درحین کار قطع برق وجود داشته باشد، جرثقیل باید توسط ۳مجموعه ترمز دیگر متوقف شود. تقریباً تخمین زده می‌شود که نبود یک ترمز، فاصله تا توقف را حداقل به اندازه یک‌متر افزایش می‌دهد. در هنگام تراولینگ با پاتیل پر، در برخی از نواحی سالن، این افزایش طول ترمز ممکن است باعث برخورد پاتیل و ریزش مذاب از آن شود. نقاطی که برخورد جرثقیل به آن‌ها محتمل است، عبارتند از: کوره شماره ۱ و Laddle Turret برای جرثقیل شمالی، و Laddle Turret (و با احتمال کمتری کوره شماره ۱) برای جرثقیل جنوبی. فرض می‌شود که جرثقیل ۴۰٪ از زمان کاری خود را در حال تراولینگ بوده و نصف این زمان را در حال حمل پاتیل پر می‌باشد؛ جرثقیل پرریسک‌تر شمالی، ۲۰٪ از این زمان را در حال حرکت در نزدیکی نقاط دارای احتمال برخورد است؛ فرض می‌شود که جرثقیل جنوبی، فقط در ۱۰٪ مواقع در نزدیکی نقاط دارای احتمال برخورد است. همچنین، به‌طور متوسط در هر سال ۴ بار قطع برق و در نتیجه توقف جرثقیل با استفاده از ترمزهای مکانیکی رخ می‌دهد. با این فرضیات، ریسک نیاز به وجود هر ۴ ترمز مکانیکی در یک‌سال به این صورت محاسبه می‌شود:</p> $4 * 0.4 * 0.5 * 0.2 = 0.16$ <p>زمان متوسط بین شکستگی فنر نیز به این صورت تخمین زده می‌شود که در طول حدود ۳۰ سال تولید در فولاد مبارکه و استفاده از حدود ۵۰ تراستر، فرض می‌شود که فقط ۳ مورد شکستگی فنر دیده شده‌است که در نتیجه MTBF این حالت خرابی در حدود</p> $\text{سال } 500 = \frac{30 * 50}{3} \text{ تخمین زده می‌شود. برای محاسبه حداکثر ریسک قابل قبول برای وقوع این خرابی، این فرضیات لحاظ می‌شود:}$ <p>در صورت برخورد پاتیل پر با نواحی پرخطر، در ۱۰٪ از مواقع، احتمال ریزش مذاب از پاتیل تخمین زده می‌شود. همچنین در صورت ریزش مذاب از پاتیل، فرض می‌شود یک نفر ممکن است دچار آسیب شدید ایمنی شود. سیب‌آسیب و همچنین ۱۰ حادثه با توانایی کشتن افراد در این محدوده از کارخانه وجود دارد. در نهایت ریسک قابل قبول به‌صورت</p> $10^{-5} = 10^{-1} * 10^{-5} * 10^{-5} \text{ برآورد می‌شود. در نتیجه، فواصل بازرسی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:}$ $FFI = \frac{2 * \frac{1}{0.16} * 500}{10^5} = 0.0625 \text{ Year} = 22.81 \text{ Days}$ |



نمونه‌ای از حالت‌های خرابی (کاربرگ اطلاعات)

| اثرات شکست (به هنگام شکست چه رخ می دهد) | حالت شکست (علت شکست) | شکست کارکردی | کارکرد |
|--|-----------------------------------|--|---|
| <p>در صورتی که اپراتور دقت کافی نداشته باشد و پاتیل را با نوک قلاب طوری بردارد که قلاب به‌طور مناسب در گوشواره پاتیل قرار نگیرد، احتمال سقوط پاتیل وجود خواهد داشت. حتی در صورتی که پاتیل نیفتد ولی از نوک قلاب به نشیمنگاه سر بخورد، شوک شدیدی به مجموعه هوک (شامل لودسل، بیرینگ‌ها، سیم‌بکسل، پولی‌ها، اسپیسر پولی‌ها، اکولایزر، Fix End، درام و غیره) وارد خواهد شد. در صورت سقوط بار، پیامدهای بسیار شدید جانی و مالی متصور خواهد بود و حتی ممکن است باعث توقف چندین روزه واحد فولادسازی و کشته شدن افراد شود.</p> | <p>بلندکردن پاتیل با نوک قلاب</p> | <p>۱ سقوط اجسام یا بار از جرثقیل</p> | <p>A جلوگیری از سقوط اجسام یا بار از جرثقیل</p> |

همایش



بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



نمونه‌ای از فعالیتهای پیشنهادی (کاربرگ تصمیم‌گیری)

| قابل انجام توسط | فواصل اولیه | فعالیت‌های پیشنهادی | فعالیت‌های پیش فرض | | | H3 | H2 | H1 | ارزیابی پیامدها | | | | منبع اطلاعات | | |
|-----------------|---------------|---|--------------------|----|----|----|----|----|-----------------|---|---|---|--------------|----|---|
| | | | S4 | H5 | H4 | S3 | S2 | S1 | O | E | S | H | FM | FF | F |
| | | | O3 | O2 | O1 | | | | | | | | | | |
| تعمیر کار برق | شش ماه یک‌بار | نظافت کنتاکتورها با استفاده از وکیوم و الکل | | | | | Y | N | Y | N | N | Y | ۱۳ | A | ۱ |

نمونه‌ای از فعالیتهای پیشنهادی (کاربرگ تصمیم‌گیری)

| قابل انجام توسط | فواصل اولیه | فعالیت‌های پیشنهادی | فعالیت‌های پیش فرض | | | H3 | H2 | H1 | ارزیابی پیامدها | | | | منبع اطلاعات | | |
|-----------------|--------------|---|--------------------|----|----|----|----|----|-----------------|---|---|---|--------------|----|---|
| | | | S4 | H5 | H4 | S3 | S2 | S1 | O | E | S | H | FM | FF | F |
| | | | O3 | O2 | O1 | | | | | | | | | | |
| تعمیرکار مکانیک | ۲ هفته یکبار | بازرسی چشمی فنرهای تراستر ترمز تراولینگ. در صورت شکسته بودن فنر، درخواست کاری برای رفع خرابی در اولین فرصت تنظیم شود. | | | Y | N | N | N | | | | N | ۵ | A | ۴ |

نمونه‌ای از فعالیتهای پیشنهادی (کاربرگ تصمیم‌گیری)

| قابل انجام توسط | فواصل اولیه | فعالیت‌های پیشنهادی | فعالیت‌های پیش فرض | | | H3 | H2 | H1 | ارزیابی پیامدها | | | | منبع اطلاعات | | |
|-----------------|-------------|--|--------------------|----|----|----|----|----|-----------------|---|---|---|--------------|----|---|
| | | | S4 | H5 | H4 | S3 | S2 | S1 | O | E | S | H | FM | FF | F |
| | | | | | | O3 | O2 | O1 | | | | | | | |
| | | <p>بازطراحی الزامی است. مورد زیر پیشنهاد می‌شود:</p> <p>- نمایش فیلم‌های موجود از حوادث ناشی از سقوط بار از جرثقیل، در برنامه آموزشی پرسنل گنجانده شود و این نفرات به صورت دوره‌ای (سالانه) بازآموزی شوند.</p> <p>- در شرح وظایف اپراتورهای کوره و LF که مسئول بازنمودن فلکسیبل‌های دمش از کف پاتیل هستند و اجازه برداشتن پاتیل را برای اپراتور کرین صادر می‌کنند، بررسی چشمی و تأیید موقعیت مناسب هوک درون گوشواره پاتیل (پیش از صدور اجازه برداشتن پاتیل) نیز گنجانده شود.</p> | N | | | N | N | N | | | Y | Y | 1 | A | 1 |



دستورالعمل تعمیراتی

نمونه ای از دستورالعمل تعمیراتی - دسته بندی شده بر اساس زمان اجرا، در فواصل زمانی ۳ ماه یکبار

| توسط | فعالیت پیشنهادی | حالت شکست |
|------------------|--|-----------|
| تعمیرکار برق | بازرسی ترانس تغذیه ترانس اصلی تغذیه (7T7) از نظر نداشتن صدای غیرعادی. در صورت مشاهده حالت غیرعادی، درخواست کاری برای تعویض ترانس تنظیم شود. | ۱ A ۳۲ |
| کارشناس برق قدرت | بازرسی ترموویژن اتصالات ورودی و خروجی ترانس. در صورت مشاهده اختلاف دمای بالاتر از ۳۰ درجه بین اتصالات و محیط، درخواست کاری برای آچارکشی اتصالات تنظیم شود. (جهت تایید حد دمایی شکست بالقوه، قرار شد بررسی و آزمایشاتی انجام شود). | ۱ A ۲۰ |
| تعمیرکار مکانیک | بازرسی کف چرخ‌های ترولی از بابت محیط چرخ، دایره‌ای بودن چرخ و سختی سطحی کف چرخ، در صورت مشاهده هرکدام از موارد زیر درخواست کاری برای تعویض چرخ تنظیم شود: (۱) کاهش محیط چرخ، به طوری که محیط کمتر از ۲۴۸ سانتی متر باشد. (۲) خارج شدن چرخ از حالت دایره بیشتر از مقدار قابل اندازه‌گیری با فیلر شماره ... (۳) سختی سطحی کف چرخ کمتر از ۴۰۰ برینل. | ۱ C ۳۹ |
| | | |

همایش



بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



دستورالعمل تعمیراتی

نمونه ای از دستورالعمل تعمیراتی - دسته بندی شده بر اساس مسئول اجرا، با مسئولیت تعمیرکار برق

| حالت شکست | فعالیت پیشنهادی | زمان اجرا |
|-----------|--|--------------|
| ۱ B ۲۳ | تمیزکاری آهنرباهای تحریک شاخص‌های محدودکننده حرکت تراولینگ. | هر شیفت |
| ۱ A ۲ | بازرسی کلید قطع اضطراری جریان برق با فشار دست (پنج مورد). در صورت مشاهده هر گونه نشانه‌های خرابی مانند شل شدن، آزاد نشدن، شکستگی، سفت شدن غیرعادی و سایر نشانه‌های فیزیکی که منجر به عملکرد نادرست کلید قطع اضطراری برق باشد، دستورکاری با اولویت بالا برای تعویض کلید معیوب تنظیم گردد. | هفتگی |
| ۱ C ۱۰ | بازرسی رله‌های خروجی PLC به کارت RMIO درایو (۵ عدد)، از نظر نداشتن صدای غیرعادی. در صورت مشاهده حالت غیرعادی، درخواست کاری برای تعویض کنتاکتور تنظیم شود. | دوهفته یکبار |
| | | |

همایش



بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



نتایج آماری آنالیز FMEA

- * ۲۷ جلسه آنالیز، انجام آنالیز تا ابتدای کارکردهای حفاظتی
- * ۳ جلسه بررسی برروی هزینه‌های خرابی
- * جمعاً ۵۳۰ حالت خرابی
- * ۲۵۰ حالت خرابی دارای تبعات ایمنی و زیست‌محیطی
- * ۱۶۰ فعالیت تعمیراتی و ۹۰ مورد بازطراحی
- * ۱۴ حالت خرابی پنهان
- * ۴ فعالیت تعمیراتی زمان‌بندی‌شده و ۱۰ مورد بازطراحی



همایش

بین‌المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



جمع بندی

- * مجتمع فولاد هرمزگان از نظر میزان تولید، در رده سوم کارخانجات فولاد قرار دارد.
- * واحد فولادسازی، به عنوان قلب تپنده مجتمع شناخته می شود.
- * کلیدی ترین تجهیز این واحد (از نظر تبعات خرابی و توقف)، جرثقیل ۲۴۰ تن است.
- * طی ۳۰ جلسه، ۵۳۰ حالت خرابی برای این تجهیز مورد بررسی قرار گرفت.
- * بر اساس نتایج این جلسات، دستورالعمل های تعمیراتی برای این تجهیز بازنگری و بازنویسی شد.



همایش

بین المللی مدیران فنی و نگهداری و تعمیرات



راه پیش رو

- * وارد کردن فعالیتهای پیشنهادی در نرم افزار CMMS و پیاده سازی نتایج حاصل از آنالیز RCM
- * پیگیری بازطراحی های پیشنهادی و الزامی
- * انجام فعالیتهای پیشنهادی و پایش نتایج
- * برنامه ریزی برای ادامه آنالیز (بر روی کارکردهای حفاظتی)
- * انجام بازنگری های دوره ای بر روی آنالیز انجام شده، بر اساس پایش نتایج فعالیتهای

با سپاس از توجه شما

شهاب قربانی مجتمع فولاد هرمزگان، **سرپرست تعمیرات**

Ghorbani.sh@hosco.ir