

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**SISTEMAS DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS**

Por: Gustavo Antonio do Patrocinio Silva Aguar

Orientador

Prof. José Ernesto Ferraz Machado

Rio de Janeiro

2011

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE - EFOMM**

**SISTEMAS DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante.

Por: Gustavo Antonio do Patrocinio Silva Aguar

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA
ARANHA - CIAGA**

**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA
MERCANTE – EFOMM**

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito):

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que está acima de tudo e de todos, que me trouxe até aqui e ainda me levará mais além, meus pais, tios e minha avó Irene, pela presença e apoio, e por sempre me darem incentivo para continuar sempre em frente. Em especial a Ingrid que me deu todo apoio e forças em tudo que precisei para a realização deste trabalho. Ao meu orientador, Ernesto, pelas palavras e pela dedicação dispensada.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, a minha avó e aos meus queridos amigos, que sempre estiveram comigo nos momentos em que mais precisei, se dedicaram a mim e me deram força para concluir mais este desafio.

RESUMO

A manutenção adequada é essencial para eliminar os perigos e gerir os riscos no local de trabalho. A falta de manutenção ou a manutenção inadequada podem provocar acidentes graves e fatais. Muitos dos acidentes, como por exemplo escorregadelas, tropeções e quedas, acontecem devido à falta de manutenção ou à falta de qualidade da manutenção.

A falta de manutenção e manutenção regular do equipamento e máquinas marítimas pode originar uma avaria e provocar lesões aos utilizadores e a outros trabalhadores . Os fracos padrões de manutenção são uma das principais causas de acidentes. A maior parte dos acidentes resulta da fraca manutenção ou acontecem devido a fugas e derrames. O equipamento de segurança vital pode falhar devido à ausência de manutenção, provocando acidentes graves.

A manutenção de máquinas é uma medida adequada e eficaz de manter a linha de produção com bom desempenho e evitar paradas não programadas das máquinas durante as operações. A manutenção é uma tarefa essencial, especialmente porque confere a capacidade máxima de funcionamento dos equipamentos, com medidas de manutenção preventiva, corretiva planejada, não planejada e manutenção preditiva.

Em um mercado corporativo tão competitivo, o planeamento de manutenção de máquinas e equipamentos tornou-se um diferencial para as empresas, que precisam cada vez de linhas de produção em condições de total disponibilidade e confiabilidade. Por isso, aumenta cada dia mais o número de empresas que amplia seu quadro de funcionários especializados em manutenção, especialmente os gestores, para elaborarem programas de manutenção preventiva a fim de não deixar que as falhas ocorram com frequência.

ABSTRACT

The proper maintenance is essential to eliminate hazards and manage risks in the workplace. The lack of maintenance or improper maintenance can cause serious and fatal accidents. Many of the accidents such as slips, trips and falls occur due to lack of maintenance or lack of maintenance quality.

The lack of maintenance and regular maintenance of maritime equipment and machinery may cause a failure and cause injury to users and other workers. The poor standards of maintenance are a major cause of accidents. Most accidents result from poor maintenance or due to leaks and spills. The vital security equipment can fail due to lack of maintenance, causing serious accidents.

The maintenance of machines is an appropriate and effective to keep the production line with good performance and avoid unplanned shutdowns of the machines during operation. Maintenance is an essential task, especially because it gives the maximum operation of equipment, with preventive maintenance measures, appropriately planned, unplanned, and predictive maintenance.

In a highly competitive corporate market, the planning of maintenance of machinery and equipment has become a difference for companies that need more and more production lines in terms of total availability and reliability. Therefore, more and more increases the number of companies that expands its staff specialize in maintenance, especially managers, to develop preventive maintenance programs in order to not let the failures occur frequently.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO 1	10
TIPOS DE MANUTENÇÃO	10
1.1 Manutenção Preditiva.....	10
1.1.1 Estudo das vibrações	12
1.1.2 Análise dos óleos	13
1.1.3 Análise do estado das superfícies	13
1.1.4 Análise estrutural.....	13
1.2 Manutenção Preventiva	14
1.2.1 A Organização da Manutenção Preventiva	17
1.3 Manutenção Planejada.....	18
1.3.1 Organização do SMP	20
1.3.2 O Projeto de um SMP.....	21
1.3.3 A Documentação do SMP	21
1.4 Manutenção Corretiva	22
1.4.1 Organização da Manutenção Corretiva	23
1.4.2 Manutenção corretiva não planejada:.....	24
1.4.3 Manutenção corretiva planejada.....	25
1.5 Manutenção Detectiva	25
CAPÍTULO 2	26
CALDEIRAS.....	26
2.1 Disposições Gerais	26

2.2 Classificação	27
2.2.1 Caldeiras flamatubulares	27
2.2.2 Caldeiras aquatubulares	27
2.3 Superaquecimento	30
2.4 Corrosão	30
2.5 Deterioração mecânica	31
CAPÍTULO 3	31
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS	31
3.1 Manutenção do purificador de óleo lubrificante.....	31
3.2 Motor elétrico	32
3.3-Manutenção do destilador	33
3.4-Condensador e Separador.....	33
3.5-Superfície e Controles	34
3.6-Ejetores de salmoura e ar	34
3.7-Sistemas modernos.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INTRODUÇÃO

No decorrer da evolução da humanidade a manutenção apresentou diversas fases distintas, de acordo com o grau de desenvolvimento tecnológico e da influência das máquinas e equipamentos na economia das nações.

A manutenção conforme a ABNT, corresponde a todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição especificada. Na prática a manutenção é a conservação técnica econômica do ativo fixo da empresa.

A identificação de oportunidades de redução de custos e melhoria da qualidade de produto, mostram a necessidade de maior atenção para as atividades de manutenção. Para alcançar os novos objetivos são necessárias reestruturações da função manutenção e o investimento em tecnologias preditivas e técnicas proativas.

A manutenção da empresa moderna tem como finalidade garantir a sua capacidade de produção e competitividade. A implantação da reestruturação deve alterar

as regras de trabalho, através de uma organização dinâmica, que garanta um processo contínuo de evolução.

Logo, para que tenhamos uma manutenção eficaz, a melhor forma de sua realização, considerando peculiaridades de cada equipamento, é a consulta através do manual do fabricante.

CAPÍTULO 1 TIPOS DE MANUTENÇÃO

1.1 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação.

Trata-se de um processo que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado, e está direcionada a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade.

Tem como objetivo determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento, eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção, aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, reduzir o trabalho de emergência não planejado, impedir o aumento dos danos, aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento, aumentar o grau de

confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção, determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática para o acompanhamento das condições dos equipamentos. Quando é necessária a intervenção da manutenção no equipamento, a empresa estará realizando uma manutenção corretiva planejada.

A base da técnica preditiva é que a maioria dos componentes “enfermos” apresentam algum “sintoma” que indica a iminência de uma falha. Os sintomas podem ser: alteração do nível de vibração, calor, alteração de espessura, presença de partículas de desgaste no óleo lubrificante, etc.

As vantagens da manutenção preditiva são:

- Aumento da vida útil do equipamento;
- Controle dos materiais (peças, componentes, partes, etc.) e melhor gerenciamento;
- Diminuição dos custos nos reparos;
- Melhoria da produtividade da empresa;
- Diminuição dos estoques de produção;
- Limitação da quantidade de peças de reposição;
- Melhoria da segurança;
- Credibilidade do serviço oferecido;
- Motivação do pessoal de manutenção;
- Boa imagem do serviço após a venda, assegurando o renome do fornecedor

Para ser executada, a manutenção preditiva exige a utilização de aparelhos adequados, capazes de registrar vários fenômenos vibrações das máquinas, pressão, temperatura, desempenho e aceleração.

Geralmente, adota-se vários métodos de investigação para poder intervir nas máquinas e equipamentos. Entre os vários métodos destacam-se os seguintes: estudo das vibrações; análise dos óleos; análise do estado das superfícies e análises estruturais de peças.

Os programas de manutenção preditiva mais abrangentes usarão análise de vibração como ferramenta primária associada com espectros de corrente, que geralmente vêm associados num mesmo instrumento coletor de dados. Já que a maioria dos equipamentos normais da praça de máquinas é mecânica (acionados por motores elétricos), o monitoramento da vibração fornecerá a melhor ferramenta para coleta de rotina e identificação de problemas incipientes.

Entretanto, somente a análise de vibração não fornecerá com alta confiabilidade os dados requeridos sobre equipamentos elétricos (deve-se usar também os espectros da corrente elétrica que alimenta o motor), áreas de perda de calor, condição do óleo lubrificante, ou outros parâmetros que devem ser incluídos em seu programa. Portanto, um programa de manutenção preditiva total da praça de máquinas deve incluir várias técnicas, cada uma projetada para oferecer informações específicas sobre os equipamentos da praça, para obter os benefícios que este tipo de gerência de manutenção pode oferecer.

As técnicas específicas dependerão do tipo de equipamento existente no local, seu impacto sobre a produção e outros parâmetros chaves da operação da planta industrial, e dos objetivos que se deseja que o programa de manutenção preditiva atinja.

1.1.1 Estudo das vibrações

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações que, aos poucos, levam-nas a um processo de deteriorização. Isso é caracterizado por uma modificação da distribuição de energia vibratória pelo conjunto dos elementos que constituem a máquina.

Observando a evolução do nível de vibrações, é possível obter informações sobre o estado da máquina. O princípio de análise das vibrações baseia-se na idéia de que as estruturas das máquinas alteradas pelos esforços dinâmicos (ação de forças) dão sinais vibratórios, cuja frequência é igual à frequência dos agentes excitadores.

Por meio da medição e análise das vibrações de uma máquina em serviço normal de produção detecta-se, com antecipação, a presença de falhas que devem ser corrigidas: rolamentos deteriorados, engrenagens defeituosas, acoplamentos desalinhados, rotores desbalanceados, vínculos desajustados, eixos deformados, lubrificação deficiente, folga

excessiva em buchas, falta de rigidez, problemas aerodinâmicos, problemas hidráulicos e cavitação.

O aparelho empregado para a análise de vibrações é conhecido como analisador de vibrações. No mercado há vários modelos de analisadores de vibrações, dos mais simples aos mais complexos; dos portáteis – que podem ser transportados manualmente de um lado para outro – até aqueles que são instalados definitivamente nas máquinas com a missão de executar monitoração constante.

1.1.2 Análise dos óleos

Seus objetivos são dois: economizar lubrificantes e sanar os defeitos. Os modernos equipamentos permitem análises exatas e rápidas dos óleos utilizados em máquinas. É por meio das análises que o serviço de manutenção pode determinar o momento adequado para sua troca ou renovação, tanto em componentes mecânicos quanto hidráulicos.

A economia é obtida regulando-se o grau de degradação ou de contaminação dos óleos. Essa regulagem permite a otimização dos intervalos das trocas. A análise dos óleos permite, também, identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente.

Assim como no estudo das vibrações, a análise dos óleos é muito importante na manutenção preditiva. É a análise que vai dizer se o óleo de uma máquina ou equipamento precisa ou não ser substituído e quando isso deverá ser feito.

1.1.3 Análise do estado das superfícies

Ao analisar as superfícies das peças, sujeitas aos desgastes provocados pelo atrito, pode-se controlar o grau de deteriorização das máquinas e equipamentos. A análise superficial abrange, além do simples exame visual – com ou sem lupa – várias técnicas analíticas: endoscopia, holografia, estroboscopia e molde e impressão.

1.1.4 Análise estrutural

É por meio da análise estrutural que se detecta, por exemplo, a existência de fissuras, trincas e bolhas nas peças das máquinas e equipamentos. Em uniões soldadas, a

análise estrutural é de extrema importância. As técnicas utilizadas na análise estrutural são: interferometria holográfica, ultrassonografia, radiografia (raios X), gamagrafia (raios gama) e ecografia. A coleta de dados deve ser efetuada periodicamente por um técnico que utiliza sistemas portáteis de monitoramento.

As informações recolhidas são registradas numa ficha, possibilitando ao responsável pela manutenção preditiva tê-las em mãos para as providências cabíveis. A periodicidade dos controles é determinada de acordo com os seguintes fatores: número de máquinas a serem controladas, número de pontos de medição estabelecidos, duração da utilização da instalação, caráter estratégico das máquinas instaladas e meios materiais colocados à disposição para a execução dos serviços.

1.2 Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros.

É o procedimento mais barato e garantido, ou seja, corrigir os defeitos **antes** que se manifestem ou que causem danos maiores. Uma das vantagens de manutenção preventiva é que ela pode ser programada, assim o dono do equipamento não é pego de surpresa. Os procedimentos de manutenção preventiva podem evitar a maior parte dos defeitos dos equipamentos diminuindo ao máximo as manutenções corretivas, que são de longe as mais caras e prejudiciais para quem depende do equipamento.

Diferencia-se da emergencial por já dispor de planejamento que direciona a equipe de manutenção e caracteriza-se pela inspeção periódica realizada junto aos equipamentos, obedecendo a um plano previamente estabelecido. Um grupo de manutenção realiza inspeção, anota as máquinas que apresentam algum problema ou aquelas cujas operações estão se afastando do padrão. Tão logo interrompem as

atividades do período, os equipamentos são consertados, evitando assim que alguma parada obstrua o processo. O responsável pela manutenção, antes das paradas, previne-se de insumos, ferramentas e pessoas adequadas ao serviço a ser executado. Com tais procedimentos as manutenções emergenciais são reduzidas a níveis menores.

Dentre as vantagens da manutenção preventiva podemos citar:

- Diminuição do número total de intervenções corretivas, aligeirando o custo da corretiva;
- Grande diminuição do número de intervenções corretivas ocorrendo em momentos inoportunos como por ex: em períodos noturnos, durante períodos críticos de produção e distribuição, etc;
- Aumento considerável da taxa de utilização anual dos sistemas de produção e de distribuição.

A manutenção preventiva, portanto, mantém estreito acompanhamento dos equipamentos, realizando inspeções regulares e lubrificações planejadas. Ela atinge a perfeição por meio da realização da manutenção de forma sistemática, que se caracteriza por exigir controle mais acirrado dos problemas, sendo necessário registro de todos eles, para encontrar a frequência com que se repetem.

Como exemplo, suponhamos um rolamento cuja substituição se faz em prazos regulares. A primeira substituição ocorre em 1º de julho, a segunda em 2 de setembro e a seguinte em 4 de novembro. Há portanto troca de rolamento a cada intervalo aproximadamente de dois meses. A manutenção, sabendo dessa repetição regular, antecipa-se ao problema e efetua a substituição da peça pouco antes de completar os 60 dias de vida esperada. Essa é a manutenção sistemática, feita em intervalos regulares e baseada no ciclo de trabalho do equipamento. Na verdade, o tempo de dois meses aqui sugerido só tem validade se os equipamentos tiverem jornada de trabalho uniforme.

O mais comum é que a avaliação seja feita por hora trabalhada. Um exemplo da manutenção sistemática é a troca de óleo de um motor. No veículo, a referência pode ser quilômetro rodado, determinando que a troca seja feita a cada 3.000 km. Na fábrica, como as máquinas não andam, a referência é hora de trabalho.

No uso de uma peça, independentemente da sua função ou entrosamento no complexo operacional, há três fases ou períodos que lhe caracterizam o desempenho até a sua imprestabilidade e conseqüente substituição é o que em linguagem naval, chama-se “TAXA DE FALHA”, ou seja, a probabilidade de ocorrer avaria em um determinado período de tempo.

Há três fases que compreendem a “TAXA DE FALHA” e correspondem:

- Ao período de adaptação;
- Ao período de plena operacionalidade;
- Ao período de cansaço ou desgaste.

Nas peças de qualquer equipamento, como de ordinário, ocorre com qualquer utilidade, os primeiros momentos de uso são de adaptação, o que lhe impede plena produtividade, já que é um período de ajuste para alcançar o ponto ideal.

Depois de acabada essa adaptação ou ajuste, a peça entra na sua plenitude, assumindo o ponto mais estável, sendo que a partir desse ponto ocorre, forçadamente, uma diminuição da “TAXA DE FALHA”. Esta queda perdurará até que o tempo de uso dê início a terceira e última fase no desempenho da peça. Começa a aparecer a possibilidade de avaria ou desgaste e, conseqüentemente, a crescer a “TAXA DE FALHA”.

Em conseqüência do que foi acima detalhado, torna-se impossível admitir que qualquer peça possa ser entregue ao funcionamento, sem uma preocupação permanente com o seu desempenho e o seu natural envelhecimento.

Quando determinado equipamento entra em falha ou quando está para causar avaria, ou ainda quando o desgaste imposto pelo tempo resulta na sua imprestabilidade, o problema pode agravar-se se certas medidas de vigilância e exame que possam conduzir a uma análise, detalhada ou não, desses fatos, não forem procedidas a tempo.

Com esta finalidade é mantido em todas as indústrias e principalmente nas operações navais, o chamado Programa de manutenção preventiva, que impede os Programas de manutenção Corretivas, nem sempre possíveis, em determinadas circunstâncias e sempre de custo elevado, já que este exige operação de docagem e, assim, põe o navio fora das operações comerciais, interrompendo sua função precípua.

1.2.1 A Organização da Manutenção Preventiva

Para que a manutenção preventiva funcione é necessário:

- Existência de um escritório de planejamento da manutenção (Gabinete de Métodos) composto pelas pessoas mais altamente capacitadas da manutenção e tendo funções de preparação de trabalho e de racionalização e otimização de todas as ações. Daqui advém uma manutenção de maior produtividade e mais eficaz.

- Existência de uma biblioteca organizada contendo: manuais de manutenção, manuais de pesquisas de defeitos, catálogos construtivos dos equipamentos, catálogos de manutenção (dados pelos fabricantes) e desenhos de projeto atualizados (as-built).

- Existência de fichários contendo as seguintes informações:

- Fichas históricas dos equipamentos contendo registro das manutenções efetuadas e defeitos encontrados;
- Fichas de tempos de reparo, com cálculo atualizado de valores médios;
- Fichas de planejamento prévio normalizado dos trabalhos repetitivos de manutenção. Nestas fichas contém-se: composição das equipes de manutenção, materiais, peças de reposição e ferramentas, PRRT, com a seqüência lógica das várias atividades implicadas;
- Existência de plannings nos quais se mostram os trabalhos em curso e a realizar no próximo futuro. Devem existir plannings locais nas oficinas;
- Existência de um serviço de emissão de requisições ou pedidos de trabalho, contendo a descrição do trabalho, os tempos previstos, a lista de itens a requisitar e a composição da equipe especializada;
- Emissão de mapas de rotinas diárias;

- Existência de um serviço de controle, habilitado a calcular dados estatísticos destinados à confiabilidade e à produção;
- Existência de um serviço de emissão de relatórios resumidos das grandes manutenções periódicas;
- Existência de interações organizadas com o almoxarifado e os serviços de produção.

1.3 Manutenção Planejada

O sistema de Manutenção Planejada (SMP), constituído por instruções, listas e detalhamento de tarefas e de recursos necessários ao seu cumprimento, constitui-se em uma sistemática dentro do escopo da manutenção preventiva.

O Sistema de Manutenção Planejada é um método que tem como propósito permitir a máxima disponibilidade, confiabilidade e desempenho dos equipamentos e sistemas por ele abrangidos, através da otimização dos recursos disponíveis para a manutenção.

As avarias ou degradações de desempenho do material podem ocorrer basicamente por duas razões:

- Desgaste ou Deterioração;
- Falhas aleatórias.

Os sinais de desgaste ou deterioração podem ser identificados através de testes e verificações, realizados em intervalos adequados, de modo a permitir as competentes ações de manutenção corretiva. Tais atividades de manutenção, de caráter preventivo, permitirão aumentar a disponibilidade do material, reduzindo os riscos de falhas decorrentes de desgastes ou defeitos progressivos.

As falhas aleatórias, por sua própria natureza, não podem ser previstas, e o Sistema de Manutenção Planejada não se propõe a eliminar completamente as avarias

do material. O sistema, no entanto, deve proporcionar as informações necessárias para o início das atividades de manutenção corretiva.

O Sistema de Manutenção Planejada consiste, essencialmente, na consolidação dos procedimentos de manutenção preventiva dos diversos equipamentos e sistemas de várias origens existentes na organização, de forma padronizada e eficiente, e com a máxima economia de meios.

As principais características de um SMP típico são:

- As atividades de manutenção são conduzidas através de uma estrutura organizacional com vários níveis de operação. Por exemplo: Departamentos, Divisões, Seções, etc.
- As atividades de manutenção são planejadas para cada nível de operação, considerando as demais atividades da organização;
- A execução das tarefas de manutenção é descentralizada, cabendo a cada indivíduo a responsabilidade pelo cumprimento da tarefa que lhe foi atribuída;
- As atividades de cada nível de operação do sistema são controladas, de forma a assegurar a realimentação da informação;
- O funcionamento do SMP é baseado na existência, em níveis estabelecidos pelo próprio sistema, dos seguintes requisitos:
 - Documentação;
 - Equipamentos e Ferramental de Teste;
 - Sobressalentes;
 - Qualificação do Pessoal.
- Um sistema de Manutenção Planejada não entra em funcionamento por si só, nem produz resultados automaticamente. É indispensável a existência, em todos os níveis de operação do sistema, de uma atitude mental positiva, de crença e confiança na eficiência do SMP;

- Um SMP deve ter condições para permitir o início imediato das atividades de manutenção corretiva, ao ser identificada avaria durante a execução de rotinas de manutenção preventiva;
- A existência de elementos para uma contínua avaliação da eficiência do sistema, e de instrumentos para seu aperfeiçoamento, são obrigatórios para um SMP.

1.3.1 Organização do SMP

A organização de um Sistema de Manutenção Planejada pode ser visualizada, preliminarmente, através da descrição das etapas do sistema e da documentação envolvida.

O funcionamento de um Sistema de Manutenção Planejada é composto das seguintes etapas:

a) Planejamento: consiste na distribuição das atividades de manutenção (rotinas de manutenção) ao longo de um período considerado como ciclo para a organização.

b) Programação: trata-se da programação, dentro do período básico estabelecido para a organização, das tarefas de manutenção, a partir do planejamento realizado.

c) Execução: é a realização, propriamente dita, das tarefas de manutenção programadas.

d) Registro: consiste no lançamento, em registros próprios, das informações relevantes obtidas durante a execução das atividades de manutenção.

e) Controle: inclui o acompanhamento das atividades, em cada nível de operação do sistema; a análise dos resultados obtidos; e a apresentação das conclusões decorrentes dessa análise.

f) Acessórios: são os arquivos, caixas, etiquetas e demais materiais utilizados na operação do SMP.

1.3.2 O Projeto de um SMP

O Projeto de um SMP deverá seguir a seguinte seqüência:

- Definição da Lista de Equipamentos a serem incluídos no Sistema;
- Estabelecimento do Ciclo Operativo da Organização;
- Estabelecimento do período básico ou de referência do SMP;
- Definição da Hierarquia do Material;
- Caracterização da Periodicidade das Rotinas;
- Definição da Documentação Básica (Plano Mestre, Programas, Tabelas, Quadros, etc.);
- Definição das Saídas do Sistema;
- Elaboração das Instruções para funcionamento.

1.3.3 A Documentação do SMP

Os documentos básicos para a operação de um sistema de Manutenção Planejada são os seguintes:

- Plano mestre de manutenção: contém a distribuição de todas as rotinas de manutenção ao longo do ciclo determinado.
- Programas de manutenção: constam de documentos que permitem a programação, para cada dia do período básico da organização, da manutenção preventiva constante do planejamento estabelecido para o ciclo.
- Tabelas e cartões de manutenção: são documentos em formato padronizado, extremamente detalhados, e que consistem os instrumentos para a execução de rotinas de manutenção.
- Registros diversos: permitem registrar o cumprimento ou não das rotinas de manutenção; as informações relevantes para o histórico dos sistemas e equipamentos; e demais dados de interesse par ao SMP.

- Quadros diversos: têm a finalidade de permitir a programação, divulgação e acompanhamento da manutenção planejada, através da apresentação visual e de fácil acesso aos interessados.
- Instruções para o funcionamento: estas instruções estabelecem o ciclo de operação e o período básico do SMP; os níveis de operação; a composição hierárquica das rotinas de manutenção; descrição do sistema; e finalmente as instruções e fluxograma de funcionamento.

1.4 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado.

Tendo em vista que uma máquina parada compromete toda a produção, a manutenção corretiva é a primeira atitude tomada para que esta produção volte à normalidade. Ou seja, a manutenção corretiva é uma técnica de gerência reativa que espera pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção.

Além disso, é o método mais caro de gerência de manutenção. Os maiores valores em dinheiro associados com este tipo de gerência de manutenção são: alto custo de estoques de peças sobressalentes, altos custos de trabalho extra, elevado tempo de paralisação da máquina, e baixa disponibilidade de produção. Também gera a diminuição da vida útil das máquinas e das instalações, além de serem necessárias paradas para manutenção em momentos aleatórios, e muitas vezes inoportunos.

A mais primitiva das formas de efetuar manutenção. Trata-se da manutenção realizada somente após os equipamentos apresentarem falhas de operação, quando então a equipe corrige às pressas os defeitos, colocando-os novamente em operação. Por isso é chamada de “emergencial”. É um trabalho de socorro, não há nenhuma organização antecipada (planejamento). Como é realizada às pressa, pode ter como consequência, serviços de baixa qualidade.

Os equipamentos, ao pararem de repente, interrompem bruscamente o processo produtivo, acarretando perda de produção e má utilização de horas-máquina e mão-de-obra. Como os recursos não são bem utilizados, a produtividade cai.

Pura e simples, a manutenção corretiva conduz a:

- Baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- Paradas para manutenção em momentos aleatórios e muitas vezes, inoportunos por corresponderem a épocas de ponta de produção, a períodos de cronograma apertado, ou até a épocas de crise geral.

É claro que se torna impossível eliminar completamente este tipo de manutenção, pois não se pode prever em muitos casos o momento exato em que se verificará um defeito que obrigará a uma manutenção corretiva de emergência.

1.4.1 Organização da Manutenção Corretiva

Apesar de rudimentar, a organização corretiva necessita de:

- Pessoal previamente treinado para atuar com rapidez e proficiência em todos os casos de defeitos previsíveis e com quadro e horários bem estabelecidos;
- Existência de todos os meios materiais necessários para a ação corretiva que sejam: aparelhos de medição e teste adaptados aos equipamentos existentes e disponíveis, rapidamente, no próprio local;
- Existência das ferramentas necessárias para todos os tipos de intervenções necessárias que se convencionou realizar no local;
- Existência de manuais detalhados de manutenção corretiva referentes aos equipamentos e às cadeias produtivas, e sua fácil acessibilidade;
- Existência de desenhos detalhados dos equipamentos e dos circuitos que correspondam às instalações atualizados;

- Almoxarifado racionalmente organizado, em contato íntimo com a manutenção e contendo, em todos os instantes, bom número de itens acima do ponto crítico de encomenda;

- Contratos bem estudados, estabelecidos com entidades nacionais ou internacionais, no caso de equipamentos de alta tecnologia cuja manutenção local seja impossível;

- Reciclagem e atualização periódicas dos chefes e dos técnicos de manutenção;

- Registros dos defeitos e dos tempos de reparo, classificados por equipamentos e por cadeias produtivas (normalmente associadas a cadeias de manutenção);

- Registro das perdas de produção (efetuado de acordo com a operação-produção) resultantes das paradas devidas a defeitos e a parada para manutenção;

É importante lembrar que a manutenção corretiva ocorre em duas situações específicas: quando o equipamento apresenta um desempenho abaixo do esperado, apontado pelo monitoramento do equipamento; ou quando ocorre a falha do equipamento. Dessa forma, podemos verificar que a principal função da manutenção corretiva é restaurar ou corrigir as condições de funcionamento de um determinado equipamento ou sistema. E baseado nisto, a manutenção corretiva se divide em: planejada ou não planejada.

1.4.2 Manutenção corretiva não planejada:

“É a correção da falha de maneira aleatória”. Este tipo de manutenção, acontece após a falha ou perda de desempenho de um equipamento sem que haja tempo para a preparação dos serviços, trazendo prejuízos enormes para as empresas, pois implica em altos custos (causados pela interrupção da produção ou pelos altos custos necessários para realizar esta manutenção inesperada) e dependendo da atividade da empresa, perda da qualidade do produto. Um dos grandes desafios da manutenção é conseguir evitar esse tipo de manutenção, que apesar de todos os transtornos, ainda é muito praticada nos dias de hoje.

1.4.3 Manutenção corretiva planejada

“É a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra”. Este tipo de manutenção depende da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento preditivo e possibilita um planejamento para a execução das tarefas, de forma que os custos podem ser minimizados, uma vez que estamos esperando a falha ou a perda de rendimento do equipamento.

A decisão por este tipo de manutenção pode advir de vários fatores:

- A falha não oferece qualquer possibilidade de risco às pessoas e ou instalações;
- Possibilidade de conciliar a necessidade da intervenção com os objetivos de produção;
- Garantia de disponibilidade de sobressalentes e ou ferramentas necessárias à execução da manutenção;
- Existência de recursos humanos necessários à execução da atividade.

1.5 Manutenção Detectiva

Determinada a revelar falhas ocultas, antes de uma necessidade operacional. Este tipo de manutenção tem a missão de descobrir falhas ocultas que não se tornam evidentes ao operador ou equipe em condições normais de operação. Alguns exemplos de testes para descobrir a falha são teste em alarmes de níveis, teste em motogeradores reservas, testes em motobombas reservas e testes em válvulas de segurança.

A manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Manutenção Detectiva também é conhecida como TDF – Teste para Detecção de Falhas e consiste na inspeção das funções ocultas, a intervalos regulares, para ver se tem falha e recondiçioná-las em caso de falha funcional.

Esse tipo de manutenção é relativamente novo, surgiu a partir da década de 90, e por isso mesmo ainda é muito pouco conhecido no Brasil. Assim como a manutenção preditiva, a manutenção detectiva gera a corretiva planejada, ou seja, uma vez detectada a falha, é programada a sua correção.

A principal diferença é o nível de automatização. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros; na manutenção detectiva, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas junto à planta. Há apenas que se considerar, a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de falhas, sendo esta possibilidade muito remota. De uma forma ou de outra, a redução dos níveis de paradas indesejadas por manutenções não programadas, fica extremamente reduzida.

CAPÍTULO 2

CALDEIRAS

2.1 Disposições Gerais

Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, usando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo.

Por definição, caldeira é um recipiente metálico cuja função é a produção de vapor através do aquecimento da água. São empregadas em processos industriais, na alimentação de máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos pelo vapor, calefação ambiental, entre outras.

Portanto qualquer problema que elas apresentem não significa apenas uma

parada para a manutenção, mas uma paralisação na produção e grande risco à segurança.

2.2 Classificação

Conforme o tipo, as caldeiras podem ser classificadas em:

- Flamatubulares;
- Aquatubulares.

2.2.1 Caldeiras flamatubulares

No primeiro caso, os gases quentes passam por dentro de tubos, ao redor dos quais está a água a ser aquecida e evaporada. Os tubos são montados à maneira dos feixes de permutadores de calor, com um ou mais passos dos gases quentes através do mesmo. As caldeiras flamatubulares são empregadas apenas para pequenas capacidades e quando se quer apenas vapor saturado de baixa pressão.

2.2.2 Caldeiras aquatubulares

O outro tipo, que é o mais empregado, como o próprio nome indica, tem circulação de água por dentro dos tubos e os gases quentes envolvendo-os. São usados para instalações de maior porte e na obtenção de vapor superaquecido. Sendo este tipo o mais importante, veremos com mais detalhes seus componentes.

Componentes

Encontramos nestas caldeiras, geralmente, os seguintes componentes:

- Câmara de combustão
- Tubos
- Coletores

- Tubulão
- Superaquecedor
- Sopradores de fuligem
- Pré-aquecedor de ar.
- Economizado
- Alvenaria (refratários)
- Queimadoras
- Ventiladores
- Chaminé
- Válvulas de segurança

A câmara de combustão é a região onde se dá a queima do combustível, com produção dos gases de combustão que fornecem calor à água. Os tubos servem para a circulação de vapor e água dentro da caldeira, a fim de permitir a troca de calor entre os gases quentes de combustão e a água ou vapor.

Os coletores são peças cilíndricas, às quais chegam e saem conjuntos de tubos, cuja finalidade, como o próprio nome indica, é coletar água ou vapor.

O tubulão é um tambor horizontal, situado no ponto mais alto do corpo principal da caldeira, ao qual acham-se conectados, através de tubos, os coletores, que se encontram em níveis diferentes dentro da caldeira. A água circula várias vezes através do conjunto tubulão-coletores descendo pelos tubos externos e retornando pelos internos. Essa circulação natural é provocada pela diferença de pressão exercida pelas colunas líquidas e pelas correntes de convecção formadas. A coluna externa contendo somente água é mais pesada do que a coluna interna contendo água + vapor, promovendo então a circulação. A parte vaporizada vai se armazenando no tubulão, enquanto o líquido volta a circular.

Além de acumular o vapor, o tubulão recebe também a água de alimentação, que vem do economizador. O espaço acima do nível d'água no tubulão, chama-se espaço de vapor. Para evitar o arraste de gotículas de líquido junto ao vapor no espaço de vapor

existem chicanas com a finalidade de separar o líquido arrastado. O vapor saturado separado no tubulão passa a outro conjunto de serpentinas, o superaquecedor, onde é obtido o seu superaquecimento. As serpentinas do superaquecedor têm suas extremidades ligadas a dois coletores de vapor. O superaquecedor pode situar-se na zona de radiação ou convecção, conforme o grau de superaquecimento para o qual as caldeiras são projetadas. O pré-aquecedor de ar é utilizado para, aproveitando parte do calor dos gases residuais de combustão, aquecer o ar de alimentação das chamas. No economizador, a água de alimentação passa por uma serpentina ou feixe tubular, a fim de aproveitar também o calor dos gases residuais da combustão, para depois ir, então, ao tubulão já pré-aquecido, o que representa uma economia de energia.

As paredes da caldeira são revestidas internamente de tijolos refratários, resistentes a altas temperaturas, que protegem as partes metálicas estruturais da caldeira contra deterioração por alta temperatura e produzem homogeneização da temperatura por reflexão do calor das chamas. Os maçaricos das caldeiras são semelhantes aos dos fornos.

Os sopradores de fuligem são tubos providos de orifícios, inseridos transversalmente aos tubos das serpentinas, em diversos locais da caldeira. São ligados, externamente à caldeira, ao sistema de vapor. Durante a operação da caldeira, há deposição de fuligem nos tubos, o que dificulta a transferência de calor. De tempos em tempos, então, é injetado vapor através deste sistema com a finalidade de remover a fuligem. Para melhorar a atuação dos mesmos, os sopradores geralmente têm movimento de rotação, atuando assim em maior área.

Os ventiladores têm a finalidade de movimentar o ar de combustão até os queimadores na câmara de combustão e os gases da câmara de combustão até a chaminé. Existem dois tipos funcionais de ventiladores: de tiragem forçada, que apanha o ar atmosférico e o envia através dos dutos da caldeira para os queimadores e o de tiragem induzida, instalado na saída da caldeira, que succiona os gases de combustão de dentro da câmara e os conduz à chaminé. A chaminé é a parte que conduz os gases de combustão à atmosfera (em altura suficientemente grande para que não venham a ser danosos ao meio ambiente). As válvulas de segurança são válvulas especiais, instaladas

no tubulão, cuja finalidade é dar saída ao vapor no caso deste atingir uma pressão superior a um máximo admitido pelas condições de segurança operacional.

2.3 Superaquecimento

O superaquecimento consiste na elevação da temperatura de componentes ou de partes de componentes, acima da temperatura máxima a que o material pode resistir sem sofrer danos. Esta elevação de temperatura localizada pode ser devida:

- Deposições nas paredes dos tubos:
 - externas —> devido ao óleo combustível;
 - internas —> devido à incrustação de material existente na água.
- Incidência de chama, provocada por:
 - funcionamento anormal
 - deficiência de montagem
 - defeito do queimador.
- Circulação deficiente de água devido a:
 - Obstruções internas;
 - Falha de alimentação.
- Deterioração do refratário

2.4 Corrosão

- Internamente aos tubos, tubulão, coletores etc. , devido a deficiência de tratamento da água e, no caso da presença de oxigênio(O₂) e dióxido de carbono (CO₂) dissolvidos, devido a má desaeração.
- Externamente aos tubos, devido à formação de sais de vanádio, no caso de o mesmo estar presente no óleo combustível, que agem como catalisadores na formação de ácido sulfúrico a partir de SO₂ (formado pela combustão de produtos de enxofre, que se encontram no óleo combustível).
- Na parte externa da caldeira, devido às condições atmosféricas.

2.5 Deterioração mecânica

Aparecimento de trincas e ruptura de materiais devido a:

- Fadiga térmica
- Fluência ou “creep”
- Choques térmicos
- Explosão na câmara de combustão
- Uso impróprio das ferramentas de limpeza
- Recalque das fundações.

CAPÍTULO 3 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

3.1 Manutenção do purificador de óleo lubrificante.

Purificador de Óleo Lubrificante do MCP – Modelo – MOPX – 205 TGT

Em geral, as máquinas e equipamentos marítimos têm seus manuais e neles está contida a correta manutenção daquele equipamento. Será apresentada a seguir a manutenção do purificador de óleo lubrificante do MCP.

Tempo para manutenção - 15 Meses/ 8000HS

Verificar e corrigir conforme a recomendação do fabricante:

- 1 – Desconectar instrumentos, acessórios e tubulações;
- 2 – Desacoplar o equipamento;
- 3 – Desmontar o equipamento e limpar todas as peças;

- 4 – Medir e registrar folgas e desgastes específicos;
- 5 – Soltar e limpar o conjunto de eixo vertical e horizontal, caixa de molas, rolamentos, engrenagens e o conjunto do freio;
- 6 – Inspeccionar carcaça, defletores, engrenagens, buchas, conjunto do freio, lonas de fricção, caixa de molas, rolamentos, mangueiras e instrumentação em geral;
- 7 – Posição da altura do disco impulsor de pressão do jogo de discos do rotor e excentricidade radial do eixo vertical;
- 8 – Substituir lonas de freio/fricção; Substituir se necessário os equipamentos. Caso tenha bomba acoplada desmontar, limpar e inspeccionar, substituindo as peças que forem necessárias;
- 9 – Limpar os filtros do líquido de manobra, assim como o seu tanque e todos os visores;
- 10- Montar a máquina com todas as juntas, anéis e retentores novos e;
- 11- Testar e corrigir se necessário.

3.2 Motor elétrico

Como qualquer outra máquina ou equipamento marítimo, deve-se primeiro consultar seu manual de instruções, mas geralmente, a manutenção é feita executando o seguinte:

- 1 – Abrir o motor e inspeccionar a ventoinha e demais partes internas, quanto à desgaste;
- 2 – Limpar rigorosamente todas as partes do motor com jato de ar comprimido seco. No caso de sinais de óleo ou gordura, limpar com um produto desengordurante apropriado para uso em motores e outros equipamentos elétricos;
- 3 – Verificar o estado do verniz isolante. Retocar se necessário. No caso de verniz isolante, lavar as partes previamente com produto químico;
- 4 – Substituir os mancais de rolamento;
- 5 – Montar o motor;
- 6 – Assegurar o alinhamento e a fixação do motor e;
- 7 – Testar o funcionamento.

3.3 Manutenção do destilador

Destilador de Água Doce –Modelo jwsp 36 C-100-Anual.

Destilador com placa

Esta instrução é apenas uma síntese dos procedimentos necessários à manutenção. Como em todos os equipamentos, deve-se fazer a leitura do manual do fabricante. Além disso, recomenda-se fazer uma análise do desempenho do equipamento nos últimos meses de trabalho verificando:

- 1-Produção do destilador;
- 2-Temperaturas máximas de entrada e saída de água de circulação e;
- 3-Pressões nas descargas das bombas do sistema e o vácuo do sistema.

Esses procedimentos devem ser anotados durante a rotina de serviço; Caso seja constatada alguma irregularidade, isolar e drenar o grupo destilatório para serviços de manutenção;

Somente abrir para desmontagem das placas, se for realmente necessário.

3.4 Condensador e Separador

1-Remover a placa de aperto do condensador, desmontar as placas e limpar as mesmas com água quente;

2-Inspeccionar as placas e gaxetas quanto a prováveis deformações, substituindo se necessário;

3-Montar o condensador e efetuar teste hidrostático;

4-Inspeccionar as telas do separador de gotículas, e, caso seja necessário, substituir;

Nunca devem ser utilizados produtos químicos para limpeza dos componentes do condensador.

3.5 Superfície e Controles

- 1-Verificar a instrumentação e painéis;
- 2-Verificar as válvulas de retenção, quebra-vácuo e segurança. Conforme o caso, reparar ou substituir;
- 3-Efetuar limpeza no filtro do hidrômetro (aquele é localizado no interior deste na parte de entrada da água);
- 4-Verificar o estado interno e o externo da carcaça e, se necessário, efetuar os reparos de acordo com o manual.

3.6 Ejetores de salmoura e ar

- 1-Verificar as válvulas de membrana carregada por mola e a placa de orifício, caso exista;
- 2-Inspeccionar e limpar o filtro no tubo de alimentação, caso tenha;

Teste

Efetuar o teste hidrostático na carcaça do destilador após a conclusão dos reparos.

Este destilador pode operar com vapor ou água do MCP – água de camisa. A produção deste equipamento são 16 toneladas/dia de água.

3.7 Sistemas modernos

Hoje em dia, em algumas empresas são utilizados sistemas modernos de manutenção, são sistemas informatizados que contém dados sobre os equipamentos marítimos e sobre o navio em geral. Esses sistemas auxiliam muito na manutenção dos equipamentos marítimos em geral, indicam a data da última manutenção, a frequência com que deve ser feita a mesma, quem fez a manutenção e muitas outras informações importantes. Dessa forma, não são mais necessários fichas, relatórios e outros tantos documentos feitos à mão. O mais conhecido é o sistema safenet, da Transpetro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para quem trabalha no setor marítimo ou em atividades que propiciem algum risco de acidente, o ideal é sempre utilizar equipamentos de segurança e outros dispositivos que garantam a integridade do operador e até mesmo da própria máquina que está sendo manuseada. É bom ter em mente que o mau uso de determinados tipos de ferramentas, que muitas vezes requer algum tipo de objeto de segurança, pode acabar danificando o aparelho e reduzindo bastante sua vida útil, o que, para as empresas, representa prejuízo na certa.

Com a elaboração deste trabalho pude perceber a enorme importância da aplicação dos princípios da engenharia de segurança para prover melhorias em produtos existentes e para melhorar a segurança e garantir o cumprimento das resoluções e códigos ambientais.

Os trabalhos de engenharia de segurança são executados dentro de especificações, orientar e códigos. Projetos de grande escala de infra-estrutura de transportes marítimos aplicam os princípios de engenharia de segurança.

A manutenção que antes era feita apenas quando uma máquina falhava ou quebrava, passou a apresentar resultados muito mais positivos e consistentes quando começou a fazer parte de um escopo de trabalho bem definido, com ações estruturadas e planejadas em prol da manutenção preventiva e centrada na confiabilidade dos equipamentos, capaz de atribuir ao processo a confiabilidade total, com a ínfima intervenção das equipes de inspeção

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- CAVALCANTI, Comandante R.E. **A economia e manutenção naval**, artigo in “Cisne Branco”.
- 2- COSTA, Ennio Cruz. **Enciclopédia Técnica Universal**. Porto Alegre: Globo, 1970.
- 3- DRAPINSKY, Janusz. **Manual de Manutenção Mecânica Básica**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1978.
- 4- SHIGLEY, J. E. **Elementos de Máquinas**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1983. v. 1.
- 5- SHIGLEY, J. E. **Elementos de Máquinas**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. v. 1.
- 6- SOARES, José de Carvalho. **Introdução ao Sistema de Manutenção Planejada**, folha de informações da PETROBRÁS.
- 7- STEMMER, C. E. **Projeto e Construção de Máquinas**. Porto Alegre: Globo, 1974.

