

MARINHA DO BRASIL

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS

MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NAVAIS

FÁBIO DE FREITAS MARTINS

Rio de Janeiro, 2013

FÁBIO DE FREITAS MARTINS
MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NAVAIS

Monografia apresentada como exigência para conclusão do curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas (APMA) do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Prof. Mestre LUIZ OTAVIO RIBEIRO CARNEIRO

Rio de Janeiro, 2013

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia aos meus queridos filhos Fábio Filho, Isabela e Alexandre que são a minha inspiração à procura de novos conhecimentos para crescer como pai e pessoa.

POR: FÁBIO DE FREITAS MARTINS

BANCA EXAMINADORA

Orientador : **Prof.** Metre LUIZ OTAVIO RIBEIRO CARNEIRO

Nota: _____

1º Examinador: _____

2º Examinador: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha querida esposa que sempre esteve ao meu lado dando amor e todo apoio que eu necessitava, aos meus pais pelo carinho e aos meus irmãos que sempre me deram forças para continuar com a minha jornada.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é descrever os tipos de Manutenção em seus aspectos gerais, e a importância que é dar o máximo de vida útil e produtividade às máquinas e equipamentos navais. Através de uma Manutenção Corretiva, Preventiva ou Preditiva estes objetivos podem ser alcançados. Em seguida foi destacada a manutenção de algumas máquinas como os motores de combustão interna principal, caldeiras e equipamentos de convés. Contudo, para que a manutenção não deixe de ser eficiente e estabeleça o grau de disponibilidade e confiabilidade desejado evitando assim uma parada inesperada do equipamento, é necessário reunir condições básicas de planejamento da manutenção de modo a integrar o plano de manutenção a uma gestão atuante tornando o navio mais eficiente e produtivo.

Palavras-chave: Confiabilidade. Disponibilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Medição de vibração	16
Figura 2 - Maleta para análise de óleo	17
Figura 3 - Ensaio Endoscopia	18
Figura 4 - Ensaio ultrassonografia.....	19
Figura 5 - Termograma	20
Figura 6 - Manutenção no cabeçote do motor principal	23
Figura 7 - Viscosímetro comparador portátil.....	24
Figura 8 - Caldeira.....	30
Figura 9 - Manutenção do guincho.....	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 TIPOS DE MANUTENÇÃO	11
1.1 BENEFÍCIO DA MANUTENÇÃO.....	11
1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	11
1.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	12
1.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	14
1.4.1 Estudo das vibrações	15
1.4.2 Análise de óleos	16
1.4.3 Análise do estado das superfícies.....	18
1.4.4 Análise estrutural.....	18
1.4.5 Análise termográfica.....	19
2 MANUTENÇÃO DOS MOTORS DE COMBUSTÃO INTERNA.....	21
2.1 INSTRUÇÕES GERAIS	21
2.2 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES AS REVISÕES DE MANUTENÇÃO.....	23
2.3 ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE	24
3 CALDEIRAS	26
3.1 IMPUREZAS	26
3.2 EFEITOS DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO	27
3.3 TRATAMENTO DA ÁGUA DE CALDEIRA.....	29
3.4 CONTROLE DA ALCALINIDADE DA ÁGUA.....	30
3.4.1 Carbonato de Sódio.....	31
3.4.2 Fosfato Trisódico e Soda Cáustica.....	31
3.4.3 Fosfato coordenado	31
3.4.4 Alcalis voláteis.....	32
3.4.5 Baixo teor de soda cáustica	32
3.4.6 A sílica na água de caldeira	33

3.4.7 Fragilização do metal das caldeiras pelo hidrogênio.....	33
3.4.8 Fragilização cáustica do metal de tubos de caldeiras	34
4 EQUIPAMENTOS	36
4.1 EQUIPAMENTOS DO CONVÉS	36
4.2 PRINCIPAIS CUIDADOS COM EQUIPAMENTOS	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

ABSTRACT

The objective of this paper is to describe the types of maintenance in its general aspects, and it is important to give maximum service life and productivity to machinery and marine equipment. Through a Corrective Maintenance, Preventive or Predictive these goals can be achieved. It was then detached maintaining some machines such as internal combustion engines main boiler and equipment deck. However, that service will not cease to be effective and establish the degree of availability and reliability desired avoiding an unexpected stop of the equipment, it is necessary to meet basic conditions of maintenance planning to integrate the maintenance plan to management becoming active the ship more efficient and productive.

Keywords: Reliability. Availability..

INTRODUÇÃO

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa, logo tomou corpo ao longo da revolução industrial e firmou-se como necessidade absoluta. Atualmente, não se trata somente do conserto e das ações para manter as máquinas em boas condições, a manutenção passou a influenciar na segurança da embarcação e da tripulação, da mesma forma que ajuda a prevenir acidentes que possam prejudicar o meio ambiente. Esta evoluiu, ao longo de várias décadas, desde os períodos das guerras, das dificuldades econômicas como a crise do petróleo, até a globalização que vem contribuindo para a renovação dos conceitos de manutenção.

Na década de 60, foram utilizados equipamentos simples cuja dependência relativamente ao seu desempenho era pequena, de tal forma que só eram consertados quando parassem de funcionar ou quando apresentassem defeitos. Porém, a partir da década 70, iniciou-se as linhas de produção contínua, como consequência do aumento da procura pelos produtos. Surgiram mais e mais processos industriais e ocorreu o aumento do custo da correção das falhas, principalmente devido à interrupção da produção. Nesse período se deu o início no desenvolvimento de técnicas de manutenção preventiva, para minimizar as falhas que prejudicavam a produção, surgindo também às técnicas de manutenção preditiva e o processo de revisão periódica dos equipamentos.

Essas técnicas complementavam a preocupação de manterem limpos e lubrificados os equipamentos além da manutenção corretiva realizada no período anterior. E com a automação industrial associada ao consumo em larga escala dos produtos industrializados, após 1975, os equipamentos passaram então a serem dimensionados e a trabalhar no limite da necessidade dos processos, aumentando, consideravelmente a necessidade da manutenção.

Nos últimos anos, com a globalização e a intensa concorrência em melhorar o complexo sistema, esta aumentou-se em grande proporção entre as indústrias. Novas técnicas de controle de qualidade geram produtos de elevado desempenho. As empresas que não acompanham o desenvolvimento tecnológico não conseguem sobreviver.

1 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção torna-se uma importante ferramenta para a melhoria da produtividade, através da análise da causa da falha dos equipamentos e do tipo de manutenção empregado fornecendo mais disponibilidade e confiabilidade aos equipamentos aumentando o nível de segurança das embarcações e minimizando assim os custos dos armadores.

1.1 BENEFÍCIO DA MANUTENÇÃO

Os principais benefícios da manutenção de caráter geral são:

- Segurança melhorada, pois instalações bem mantidas têm menor probabilidade de se comportar de forma imprevisível ou não padronizada, ou até mesmo, falhar totalmente, e as chances de apresentarem riscos para a tripulação são menores.

- Disponibilidade é o percentual de tempo que um equipamento ou instalação ficou à disposição para o desempenho de sua função nominal. É o tempo que o equipamento funcionou em sua plenitude, desconsiderando os períodos em que ficou parado em manutenção ou por qualquer outro motivo.

- Confiabilidade aumentada, porque conduz a: menos tempo perdido com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, e níveis de serviço mais confiáveis.

- Custos de operação menos elevados. Com a manutenção realizada regularmente os elementos de tecnologia de processo tem um funcionamento mais eficientemente.

- Aumento da vida útil dos equipamentos através do cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações, reduzindo os pequenos problemas na operação, cujo efeito cumulativo causa desgaste ou deterioração.

1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção, este tipo de manutenção consiste basicamente em deixar que as máquinas de uma instalação funcionem até que apresentem alguma falha ou algo

próximo disso, para então programar a correção dos problemas. É evidente que esse método é o que acarreta maiores custos associados às perdas de produção, devido à paradas inesperadas e à impossibilidade de um planejamento eficiente.

O custo inicial da manutenção corretiva é pequeno, quando os equipamentos estão novos e apresentam poucos problemas. Com o passar do tempo, porém, o custo se eleva em função dos desgastes excessivos que surgem e tendem a aumentar o número de falhas. Além da consequente paralisação do equipamento para realização da manutenção, passando a ser uma situação indesejável para o Armador, pois envolve altos gastos se tornando a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema.

1.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva, com 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. Deve ser executada, adotando as medidas que visam manter a máquina em funcionamento através de verificações contínuas. Desta forma certas providências devem ser tomadas para impedir a parada imprevista da máquina por dano. E também para evitar o seu desgaste prematuro que poderá comprometer a operação da embarcação.

Estas medidas envolvem um projeto, compra da máquina adequada para o serviço, a fabricação, instalação, amaciamento, testes finais e as especificações para operação e manutenção.

Nos casos onde os equipamentos ficarão como sobressalentes deve-se fazer um armazenamento de acordo com os seus sistemas e suas localidades. E nos casos em que a máquina não seja nova, a limpeza destas deve ser realizada para evitar que as camadas protetoras sejam removidas com o tempo.

Cada máquina possuiu sua durabilidade e eficiência variada de acordo com as especificações do fabricante, portanto a manutenção preventiva também irá variar. Porém algumas regras de caráter geral podem ser aplicadas às máquinas, tais como:

- Ler sempre o manual da máquina em questão e certificar-se de que o funcionamento e a finalidade de todos os botões, alavancas e manivelas, foram compreendidos pelo operador.

- Quanto ao operador deve-se submetê-lo a um treinamento durante as primeiras operações com as máquinas, para que ele futuramente possa manuseá-las adequadamente e para que desta forma assegure uma máxima produtividade com um desgaste mínimo das máquinas;

- O operador deve estar familiarizado e apto a fazer a leitura e interpretação dos dispositivos de controle do painel, como também na identificação de outros sintomas de defeitos da máquina, como ruídos estranhos, vazamento e trincas;

- Observar os tipos de materiais e seus limites de resistência e verificar se estes estão dentro dos padrões especificados no manual de cada máquina. Fazendo com que desta forma, o desgaste da máquina seja retardado e a sua durabilidade seja aumentada;

- Aquecer a máquina e assegurar o balanceamento térmico antes de aplicar carga ou alta rotação, para que todos os componentes cheguem à temperatura normal de funcionamento. O aquecimento deve ser feito na ocasião de parada dos motores. Nos casos em que as condições climáticas são de baixas temperaturas, deve-se então utilizar resistências nos motores para aquecer o óleo lubrificante e conseqüentemente evitar que este se torne pastoso;

- Certificar que a máquina está devidamente abastecida com todos fluídos antes de dar partida;

- Permitir que os lubrificantes cheguem às partes em movimento antes que seja atingidas velocidades maiores durante a partida - pré-lubrificação - pois em caso contrário, provocará um início de desgaste nas partes metálicas internas das máquinas.

- Certificar que todos os comandos estão funcionando antes de pôr a máquina em movimento;

- Obedecer sempre às recomendações do fabricante, sobre a maneira de amaciar a máquina. Em princípio, o amaciamento deve ser feito com carga reduzida, mas, às vezes, a recomendação é contrária. Um caso é aquele no qual os motores com camisas duras e anéis de pistão cromados, devem ser amaciados com carga e plena rotação, caso contrário os anéis não se assentarão;

- Controlar o devido abastecimento da máquina, tanto a respeito da quantidade, como sobre a qualidade dos fluídos. No caso de um refrigerante sujo, este provocará depósitos nas paredes das câmaras do refrigerante. Tratando-se de quantidade insuficiente de refrigerante, este provocará superaquecimento.

Adicionando-se refrigerante num motor quente, este provocará trincas do cabeçote. E a falta de óleo combustível num tanque do motor diesel, poderá provocar falhas dos injetores, além da necessidade de retirar o ar.

- Evitar vibrações, porque conduzem às peças componentes, esforços muito superiores aos calculados pelo projetista. Não se deve sobrecarregar a máquina, nem arrancar ou parar bruscamente, e não deve usar grande velocidade quando não for absolutamente necessário;

- Manter a máquina limpa, pois a sujeira não permite notar, por exemplo: vazamento de óleo, água, trincas, corrosões ou mesmo parafusos quebrados.

1.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva é aquela que 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. Assim, atua-se com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. 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. Os objetivos da manutenção preditiva são:

- 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. Por meio desses objetivos, pode-se

deduzir que eles estão direcionados a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade. 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. Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. A manutenção preditiva, após a análise do fenômenos, adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados:

Estabelece um diagnóstico e efetua uma análise de tendências. No diagnóstico, detectada a irregularidade, o responsável terá o encargo de estabelecer, na medida do possível, um diagnóstico referente à origem e à gravidade do defeito constatado. Este diagnóstico deve ser feito antes de se programar o reparo.

Já a análise da tendência da falha consiste em prever com antecedência a avaria ou a quebra, por meio de aparelhos que exercem vigilância constante predizendo a necessidade do reparo. 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.

1.4.1 Estudo das vibrações

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações que, aos poucos, levam-nas a um processo de deterioração. 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 ideia 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. Se captadores de vibrações forem colocados em pontos definidos da máquina, eles captarão as vibrações recebidas por toda a estrutura. O registro das vibrações e sua análise permitem identificar a origem dos esforços presentes em uma máquina em funcionamento. 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.

Figura 1 - Medição de vibração



Fonte: internet

1.4.2 Análise de 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 regulação permite a otimização dos intervalos das trocas. A análise dos óleos permite, também, identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente. A identificação é feita a partir do estudo das partículas sólidas que ficam misturadas com os óleos. Tais partículas sólidas são geradas pelo atrito dinâmico entre peças em contato. A análise dos óleos é feita por meio de

técnicas laboratoriais que envolvem vidrarias, reagentes, instrumentos e equipamentos. Entre os instrumentos e equipamentos utilizados temos viscosímetros, centrífugas, fotômetros de chama, espectrômetros, microscópios, etc. O laboratorista, usando técnicas adequadas, determina as propriedades dos óleos e o grau de seus contaminantes.

As principais propriedades dos óleos que interessam em uma análise são: índice de viscosidade, índice de acidez, índice de alcalinidade, ponto de fulgor e ponto de congelamento. Em termos de contaminação dos óleos, interessa saber quanto existe de: resíduos de carbono, partículas metálicas e água. 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.

Figura 2 - Maleta para análise de óleo

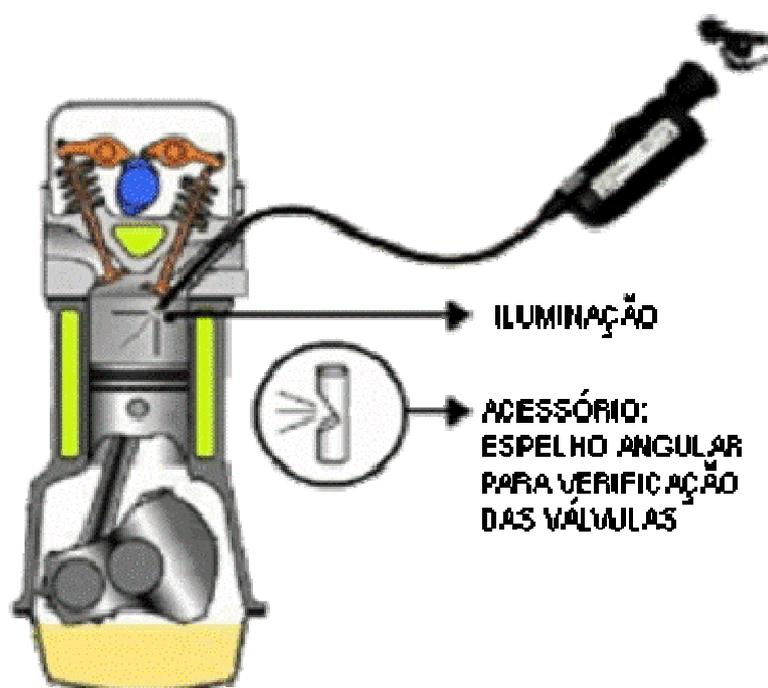


Fonte: <http://wssproducts.wilhelmsen.com>

1.4.3 Análise do estado das superfícies

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

Figura 3 - Ensaio Endoscopia



Fonte: Internet

1.4.4 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.

Figura 4 - Ensaio ultrassonografia



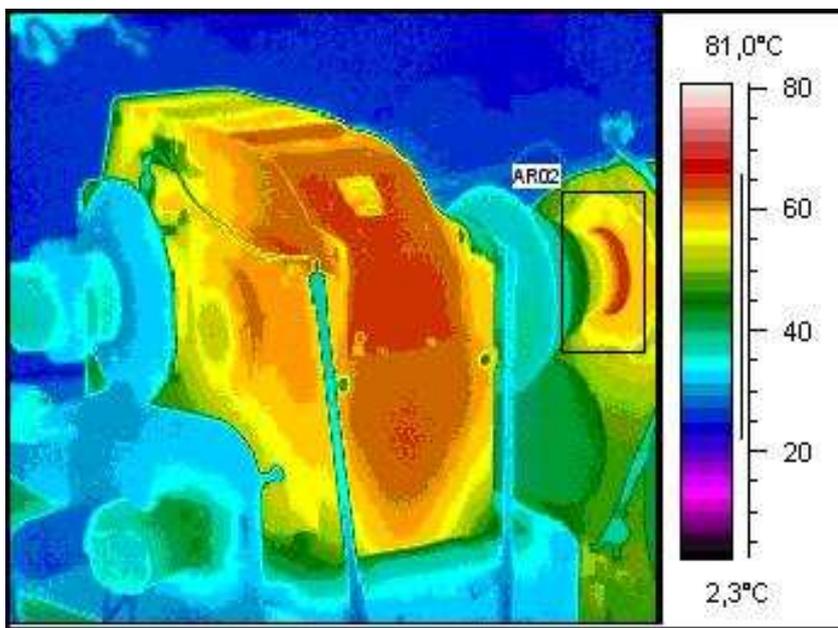
Fonte: Internet

1.4.5 Análise termográfica

É uma técnica que permite medir a temperatura superficial de diferentes materiais através dos raios infravermelhos emitidos, seu uso permite observar padrões diferenciais de distribuição de calor, sem contato físico com as partes inspecionadas. Através dessa tecnologia é possível detectar, em estágio inicial, processos de defeito ou falha gerados por anomalias térmicas em um determinado componente, antes que ocorra deficiência ou mesmo interrupção de seu funcionamento, em equipamentos elétricos, mecânicos e instalações industriais em geral. A análise das informações da inspeção termográfica permite ao departamento de manutenção minimizar o tempo de parada de máquinas, reduzir custos, obter

proteção adequada de equipamentos valiosos, evitar perda de produção devido à interrupção imprevista, garantir a segurança das pessoas e instalações.

Figura 5 - Termograma



Fonte: Internet

A inspeção termográfica quando utilizada em equipamentos mecânicos permite identificar problemas causados pelo atrito entre peças devido à lubrificação deficiente ou inadequada, desalinhamento de eixos pelo aquecimento nos dispositivos de acoplamento, sistemas de refrigeração defeituosos ou mal projetados. Assim, com a análise termográfica, componentes como compressores, mancais, sistemas de transmissão por correia/polias, podem ser convenientemente monitorados.

2 MANUTENÇÃO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

As máquinas e equipamentos se diferenciam uma das outras, devido ao projeto utilizado em suas fabricações e de acordo com as especificações dos fabricantes, os motores principais de combustão interna, utilizados nos navios, também, não seriam uma exceção. Então, o que será questionado são os procedimentos para efetuar uma revisão em seu aspecto geral, as orientações mais específicas, podem ser encontradas no Manual do fabricante.

2.1 INSTRUÇÕES GERAIS

As máquinas e equipamentos se diferenciam uma das outras, devido ao projeto utilizado em suas fabricações e de acordo com as especificações dos fabricantes, os motores principais, utilizados nos navios, também, não seriam uma exceção. Então, o que será questionado são os procedimentos para efetuar uma revisão em seu aspecto geral, e as orientações mais específicas, podem ser encontradas no Manual do fabricante.

O motor principal deve então, ser inspecionado e limpo em intervalos regulares, a fim de mantê-lo em boas condições e sempre disponível para o serviço. O programa de manutenção serve como referência para os intervalos em que as revisões devem ser levadas a efeito. O principal fator para determinar a frequência das revisões é obtido pela carga na qual o motor está operando normalmente, e pela qualidade de óleo combustível e do óleo lubrificante empregados. A experiência obtida a bordo nos mostra, se esses intervalos entre os trabalhos de limpeza e revisão, devem ser mais longos ou mais curtos do que aqueles indicados no Programa de Manutenção.

Em relação ao início de qualquer trabalho de revisão, particularmente, à das partes móveis, as medidas de segurança recomendadas no Manual de Instruções de cada motor, devem ser observadas para evitar partidas inadvertidas do motor e acidentes.

Se os componentes das partes móveis forem desmontados, deve-se assegurar que nenhum componente afrouxado fique desalinhado quando o motor for girado pela catraca, o que poderia causar sérias avarias no motor. E todos os serviços de revisão devem ser feitos somente com os dispositivos especiais, normalmente fornecidos com o jogo de ferramentas. O uso de ferramentas

inadequadas resultará em perda de tempo e avaria dos componentes do motor, por isso sempre é aconselhado utilizar as ferramentas ideais.

Então, esses trabalhos de desmontagem devem ser executados meticulosamente, além do fato de que, os orifícios de lubrificação e as canalizações devem ser vedados, e quaisquer partes do motor que forem limadas ou raspadas devem ser depois, completamente limpas. Deve-se cobrir as partes adjacentes, se for necessário.

É importante ressaltar que, quaisquer partes do motor submetidas à revisão durante a rotina de manutenção, devem ser testadas para verificar o correto funcionamento antes de retornarem ao serviço. As canalizações, em particular, devem ser submetidas a teste de pressão para descobrir possíveis vazamentos.

Durante a operação das máquinas podem surgir folgas entre os componentes, devido à vibração ou até mesmo devido a um aperto irregular na hora da remontagem. Neste segundo caso, todos os parafusos e porcas devem ser apertados com um aparelho especial, o torquímetro, cujo torque a ser aplicado, é especificado no Manual de cada motor. Portanto, as folgas dos componentes mais importantes devem ser periodicamente verificadas. E as peças cujas dimensões estão fora dos limites admissíveis, devem ser substituídas pelas sobressalentes, ou então reajustadas de modo a se obter novamente as folgas corretas.

Se não houver possibilidade de realizar essa substituição, um pedido de sobressalente para a peça em questão deve ser feito, de modo a completar novamente o estoque de peças. Logo, a verificação e o controle das peças deste estoque, também fará parte da rotina do Oficial de Máquinas a bordo das embarcações.

Depois de terminados os trabalhos de revisão, o motor deve ser completamente limpo com panos de limpeza que não soltem fiapos e não seja feito de estopa.

E se alguma revisão foi executada com peças do Sistema de Controle, o mesmo deve ser testado quanto ao seu correto funcionamento.

Figura 6 - Manutenção no cabeçote do motor principal



Fonte: Internet Google imagens

2.2 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES AS REVISÕES DE MANUTENÇÃO

Antes de começar qualquer trabalho de revisão nos motores, algumas precauções de segurança devem ser tomadas, tais como:

- Fechar a válvula de automática do ar de partida e as válvulas dos reservatórios do ar de partida;
- Drenar completamente o ar de todas as canalizações de ar de partida, antes e depois das válvulas de interceptação automática;
- Verificar se as torneiras de descompressão estão abertas. E no caso das torneiras do indicador, estas devem ser mantidas abertas enquanto os trabalhos de revisão estiverem sendo executados;
 - Engrazar a catraca e travar alavanca;
 - Deixar que o motor esfrie no mínimo por 30 minutos, antes de abrir as portas do cárter, se este tiver sido parado devido ao aquecimento dos componentes das partes móveis dos cilindros ou dos mancais;
 - Ventilar o cárter através de sopradores externos, antes de iniciar qualquer trabalho em seu interior.

2.3 ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE

A análise do óleo é uma maneira rápida e não destrutiva de avaliar as condições do motor analisando uma amostra de óleo. Esta análise do óleo envolve diversos testes de laboratório ou simples testes feitos a bordo. Os resultados dos testes dão informações sobre as condições do lubrificante, os níveis de contaminação e o desgaste de componentes lubrificados pelo óleo.

Compreender os resultados da análise do óleo pode ajudar a obter o máximo de vida do óleo. As características que devem ser monitoradas incluem viscosidade, diluição do combustível, água e/ou refrigerante, sólidos totais e análise espectrográfica.

A viscosidade é a propriedade mais importante do óleo lubrificante. Através da análise, pode ser determinado se o óleo ficou mais espesso ou afinou excessivamente. Resultados anormais indicam que existe um defeito de operação ou manutenção que deve ser corrigido. A diluição do combustível é a causa mais comum do afinamento do óleo em motores diesel, outro fator é o superaquecimento do motor e por consequente do óleo a marcha lenta prolongada, baixa compressão e ou defeitos do sistema de alimentação que podem também contribuir para afinar o óleo.

Figura 7 - Viscosímetro comparador portátil



Fonte: Internet

É um aparelho mecânico para constatar a viscosidade em óleos lubrificantes e seu funcionamento é simples. Baseia-se na comparação de viscosidade de um óleo padrão do aparelho com o óleo a ser analisado. A leitura da viscosidade é feita diretamente na escala do aparelho, em SSU (Segundos *Seybolt* Universal) a 37,8°C

ou em cSt (*Centstokes*) a 40,0°C

O VISCOSIMETRO - PERCOL é uma ferramenta ideal para obtenção de viscosidade com resultados imediatos.

3 CALDEIRAS

A função de uma caldeira é a de gerar vapor com segurança e de alto rendimento. Para que isto ocorra é necessário executar certos procedimentos como é o caso do tratamento da água de caldeira que retira as impurezas. De maneira geral, as impurezas são as responsáveis pela formação de incrustação sobre as superfícies geradoras de aquecimento e superaquecedor, resultando na diminuição do rendimento da caldeira pelo decréscimo do grau de transmissão de calor e superaquecimento, e pela queima de tubos na qual ainda provocará avarias nos mesmos.

3.1 IMPUREZAS

O principal fator de interferência na manutenção das caldeiras são as impurezas contidas na água, são prejudiciais, e podem impedir o correto funcionamento desta, e conseqüentemente a eficiente geração de vapor. Na qual, estas podem ter acesso ao interior das caldeiras, através do sistema de água de alimentação. Algumas dessas impurezas prejudiciais são:

- As fugas de óleo combustível para o interior dos aquecedores de óleo combustível, no lado do vapor. E as fugas nas serpentinas de vapor para aquecimento dos tanques de serviços e sedimento, de onde o óleo pode alcançar o sistema de água de alimentação, através dos drenos;

- As fugas de óleo lubrificante para o interior das serpentinas de vapor dos tanques de sedimentação, dos mancais, das turbinas, das bombas rotativas, por onde o óleo pode alcançar o sistema de água de alimentação;

- O oxigênio presente na água de alimentação da caldeira, que entra no sistema através das fugas de ar para o interior das partes que trabalham sob vácuo, isto é, em pressões abaixo da atmosférica, como os condensadores, turbinas de baixa pressão e bombas de ar. Além disso, o ar é absorvido pela água de alimentação, quando ela está exposta à atmosfera, conforme se dá através dos respiros dos tanques de reserva de alimentação, e tanques abertos de alimentação e filtragem, bem como através dos drenos abertos;

- Os produtos da corrosão provenientes das tubulações, dos tanques de alimentação e das máquinas na maioria das vezes encontram-se sob a forma de óxido de ferro;

•Podemos encontrar também os sais como por exemplo o cloreto de sódio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio, sulfato de cálcio e carbonato de cálcio que podem provocar a formação de incrustações, de corrosão ácida e de projeção. São encontrados na água do mar e dos portos, e podem penetrar no sistema de alimentação da água de caldeira, arrastados pelo vapor produzido nos grupos destilatórios, pelas infiltrações de água salgada proveniente dos vaporizadores para o interior do vapor condensado e estas podem ser encontradas nas serpentinas de aquecimento, pelas fugas de água salgada para os condensadores e tanques de reserva da alimentação, através do uso das válvulas de extração de fundo das caldeiras, e pelas infiltrações em outros aparelhos resfriados pela água salgada. O aumento da concentração de sais é o resultado da contaminação progressiva na água de caldeira devido às infiltrações da água do mar. Até mesmo quando a água de alimentação está dentro dos limites de impurezas permitidos, esta concentração de sais aumenta proporcionalmente de acordo com o débito de vapor.

3.2 EFEITOS DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO

Ela também é responsável pela corrosão de todas as superfícies internas da caldeira devido ao ataque de um ácido, pela ação eletrolítica ou por oxidação. É importante sempre ter em vista que a água do mar é uma fonte constante de ácidos em potencial, especialmente o cloreto de magnésio que pode reagir com a água formando ácido. Portanto o meio de evitar este tipo de corrosão ácida consiste apenas em manter a água da caldeira alcalina. Por outro lado não se pode evitar a corrosão eletrolítica, mas ela pode ser reduzida a um mínimo tolerável, criando-se condições que mantenha uma camada de hidrogênio atômico, que é um isolante elétrico, sobre as partes da caldeira que formam catodos. Isto se consegue mantendo a alcalinidade da caldeira dentro dos limites prefixados, e ao mesmo tempo, eliminando o oxigênio dissolvido na água de caldeira e na água de alimentação.

O aceleração da corrosão eletrolítica dá-se pela combinação do oxigênio dissolvido com o hidrogênio, onde a corrosão por oxigênio pode ser identificada pelo aparecimento de bexigas localizadas ou dispersas, e pela ausência de corrosão generalizada nas áreas intermediárias. A admissão normal da água de alimentação no tubulão superior de uma caldeira, em atividade, reduz geralmente o oxigênio

dissolvido a uma porcentagem tolerável, uma vez que o vapor em movimento arrasta para fora os gases dissolvidos. Porém os traços de oxigênio podem provocar séria corrosão no feixe tubular, nas paredes de água e em outros pontos relativamente quentes da caldeira.

O contato do ar com a água de alimentação também é uma fonte de contaminação pelo oxigênio da água de caldeira. Portanto é imprescindível que o oxigênio dissolvido, seja reduzido à porcentagem mais baixa possível, antes dele deixar o tanque de desarejamento, e que a rede de alimentação seja protegida contra a entrada de ar, no trecho correspondente à aspiração das bombas. Tratando-se dos produtos da corrosão, estes entram na caldeira sob a forma de óxido de ferro que permanecem em suspensão na água, e causam projeção e espuma. Eles podem ser removidos pelas extrações de fundo e superfície.

Outra ação que também reduz a tendência para a projeção e a formação de espuma é o uso da composição desincrustante. Em que ambas provocam o arrastamento da umidade pelo vapor, dos tubulões para os aquecedores, quando estes existem ou estão em uso, ou diretamente para as máquinas, em instalações que trabalham com vapor saturado. Esse arrastamento acontece na medida em que quanto maior for a quantidade de matéria sólida dissolvida na água, tanto maior será a tendência dela para fazer espuma, quando vaporizada violentamente. Se existir uma quantidade considerável de matéria sólida em suspensão, qualquer espuma que se forme, será estabilizada pelas pequenas partículas sólidas. E também, as películas das bolhas aumentarão de espessura, de modo que as bolhas de vapor podem deixar de arrebentar antes de entrar no tubo secador, resultando no transporte de pequenas partículas de água pelo vapor. Já, sob condições de formação de vapor extremamente más, será tirada uma grande quantidade de água no interior do espaço de vapor do tubulão, enquanto ocorrem pequenas explosões intermitentes abaixo da superfície de água. E serão, então, arrastadas grandes quantidades de água para o interior do tubo secador. Este tipo violento de arrastamento é conhecido, geralmente, como projeção. É uma fonte de grande perigo para a condução segura de qualquer instalação de máquinas a vapor.

O óleo presente na água de caldeira também é outro causador de espuma e projeção. Ele formará uma película fina, resistente ao calor, nas superfícies dos tubos, podendo provocar uma avaria no tubo, causada por superaquecimento. O óleo pode aparecer sob a forma de um anel oleoso, no interior do indicador de nível,

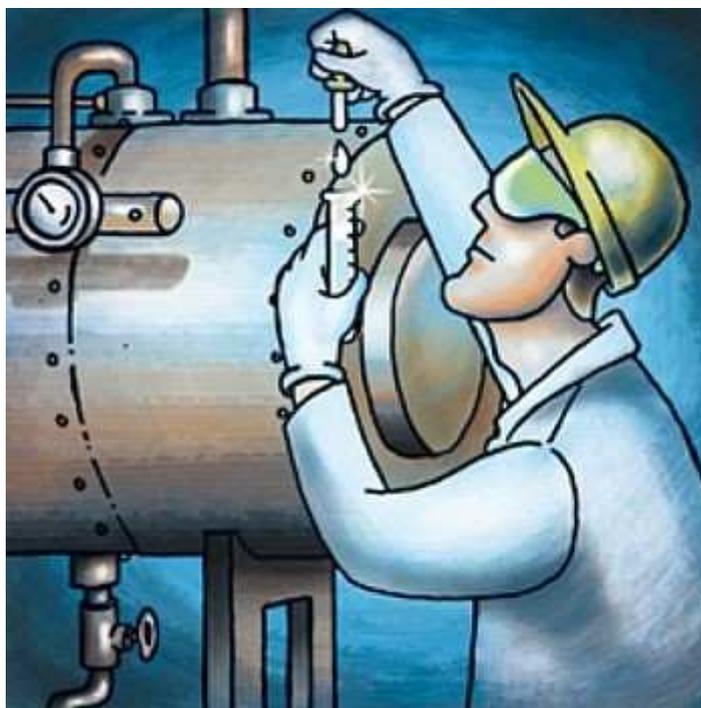
na altura do nível da água ou nos tanques de observação. Então ele é inicialmente controlado pela inspeção cuidadosa dos drenos de água, proveniente das serpentinas de vapor para aquecimento dos tanques de óleo combustível. O cuidado especial à lubrificação das máquinas é dispensado, pois ele pode estar em contato com o vapor e a água.

Por fim, o uso da composição desincrustante é um componente que reduz a tendência do óleo a provocar a formação de espuma. Contudo, a partir do momento em que a caldeira foi contaminada pelo óleo, toda a sua água deve ser descarregada, por meio de vapor, para encher a caldeira com uma forte mistura de água doce e solução desincrustante. E por fim vaporizar a referida mistura durante dois ou três dias, usando o vapor de outra caldeira, através de conexões próprias ou de acessórios de outra válvula de extração de fundo.

3.3 TRATAMENTO DA ÁGUA DE CALDEIRA

O tratamento químico consiste numa mistura de produtos químicos conhecidos como desincrustante que é composto de fosfato de sódio, carbonato de cálcio e amido. Ele é usado na água de alimentação com os objetivos de:

- Neutralizar os sais que formam ácidos, ou seja, mantê-la alcalina;
- Assegurar a remoção das incrustações e fornecer meios químicos para evitá-las;
- Precipitar as impurezas internas sob a forma de lama;
- Evitar a corrosão pela oxidação.

Figura 8 - Caldeira

Fonte: Internet

O grande problema no tratamento da água de caldeira é a formação de lama, de tal forma que ela é calcionada e com isto, aparecem bexigas provocadas pelo calor. O resultado disto é observado pela redução de calor através das paredes água e tubos do lado do fogo. E ainda, ela é dificilmente removida pelos meios mecânicos e não é decomposta pela solução desincrustante.

Nos casos em que houver um acúmulo excessivo de lama, a caldeira não irá permitir uma extração de fundo eficiente na área onde a lama é formada, ou as extrações de fundo serão inadequadas.

3.4 CONTROLE DA ALCALINIDADE DA ÁGUA

Vamos então, passar a expor diversos tipos de controle da alcalinidade da água de caldeira, mostrando quando são aplicáveis e quais suas vantagens e desvantagens. No entanto, nos alongaremos mais detalhadamente naqueles que são indicados para caldeiras de alta pressão, onde os problemas são menos conhecidos e mais graves.

3.4.1 Carbonato de Sódio

É usado apenas em caldeiras de até 14 Kg/cm² de pressão. O carbonato de sódio é parcialmente convertido em soda cáustica. Com esse processo, se precipitam os sais de cálcio e de magnésio, desde que se mantenha um excesso de cerca de 300 ppm de carbonato de sódio (para remoção do cálcio) e apenas poucas partes por milhão de soda cáustica (para remoção do magnésio). Tem a vantagem do baixo custo e fácil manuseio e a desvantagem de liberar gás carbônico que dará características ácidas ao vapor, além do que, a possibilidade da presença de soda cáustica em altas concentrações oferece o perigo da fragilização cáustica do metal (fenômeno que explicaremos posteriormente, neste trabalho) e da destruição da película protetora de magnetita.

3.4.2 Fosfato Trisódico e Soda Cáustica

Em caldeiras com pressões superiores a 14 Kg/cm² a conversão do carbonato de sódio em soda cáustica seria tão elevada, que se tornaria impossível manter um residual suficiente de carbonato de sódio, para garantir a precipitação adequada dos sais de cálcio. O uso do fosfato trisódico e soda cáustica, então garantiria tanto a remoção do cálcio na forma de fosfato básico, como do magnésio, na forma de hidróxido.

Para que essas reações sejam possíveis, é evidente que se deverá ter sempre um excesso tanto de fosfato trisódico como de soda cáustica e o valor do pH deve ser mantido acima de 10 para assegurar uma melhor remoção do cálcio, e no máximo de 11 para evitar concentrações elevadas de soda cáustica.

Esse tipo de controle tem a vantagem de evitar eficientemente incrustações, tanto de cálcio como de magnésio, por precipitá-los de forma floculenta, não aderente, facilmente eliminados das caldeiras, por meio de purgas de sua água. A sua principal desvantagem é a de oferecer o perigo de altas concentrações de soda cáustica, principalmente nas zonas de alta transferência de calor, com conseqüente corrosão

3.4.3 Fosfato coordenado

Esse tipo de tratamento consiste na manutenção do valor do pH da água de caldeira dentro da faixa requerida, sem a utilização de soda cáustica. Para tanto, adiciona-se à água da caldeira uma mistura de fosfatos mono, di e tri-sódicos. Então teoricamente, utilizando esse tipo de tratamento teríamos dissolvidos na água de caldeira fosfato tri e di-sódicos; o mono-sódico não deverá estar presente, pois esse sal é adicionado a água somente para diminuir o valor pH quando necessário, isto é, para reagir com o fosfato Tri-Sódico dando, como resultados, o fosfato di-sódico e garantindo-se a presença desses dois outros fosfatos

Com isso, se estará garantindo a ausência de Soda Cáustica livre e, portanto, eliminando os problemas de corrosão por ela causados, o que seria a sua principal vantagem. Como desvantagem, haverá o fato de que serão necessárias dosagens elevadas de fosfato, para garantir a precipitação do cálcio em forma floculenta, não aderente e então não é aconselhável o seu uso quando a água de alimentação contiver altas concentrações de cálcio.

3.4.4 Alcalis voláteis

Nesse processo de tratamento, deixa-se de adicionar qualquer produto químico sólido (fosfato, soda cáustica) à água da caldeira. O valor do pH é mantido dentro da faixa requerida para evitar corrosão pela adição de amônia ou amins voláteis (morfolina, ciclohexamina). O máximo cuidado deve ser tomado para prevenir contaminação da água com substâncias sólidas, provenientes, por exemplo, de carregamento de evaporadores e vazamentos de condensadores. Por isso para se conseguir êxito com esse tipo de tratamento, há necessidade de se fazer toda a água de reposição e todo o retorno do condensado passar por resinas de troca iônica. Isso, porque não se está usando produtos químicos capazes de combater agentes poluentes. Apenas a alcalinidade é mantida numa faixa suficiente para evitar a corrosão do ferro (pH da ordem de 9,2 a 9,5). Também devem-se eliminar os menores traços de oxigênio dissolvido.

3.4.5 Baixo teor de soda cáustica

Nesse tipo de tratamento, o valor do pH da água da caldeira é mantido na faixa de 9,6 a 10 por meio da adição de pequenas quantidades de soda cáustica (cerca de 2 ppm em termos de OH).

A concentração total de sólidos dissolvidos na água é mantida em valores mínimos, o que se consegue por um controle rigoroso e constante da qualidade de alimentação e por descargas (purgas) da água da caldeira, assim que os limites máximos permissíveis sejam alcançados.

O tratamento com baixo teor de soda cáustica é pode-se dizer, semelhante ao tratamento com baixo teor de fosfatos. Em ambos os casos, apenas se procura manter a alcalinidade da água em todos os pontos da caldeira, o que pode não acontecer com o uso apenas de álcalis voláteis, que poderão não estar presentes nas zonas de alta transferência de calor onde seriam mais necessárias, no caso da concentração ali de substâncias de caráter ácido, provenientes de uma eventual contaminação por fontes diversas. A vantagem da soda cáustica sobre o fosfato é a sua maior solubilidade, que impede a sua precipitação (HIDE - OUT), facilitando a manutenção do residual requerido.

3.4.6 A sílica na água de caldeira

Nas especificações para água de caldeira é sempre dado um valor máximo para a concentração de sílica, valor esse tanto menor, quanto maior for a pressão da caldeira. Para as caldeiras de alta pressão, esses limites máximos são muito pequenos, ou seja, muito inferiores aos que se admitiria para muitos problemas de incrustações de silicatos na própria caldeira. O que se tem em vista, porém, é evitar a presença de sílica no vapor que sai da caldeira.

A passagem de substâncias sólidas, em solução na água da caldeira, para o vapor, pode ser dado por arraste, volatilidade ou por dissolução no vapor. Em caldeiras modernas de alta pressão, com a manutenção de baixa concentração de sólidos na água e o uso de ciclones separadores e lavadores de vapor, o arraste dificilmente ocorre. Por outro lado, os sólidos normalmente presentes são praticamente não voláteis nas temperaturas e pressões de caldeiras.

No entanto, eles tem apreciável solubilidade em vapor a alta pressão, e das substâncias presentes normalmente na água de caldeira, que podem se dissolver no vapor, geralmente se dá maior importância à sílica, porque caso ela se deposite nas palhetas das turbinas, a sua remoção será muito difícil.

3.4.7 Fragilização do metal das caldeiras pelo hidrogênio

A fragilização do metal das caldeiras pelo hidrogênio é uma forma de corrosão, na qual o hidrogênio penetra no aço-carbono. Existem várias teorias que procuram explicar o fenômeno. Dentre essas teorias explanaremos uma que parece mais provável de ocorrer:

O hidrogênio, após penetrar no aço, sob condições favoráveis de pressão e temperatura, reage com o carbono para formar o metano de acordo com a seguinte reação



Essa reação faz com que haja uma concentração dos grãos, devido à uma diferença de densidade entre o carbeto de ferro (Fe_3C) e o ferro formado. Em consequência disso, o aço perde sua resistência às deformações, isto é se torna fragilizado, podendo sofrer fendimento.

A fragilidade de tubos de caldeiras, pelo hidrogênio, é uma forma secundária de corrosão, como resultado do hidrogênio produzido por um mecanismo primário de corrosão. Entre esses mecanismos primários de corrosão, poderíamos citar a reação entre a água, ou vapor, com o ferro do aço cuja equação é:



A reação que se processa entre o ferro e a água, ou vapor é perceptível a 200°C , e até 500°C , não causa dificuldade, uma vez que o fino filme de óxido magnético formado, gradualmente interrompe qualquer posterior reação.

Entre 550°C e 600°C , há uma alteração nas propriedades do filme de óxido de ferro magnético e a reação recomeça, tornando-se violenta. A produção de Hidrogênio também ocorre devido à presença de contaminantes na água da caldeira que provocam corrosão do metal, com liberação do referido gás.

3.4.8 Fragilização cáustica do metal de tubos de caldeiras

A fragilização cáustica é um tipo de corrosão que ocorre em caldeiras. A exemplo do que foi dito para o caso da fragilização pelo hidrogênio, também para o fenômeno em questão, têm sido apresentadas diversas teorias, e dentre elas, escolhemos uma que nos parece mais viável. Em linhas gerais, a fragilidade cáustica seria uma das formas primárias de corrosão, para que o fenômeno da fragilidade por hidrogênio ocorra, pois quando a soda cáustica (ou potassa cáustica)

reage com o ferro, há a liberação de hidrogênio, de acordo com a reação.



O hidrogênio liberado seria absorvido pelo aço e teríamos, então, o fenômeno da fragilidade pelo hidrogênio. Aparentemente, para que o fendimento pelo álcali ocorra, são necessárias três condições:

1. O material deverá estar sujeito à tensões.
2. A concentração de soda cáustica deverá ser maior que 10%.
3. Certos compostos deverão estar presentes na superfície do metal, sendo um dos mais importantes o silicato de sódio.

4 EQUIPAMENTOS

É no convés que se encontram as máquinas e os equipamentos necessários para a atracação e movimentação de amarras e manuseio de âncoras.

4.1 EQUIPAMENTOS DO CONVÉS

Os equipamentos são muito utilizados e exigidos na operação da embarcação, logo devem ter uma manutenção perfeita que traga disponibilidade e confiabilidade.

Podemos citar alguns destes equipamentos de convés como o molinete que faz o serviço de cabos de amarração, de recolher, de soltar a amarra do ferro e situa-se na proa; nos guinchos de manobras que servem para solecar ou tesar os cabos de amarração e situam-se a meio-navio na popa e por isso não trabalham com a amarra do ferro; e no cabrestante que é muito utilizado nas operações de manuseio de âncoras tem um eixo de trabalho no sentido vertical que também serve para solecar ou tesar os cabos de amarração. No convés principal foi reservada uma região para instalação dos guinchos de manuseio de âncoras e reboque logo a ré das acomodações, e para os pelicanos hidráulicos e pinos de reboque na região do convés principal próximo ao rolo de popa. Estes equipamentos são os principais para a operação de manuseio de âncoras e amarras e reboque de plataformas. A posição destes equipamentos deve ser definida com cautela, pois eles representam, logo após o aço estrutural, o maior peso que compõe o navio leve.

Figura 9 - Manutenção do guincho



Fonte: Internet Google Imagens

4.2 PRINCIPAIS CUIDADOS COM EQUIPAMENTOS

- Conservar as engrenagens, copos de lubrificação dos mancais e quaisquer outras partes lubrificantes, através da limpeza que os deixará livre de poeira ou água, e ainda fazendo uma inspeção regular;

- Usar somente os lubrificantes indicados pelos fabricantes. Normalmente os fabricantes indicam no manual de instrução do equipamento, as partes a serem lubrificadas;

- Observar o nível de óleo lubrificante no cárter e se existe graxa nos pontos de lubrificação, antes de usar o equipamento;

- Fazer a purgação do ar da rede e da máquina motriz para evitar o baixo desempenho e velocidade de operação.

- Fazer a calibração dos guinchos de acordo com o manual do fabricante.

- Fazer a limpeza dos filtros de tela e magnético do óleo hidráulico da aspiração da unidade hidráulica frequentemente.

- Fazer a análise do óleo para identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente. A identificação é feita a partir do estudo das partículas sólidas que ficam misturadas com os óleos.

- Movimentar a máquina sem carga quando der a partida, isto é, sem que ela esteja fazendo o trabalho de cabos ou amarras, afim de que seja feita a lubrificação dos mancais e engrenagens.

- Observar sempre quando o equipamento estiver funcionando, se existe qualquer barulho estranho ou aquecimento excessivo nas partes que se atritam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante todo o tempo de vida útil do equipamento naval é fundamental que o seu rendimento deva ser o máximo, principalmente quando estão vinculados às condições de segurança e propulsão da instalação. Enfim, seu alto grau de confiabilidade funcional é essencial.

É importante destacar que o propósito da manutenção é a disponibilidade do sistema, aumentando a vida útil do equipamento e diminuindo o custo final para o armador. Por meio de análises científicas e sistemáticas, a escolha das ferramentas ideais para fazer o melhor uso dos processos de manutenção, faz com que esta seja um ato gerencial de suma importância dentro do plano de manutenção das embarcações.

A manutenção regular é essencial para manter a embarcação dentro da classe operacional pois esta é responsável pelo funcionamento adequado das máquinas e equipamentos, de modo em que se previna falhas dando mais segurança ao oficial de máquinas na execução seu trabalho durante o seu quarto de serviço a bordo.

É necessário também, que se destaque, os tipos de manutenção que possam existir a bordo e enfatizar que não existe um procedimento igual para todos os navios, qualquer equipamento, do mais simples ao mais sofisticado, pode apresentar problemas inesperados mesmo dentro de seu tempo de vida útil. Eles são causados por defeitos de fabricação, por manuseio incorreto e ou por manutenção deficiente. Muitas vezes, esses problemas são pequenos, porém, se não resolvidos no momento correto, podem trazer consequências graves, gerando prejuízos muito além do previsto. Com isso, ao aplicarmos uma manutenção eficaz, estabelecida em um plano de manutenção bem elaborado, conseguiremos alcançar a confiabilidade e a disponibilidade exigidas para as máquinas e equipamentos de bordo.

O maquinista deve estar sempre atento a ruídos não rotineiros, a vibrações excessivas, a temperaturas, pressões e a velocidades ou rotações anormais que devem ser observadas nas máquinas existentes a bordo. Estes cuidados foram destacados neste trabalho, nos motores de combustão principal que são responsáveis por gerar a força para propulsão das embarcações e nas caldeiras que são responsáveis por gerar vapor para as turbinas ou para serviços de hotelaria.

Contudo, além da manutenção, é fundamental que haja um entendimento e trabalho de equipe entre toda a tripulação a fim de estabelecer uma comunicação para que nenhum deslize, mesmo que pequeno, comprometa a segurança de todos a bordo devendo assim, haver sempre uma comunicação entre os oficiais da praça de máquinas e o passadiço para que sejam realizados os devidos procedimentos de navegação ou pedido de socorro à outra embarcação a tempo de evitar um acidente e com isto salvaguardar a vida humana no mar, prevenir a poluição do ambiente e selar pela integridade da embarcação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Article in press). Disponível em www.sciencedirect.com

Disponível em: <http://unicamp.com.br>. Manutenção Industrial Unicamp

Acessado em Ago 2013 ;

DIAS, Francisco. **Apostila de inspeção em caldeiras marítimas**. Rio de Janeiro. junho de 1997.

ISHIKAWA, Kaoru. "**TQC - Total Quality Control - Estratégia e Administração de Qualidade**". IMC - São Paulo -1986.

KARDEC, Alan; Nascif, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda. 2001.

PIAZZA, Gilberto. **Introdução à Engenharia de Confiabilidade**. Caxias do Sul: Educs, Editora. 2000

SEIXAS, Eduardo de Santana. **Confiabilidade aplicada na manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark. Editora Ltda. 1 ed. 2000

SPANNER, Fernanda. Técnicas preditivas de manutenção em máquinas. Trabalho de conclusão do curso Engenharia. Universidade Federal Rio de Janeiro. 2009

VERRI, Luiz Aberto. **Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial**, Rio de Janeiro, 2007;

Disponível em: <http://4shred.com> SENAI - Tecnologia em Manutenção Industrial
Acessado em Ago 2013.

Zen, Milton Augusto Galvão. **Fator humano na manutenção**. Qualitymark Editora Ltda. Rio de Janeiro. 2002